道総研

平成29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

平成29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）

平成29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

調査及び試験研究の概要

Ⅰ　資源管理部所管事業

1．漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）

1．1　ソウハチ …… 4
1．2　マガレイ …… 7
1．3　マダラ …… 12
1．4　ヒラメ …… 14
1．5　スケトウダラ …… 17
1．6　ホッケ …… 22
1．7　スルメイカ …… 26
1．8　ニシン …… 28
1．9　ハタハタ …… 30
1．10　イカナゴ …… 33
1．11　タコ類 …… 35
1．12　ベニズワイガニ …… 38
1．13　エビ類 …… 40
1．14　シャコ …… 43
1．15　シラウオ …… 46

2．海洋環境調査研究（経常研究）

2．1　北海道周辺海域の海況に関する調査 …… 47
2．2　化学環境調査 …… 50
2．3　低次生産環境に関する調査 …… 52
2．4　沿岸環境モニタリング …… 56

3．沿岸環境調査（経常研究） …… 60
4．漁況・海況予報調査（経常研究） …… 62

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 …… 63
６．水産国際共同調査（経常研究）
６．１　沿岸域における低次生物生産の日ロ比較研究 …… 64
７．北海道周辺における有害赤潮生物カレニア・ミキモトイの分布実態の解明（経常研究） …… 65
８．海況速報の高度化と浮魚類の漁場予測に向けた流れに関する基礎研究（経常研究） …… 67
９．資源評価調査事業（公募型研究） …… 71
９．１　スケトウダラ新規加入量調査 …… 72
10．日本周辺国際資源評価事業（日本周辺クロマグロ調査事業）（公募型研究） …… 74
11．資源量推定等高精度化推進事業（スケトウダラ日本海北部系群）（公募型研究） …… 75
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） …… 76
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） …… 77
14．水産生物の環境履歴と水産資源変動（公募型研究） …… 79
15．北海道資源生態調査総合事業（受託研究）
15．１　資源・生態調査研究 …… 80
15．２　資源管理手法開発試験調査
15．２．１　ハタハタ …… 81
15．２．２　ホッケ …… 82
16．石狩湾系ニシンの漁況予測調査（受託研究） …… 84
17．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） …… 87

Ⅱ　資源増殖部所管事業

１．スポアバック法に替わる藻場造成技術構築を目指して（職員研究奨励事業） …… 88
２．古の謎。コンブの休眠配偶体を探す！（職員研究奨励事業） …… 91
３．日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）
３．１　その他二枚貝の養殖適性調査と技術開発（ムラサキイガイ） …… 94
３．２　利用の少ない漁港の養殖適地診断 …… 96
３．３　儲かる養殖事業化検討調査 …… 100
４．漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）
４．１　岩礁域の増殖に関する研究 …… 103
５．日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究） …… 106
６．栽培漁業技術開発調査（経常研究）
６．１　ヒラメ放流調査
６．１．１　ヒラメ放流基礎調査 …… 109
６．１．２　ヒラメウイルス性神経壊死症対策 …… 115
６．２　マツカワ放流事業
６．２．１　マツカワウイルス性神経壊死症対策 …… 116
７．河川内水生動物と沿岸藻場に及ぼす河川構造物の影響評価に関する基礎研究（経常研究） …… 118
８．ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究（経常研究） …… 124
９．マツカワのウイルス性神経壊死症（VNN）の受精卵消毒による種苗生産施設での
予防技術の開発（経常研究） …… 133

10. 道受託事業で提案した石材を用いた藻場再生手法の検証と高度化（維持管理経費（研究）） …… 135
11. 魚類防疫対策調査検査業務（道受託研究）
11．1　海産魚介類の魚病診断及び防疫対策事業 …… 138
12. 藻場・魚礁域における魚類の行動範囲及び餌料生物利用状況調査（道受託研究） …… 139
13. アワビ類における再生産ボトルネックの解消と藻場ネットワークの再生による
資源回復・生態系修復技術の開発（公募型研究） …… 145
14. 天然コンブの生育に好適な海洋環境条件の解明に基づく漁場造成適地選定手法の開発
（公募型研究） …… 149
15. 北方圏紅藻類の資源開発とその健康機能・素材特性を活かした次世代型機能性食品の創出
（公募型研究） …… 151
16. 道東海域の雑海藻を原料とした水産無脊椎動物用餌料の開発と利用（公募型研究） …… 153
17. 輸出重要資源増大等実証委託事業（ナマコの効果的な中間育成手法の開発）（公募型研究） …… 158
18. 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） …… 162
19. オホーツク海海域における地まきホタテガイ漁場の時化による被害ハザードマッププロトタイプの作成
（受託研究） …… 164

Ⅲ　加工利用部所管事業

1．素材・加工・流通技術の融合による新たな食の市場創成（戦略研究）
1．1　前浜資源の有効活用による水産食シーズ開発（戦略的食品開発ステージ） …… 169
2．ホッキガイを用いた飯寿し製品開発の技術支援（職員研究奨励事業） …… 173
3．魚介類の加工・保存に伴う「におい」発生要因の解明と抑制技術の開発（重点研究） …… 178
4．日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）
4．1　儲かる養殖事業化検討調査
4．1．1　養殖製品分析 …… 184
5．カレイの冷凍加工技術開発（経常研究） …… 188
6．マナマコの保管条件と製品品質に関する試験（経常研究） …… 193
7．浸漬液を用いたウニの冷凍技術開発（公募型研究） …… 198
8．麻痺性貝毒の機器分析法の高度化及びスクリーニング法の開発（公募型研究） …… 199
9．ICT技術による噴火湾産ホタテガイ生育状況モニター技術開発（公募型研究） …… 200
10. 依頼試験（依頼試験） …… 202

Ⅳ　その他

1．サハリン漁業海洋学研究所（サフニロ）との研究交流（水産国際共同調査（経常研究）） …… 203
2．技術の普及および指導
2．1　水産加工技術普及指導事業 …… 205
2．2　一般指導
2．2．1　資源管理部 …… 207
2．2．2　資源増殖部 …… 208
3．試験研究成果普及・広報活動 …… 211
4．研修・視察来場者の記録 …… 211
5．所属研究員の発表論文等一覧 …… 212

中央水産試験場概要

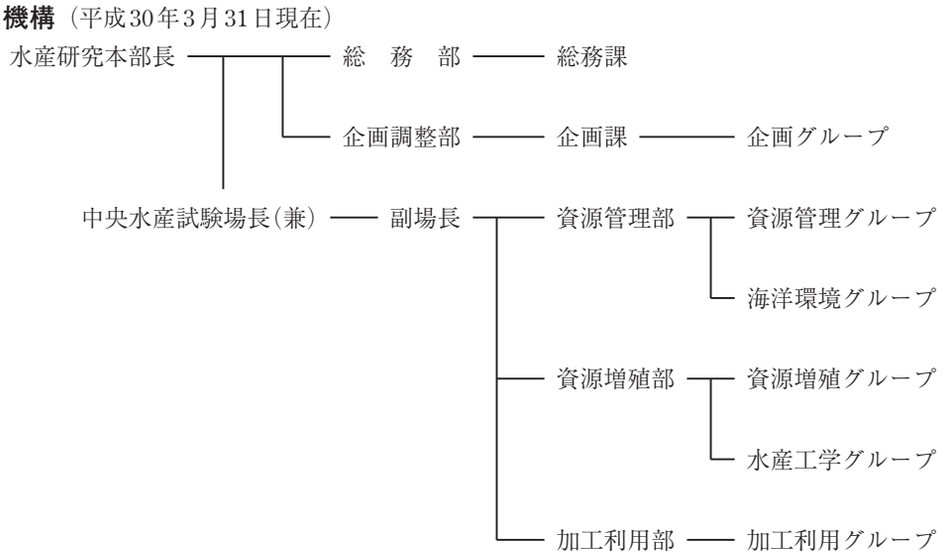
1. 所在地

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	付　属　施　設	摘　要
庁舎	14,851.30 ㎡	5,257.20 ㎡	2,709 ㎡	海水揚水施設	

3. 機構（平成30年3月31日現在）



4. 職員配置

（平成30年3月31日現在）

職種別＼部別		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		2	1							3
海事職			1								1
研究職員		1		6	1	7	5	9	4	6	39
合計		1	6	7	1	7	5	9	4	6	46

5. 経費

（平成30年3月31日現在）

区分	金額	備考
人件費	329,401 千円	
管理費	97,086 千円	
業務費	51,704 千円	研究費，研究用施設・機械等を含む
合計	478,191 千円	

6. 職員名簿

平成30年3月31日現在

水産研究本部

本部長	三宅博哉

総　務　部

部長	竹内賢一
総務課長(兼)	竹内賢一
主査(総務)	池田　学
主査(調整)	熊谷泰一
専門主任	山本祐子
専門主任	高橋晶世
航海主任	山崎寿彦

中央水産試験場

場長(兼)	三宅博哉
副場長	夏目雅史

資源管理部

部長	志田　修

資源管理グループ

研究主幹	星野　昇
主査(資源管理)	坂口健司
主査(資源予測　兼)	星野　昇
主任主査(管理技術)	三原栄次
研究主査	山口宏史
研究主査	和田昭彦
専門研究員	中明幸広

資源増殖部

部長	馬場勝寿

資源増殖グループ

研究主幹	清水洋平
主査(栽培技術　兼)	清水洋平
主査(資源増殖)	秋野秀樹
主任主査(増殖環境)	高谷義幸
主任主査(魚病防疫)	三浦宏紀
研究主査	伊藤慎悟
専門研究員	石野健吾
専門研究員	中島幹二
専門研究員	干川　裕

加工利用部

部長	辻　浩司

加工利用グループ

研究主幹	武田忠明
主任研究員	成田正直
主任主査(加工利用)	菅原　玲
主査(品質保全　兼)	武田忠明
研究主任	三上加奈子
専門研究員	飯田訓之

企画調整部

部長	木村　稔
企画課長	髙嶋孝寛

企画グループ

主査(研究企画)	安藤大成
主査(連携推進)	瀧谷明朗
主査(研究情報)	池田秀樹
研究主査	佐々木典子
専門研究員	野俣　洋

海洋環境グループ

研究主幹	奥村裕弥
主査(海洋環境)	品田晃良
主任主査(環境生物)	嶋田　宏
研究主査	安永倫明
研究主任	佐藤政俊

水産工学グループ

研究主幹	髙橋和寛
主査(施設工学)	金田友紀
主査(生態工学)	福田裕毅
研究職員	園木詩織

Ⅰ　資源管理部所管事業
１．漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）
１．１　ソウハチ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**三原栄次**

（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，2017 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

2017 年 4 月に余市郡漁協の刺し網漁獲物を，2017 年 11 月，2018 年 2 月に小樽機船漁協の沖合底びき網漁獲物を標本採集し，生物測定を行った。

ウ　調査船調査（未成魚分布調査）

2017 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 20～80 m の海域で，ソリネット（桁幅 2 m，高さ 1 m，網長さ 8 m，コッドエンド網目幅 5 mm）を用いた未成魚分布調査を行った。調査点毎の曳網距離数と採集個体数から CPUE（単位曳網距離あたりの採集個体数）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。

エ　資源評価

上記データを用いてソウハチの資源評価を継続して行った。

オ　普及・広報

「エ　資源評価」の結果を水産試験場ホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/kokai/）にて公表したほか，北海道水産林務部が発行した 2017 年度北海道水産資源管理マニュアル（2018）内にも記載された。

（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 3,273 トンから減少傾向で推移し，2015 年には 846 トンまで落ち込んだが，2016 年から増加に転じ，2017 年は 2,734 トンとなった（表 1，図 1）。

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 年度以降では沖底漁業の漁獲量が多くなった（表 1，図 1）。2017 年の沿岸漁業の漁獲量は 229 トン（前年比 0.92）であり，沖底漁業の漁獲量は 2,505 トン（前年比 1.36）であった。

イ　漁獲物調査

2017 年度の漁獲物調査で得られた漁獲物の年齢組成を図 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。

刺し網漁業の漁獲物の雌雄別年齢組成を見ると，雌の 5 歳と 4 歳が主体であった。沖底漁業の漁獲物では，11 月で雄が全体の 65% を占め，雌雄込の年齢は 2～6 歳が出現し若齢ほど多かった。2 月の漁獲物では，ほとんどが雌個体であり，年齢は 5 歳にモードが見られた。

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 2017 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，2014 年級群までの平均値は 11.8 百万尾であった。2015 年級群の資源尾数指数は 820 万尾であり，2014 年級群（620 万尾）から増加した。

エ　資源評価

2017 年度に行った資源評価結果は「(2) オ　普及・広報」に記載したホームページ等に詳細を掲載したため，ここでは省略する。

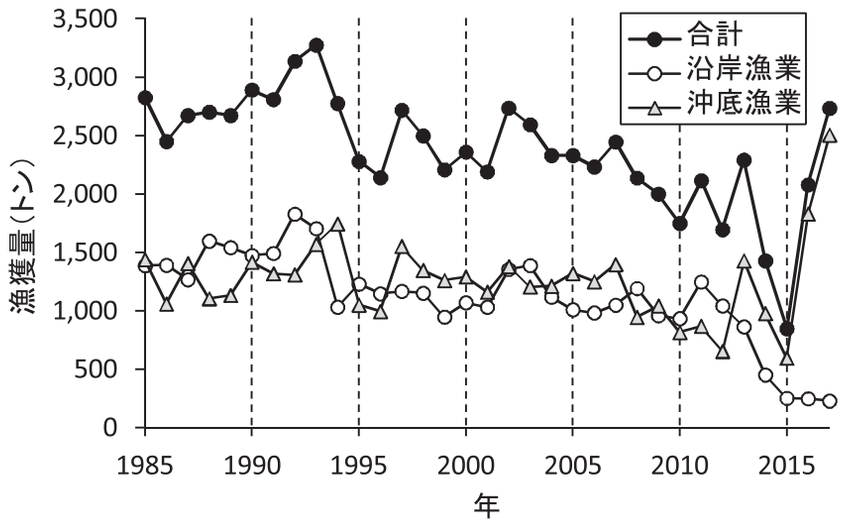


図１　日本海～オホーツク海におけるソウハチの漁獲量の推移

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	1,318	121	1,439	2,825
1986	454	794	2	61	79	1	1,390	1,008	51	1,060	2,450
1987	435	690	2	63	59	18	1,266	1,367	37	1,404	2,671
1988	568	892	5	55	60	17	1,597	1,082	22	1,104	2,701
1989	459	942	1	69	66	4	1,541	933	198	1,132	2,672
1990	371	914	1	93	83	11	1,474	1,270	147	1,417	2,891
1991	371	924	1	81	99	15	1,491	1,236	81	1,318	2,809
1992	310	1,248	2	103	157	7	1,828	1,110	198	1,308	3,136
1993	232	1,182	3	195	81	9	1,703	1,532	38	1,570	3,273
1994	207	670	0	42	86	26	1,031	1,697	47	1,744	2,776
1995	207	866	1	43	66	46	1,229	936	113	1,049	2,278
1996	220	657	1	55	110	103	1,146	890	103	994	2,139
1997	186	623	1	120	146	91	1,167	1,423	127	1,551	2,717
1998	136	830	1	77	77	31	1,151	1,253	93	1,346	2,497
1999	125	643	1	53	81	44	947	1,106	155	1,260	2,207
2000	128	685	2	97	115	43	1,070	1,176	113	1,290	2,359
2001	183	509	3	130	144	62	1,031	1,070	89	1,159	2,190
2002	143	924	3	177	85	23	1,355	1,301	79	1,380	2,735
2003	130	891	12	182	110	63	1,388	1,109	96	1,205	2,593
2004	87	716	4	167	95	47	1,117	1,030	182	1,212	2,329
2005	45	660	2	159	116	28	1,009	1,177	144	1,321	2,330
2006	46	636	3	204	65	28	982	1,168	82	1,249	2,231
2007	64	697	1	139	94	54	1,049	1,258	139	1,397	2,446
2008	62	791	1	211	70	57	1,192	835	110	945	2,137
2009	27	546	2	261	90	31	958	989	53	1,042	2,000
2010	30	701	4	121	42	35	933	779	36	815	1,748
2011	21	851	1	266	54	54	1,247	806	62	868	2,115
2012	17	690	8	236	45	46	1,042	615	38	654	1,695
2013	7	527	4	252	32	41	863	1,387	40	1,427	2,290
2014	18	225	3	148	20	37	452	950	26	977	1,428
2015	14	75	1	88	23	51	252	525	70	594	846
2016	10	100	0	72	35	31	247	1,778	52	1,831	2,078
2017	6	82	0	39	38	64	229	2,487	18	2,505	2,734

沿岸漁業：漁業生産高報告書（2017 年は水試集計速報値）
沖底漁業：沖底統計の中海区のオコック沿岸，北海道日本海

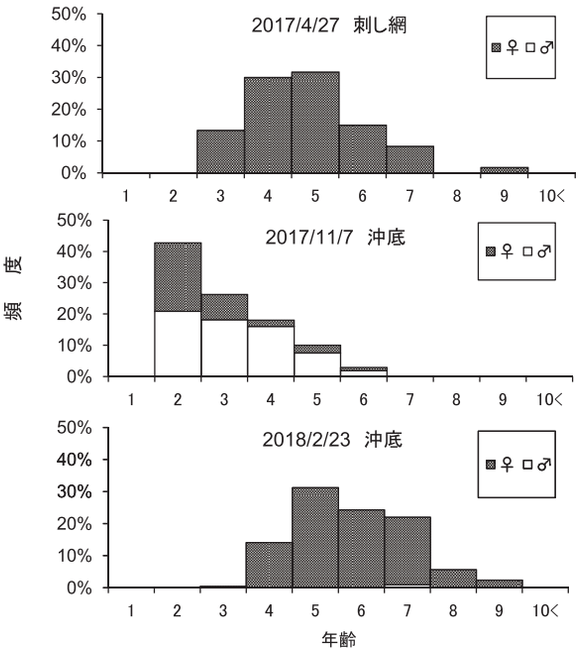


図２　各漁業で水揚げされたソウハチの年齢組成（年齢基準日：８月１日）

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^2)	調査点数
20−30	391	3
30−40	346	3
40−50	291	2
50−60	241	3
60−70	203	3
70−80	236	1
合計	1,708	15

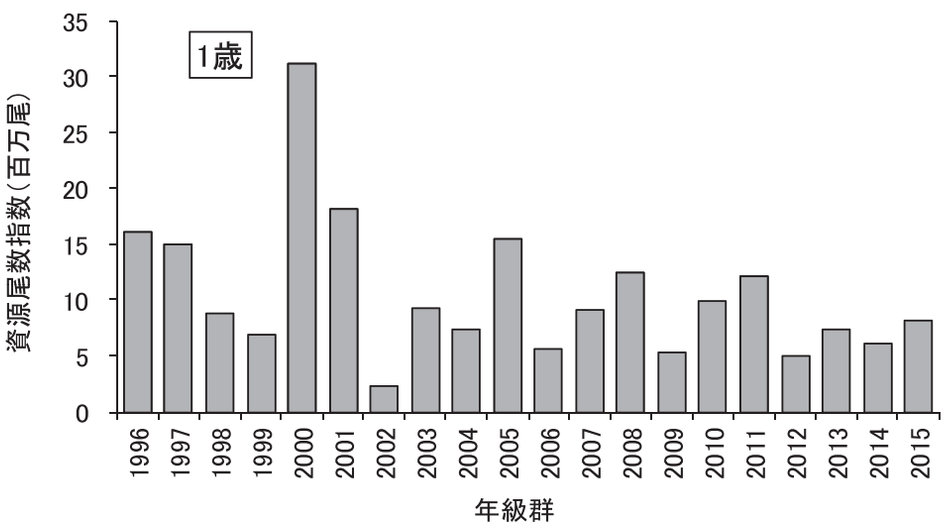


図３　未成魚分布調査で得られた年級群別の１歳時資源尾数指数の推移

1．2　マガレイ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口宏史**

(1) 目的

北海道の日本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。成熟に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，2017 年については水試集計速報値に基づく暫定値である。

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

単位：トン

年	沿岸漁業（振興局別）							沖合底びき網漁業			計
	網走	宗谷	留萌	石狩	後志 北部	後志 南部	小計	オホーツク海	日本海	小計	
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	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

集計：年（1月1日～12月31日）
2017年は暫定値

表２　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漁獲量の推移

単位:トン

年/地区	石狩湾			小樽市	余市	東しゃこたん			古宇郡			岩内郡	寿都町	島牧	計
	浜益	本所	石狩			本所	美国	積丹	神恵内	盃	本所				
1985	1	5	27	157	79	7	3	3	3	3	8	4	5	5	309
1986	7	19	31	149	131	17	5	5	7	3	3	8	8	13	406
1987	10	1	39	119	112	11	5	2	4	3	4	7	8	15	340
1988	5	3	26	100	99	15	8	20	9	2	2	12	11	21	331
1989	20	22	42	162	224	9	12	11	4	2	1	9	14	12	544
1990	20	21	26	154	233	5	4	4	2	1	1	6	13	10	501
1991	18	15	15	134	135	6	3	2	2	2	1	7	15	11	367
1992	17	16	38	151	189	6	4	3	10	2	1	8	14	15	476
1993	26	19	48	211	185	5	3	2	4	1	1	6	19	9	540
1994	15	36	36	124	86	9	3	1	3	1	2	5	13	11	347
1995	12	65	61	204	178	10	4	3	12	2	3	7	15	15	591
1996	17	77	59	207	200	18	8	6	12	4	3	10	32	20	673
1997	4	67	65	242	222	24	6	7	7	2	2	10	27	17	701
1998	2	13	34	173	113	10	5	3	6	1	2	7	20	11	400
1999	2	29	42	100	82	7	4	2	3	1	2	4	12	6	294
2000	2	42	34	175	85	7	4	1	2	1	2	4	11	10	379
2001	8	31	41	156	82	4	3	1	0	0	0	0	0	0	325
2002	24	40	51	152	106	7	6	1	3	2	3	3	13	6	419
2003	18	26	66	152	81	6	3	2	5	1	2	6	5	4	377
2004	8	24	39	136	74	9	8	1	3	1	2	5	5	3	318
2005	5	14	14	61	37	7	3	0	4	1	3	4	2	3	157
2006	6	14	49	123	67	10	5	2	9	2	2	10	16	7	322
2007	4	13	51	112	52	12	5	3	4	2	3	7	10	7	283
2008	7	15	50	139	69	15	5	2	5	1	3	5	12	8	336
2009	6	10	35	102	68	17	7	1	4	1	2	7	8	10	279
2010	9	17	60	83	52	15	10	1	7	2	2	5	8	7	278
2011	8	4	40	81	40	16	5	2	7	1	2	6	12	5	227
2012	9	15	45	92	41	12	8	1	4	1	1	5	7	6	247
2013	5	13	33	29	10	11	6	2	5	1	1	4	8	7	133
2014	5	11	22	49	25	9	6	2	6	1	1	6	11	7	161
2015	3	13	29	66	40	7	7	2	6	2	1	6	15	3	202
2016	4	16	15	54	33	7	10	2	5	2	1	9	10	6	174
2017	6	26	44	110	65	18	10	1	4	1	1	9	9	6	310

集計:年（1月1日～12月31日）
2017年は暫定値

表３　2017 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

単位:トン

漁協名	支所名/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	割合(%)
石狩湾	浜益	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	6	1.7
	本所	0	0	0	8	16	0	1	0	0	0	1	1	26	7.2
	石狩	0	0	4	24	9	7	1	0	0	0	0	0	44	12.4
小樽市		7	9	45	66	9	1	1	0	7	8	2	3	157	43.9
余市郡		1	1	15	41	4	0	0	0	0	1	0	1	65	18.1
東しゃこたん	本所	0	1	4	11	0	0	1	0	0	0	0	0	18	5.1
	美国	0	0	4	3	1	0	0	0	1	0	0	0	10	2.7
	積丹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
古宇郡	神恵内	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1.1
	盃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
	本所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
岩内郡		0	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	9	2.6
寿都町		0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	1	0	9	2.6
島牧		0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	6	1.5
	計	9	13	77	164	46	11	6	3	9	10	4	6	357	
	割合(%)	2.5	3.6	21.5	45.9	12.8	3.0	1.6	0.8	2.6	2.8	1.2	1.7		

イ　漁獲物調査

2017 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と 2018 年 1 月に小樽機船漁協において沖合底びき網漁業による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）

オホーツク海雄武町沖の海域において水深 10～50 m 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，小型桁引き網（けた幅 1.8 m，高さ 0.3 m，目合 13 mm）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 歳魚の採取尾数を調査海域の水深帯別面積による重み付を行い，幼魚密度指数として算出した。調査は中央，網走，稚内の 3 水試から調査員が乗船して 8 月 24，25 日に実施した。

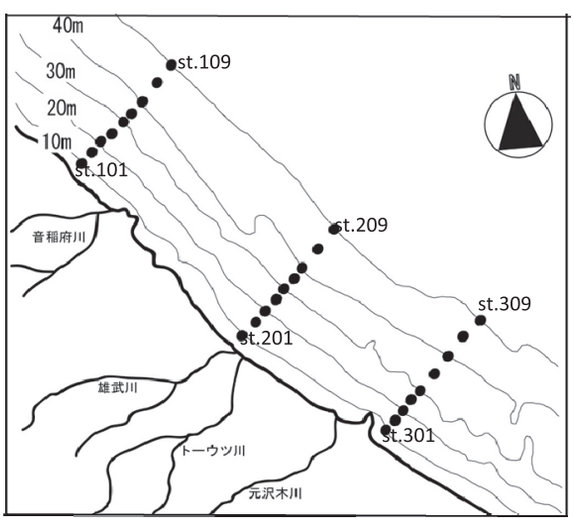


図 1　雄武沖幼魚分布調査点

エ　資源評価

上記のア～ウの結果並びに稚内水試および網走水試での調査結果をまとめて，石狩湾以北からオホーツク海におけるマガレイの資源状態を考察した。なお，オホーツク総合振興局管内における年齢別漁獲尾数は網走水試で漁獲物測定および推定を行い，宗谷総合および留萌振興局管内の年齢別漁獲尾数は稚内水試で漁獲物測定を行い，中央水試で耳石による年齢査定並びに年齢別漁獲尾数の推定を行なった。さらに石狩後志総合振興局管内の年齢別漁獲尾数は中央水試で漁獲物測定並びに推定を行った。

(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：1 月 1 日～12 月 31 日）の漁獲量は，1,500～4,100 トンの範囲で推移し，2017 年は前年より 400 トン増加して 2,434 トンとなった（表 1，図 2）。

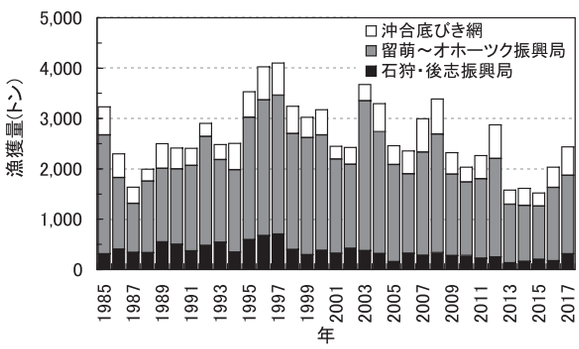


図 2　日本海～オホーツク海におけるマガレイ漁獲量の推移

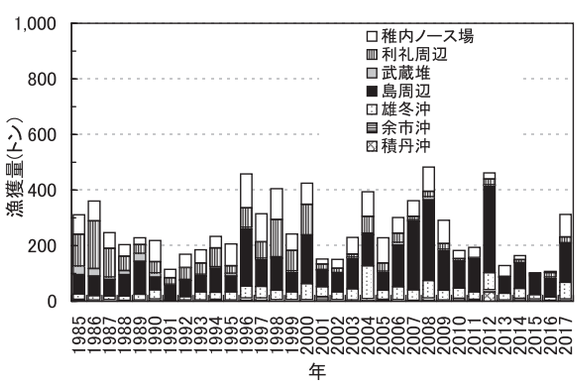


図 3　沖合底びき網漁業による日本海におけるマガレイ小海区別漁獲量

石狩・後志振興局管内での沿岸漁業による漁獲量は 130～700 トンの範囲で推移し，2017 年は前年より増加して 310 トンとなった。（表 2，図 2）。

また，漁獲量を漁協別・月別にみると小樽市漁協を中心に余市郡漁協，石狩湾漁協石狩支所での漁獲量が多く 3，4 月に集中している（表 3）。2014 年までは 4，5 月に漁獲が多かったので，2015 年以降は漁獲のピークが早まっていた。

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200～700トンの範囲で推移し，2017年は前年より160トン増加して561トンとなった（表1，図3）。小海区別でみると，島周辺以南の海区での漁獲の割合が高く（図3），近年は81%（2011～2017年の割合）を占めている。

イ　漁獲物調査

2017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4に示す。沿岸漁業では体長モードが210 mmであった。年齢組成では，3，4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15 cm又は全長18 cm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240 mmであり，年齢組成は3，4歳が主体であった。

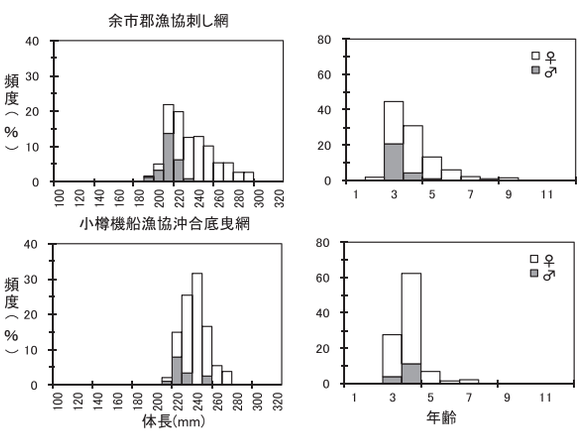


図4　マガレイ漁獲物の体長と年齢組成（加齢の基準日7月1日）

ウ　用船調査（幼魚分布調査）

用船調査で採集されたカレイ類幼魚の採集尾数を表4に，得られた幼魚密度指数を図5に示す。幼魚密度指数は近年では比較的大きな値となり，加入状況は若干回復すると判断された。

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日として漁獲量を集計し，漁獲物標本測定結果から得られた年齢組成を用いて，年齢別漁獲尾数を推定した。石狩湾以北からオホーツク海海域における年齢別漁獲尾数を用いてVPAによる資源量推定を行った結果を図6に示す。

1990～1992年度は5千万尾未満であったが，1995年度に豊度の高い1993年級群が加入したことで1億尾を超えた。1998年度に加入した1996年級群の豊度も高く，両年級群が1994～1998年度の資源の中心となった。その後漸減傾向にあったが，豊度の高い2000年級群が加入した2002年度には，資源尾数は増加に転じた。さらに，豊度が高い2004年級群が加入し，2006年度と2007年度の資源の中心となった。それ以降，2007年級が比較的高豊度であったことを除けば，豊度の高い年級は認められず資源尾数は2009年度から減少傾向にあ

表4　雄武沖未成魚分布調査採集尾数

		マガレイ			スナガレイ		
調査点	水深(m)	0歳	1歳	2歳	3歳	0歳	1歳以上
101	10.5					10	29
102	14.5					13	47
103	21		1			59	6
104	24.3		1			11	52
105	30.2	2	2			21	9
106	36.1	1	9			26	9
107	40.9	5	1			50	3
108	44.5	14	3			34	3
109	50	11	13			20	0
201	10.5		1			19	11
202	14.5		3			57	18
203	19.7		2	1		64	12
204	25.5	1	1			41	4
205	30.8	2	3			38	4
206	34.3	5	1			38	7
207	39.7	3	1			20	3
208	44	6	6			26	3
209	49	7	7			21	3
301	12		1			5	28
302	16		7	1		19	16
303	21.5	3	2			13	5
304	26.5		8			22	13
305	30.7	5	2			34	5
306	35.2	2	3			44	12
307	40.7	3	2			32	5
308	45.7	10	11			29	1
309	50.5	1		1			
合計		81	91	3	0	766	308

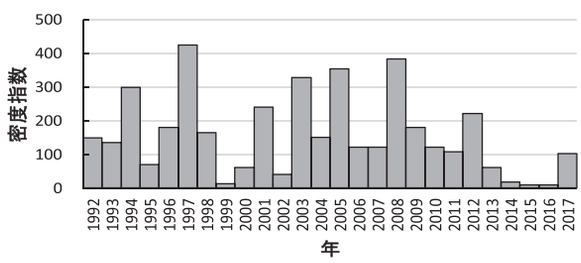


図5　雄武沖幼魚分布調査から推定したマガレイ幼魚密度指数

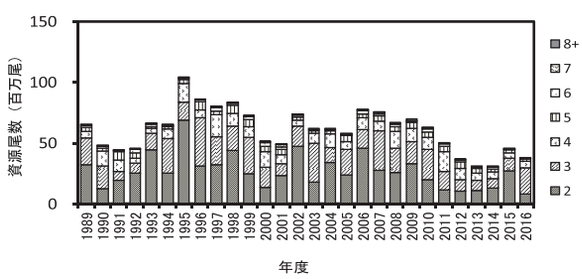


図6　マガレイ（石狩湾以北～オホーツク海海域）の年齢別資源尾数

り，低い水準が続いていたが，2013 年級が 2007 年級並みの豊度があり，2015 年度は資源尾数が増加した。2016 年度は 2015 年度からはわずかに減少した。詳細な資源評価は水産試験場ホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/kokai/）にて公表されているほか，北海道水産林務部が発行した 2017 年度北海道水産資源管理マニュアル（2018）に記載された。

1．3　マダラ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

(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２万～３万トンの水準で推移している。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。なお，本項では水産庁委託の資源評価調査事業および北海道資源管理協議会委託の北海道資源生態調査総合事業で得られたデータも含めてとりまとめた。

(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）における漁獲量を，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。2016～2017 年度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。

ウ　事業成果の活用

日本海，太平洋，オホーツク海の３海域についてそれぞれ資源評価を行った。結果については水産試験場ホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/kokai/）にて公表されているほか，北海道水産林務部が発行した 2017 年度北海道水

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	3,959	7,471	3,137	29,619
1986	1,186	325	0	1,523	158	1,300	110	1,031	203	1,618	11,662	860	3,289	10,767	3,211	37,243
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	2,718	7,029	954	29,871
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	2,040	5,262	2,826	32,697
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	1,755	41,246
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	3,820	41,915
1995	1,314	279	2	1,554	243	930	112	561	24	1,668	22,425	616	3,386	1,763	1,636	36,513
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	2,506	5,301	1,679	27,417
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	2,768	1,642	19,409
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	1,454	3,137	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	921	152	0	459	183	1,540	590	933	336	1,077	6,659	176	686	7,048	1,422	22,182
2015	1,055	259	0	821	199	1,453	436	1,049	329	805	5,176	258	559	6,905	262	19,567
2016	1,350	374	1	976	152	876	311	868	225	572	5,539	133	1,067	9,077	1,259	22,780
2017	1,554	287	1	907	183	816	290	1,028	212	674	7,261	539	2,250	7,266	3,996	27,263

※石狩振興局の漁獲量「0」は漁獲量 0.5 トン未満である

産資源管理マニュアル（2018）に記載された。

(3) 得られた結果

ア　全道の漁獲動向

全道の漁獲量のうち，根室振興局管内と太平洋の沖底漁業の占める割合が比較的大きい（表 1，図 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。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。それ以降は増加し 2017 年度は 2.7 万トンと，日本海，オホーツク海の沖底漁業で顕著に増加した。

イ　日本海中部～南部海域の漁獲動向

石狩振興局管内の沿岸漁業漁獲量は少なく，毎年概ね 2 トン以下で推移している（表 1）。後志振興局管内の沿岸漁獲量は 2017 年度に 907 トンと前年度より減少した。檜山振興局管内では近年 200 トン以下で推移しており，2017 年度は 183 トンであった（表 1，図 2）。

沖底漁業（小樽港根拠）における漁獲量の変動傾向は後志振興局管内の沿岸漁獲量と似ており，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の漁獲量が沖底漁業を上回る傾向にある。2017 年度は沖底漁業で大きく増加し，沿岸漁業の漁獲量と同程度となった（図 2）。

2017 年度に漁獲増となった小樽機船漁協所属船の銘柄別漁獲量をみると，木箱 6 尾入，発泡 6～8 尾入が前年度を大幅に上回っており，3～4 歳といった比較的若齢魚が漁獲の主体を構成したことが増加要因となっていることが示唆された（表 2，図 3）。

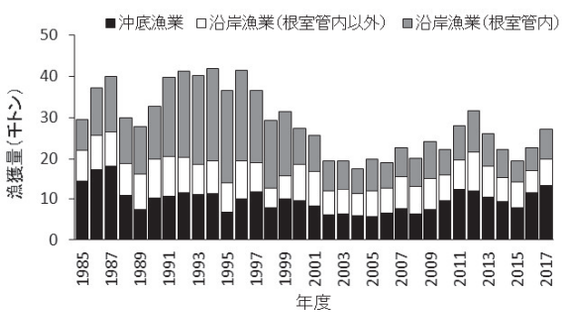


図 1　北海道におけるマダラ漁獲量の推移

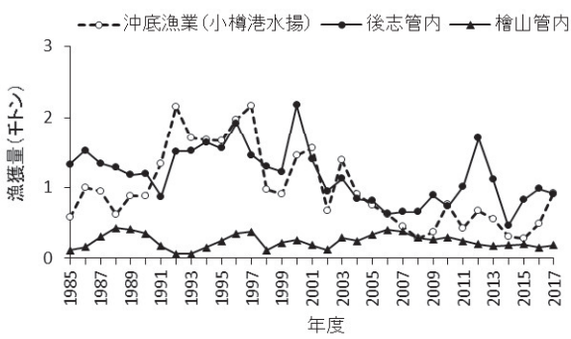


図 2　マダラ振興局別沿岸漁獲量および沖底漁獲量の推移（石狩振興局の漁獲量は僅かであるため，図中には表示していない）

表 2　小樽機船漁協における 2017 年度銘柄別漁獲箱数

銘柄名	箱数	対前年度比
木箱1尾入	212	1.08
木箱2尾入	3,109	2.03
木箱3尾入	9,026	1.45
木箱4尾入	6,722	0.78
木箱5尾入	4,658	1.78
木箱6尾入	10,746	12.98
発泡箱4尾入	0	0.00
発泡箱5尾入	147	2.23
発泡箱6尾入	5,729	14.43
発泡箱7尾入	380	95.00
発泡箱8尾入	3,391	16.87

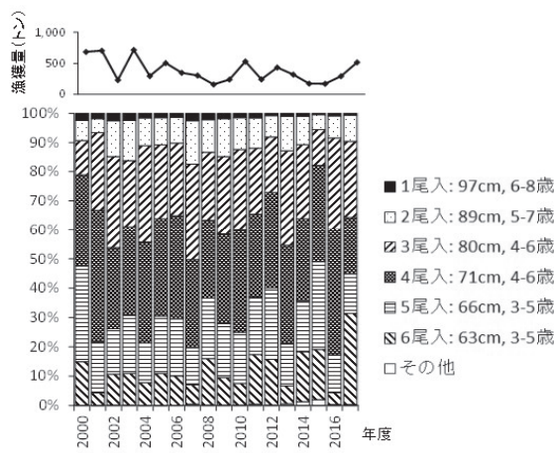


図 3　小樽機船漁協に水揚げされたマダラの銘柄別漁獲割合の推移

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。毎年 220 万尾の放流を目標とした種苗生産が行われている。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，2017 年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，後志管内余市港に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，余市地区の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。

エ　事業成果の活用

得られた事業成果を北海道の資源評価関連業務に活用した。

(3) 得られた結果

ア　漁獲動向

漁獲量は 500～1,000 トンの間で推移しており，2016 漁期年度（8 月 1 日起算日）は前年度より増加して総計 791 トン（暫定値）となった（表 1）。1990 年代後半に漁獲量が急増し，1999 年度にピークとなったが，その後は減少して 700 トン前後で推移した。2011 年度に約 1,018 トンに増加した後はやや減少傾向にある（図 1）。

イ　漁獲物の全長組成と年齢

2005 年度以降の漁獲物の全長組成（図 2）から，漁

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

単位：トン

年度	北部 8-12月	北部 1-7月	南部 8-12月	南部 1-7月	沖底漁業 8-12月	沖底漁業 1-7月	合計
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

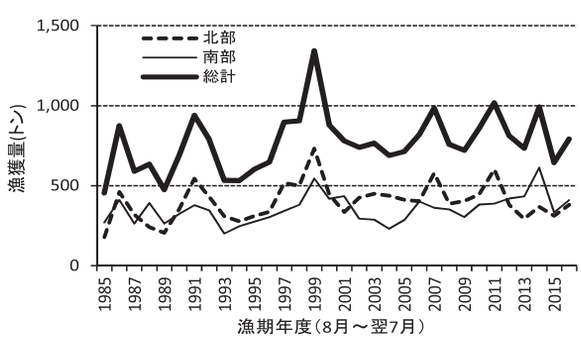


図 1　ヒラメの漁獲量推移. 北部：稚内市～積丹町，南部：神恵内村～函館市椴法華

獲尾数としては400 mmに満たないサイズの割合が多く，漁獲量が大きく増加した2007年度は，400 mm台前半の漁獲が多かった。2016年度は400 mm未満サイズの割合が3割を占め，例年並みの組成であった。

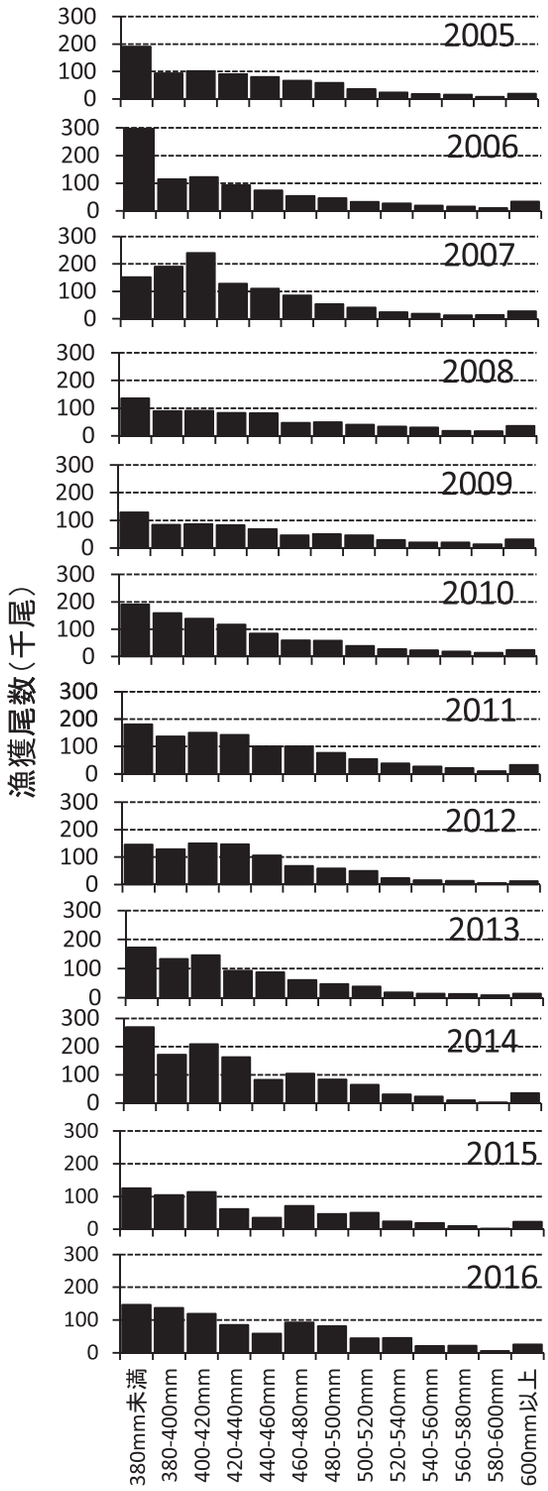


図２　ヒラメの漁獲物全長組成（稚内市～函館市椴法華地区の海域）

余市港に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っている（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く，秋漁では2012年度

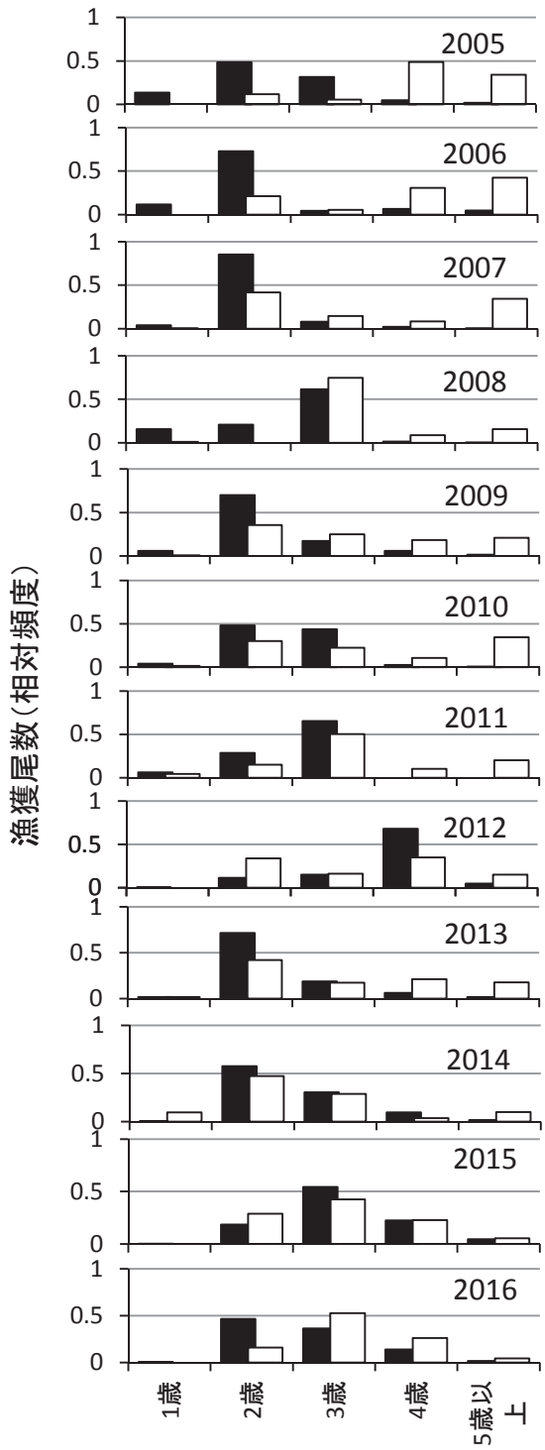


図３　余市港に水揚げされた漁獲物の年齢組成．■：秋漁（11～12月），□：春漁（6～7月）

を除いて 4 歳以上が漁獲対象に占める割合は低い。

漁獲量が増加した 2007 年度は秋，春漁ともに 2 歳魚（2005 年級群）を中心に漁獲されており，翌 2008 年度はこの 2005 年級群が 3 歳魚として漁獲の主体となった。同様に，2011 年度は 2008 年級群が 3 歳魚として漁獲量増加に寄与し，さらに 2012 年度には 4 歳魚として漁獲物の主体となった。2014 年度は 2011 年級（3 歳魚）および 2012 年級（2 歳魚）の割合が増加した。2016 年度は例年漁獲の主体となる 2，3 歳魚に加えて 2012 年級が 4 歳魚で比較的多く漁獲されたことから，漁獲量が増加した。

ウ　資源状態の評価

余市の年齢組成（図 3）が全海域を概ね代表するとみれば，近年の漁獲増は 2008 年級群が比較的高豊度に漁獲加入したことが背景にあると考えられる。2006～2007 年度の漁獲増についても，2005 年級が主体となっていた。これらのことから，ヒラメ資源は高豊度年級群が発生すると，その 1～2 年後から 2 年程度の間，一時的に漁獲増となる特徴があると考えられる。1990 年代後半以降の漁獲動向（図 1）からは，1999，2007，2011 年度と，三度の漁獲増加時期が認められ，それ以外の時期は 700 トン前後で推移し，近年はやや減少傾向にあったが，2014 年度には 2011 年級および 2012 年級の加入により漁獲量が増加した。2015 年度の漁獲量は減少したものの，2016 年度には増加に転じており，資源量は適度な漁獲圧のもとで比較的高い水準を維持している状態にあると考えられる。

エ　事業成果の活用

資源評価結果を水産試験場ホームページにて公表した。評価内容の詳細は，http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/ SigenHyoka/Kokai/を参照。さらに評価結果は，北海道水産林務部の資源管理業務に活用され，ダイジェスト版として「2017 年度北海道資源管理マニュアル（2018）」にとりまとめられ公表された。

1．5　スケトウダラ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

(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。漁獲量は年や海域による変動が大きく，そのため漁況予測の精度向上と，産卵群の来遊機構解明を目的に，年齢，成熟等の生物学的特徴の把握および魚群分布と，海洋条件等との関連を調査する。

(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2016，2017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

4～5月に3回，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：12～1月，岩内郡漁協
・刺し網漁業（後志南部）：1，2月，島牧漁協
・底建網漁業：4月，島牧漁協
・刺し網漁業（後志北部）：11～2月，東しゃこたん漁協

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，各銘柄の標本組成を漁獲日における銘柄別漁獲量で引きのばして作成した。

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「9. 資源評価調査事業」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，定期海洋観測の際のノルパックネット（深度150 m）で採取される卵の状況をモニタリングすることとなった。2017年度は2018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。

ウ　研究成果の普及・広報

日本海におけるスケトウダラの資源動向および2017年度の漁況予測などについて，「沖合漁業振興交流プラザ」および「日本海すけとうだら漁業者協議会」で発表した。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した。

稚内，中央，函館水産試験場の調査結果を稚内水産試験場がとりまとめて日本海海域スケトウダラの資源評価を行い，結果を水産資源管理会議の資源評価書として水産試験場ホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/）にて公表した。さらに評価結果は2017年度北海道水産資源管理マニュアル（2018）の基資料として活用された。

(3) 得られた結果

ア　漁獲物調査

(ア) 漁獲統計調査

a　漁獲量

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 の範囲内での漁獲量で推移し，2017 年度は 5,283 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。2017 年度は 1,550 トンであった（表 1）。

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	沖合漁業	沿岸漁業	沖合漁業	沿岸漁業合計	沿岸漁業海域別 石狩湾	沿岸漁業海域別 岩内湾
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	1,207
1997	67,265	43,158	24,107	21,591	5,956	4,418	1,537
1998	52,957	36,430	16,527	15,991	4,654	3,372	1,282
1999	48,535	32,482	16,053	20,392	3,926	2,333	1,593
2000	39,157	25,952	13,204	18,717	2,588	1,613	975
2001	42,603	24,646	17,957	15,137	2,765	901	1,864
2002	57,309	39,733	17,576	29,720	3,762	1,239	2,523
2003	31,267	15,209	16,058	10,867	4,383	2,056	2,327
2004	32,291	20,717	11,574	16,404	2,869	1,349	1,519
2005	24,646	15,134	9,511	12,546	2,004	612	1,392
2006	19,883	12,605	7,278	11,791	1,791	356	1,434
2007	16,870	8,506	8,364	7,085	3,187	501	2,686
2008	17,550	10,383	7,167	6,072	3,390	832	2,557
2009	13,970	7,894	6,075	3,990	2,136	704	1,432
2010	14,662	7,768	6,894	3,882	2,581	617	1,963
2011	10,248	6,395	3,853	3,198	2,383	1,137	1,246
2012	11,524	6,375	5,150	3,203	1,778	765	1,013
2013	9,553	5,595	3,957	3,721	2,599	1,235	1,363
2014	6,858	4,484	2,374	2,669	1,370	132	1,239
2015	5,233	2,814	2,420	1,642	1,639	770	868
2016	5,967	3,387	2,579	1,849	1,986	880	1,106
2017	5,283	3,093	2,190	1,550	1,687	566	1,122

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 2016，2017 年は暫定速報値

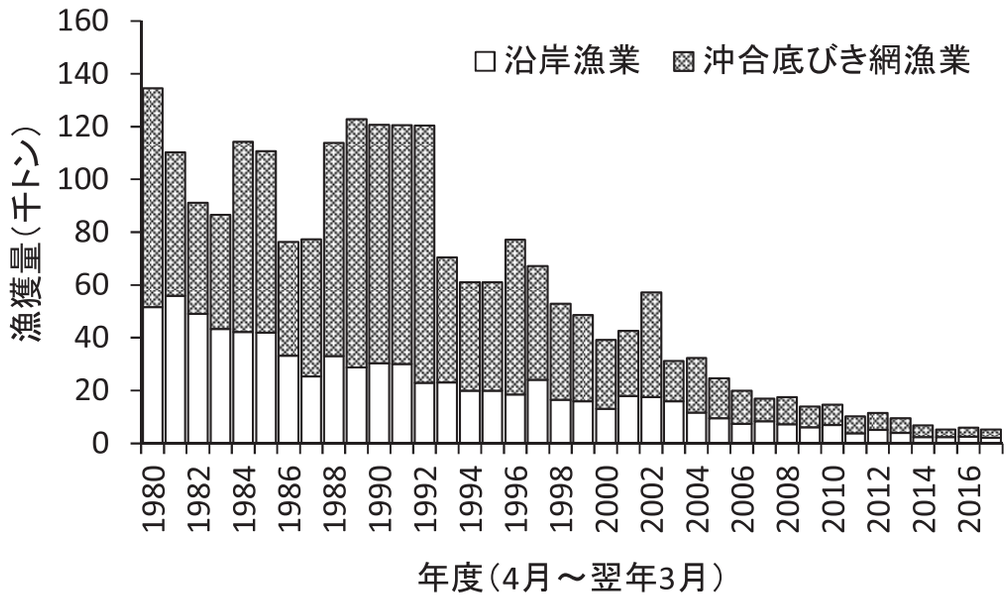


図１　北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量の推移

表２　スケトウダラ漁業着業隻数の推移

（単位：隻）

年度	沖底	刺し網			はえ縄
	小樽	古平	積丹	合計	岩内湾
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

＊2012 年度：9 月から小樽の沖合底びき網漁業のかけまわし船 2 隻が減船した

＊2014 年度：すけとうだら刺し網漁業は休漁であった

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。2017 年度は石狩湾で前年を大きく下回り，総計では 1,687 トンであった（表 1）。

b　漁獲努力量の推移（表 2）

小樽地区の沖合底びき網漁業の着業隻数は 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 2017 年度の操業隻数は，東しゃこたん漁協古平本所が 15 隻，同漁協積丹支所が 2 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。なお 2014 年度の古平，積丹地区は休漁のため着業実績がない。

（イ）商業漁獲物調査

a　沖合底びき網漁業（図 2）

小樽港根拠の沖合底びき網漁業により 4 月，5 月に漁獲されたスケトウダラは体長 30 cm 台が多く，年齢は 5 歳魚（2012 年級群）が全体の 50～60% を占めた。また，4 月 24 日および 5 月 25 日の漁獲物標本には体長 20 cm 台前半の 2 歳魚（2015 年級）が認められた。

b　沿岸漁業（図 3）

4 月の後志南部海域（島牧地区）における底建網の漁獲物は体長 30 cm 台を主体とする 5 歳魚が全体の 80 %以上を占めた。11 月から年明け 2 月にかけての漁獲物は，いずれの海域漁業でも体長 30 cm 台後半から 40

cm 台のサイズが主体で，5 歳魚と 7 歳魚（2010 年級）に加え，1 月のはえなわ漁業では 11 歳魚（2006 年級）が認められた。

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，2017 年の産卵親魚分布量は 6.5 万トンと推定され，2015 年以降は微増傾向にある（図 4）。内容の詳細は「9．資源評価調査事業」の項を参照のこと。

（イ）冬季卵仔魚分布調査

調査点（J 31，J 32，J 33）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 5 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かったが，2018 年は 94 個/m^2 であり，これらの年級のような高い水準ではなかった。

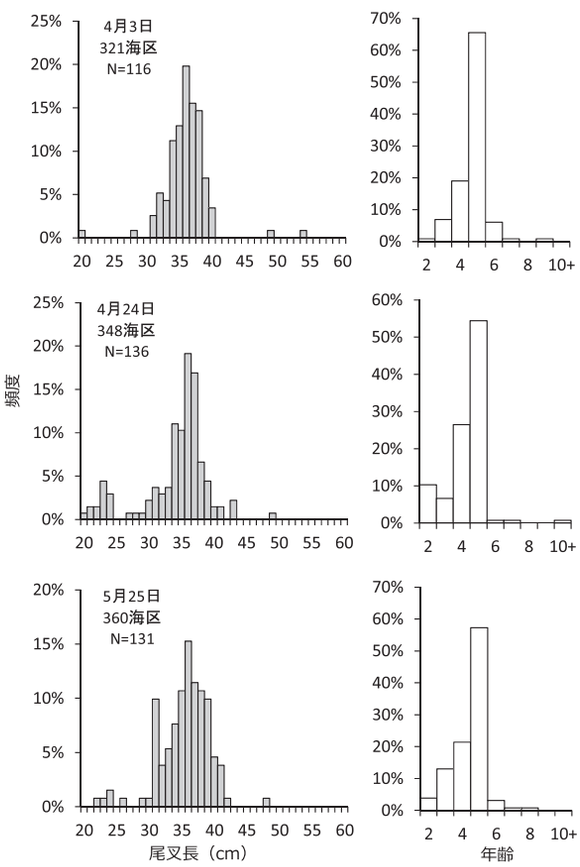


図 2　小樽根拠船における沖合底びき網漁業の商業漁獲物の体長・年齢組成（2017年度）

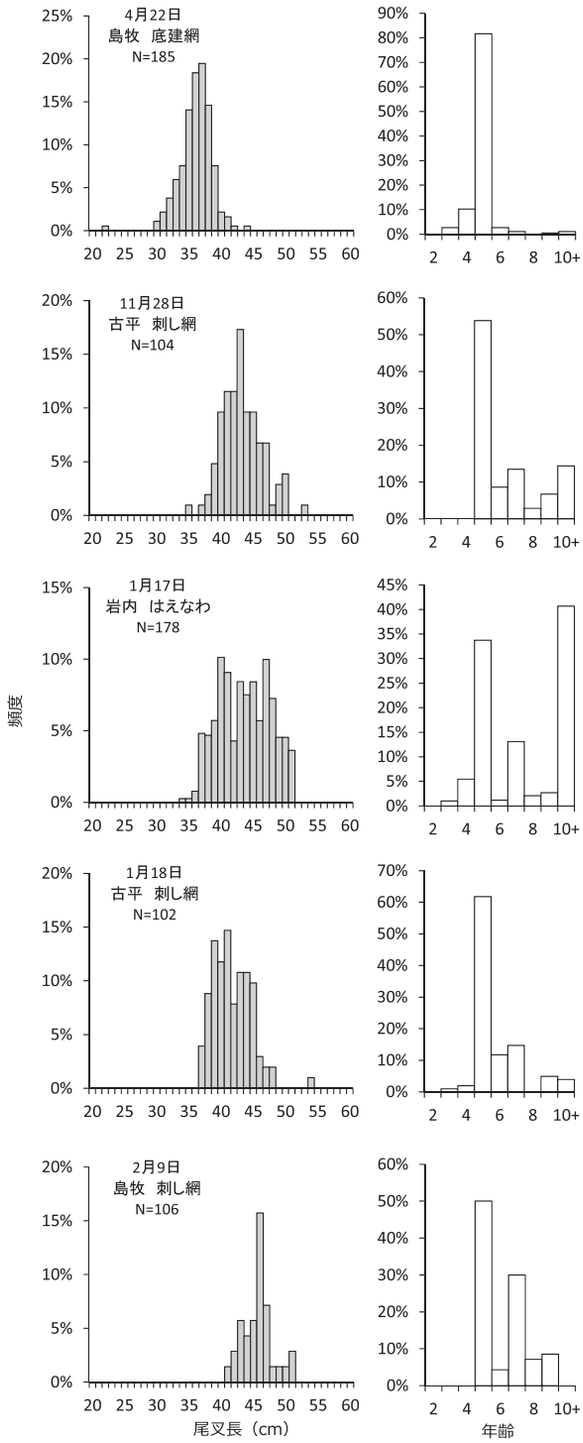


図 3　石狩・後志管内の沿岸漁業における商業漁獲物の体長・年齢組成（2017 年度）

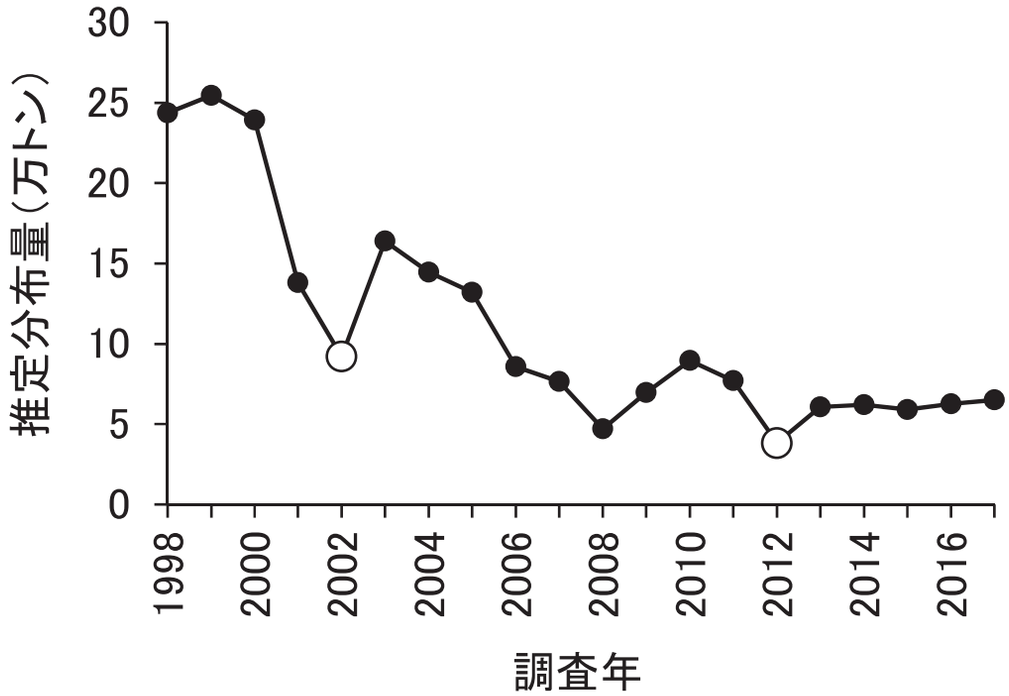


図４　産卵群漁期前分布調査による産卵親魚の推定分布量の推移
2002 年，2012 年は荒天のため調査点数が少なく参考値

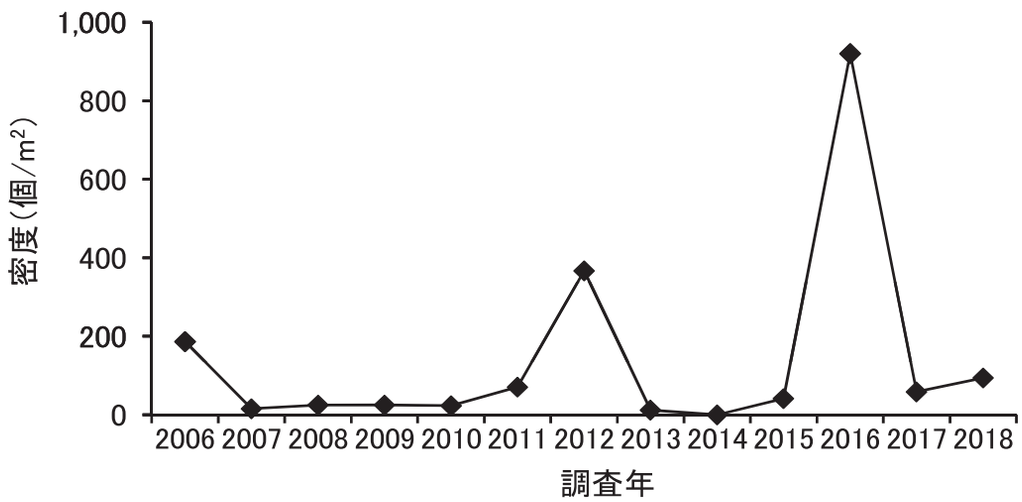


図５　石狩湾におけるスケトウダラ卵の分布密度の経年変化（J 32，J 32，J 33 での比較）

1．6　ホッケ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**坂口健司**

(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

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
	道北ー道央日本海	（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	2,079	72	5,096	502	16	4,202	11,968	16,774

資料A：「北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報」（北水研），試験操業含む
資料B：「漁業生産高報告」（北海道水産林務部），2017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：同じくオコック沿岸（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分以北

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3，4，5，9，12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東しゃこたん漁業協同組合から5，7，10月の漁獲物を，底建網については島牧，寿都町，岩内郡および東しゃこたん漁業協同組合から4，11月の漁獲物を標本採集した。

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				合計
		定置・底建網	刺し網	その他	小計	
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	1,602	8	3,657	4,398
2017	122	782	1,311	2	2,095	2,218

注）沖底漁業と刺し網は北緯43度40分以南について集計
2017年の沿岸漁業は水試集計速報値

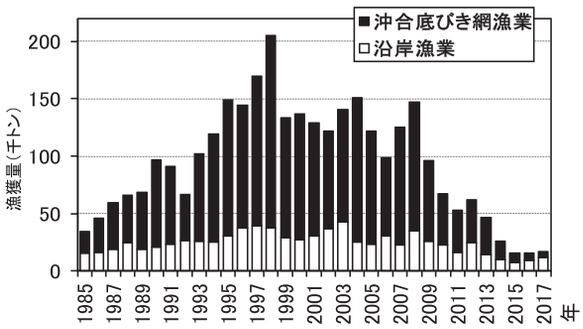


図1　道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲量

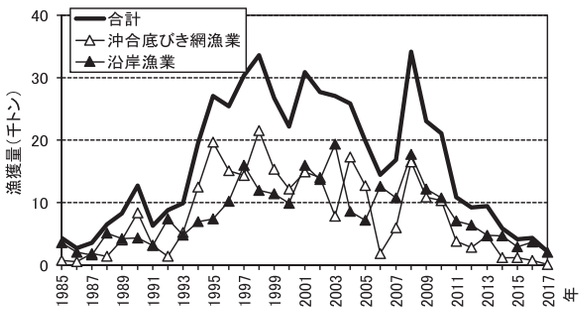


図2　石狩・後志海域におけるホッケの漁獲量

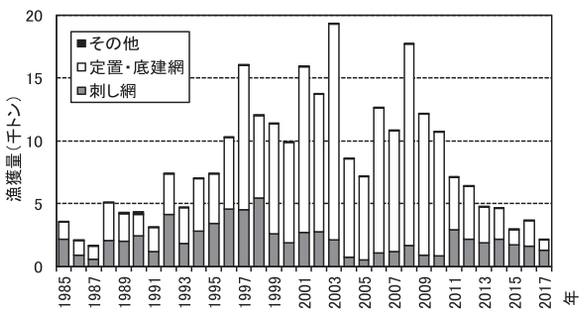


図3　石狩・後志海域における沿岸漁業によるホッケの漁獲量

これら標本を「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」に従って生物測定を行った。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，漁獲物の体長組成を作成した。さらに，高嶋らの方法（2013）により耳石から年齢査定を行い，年齢組成を作成した。

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，道北群についてVPA解析による資源評価を実施した。その結果はマリンネット北海道のホームページに公表されたほか，北海道水産資源管理マニュアルの基資料として活用された。

(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 年は 1万6千トンとなった。その後は横ばい傾向となり，2017 年は 1 万 7 千トンであった。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，2016 と 2017 年は沿岸漁業の方が多くなった。

石狩・後志海域においては，2006 年以降，沿岸漁業の漁獲量が沖底漁業を上回っている（表 2，図 2）。石狩・後志海域の沿岸漁業では，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。2017 年の漁獲量は，定置・底建網が前年の 38% の 782 トン，刺し網が前年の 82% の 1,311 トンだった（表 2，図 3）。

石狩・後志海域の沖底漁業による漁獲量は，1993～2005 年は概ね 1 万～2 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，2017 年は 122 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。

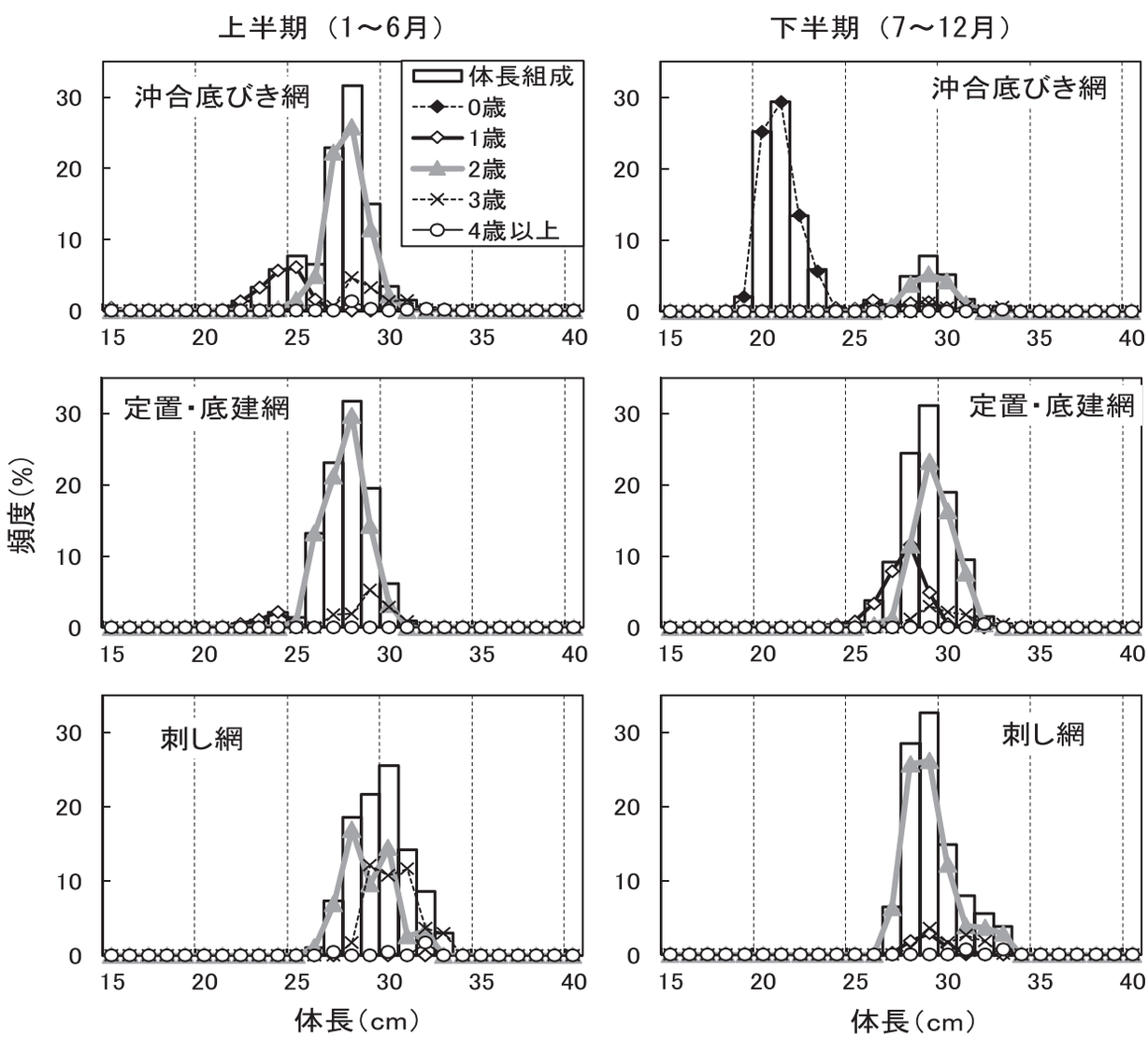


図 4　石狩・後志海域におけるホッケ漁獲物の体長組成および年齢組成（2017 年）

イ　漁獲物の生物測定および年齢査定

2017 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。

沖底漁業の上半期は，28 cm 台に 2 歳の占めるモードがあり，25 cm 台に 1 歳の占める副モードが見られた。下半期では 21 cm 台に 0 歳の占めるモードがあり，29 cm 台に 2 歳の占める副モードが見られた。

定置・底建網の上半期では，モードが 28 cm 台に 2 歳が占めるモードが見られた。下半期ではモードが 29 cm 台に見られ，大部分は 2 歳が占めていた。

刺し網では上半期に 30 cm 台にモードが見られ，2 歳と 3 歳が占めていた。下半期は 29 cm 台にモードが見られ，2 歳が大部分を占めた。

ウ　資源評価

上記データから推定した石狩・後志海域における年齢別漁獲尾数に，稚内水産試験場ならびに網走水産試験場において同様に推定されたものを加えて，ホッケ道北群の年齢別漁獲尾数を推定した。2017 年上半期の漁獲尾数は前年の半分以下の 0.1 億尾であった（図 5）。年齢別では 2 歳が約半分を占めた。下半期の漁獲尾数は前年の 3 倍近い 0.74 億尾であった。年齢別では 0 歳が約 8 割を占めた。

これら年齢別漁獲尾数から VPA 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。2017 年の資源尾数は 4.6 億尾と推定され，2017 年級である 0 歳の加入によって前年の 0.9 億尾から大きく増加した。

同じく VPA 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 年以降は 2017 年まで変動しながらも低下傾向にある。

（4）文献

高嶋孝寛，星野　昇，板谷和彦，前田圭司，宮下和士．耳石断面観察によるホッケ道北群の年齢査定法と年齢－サイズ関係．日水誌 2013；79：383–393.

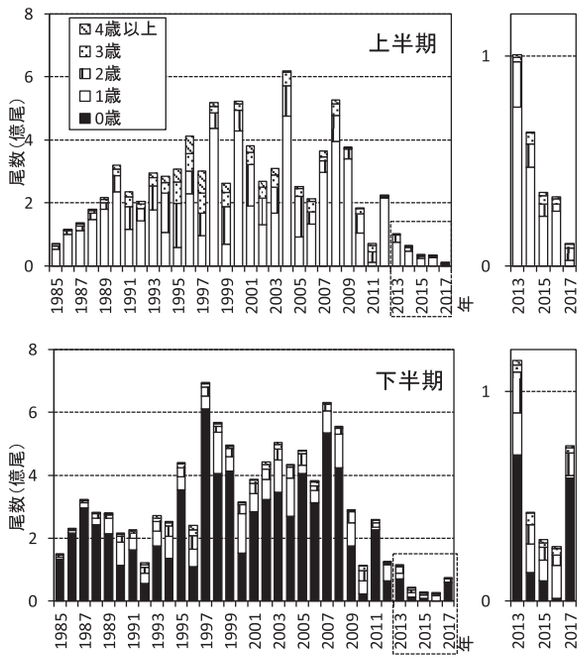


図 5　ホッケ道北群の年齢別漁獲尾数
上図：上半期，下図：下半期

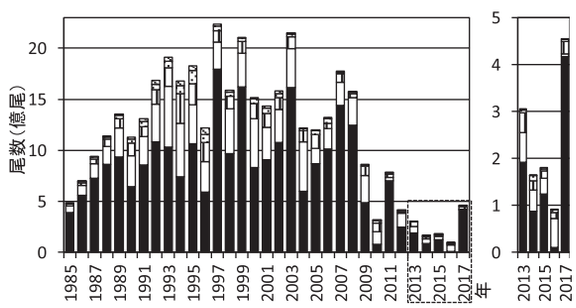


図 6　ホッケ道北群の下半期初めにおける年齢別資源尾数
凡例は図 5 に従う

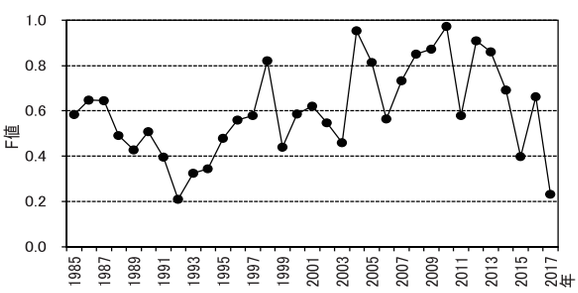


図 7　ホッケ道北群に対する漁獲係数（F 値）の推移

１．７　スルメイカ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**坂口健司**

（1）目的

北海道の日本海に来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（後志総合振興局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，2017 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

2017 年 6～11 月に余市港にいか釣り漁船によって水揚げされた漁獲物から，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

2017 年の道央日本海のスルメイカ漁獲量は 3,131 ト

表１　2017 年の余市港におけるいか釣り漁船によるスルメイカの延べ操業隻数と CPUE（1 隻 1 日当たりの漁獲重量および尾数）

2017年 月	旬	延べ隻数	漁獲尾数	漁獲重量	CPUE 尾数	CPUE 重量
6月	上					
	中					
	下	10	65,760	8,352	6,576	835
7月	上	22	118,505	15,852	5,387	721
	中	18	37,535	7,146	2,085	397
	下	24	31,785	7,248	1,324	302
8月	上	20	21,045	5,040	1,052	252
	中	19	20,515	4,800	1,080	253
	下	21	64,770	17,412	3,084	829
9月	上	14	32,865	9,138	2,348	653
	中	15	30,535	8,280	2,036	552
	下	28	67,555	18,306	2,413	654
10月	上	9	5,940	1,698	660	189
	中	42	177,130	47,478	4,217	1,130
	下	51	203,980	55,152	4,000	1,081
11月	上	18	25,750	7,008	1,431	389
	中	24	43,330	12,282	1,805	512
	下	28	35,240	9,624	1,259	344
12月	上	6	7,685	1,932	1,281	322
	中					
	下					
6月	計	10	65,760	8,352	6,576	835
7月	計	64	187,825	30,246	2,935	473
8月	計	60	106,330	27,252	1,772	454
9月	計	57	130,955	35,724	2,297	627
10月	計	102	387,050	104,328	3,795	1,023
11月	計	70	104,320	28,914	1,490	413
12月	計	6	7,685	1,932	1,281	322
6-9月	計	191	490,870	101,574	2,570	532
10-12月	計	178	499,055	135,174	2,804	759
年	計	369	989,925	236,748	2,683	642

※余市郡漁業協同組合資料，中央水試調べ
（重量の単位はkg）

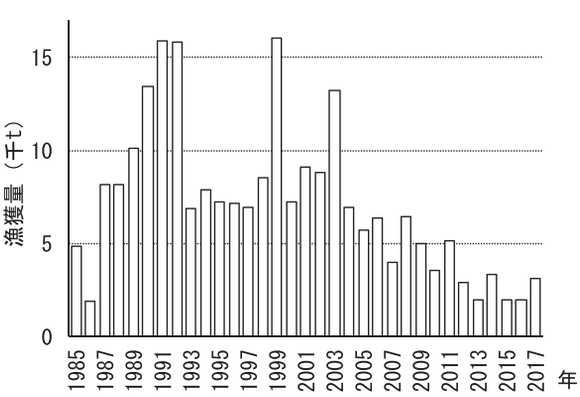


図１　道央日本海（石狩・後志振興局管内）におけるスルメイカの漁獲量の経年変化

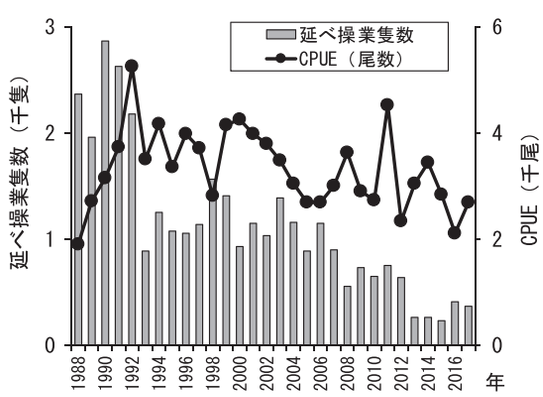


図２　余市港におけるいか釣り漁船によるスルメイカの延べ操業隻数と CPUE の経年変化

ンで，前年を上回った（図 1）。例年どおり，後志管内がほとんどすべてを占めた。

2017 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。2017 年の隻数は 369 隻で，前年よりもやや減少したが，非常に少なかった 2013～2015 年を上回った。前年に続いて，太平洋など他海域の不漁により日本海で操業する漁船が多かったものと推察される。月別では，前年に操業がなかった 6 月に延べ 10 隻の操業があった。7～9 月は 57～64 隻と順調に操業が行われた後，10 月に道北日本海で操業した漁船が南下してきたこともあって 102 隻に急増した。11 月も 70 隻と比較的多い状態が続き，12 月に終漁した。漁期を通して地元船 1 隻と長崎県などからの外来船 2～3 隻が操業し，10～11 月にはその他の外来船が加わった。

2017 年の CPUE（尾数）は 2,683 尾で，前年を上回った。秋季発生系群が主体と考えられる 6 月下旬～7 月上旬に 5 千尾を超えて多かったが，8～9 月は約 1～3 千尾で低調に推移した。冬季発生系群が主体と考えられる 10 月中～下旬に 4 千尾を超えて増加し，その後，徐々に減少して終漁した。

イ　生物調査

2017 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。外套長組成のモードは，6 月 27 日が 18 cm，7 月 21 日が 19 cm，8 月 22 日が 20 cm，9 月 22 日が 23 cm，10 月 11 日が 24 cm と順に大きくなり，11 月 8 日が 23 cm とやや小さくなった。

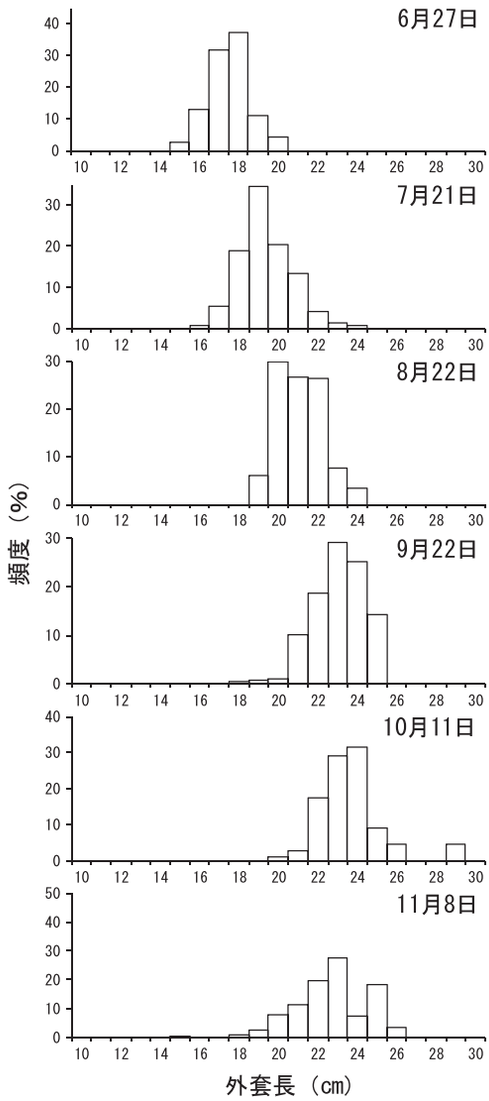


図 3　2017 年に道央日本海にいか釣りによって水揚げされたスルメイカの外套長組成

表 2　2017 年に道央日本海に水揚げされたスルメイカの生物測定結果

水揚げ日	漁獲位置（度-分）	銘柄（入数）	外套長組成(cm, 個体数, %) 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	測定個体数	漁獲箱数	♂ 成熟度(個体数) ♀ 10	11	20	10	11	20	21
6月27日	N43-20	30	0	0	0	0	0	0	0	1	17	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	26	16	0	0	13	0	0	0
	E140-07	バラ	0	0	0	0	0	3	14	33	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	18	23	0	0	42	0	0	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	2.8	13	32	37	11	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			100	0	0	100	0	0	0
7月21日	N43-32	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	4	2	0	0	0	0	0	0	20	8	7	0	0	10	0	0	3
	E140-25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	29	14	0	0	10	0	0	1
		30	0	0	0	0	0	0	0	2	9	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	39	14	0	1	15	0	0	0
		40	0	0	0	0	0	0	9	20	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	25	0	0	15	0	0	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	0	0.8	5.5	19	35	20	13	4.1	1.5	0.7	0	0	0	0	0	0			96	0	3.6	95	0	0	5.1
8月22日	N43-33	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	3	0	0	0	0	0	0	20	24	10	0	2	5	2	0	1
	E140-24	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	25	61	14	2	3	5	0	0	1
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	15	0	0	14	0	1	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.1	30	27	27	7.5	3.4	0	0	0	0	0	0			76	8.2	15	77	8	0.5	14
9月22日	N43-46	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	7	4	0	0	0	0	0	20	113	3	1	7	7	2	0	0
	E140-21	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	4	0	0	0	0	0	0	0	25	32	9	3	0	12	1	0	0
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	20	2	1	7	0	0	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.8	1	10	19	29	25	14	0	0	0	0	0			41	13	47	82	18	0	0
10月11日	N43-51	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	7	2	1	0	0	1	0	20	47	3	2	4	8	3	0	0
	E140-05	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10	5	0	0	0	0	0	0	0	25	4	3	5	0	17	0	0	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	2.7	17	29	32	9	4.5	0	0	4.5	0			34	25	41	76	24	0	0
11月8日	N43-29	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	7	2	5	1	0	0	0	0	20	71	0	7	2	11	0	0	0
	E140-38	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	11	2	0	0	0	0	0	0	0	25	15	3	9	2	11	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	1	0	0	5	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	4	17	0	0	13	0	0	0
	全体頻度(%)		0	0	0	0	0	0.2	0	0	1	2.5	8	11	20	28	7.4	19	3.7	0	0	0	0			12	69	19	100	0	0	0

※成熟度　雄　10：未熟　11：成熟途上　20：成熟，雌　10：未熟未交接　11：未熟交接　20：成熟未交接　21：成熟交接

1．8　ニシン

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

(1) 目的

石狩湾には沿岸性の「石狩湾系ニシン」が分布するが，時期によっては「北海道・サハリン系群」が来遊することもある。これらの生態を明らかにし，また資源動向を把握するための基礎資料を得ることを目的とする。

(2) 経過の概要

1996～2007 年度にかけて日本海ニシン資源増大（増大推進）プロジェクトと連動して調査を実施してきた。また 2008 年度からは，日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会からの受託研究である後記の「16．石狩湾系ニシンの漁況予測調査」と連動して，稚内水産試験場とともに調査研究を進めている。ここでは，主として中央水試が業務主体となっている「石狩湾系ニシン」について，これまでの漁獲量の統計値を記載する。生物調査等の結果は，「16．石狩湾系ニシンの漁況予測調査」に合わせて記載した。

(3) 得られた結果

冬季（1～3 月）を産卵期とする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 年度以降は 100～200 トン程度で推移するようになった。さらに 2003 年度に急増し，その後は大きな増減を繰り返しながら増加傾向で推移し 2012 年度には 2,300 トンとなったが，翌年度は大きく減少した。その後は，再び増加して 2017 年度は 2,513 トンと過去最高値となった。1990 年代後半以降の増加傾向を海域別にみると，はじめの漁獲増は留萌管内でみられ，その後に石狩湾でも漸増傾向となった。2003 年度の急増は留萌管内と石狩湾の両海域でみられたが，その後の推移は対照的であり，石狩湾ではその後も増加傾向で推移したのに対し留萌管内の漁獲量は減少した。稚内海域もわずかな漁獲となっている。2017 年度は主産地である石狩沿岸域で好漁となり，留萌南部沿岸でも 2004 年度以降で最も漁獲が多くなった（表 1）。

1990 年代後半以降の好漁の背景には，1995 年度発生年級以降，2001 年級，2004 年級，2006 年級，2009 年級，2012 年級，2014 年級が相次いで高い豊度で漁獲加入したことがある。同時に刺し網の網目拡大や漁期後半の切り上げといった資源管理措置も行われたことで，産卵親魚重量も増加傾向で推移した。2012 年度以降の漁獲主体となっている 2009，2012，2014 年級群はいずれも産卵親魚重量の増加により発生した高豊度年級群であると推察される。2017 年度は前年度に続いて 2014 年級が 4 年魚として漁獲主体となり，石狩湾系ニシンとしては過去最高の漁獲量となった。詳細は，（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/）において，資源評価結果としてとりまとめた。さらに，資源評価結果は「2017 年度北海道水産資源管理マニュアル（2018）」の資料として活用された。

表１　石狩湾系ニシン漁獲量の推移

単位（トン）

年度	沿岸						沖合		総計
	後志西部	積丹半島	石狩湾	留萌	稚内	沿岸計	底びき えびこぎ	刺し網	
1989	0	0	2	0	0	2	6	0	8
1990	0	0	4	0	0	4	8	0	12
1991	0	1	1	11	0	14	126	2	142
1992	0	0	0	1	0	1	1	0	2
1993	0	0	4	3	0	7	6	0	13
1994	0	3	1	15	0	19	9	1	29
1995	0	0	1	1	0	2	5	0	8
1996	0	0	17	115	13	144	7	4	155
1997	0	0	42	72	3	117	105	0	222
1998	0	0	82	113	10	205	220	0	425
1999	0	0	104	59	7	170	83	24	277
2000	0	0	156	70	2	228	55	19	302
2001	0	4	132	56	5	198	30	10	239
2002	0	2	132	53	6	194	19	9	221
2003	0	1	815	351	12	1,180	142	41	1,363
2004	0	0	262	31	1	294	75	42	411
2005	0	2	221	36	2	260	45	20	325
2006	0	34	877	59	1	971	59	67	1,098
2007	1	211	509	64	1	785	175	130	1,091
2008	0	115	1,505	71	0	1,691	111	375	2,178
2009	0	173	1,313	28	0	1,514	147	392	2,053
2010	2	231	1,324	4	0	1,559	177	339	2,074
2011	0	225	900	12	1	1,138	183	297	1,618
2012	19	175	1,728	16	0	1,918	97	366	2,381
2013	1	81	621	2	0	705	191	380	1,276
2014	5	121	934	25	0	1,080	180	369	1,629
2015	1	93	1,550	2	0	1,645	60	436	2,141
2016	4	71	1,330	14	0	1,416	54	328	1,797
2017	25	168	1,937	83	0	2,189	43	281	2,513

○各年度（5 月～翌年 4 月）のうち，沿岸については産卵期（1～4 月）における漁獲量を示している（例えば 2017 年度の漁獲量は，2018 年 1～4 月の漁獲量である）　沖合海域の留萌沖については沖底・えびこぎ漁業の 9 月～翌 4 月までの集計値

○資料（漁業生産高報告，ただし 2016，2017 年度は暫定値）

沿岸（共同漁業権漁業および定置漁業）：

後志西部（島牧村～寿都町），積丹半島（岩内町～余市町），石狩湾（小樽市・石狩市），留萌（天売・焼尻地区を除く留萌振興局管内），稚内（利尻，礼文，宗谷地区を除く稚内市，豊富町）

沖合：底びき（小樽地区根拠の沖合底びき網漁業），えびこぎ（留萌管内のえびこぎ網漁業），刺し網（ホッケ等知事許可刺し網漁業）

1．9　ハタハタ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**三原栄次**

(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，主要な海域における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。

(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，2017年の漁獲量については水試集計速報値（暫定値）を用いた。

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	6	11	5	3	0	25

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。2017年は，えびこぎ網漁業は増毛漁協，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，来遊時期を事前に把握するため，2002年より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。2017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150～300 m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。

エ　稚魚分布調査

資源に新規加入する年級群の豊度を事前に把握するため，1998年より石狩市厚田区沿岸の定点において，地びき網による稚魚の採集調査を実施している。2017年は5月23日に計6定点で行った。

(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（表1，図1）。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っている。2017

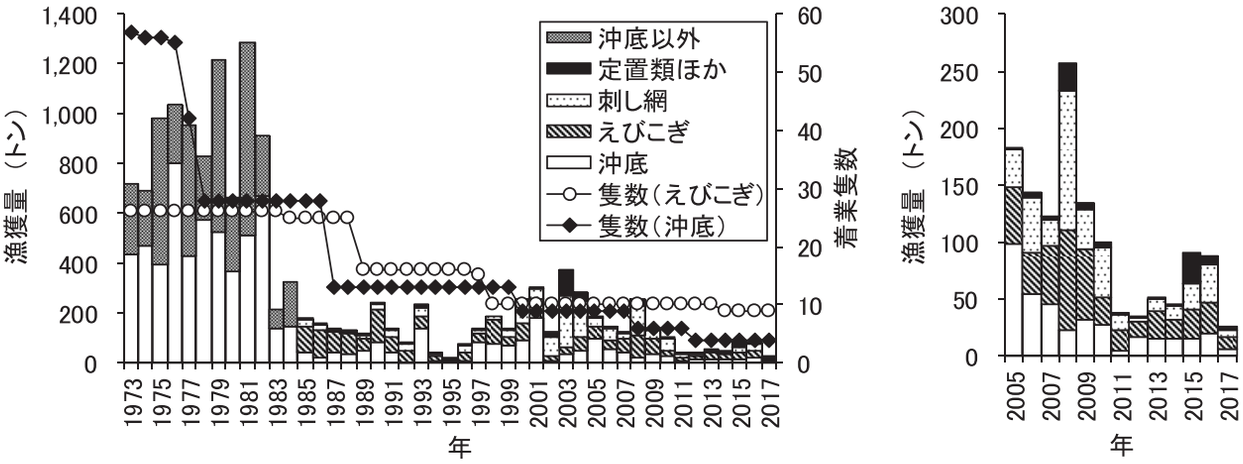


図１　留萌，石狩，後志管内におけるハタハタ漁獲量とえびこぎ網漁業および沖底漁業の着業隻数の推移

年の漁獲量は前年から大きく減少し，25 トンとなった。

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 月以降 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 に示す。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）。2017 年は前年まで漁獲主体であった 2014 年級群が 3 歳魚となって減少し，後続の年級群も豊度が低かったため，漁獲量が減少した。

ウ　漁期前分布調査

トロール調査では，9 月，10 月のいずれの調査でも採集尾数が少なく（表 2），資源状態の悪化が危惧された。

エ　稚魚分布調査

図 3 に 1998～2017 年の採集状況を示す。2017 年の調査で採集された 2017 年級群の平均採集尾数は 47.3 尾で 5 年ぶりに 40 尾を超えたが，近年の低調な傾向が続いた。

オ　事業成果の活用

秋漁期前に得られた上記の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 とホームページにて情報提供した。2017 年秋漁期に来遊する資源は来遊量が少なく，魚体は小さくなる，沿岸への来遊時期は 11 月下旬と予測した。漁獲状況は前述のとおり低調で，石狩湾沿岸への来遊（初漁）は 11 月中旬であった。

2016 年までの各データに基づき資源評価を行い，結果を水産試験場ホームページにて公表した。2016 年時点の資源水準は中水準，2016 年から 2017 年にかけての資源動向は減少と評価した。資源評価の詳細は，http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/を参照。さらに評価結果は，北海道水産林務部発行の「2017 年度北海道水産資源管理マニュアル（2018）」の基資料として活用された。

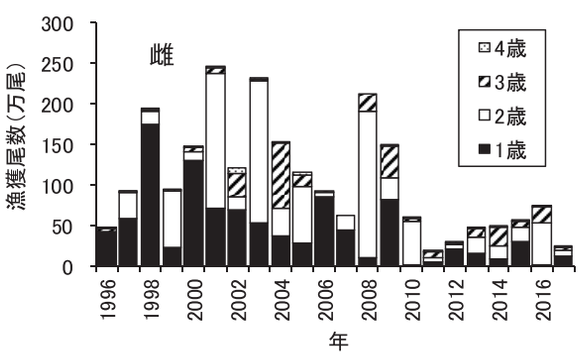


図２　雌の年齢別漁獲尾数の推移

表２　北洋丸で実施したトロール網による漁期前分布調査の結果概要（2017 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）				底層水温（℃，250m前後）
			1歳	2歳	3歳	計	
2017年9月	7	174～379	7 0	2		9 0	1.8
2017年10月	5	150～415	7 2			7 2	－
合計			16	2	0	18	

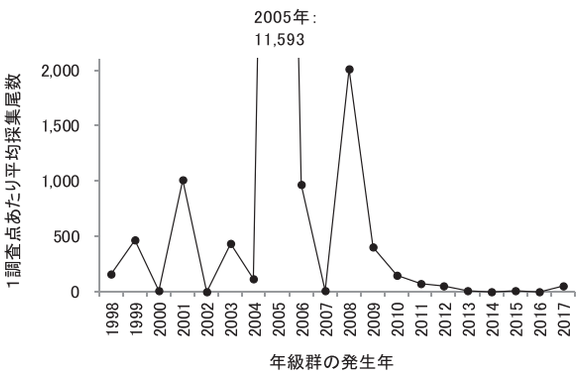


図３　石狩市厚田区沿岸における稚魚分布調査による採集数の推移

1．10　イカナゴ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**坂口健司**
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「火光を利用する敷網漁業（知事許可）」によるイカナゴを集計した。

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

2017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隻1日当たりの漁獲量（CPUE）を算出し，資源動向の指標とした。

イ　漁期前調査

漁期前に漁船を用船し，島牧村西部の沿岸域において，集魚灯に集まったイカナゴ仔稚魚をたも網で採集し，その体長組成から初漁期を予測する調査を計画した。しかし，時化のため調査が実施できないまま本操業が始まったため，漁期前調査は実施しなかった。

ウ　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個体を上限に体長を測定した。

エ　水温調査

寿都沖深度20 m付近の水温を，ホタテ養殖施設に取り付けた記録計で連続計測した。

（3）得られた結果

ア　漁獲統計調査

2017年の後志管内の漁獲量は484トンで，豊漁だった前年を下回ったが，平年並みであった（表1）。

寿都町および島牧漁業協同組合における漁船のCPUE（漁獲量（kg）/日・隻）は同様の傾向を示しており，2017年は寿都が295 kg，島牧が192 kgで，共に高かった前年の半分以下となったが，2010年以降では平年並みであった（図1）。2015，2016年に実施された1隻1晩あたりの漁獲量規制は，2017年は実施されなかった。

2017年の初漁日は4月22日であった。累積漁獲量は4月下旬から5月中旬まで順調に増加し，5月下旬以降は停滞し，6月上旬に終漁となった（図2）。2015年と似た累積漁獲量の推移を示した。

イ　漁期前調査

前述のとおり時化のため実施できなかった。

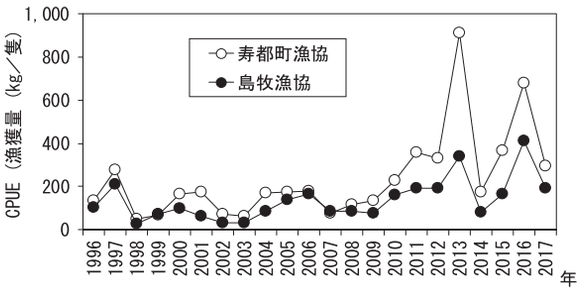


図１　寿都町漁業協同組合および島牧漁業協同組合におけるイカナゴ漁船の CPUE（漁獲量(kg)/有漁隻数）

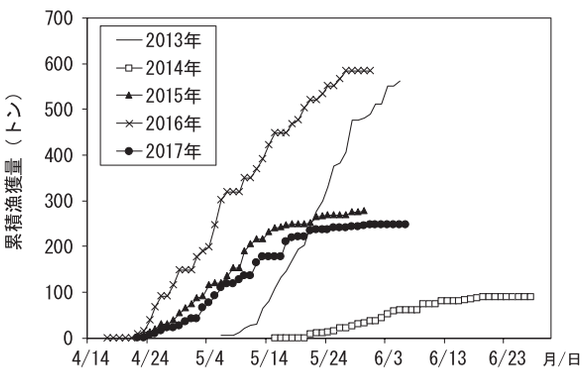


図２　寿都町および島牧村におけるイカナゴの累積漁獲量

ウ　漁獲物調査

2017 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 22 日）に見られた体長 26 mm 前後の大型群と 20 mm 前後の小型群は，5 月 8～12 日にそれぞれ体長 45 mm 前後と 36 mm 前後に成長しながら，漁獲対象になっていたと考えられる。5 月 17～23 日には体長 26 mm 前後の群が新たに加入し，5 月 29～6 月 1 日に 31 mm 前後になるまで漁獲されていた。

エ　水温調査

寿都沖深度 20 m の水温は，2016 年 11 月～2017 年 2 月に平年を下回って低水温で推移し，2017 年 3 月には平年並みに上昇した（図 4）。低水温はイカナゴの産卵期を早め，卵のふ化や仔稚魚の成長を促進させ，高水温はその逆の効果があると推察される。

オ　事業成果の活用

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，ホームページで広く周知した。また，例年，漁業者を対象に調査結果を報告している寿都町

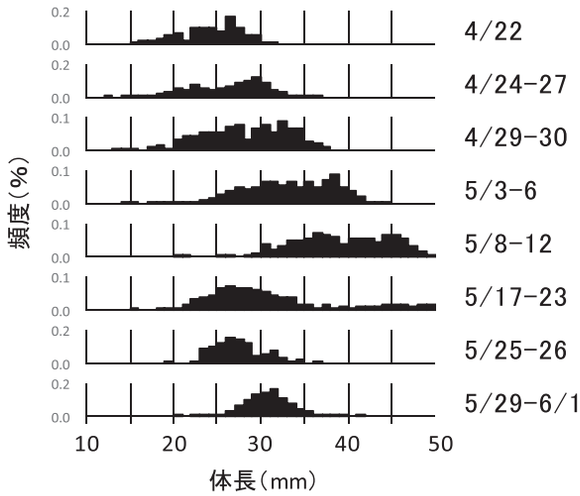


図３　2017 年に漁獲されたイカナゴの体長組成の推移

右は標本採集日，体長 50 mm 以上は非表示

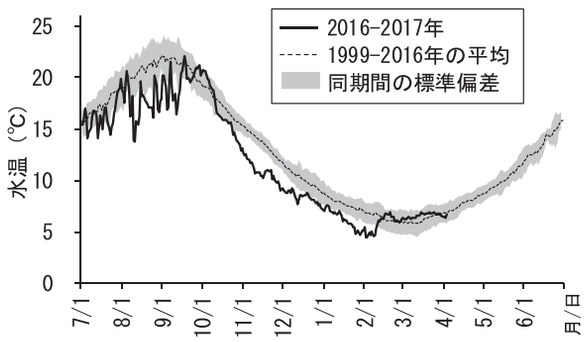


図４　寿都沖の深度 20 m における水温

漁協小女子部会総会のための説明資料を作成し，後志地区水産技術普及指導所岩内支所の担当者に総会での説明を依頼した。

1．11　タコ類

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**中明幸広**

（1）目的

タコ類は重要な漁獲対象資源のひとつである。石狩・後志管内のミズダコおよびヤナギダコ，北海道周辺海域のヤナギダコの資源状態について，漁業を通じたモニタリングを実施し，資源の持続的利用にむけた指標とすることを目的として漁獲統計の収集と解析を行う。

（2）経過の概要

タコ類の資源状況を把握するため，石狩振興局と後志総合振興局管内のタコ類と北海道周辺海域のヤナギダコの漁獲量を漁業生産高報告から集計し，月別，漁業別の漁獲動向を調べた。

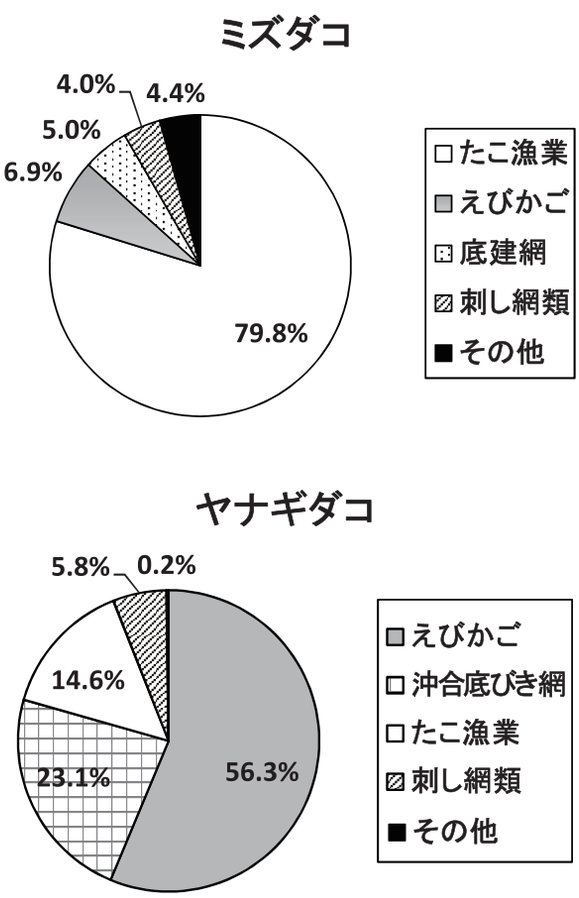


図１　石狩・後志管内におけるミズダコ（上），ヤナギダコ（下）の漁業別漁獲割合
（2013～2017 年の平均値）

（3）得られた結果

ア　石狩・後志管内

石狩振興局および後志総合振興局管内におけるミズダコおよびヤナギダコの漁業別漁獲割合の過去５か年（2013～2017 年）平均値を図１に示した。ミズダコは大部分（79.8%）が知事許可および共同漁業権漁業のたこ漁業で漁獲されており，ヤナギダコは知事許可漁業のえびかご漁業（56.3%），沖合底びき網漁業（23.1%），

表１　石狩・後志管内のミズダコ・ヤナギダコの漁獲量（単位：トン）

年	ミズダコ			ヤナギダコ
	石狩	後志	合計	後志
1985	119	1,507	1,626	431
1986	69	1,378	1,448	428
1987	58	1,388	1,446	488
1988	61	1,394	1,455	674
1989	44	1,304	1,349	606
1990	73	1,434	1,507	616
1991	55	1,037	1,092	528
1992	98	1,423	1,522	490
1993	142	1,534	1,676	680
1994	116	1,685	1,801	571
1995	128	1,445	1,573	407
1996	138	1,227	1,365	307
1997	135	1,428	1,563	399
1998	176	1,652	1,828	427
1999	158	1,274	1,432	420
2000	92	971	1,063	543
2001	154	1,090	1,245	466
2002	207	1,573	1,780	527
2003	232	1,851	2,084	703
2004	154	1,358	1,512	415
2005	137	1,074	1,211	580
2006	158	1,369	1,527	637
2007	160	1,619	1,779	571
2008	148	1,285	1,434	349
2009	172	1,255	1,426	418
2010	126	993	1,120	311
2011	97	1,096	1,193	245
2012	152	1,077	1,229	216
2013	141	1,188	1,328	326
2014	98	916	1,014	387
2015	79	999	1,078	402
2016	140	1,225	1,364	346
2017	183	1,270	1,453	410

資料：1985～2016 年は漁業生産高報告，2017 年は水試集計速報値

知事許可および共同漁業権漁業のたこ漁業（14.6%）が主な漁業となっていた。

石狩振興局および後志総合振興局管内のミズダコとヤナギダコの漁獲量の経年変化を表1および図2に示した。ミズダコは大半が後志総合振興局管内で漁獲されている。1985年以降の石狩，後志振興局合計の漁獲量は1.1千トンから2.1千トンの間で変動しながら推移している。1985年以降の最高値は2003年の2,084トンであった。近年では2014，2015年にやや減少したものの，2017年は1,453トンと増加した。

ヤナギダコは石狩振興局管内での漁獲はなく，全て後志総合振興局管内で漁獲されている。1985年以降の漁獲量は200トンから700トンの間で変動しながら推移している。1996年に307トンと低い値となってからは増加傾向を示し，2003年に703トンとミズダコ同様1985年以降の最高を記録した。その後2012年にかけて緩やかに減少した。その後は増加して横ばい傾向となり，2017年は410トンと前年をやや上回った。

2017年の石狩振興局および後志総合振興局管内におけるミズダコとヤナギダコの漁獲量の月別変化を図3に示した。ミズダコの漁獲量が多い月は，主体となるたこ漁業の漁獲量が多くなった5～7月で，ピークは6月であった。ヤナギダコは，えびかごおよび沖合底曳き網漁業で4～11月に漁獲され，くわえて6月にたこ漁業での漁獲もみられた。

イ　北海道周辺海域（ヤナギダコ）

全道の漁獲量の推移をみると，1986～1991年には8千～9千トン台で推移していたが，1992～1996年には4千～5千トン台にまで減少した。1997年以降漁獲量はやや増加して2004年までは7千トン前後で推移していたが，2005年には急増して13千トンとなり，翌年も12千トンと高い水準を維持した。しかし，2007年には漁獲量が大幅に減少して8.7千トンとなり，2008年以降は5千～7千トン前後で推移した。2017年は5,788トンで前年（6,371トン）を下回った（表2，図4）。

海域別に見ると，日本海海域では1980年代後半から1990年代はじめにかけて1千トン程度の漁獲があったが，それ以降は緩やかに減少しており，2017年は前年（710トン）より増加して820トンであった。海域別漁獲割合の最も高い襟裳以西海域では1998年の5.5千トンを除くと，2.5千～4.6千トンの範囲で増減を繰り返している。近年では2009年の2.6千トンから2012年に4.6千トンまで徐々に増加したが以降は減少し，2017年は2,674トンで前年（3,001トン）を下回った。襟裳以東海域では1985～1991年まで2千～3千トン台，それ以降は減少して1999年まで1千トン前後の低い水準で推移した。2000年以降は増減を繰り返しており，2005年には8.7千トン，翌2006年も7千トンの著しく高い漁獲量を記録した。漁獲の増加は根室振興局管内の歯舞，落石地区で特に顕著であった。その後，2007年に急減して3千トン台と増加前の水準に戻り2011年以降は1千トン台で推移したが，2015年は3.1千トンに増

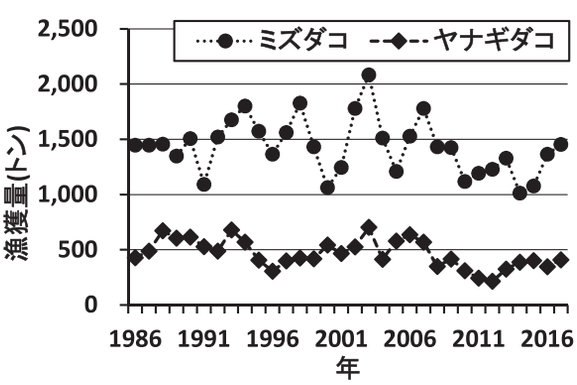


図2　石狩・後志管内のミズダコ・ヤナギダコ漁獲量の推移

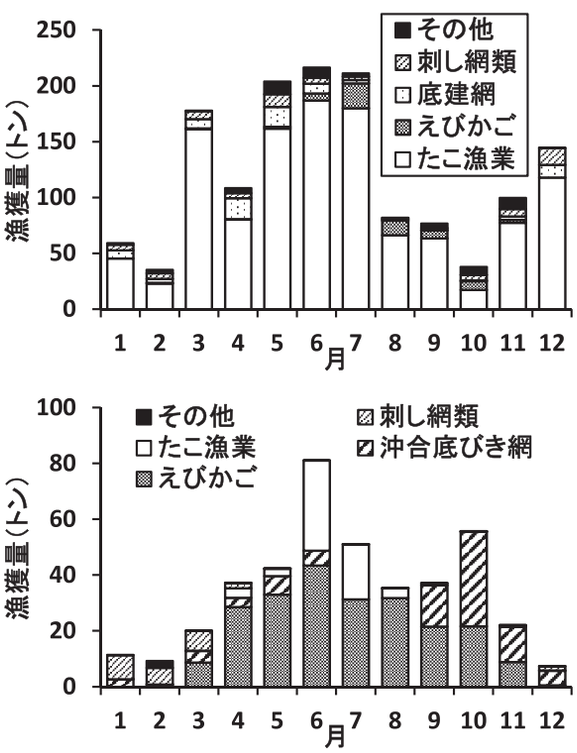


図3　石狩・後志管内のミズダコ（上）およびヤナギダコ（下）の月別・漁業別漁獲量（2017年）

加した。2017 年は前年（2,544 トン）を下回り，2,161 トンであった。オホーツク海海域における漁獲量は少なく，1990 年代に 100～300 トン程度の漁獲があった以降は 100 トン未満の低い水準で推移したが，2017 年は前年（116 トン）を上回り 133 トンとなった。

表 2　ヤナギダコの海域別漁獲量（単位：トン）

年／海域／振興局	日本海海域					襟裳以西海域				襟裳以東海域				オホーツク海海域	合計
	合計	宗谷	留萌	後志	檜山	合計	渡島	胆振	日高	合計	十勝	釧路	根室	オホーツク	
1985	1,079	329	305	431	15	2,693	221	384	2,088	2,261	623	992	647	4	6,038
1986	1,375	554	362	428	32	3,839	366	571	2,901	2,973	920	1,721	332	100	8,288
1987	1,078	232	339	488	19	4,659	525	411	3,723	3,057	962	1,520	574	58	8,852
1988	1,131	186	263	674	7	4,551	472	592	3,487	3,847	1,077	1,964	806	37	9,566
1989	1,052	82	358	606	6	4,383	746	973	2,664	2,829	565	1,228	1,036	91	8,355
1990	1,047	104	313	616	14	3,923	602	733	2,588	3,979	785	1,339	1,855	354	9,303
1991	1,033	61	421	528	23	3,718	717	607	2,394	3,676	705	1,170	1,802	187	8,614
1992	874	20	349	490	16	2,969	824	342	1,802	1,765	580	619	565	197	5,805
1993	1,207	62	444	680	21	3,146	651	366	2,130	883	416	270	197	215	5,451
1994	927	50	294	571	12	2,573	394	242	1,936	509	283	81	145	175	4,183
1995	721	15	283	407	15	3,122	498	441	2,182	1,091	260	351	480	181	5,114
1996	595	23	242	307	23	2,664	522	363	1,779	1,208	269	369	570	95	4,561
1997	733	18	293	399	22	4,549	950	824	2,775	1,104	399	365	340	147	6,533
1998	731	40	239	427	25	5,526	734	1,074	3,719	1,194	421	489	284	112	7,563
1999	669	14	204	420	32	4,305	497	716	3,093	1,631	456	486	689	49	6,654
2000	778	11	205	543	19	3,470	494	512	2,465	2,981	574	1,004	1,404	47	7,276
2001	681	20	178	466	17	3,106	424	392	2,290	2,632	403	1,125	1,104	29	6,448
2002	856	51	259	527	19	4,100	538	698	2,864	2,269	584	801	884	79	7,303
2003	1,027	40	268	703	16	4,322	453	419	3,451	1,809	749	652	408	73	7,231
2004	693	31	235	415	13	3,180	574	446	2,160	3,783	780	1,081	1,922	83	7,739
2005	854	29	234	580	10	3,423	598	445	2,380	8,730	905	2,460	5,366	83	13,090
2006	911	31	238	637	6	4,248	781	531	2,937	7,012	693	2,381	3,939	43	12,215
2007	842	21	242	571	8	4,629	805	689	3,135	3,249	516	846	1,886	74	8,794
2008	562	48	159	349	6	3,922	702	458	2,763	2,479	375	486	1,618	84	7,048
2009	647	34	190	418	4	2,616	695	495	1,426	3,411	202	665	2,544	62	6,736
2010	493	32	147	311	2	2,906	463	564	1,878	3,420	341	1,086	1,992	42	6,860
2011	416	38	132	245	2	3,253	537	511	2,205	1,632	331	484	818	51	5,352
2012	386	34	132	216	3	4,585	642	680	3,264	1,214	357	370	486	35	6,220
2013	603	35	239	326	3	3,143	600	407	2,136	1,084	203	332	549	81	4,912
2014	638	22	229	387	0	2,720	470	432	1,818	1,980	214	815	950	64	5,402
2015	805	20	382	402	2	2,835	536	627	1,672	3,157	235	1,486	1,436	67	6,864
2016	710	44	318	346	1	3,001	559	632	1,810	2,544	391	1,377	775	116	6,371
2017	820	68	341	410	1	2,674	438	507	1,729	2,161	433	1,229	499	133	5,788

資料：1985～2016 年は漁業生産高報告，2017 年は水試集計速報値

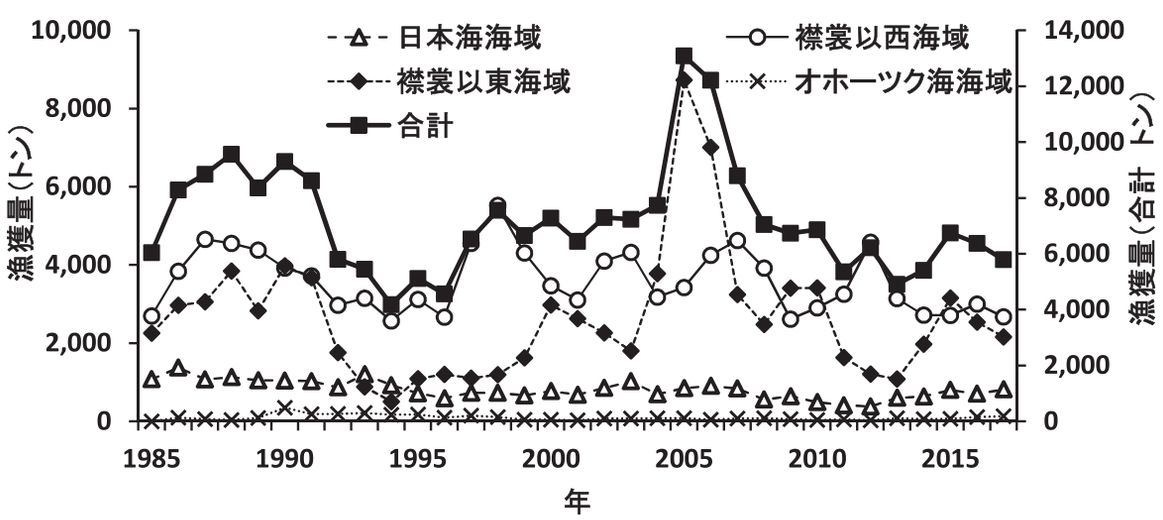


図 4　ヤナギダコの海域別漁獲量の経年変化

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　**星野　昇**

（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）の提示を行う。

（2）経過の概要

第七十一寿々丸（松前さくら漁協 127 t，520 HP），第 78 宝樹丸（ひやま漁協 126 t，370 HP）の 2 隻体制で，年間の許容漁獲量に基づいた操業が行われている。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，性別と甲幅の測定を実施している。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

2017 年の許容漁獲量は 875 トンで，3～8 月の漁期で行われた。

（ア）漁獲量

両船合わせた総漁獲量は 875 トン（許容漁獲量の 100 %）で，2016 年（800 トン）から増加した。寿々丸の漁獲量は 437.5 トンであった。型別では LL サイズが 14.5 トン（前年比 137%），L サイズが 271.5 トン（前年比 113%），M サイズが 151.5 トン（前年 152%）と，各銘柄で漁獲量が前年を上回った。宝樹丸の漁獲量は 437.5 トンであった。型別では LL サイズが 21.3 トン（前年比 70%），L サイズが 190.8 トン（前年比 78%），M サイズが 225.4 トン（前年比 128%）と，LL，L で前年から減少，M は増加した（図 1）。

（イ）CPUE

両船合わせた CPUE（1 かご当たり漁獲量）は，両船とも入籠数が減少したため 23.0 kg と高い値となった（図 1）。寿々丸の CPUE は 23.8 kg であった。LL サイズ，L サイズ，M サイズの CPUE は，それぞれ 0.8 kg（前年 0.5 kg），14.7 kg（前年 11.2 kg），8.2 kg（前年 4.7 kg）であった。宝樹丸の CPUE は 22.3 kg であった。各サイズの CPUE は，それぞれ 1.1 kg（前年 1.3 kg），9.7 kg（前年 10.5 kg），11.5 kg（前年 7.6 kg）であり，M サイズで増加した。

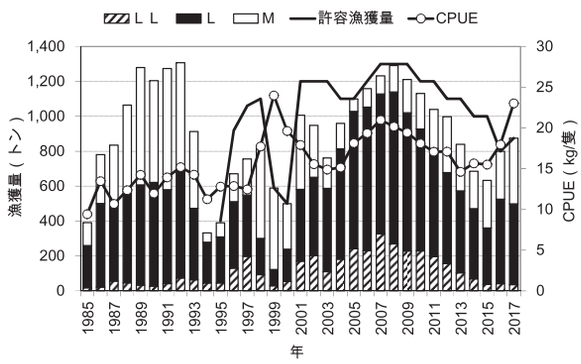


図 1　日本海南部ベニズワイガニ漁業における漁獲量および CPUE の経年変化

（ウ）甲幅組成

2017 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）は 95～100 mm のサイズが多く，前年より小型個体の漁獲尾数がやや増加した（図 2）。全漁獲尾数に占める 95 mm 未満サイズの割合は 22% で前年から増加し，110 mm 以上の大型個体の割合は 8% と，前年より大きく減少した。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）の割合が最も大きく 59% を占めた（図 2）。

（エ）資源評価

CPUE（1 かご当たり漁獲量）は 2003 年以降増加傾向となり，2007 年に 21.0 kg と近年の最高値となったが，その後減少傾向に転じ 2013 年以降は低位で推移した。2015 年以降は増加に転じて 2017 年は 23.0 kg と 2000 年以降の最高値となった。

例年と同様の資源量推定計算（パラハイモ法）を行った結果，2017 年漁期開始時点の資源尾数は 15,185 千尾，重量にして 5,193 トンと計算され，CPUE の急増を反映

し高い値となった。

漁獲割合（資源量に占める漁獲量の比率）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，資源水準が低下傾向となった 2012，2013 年は高くなった。それ以降 2017 年まで低めに抑えられている。加入尾数は，2005～2007 年に高い水準となったが，2011 年以降は 4,000 千尾前後で推移し，2017 年は上記のとおり CPUE や資源尾数推定値を反映し高い値となった。

以上から判断し，現在の資源は 2010 年代前半の低い加入傾向からは脱し，2016 年以降は M～L サイズ主体に資源が回復してきた状況と推察される。一方，LL サイズが高水準期に比べると依然として低調な CPUE となっていることから，資源全体としては 2000 年代中～後期の水準には未だ及ばず，資源回復が明瞭になるには，さらに比較的豊度の高い新規加入が数年連続し，大型ガニの漁獲状況が大幅に改善していく展開になっていくことが必要と考えられた。

イ　事業成果の活用

以上の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 2018 年漁期の生物学的許容漁獲量について 1,000 トンを超えない範囲と算定し，北海道（所管：水産林務部漁業管理課）に報告するとともに，2018 年 1 月に函館市において開催された漁業関係者への指導会議で説明を行った。協議の結果，2018 年漁期の許容漁獲量は 1,000 トンで許可方針が定められた。

（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

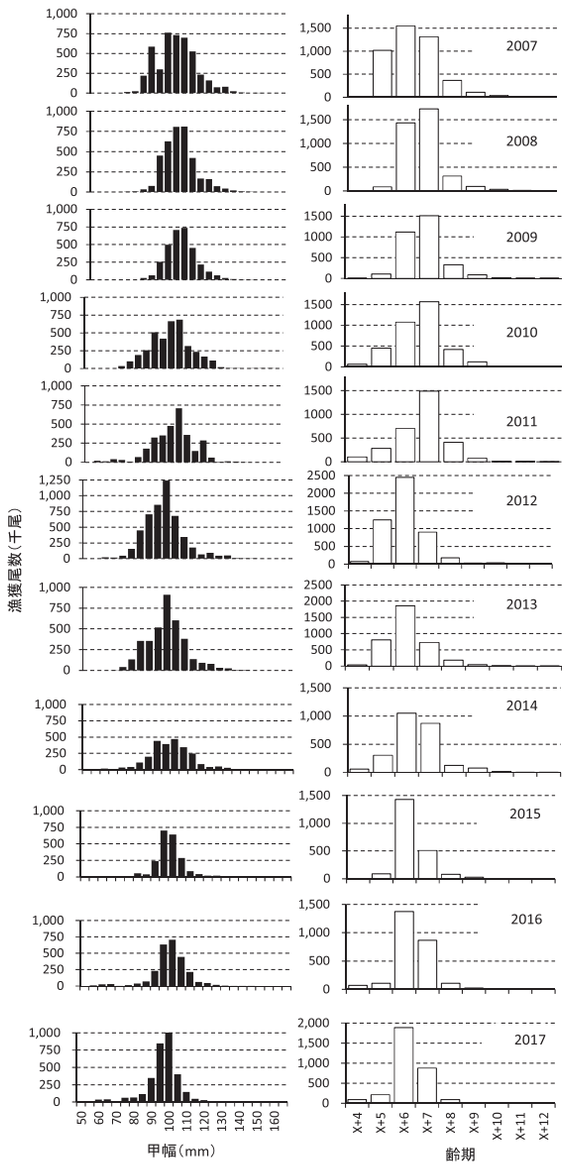


図 2　日本海南部ベニズワイガニ漁業における漁獲物甲幅組成の経年変化
（小型個体を海中還元する前の入籠組成の推定値として示す）

1．13　エビ類

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**中明幸広**

(1) 目的

エビ類資源を有効に利用するための適切な資源管理方策を実施することを目的に，漁業実態，生態および資源動向に関する調査研究を行う。

(2) 経過の概要

ア　漁業実態調査

北海道日本海海域と後志総合振興局管内におけるホッコクアカエビとトヤマエビの漁獲量を漁業生産高報告から集計した。また，北後志海域における知事許可えびかご漁業の漁獲成績報告書から漁獲努力量を集計した。なお，北海道日本海海域の知事許可えびかご漁業当業船は船団操業しており，船型（大型船，小型船）により操業場所や時期が異なることから，集計は船型別に実施した。

イ　漁獲物調査

2017 年 4 月，7 月，9 月，および 11 月に余市港を根拠地とするえびかご当業船，および 2018 年 2 月に留萌港を根拠地とするえびこぎ網当業船によって漁獲されたホッコクアカエビについて，生物測定を実施した。

ウ　調査船調査

稚内水試と共同で稚内水試所属試験調査船北洋丸によって，深海そりネット（幅 2.2 m，高さ 1.5 m）によるエビ類資源調査を行った。調査結果の詳細は稚内水試の事業報告書に記載される。

エ　資源評価

稚内水試と共同で日本海海域のホッコクアカエビの資源状態を評価した。2017 年度の資源評価結果は水産試験場ホームページ（http://www.fishexp. hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/kokai/）にて公表したほか，北海道水産林務部が発行した 2017 年度北海道水産資源管理マニュアルにも記載された。

(3) 得られた結果

ア　漁業実態調査

(ア) 北海道日本海におけるエビ類の漁獲動向

a　ホッコクアカエビ

北海道日本海におけるホッコクアカエビの漁獲量は，2000 年代までは 2,000 トン前後で推移していたが，2010 年以降は減少傾向が続いている。2016 年は 941 トンと近年の中では最低となったが，2017 年はやや増加して 1,116 トンになった（表 1, 図 1）。

b　トヤマエビ

北海道日本海におけるトヤマエビの漁獲量は，2000 年代までは 200 トン前後で推移していたが，2010 年頃からホッコクアカエビとは逆に増加傾向が続いており，2016年は472トンと近年の中では最高となった。しかし，2017年は大きく減少して275トンになった（表1，図1）。

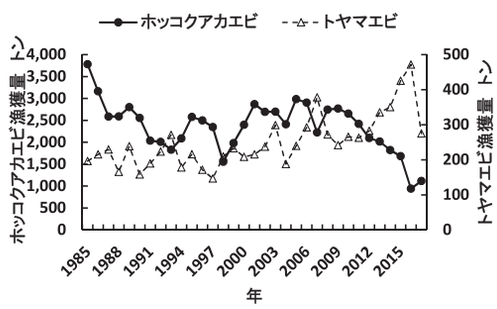


図 1　北海道日本海海域におけるホッコクアカエビ・トヤマエビ漁獲量の推移

表 1　北海道日本海海域におけるホッコクアカエビ・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	年	ホッコクアカエビ	トヤマエビ
1985	3,782	196	2005	2,984	240
1986	3,165	215	2006	2,905	292
*1987	2,586	229	2007	2,223	378
*1988	2,589	165	2008	2,745	272
1989	2,800	239	2009	2,769	242
1990	2,556	158	2010	2,654	265
1991	2,035	189	2011	2,420	263
1992	2,011	223	2012	2,096	282
1993	1,831	271	2013	2,018	335
1994	2,087	178	2014	1,823	350
1995	2,579	216	2015	1,680	425
1996	2,497	172	2016	941	472
1997	2,348	147	2017	1,116	275
1998	1,556	209			
1999	1,981	233			
2000	2,399	208			
2001	2,870	215			
2002	2,695	237			
2003	2,699	299			
2004	2,410	188			

＊水試調査により数値を修正した
2017 年は暫定値

（イ）後志総合振興局管内におけるエビ類の漁獲動向

a　ホッコクアカエビ

後志総合振興局管内におけるホッコクアカエビの漁獲量は，1985～1990 年には 1,500 トンを超えていたが，その後減少して 1991 年以降は 1,000 トン前後で推移した。しかし，2010 年以降になると漁獲量は 1,000 トン以下で減少傾向が続いており，2016 年には 188 トンにまで減少したが，2017 年はやや増加して 248 トンになった（図 2）。

b　トヤマエビ

後志総合振興局管内におけるトヤマエビの漁獲量は，1985～1995 年には 100 トンを超えたこともあったが，その後は 2007 年を除いて 50 トンを超えることはほとんどなかった。しかし，2011 年頃から増加して 2015 年は 83 トンになったが，2017 年にはやや減少して 65 トンになった（図 3）。

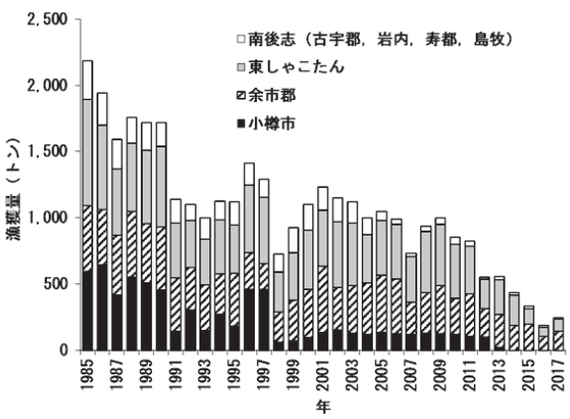


図 2　後志総合振興局管内におけるホッコクアカエビ漁獲量の推移

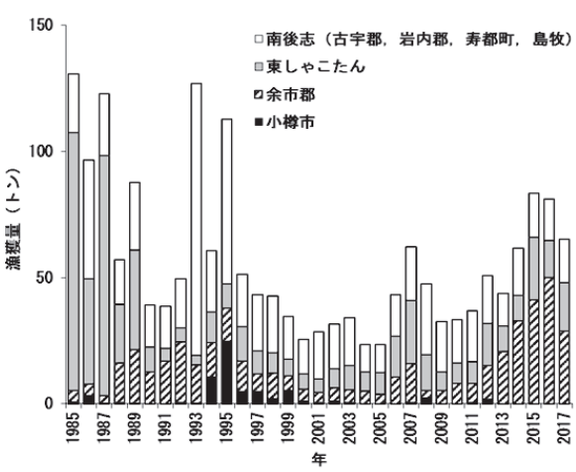


図 3　後志総合振興局管内におけるトヤマエビ漁獲量の推移

（ウ）北後志海域におけるえびかご漁業の漁獲努力量および CPUE の動向

大型船（30 トン以上）の延べ操業日数は，1990 年から 1991 年にかけて，1,241 日から 667 日と大幅に減少した（図 4）。これは日ロ共同事業により，当時の大型船 8 隻が間宮海峡および沿海州での操業を開始したためである。しかし，1994 年以降，ロシア水域への出漁が減少したことにより北海道での操業日数が再び増加し，1997年まで1995年を除き800日前後となった。1998年には大型船が大幅に減船され，着業隻数が小樽市漁業協同組合所属の 1 隻のみとなり，操業日数も 160 日前後にまで減少した。さらに 2013 年 5 月にはその 1 隻も廃業しており，現在当海域では大型船は操業していない。

小型船（30 トン未満）の着業隻数（図 4）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。2008 年には余市郡漁協所属の 1 隻，さらに 2011 年漁期中に同漁協所属の 1 隻が廃業し 10 隻，2016 年には東しゃこたん漁協所属の 2 隻が休業し 8 隻となった。延べ操業日数は，1996 年以降 2,000 日を割り込んで 1,800 日前後で推移していた。2012 年以降には着業隻数の減少が影響して延べ操業日数も減少しており，2017 年の延べ操業日数は 869 日であった。

北後志海域の大型船の CPUE（kg/日・隻）は，1989 年は 403 であったが，その後，増加傾向が続き 2002 年には最も高い 1,012 になった（図 5）。2003～2013 年までは，おおむね 600～800 の間で推移していた。北後志海域の小型船の CPUE は，1989～1998 年までは 200～300 の間で推移していたが，2000～2013 年にはおおむね 400 前後を推移した（図 5）。2014 年以降は 300

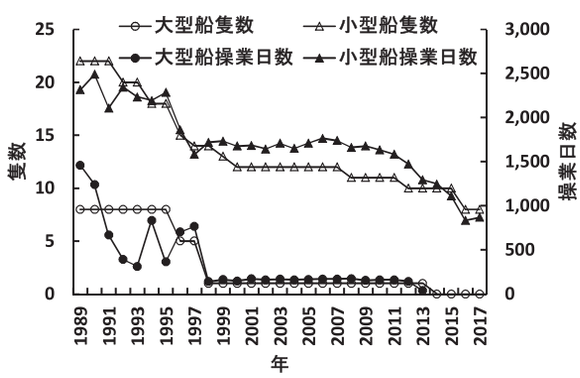


図 4　北後志海域におけるえびかご漁業の漁獲努力量の推移

以下に低下したが，2017 年は 271 で前年（200）より増加した。

イ　漁獲物調査

採集した漁獲物について，測定時の銘柄別標本組成を，それぞれの標本採集日における標本船の銘柄別漁獲重量から求めた漁獲尾数で引きのばして甲長組成を求めた。

余市港で水揚げされたえびかご船によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成では，4 月ではモードが 27 mm 台で抱卵していない雌が多かったが，7 月のモードは 26 mm 台であった（図 6）。9 月はモードが 24 mm 台で性転換個体が多く，11 月はモードが 26 mm で抱卵していない雌が多かった。

留萌港に水揚げされたえびこぎ網船によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成は，モードが 26 mm 台にあり，大部分が抱卵雌であった（図 7）。

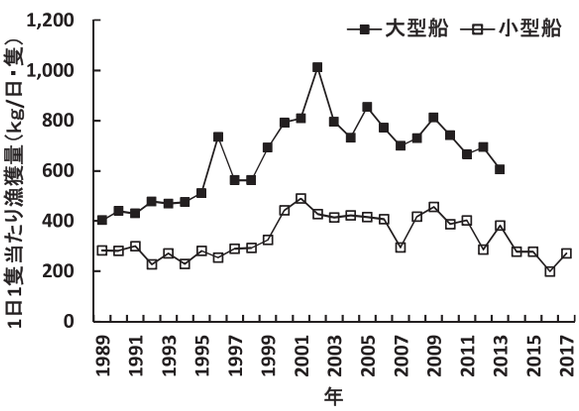


図 5　北後志海域におけるえびかご漁船の CPUE の推移

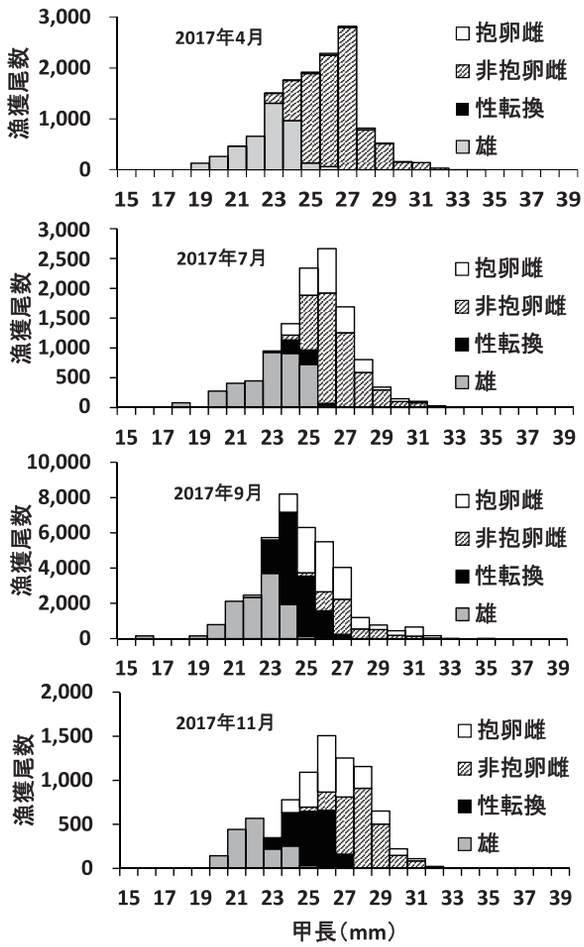


図 6　えびかご漁業によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成（余市港）

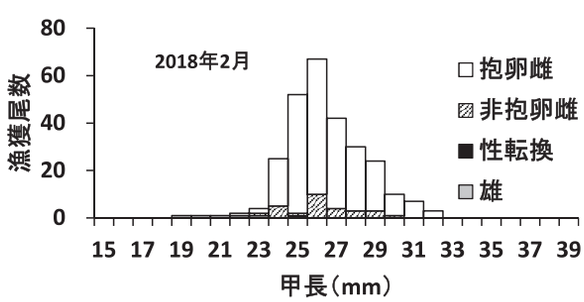


図 7　えびこぎ網漁業によるホッコクアカエビ漁獲物の甲長組成（留萌港）

1．14　シャコ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**中明幸広**

（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ン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。2017年における漁獲物測定は春漁で2回，秋漁で1回の計3回実施した。なお，小樽市高島地区では近年，春漁を行うようになったので2015年から測定を実施した。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26日に石狩市厚田地区の刺し網漁獲物を対象に実施した。測定尾数は雌雄込の漁獲物から雌雄を考慮せずランダムに抽出した402尾，その内訳は雄122尾，雌280尾である。6月1日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ランダムに雄102尾，雌91尾，計193尾抽出した。

（イ）秋漁の漁獲物測定

10月25日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ランダムに雄141尾，雌147尾計288尾抽出した。

ウ　結果の普及

取りまとめ結果は，2017年11月に普及資料「石狩湾におけるシャコ漁業について（平成29年度秋漁までの経過）」を作成して，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）得られた結果

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を合計した漁獲量は，1979年に323トンを記録した後，1985年には45トンにまで減少した。その後は増加に転じて，1987～1989年には一時的に150トン前後まで回復した。1990年代には50～100トンの間で増減し，1999～2012年には100トン前後で比較的安定して推移していた。2013～2015年には150トン前後まで回復したが，2016年は97.7トンに減少し，2017年は153.4トンに増加した（図1上）。

漁協別漁獲量（石狩湾漁業協同組合は本所支所別）をみると，小樽市漁業協同組合が100.7トン（前年71.5トン），石狩湾漁業協同組合本所が35.3トン（前年20.2トン），同石狩支所が17.4トン（前年6.0トン）となり，それぞれ前年を大きく上回った（図1上）。

漁獲金額をみると，2004年以降は1億5千万円前後で比較的安定して推移していたが，2012年から増加に転じて，2015年には約2億8千万円となった。2016年は約2億1千万円に減少したが，2017年は2億8千万円に増加した（図1下）。なお，春漁と秋漁別の漁獲量が判明している1988年以降で見ると1994年以降，春漁の割合は5割前後で推移したが，2012年以降，春漁の割合が増加し，2015年は7割を超えたが2016～2017年は約6割であった（図2）。

イ　漁獲物調査

2017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3に示した。また近年（2007～2017年）の石狩市厚田区の春漁の甲長組成と小樽市高島地

区の秋漁の甲長組成をそれぞれ図 4 と図 5 に示した。

（ア）春漁の漁獲物測定

春漁における石狩市厚田地区の甲長組成（図 4）は 2007～2008 年に甲長 30 mm 未満の小型個体の割合が多く，25 mm 前後の特に小型の個体も見られたが，2009～2012 年には 30 mm 以上の大型個体の割合が多かった。2013 年は一転して 30 mm 未満の割合が大幅に増加し，その後も小型個体の割合が多かった。2016 年は近年としては珍しく 25 mm 未満の特に小型の個体が多く目立ったが，2017 年は 29 mm 前後が主体であった。2017 年の小樽市高島地区の甲長組成は雄のモードが 31 mm，雌のモードが 27 mm であった。雌の組成は石狩市厚田区と比べて小型個体の割合が多かった（図 3）。

（イ）秋漁の漁獲物測定

秋漁における小樽市高島地区の甲長組成（図 5）は 2007 年に甲長 30 mm 未満の小型個体の割合が多かったが，2008 年は 30 mm 以上の大型個体の割合が増加した。その後大型個体の割合が多い傾向が継続し，2016 年は一転して小型個体の割合が増加したが，2017 年は再び 31 mm 前後を主体とする大型個体の割合が多かった。

ウ　結果の普及

上記の普及資料で，現状におけるシャコ資源について「2016 年は石狩市厚田地区と小樽市高島地区の両海域ともに小型シャコの割合が増加したが，漁獲量は 100 トンを下回った。2017 年は小型シャコの割合が特に多くはなかったが，小樽市高島地区の春漁の漁獲量が前年をやや上回ったことから 2018 年度以降の漁獲動向が注目される」と報告した。

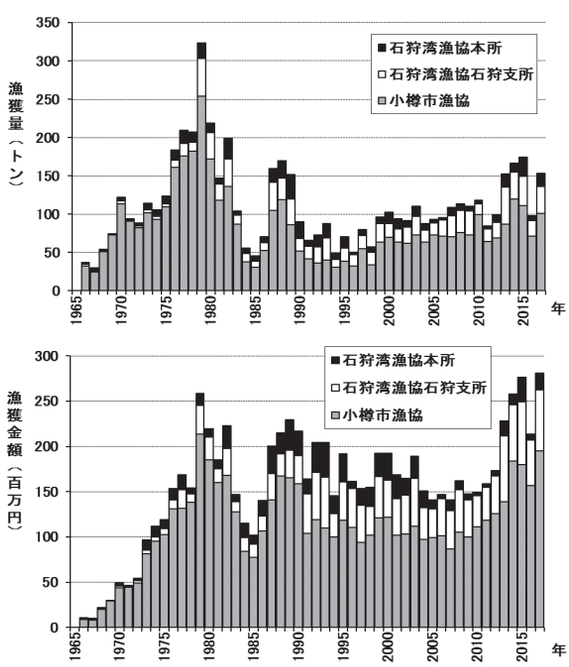


図 1　石狩湾海域における漁協本・支所別のシャコの漁獲量（上図）と漁獲金額（下図）の推移

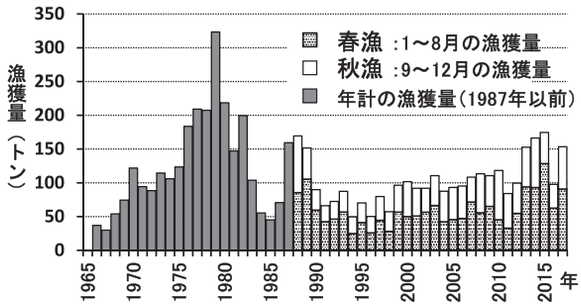


図 2　石狩湾における季節別のシャコの漁獲量の推移

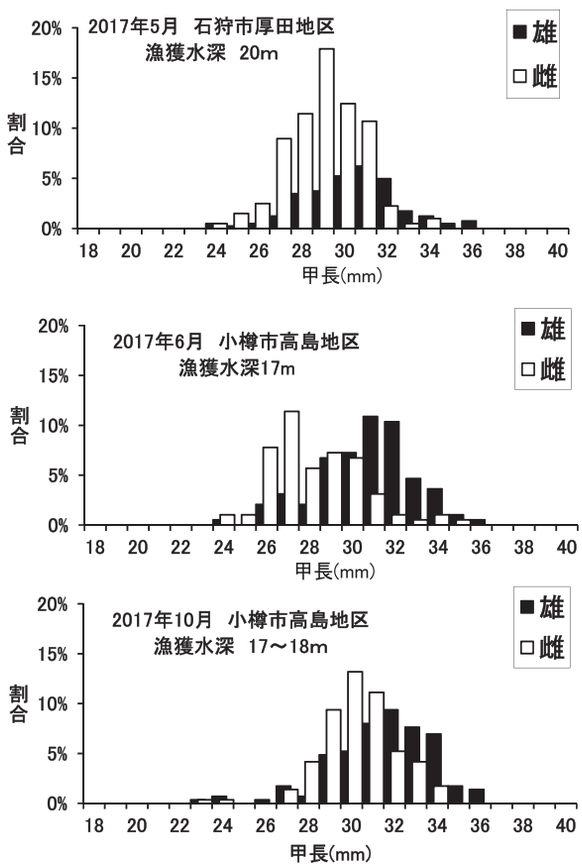


図 3　石狩湾におけるシャコ漁獲物の甲長組成（2017 年）

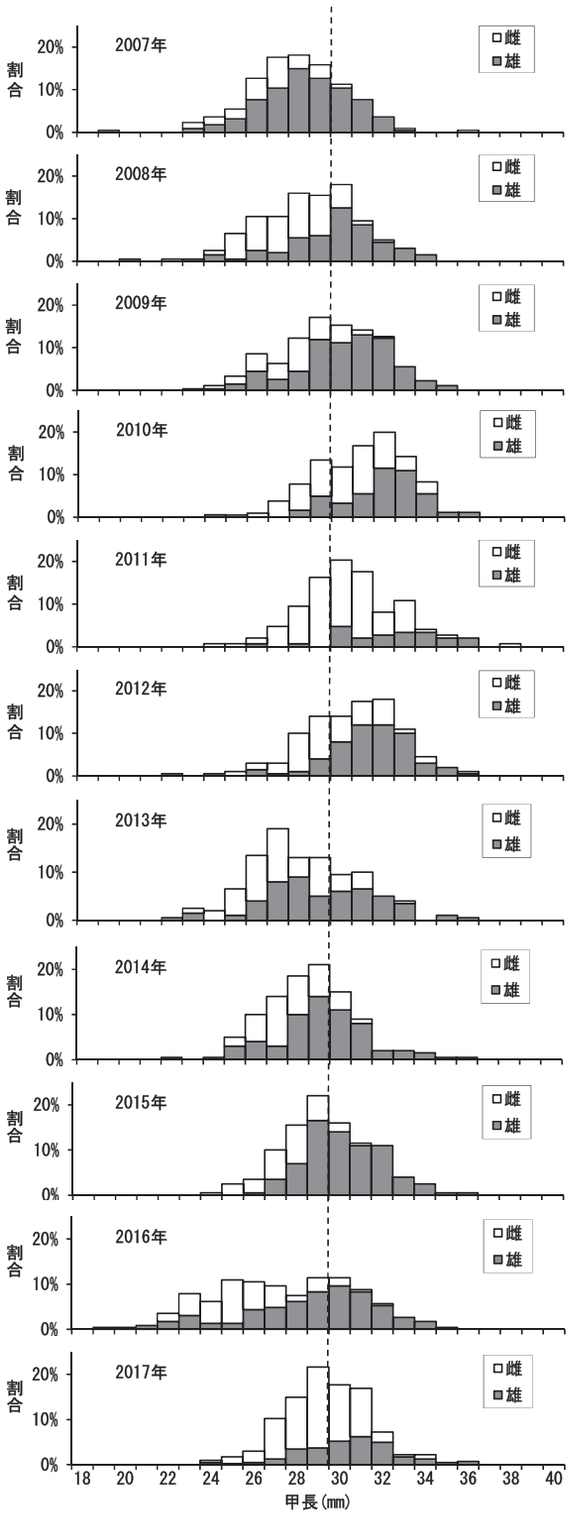


図４　春漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成
（2007～2017 年 5～6 月, 石狩市厚田地区）

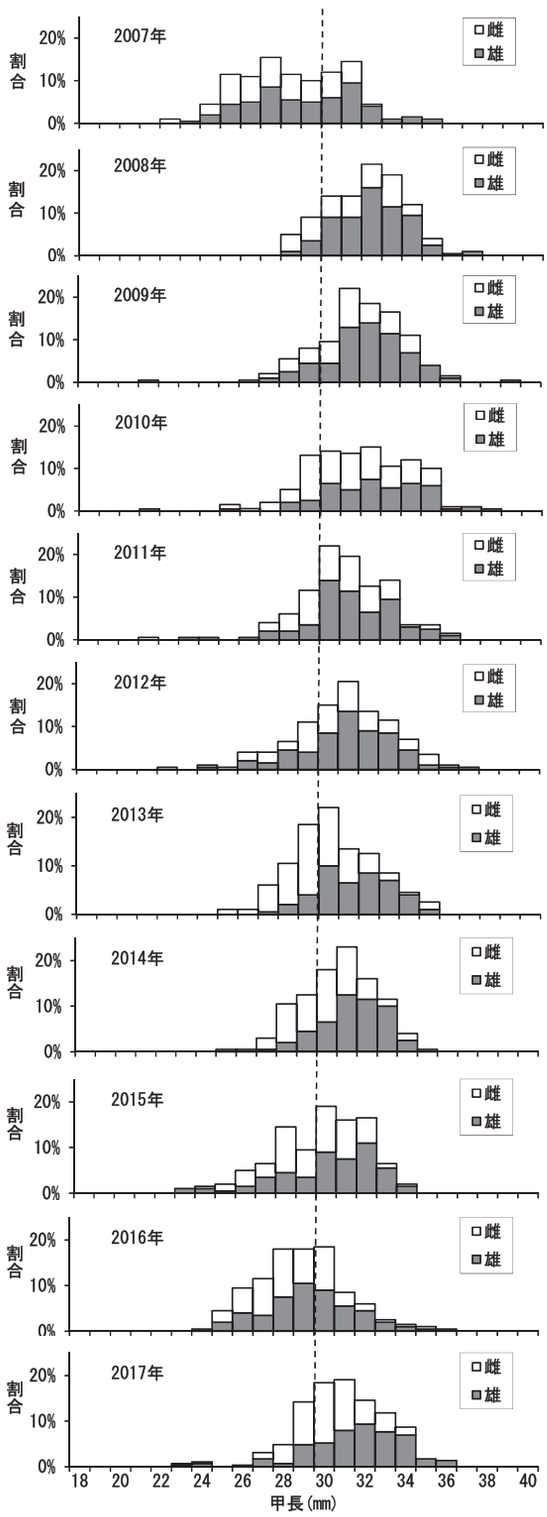


図５　秋漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成
（2007～2017 年 11 月，小樽市高島地区）

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年には依頼調査・研究として各種調査を行った。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（山口，2006）。当面は漁獲量のモニタリングを行うものである。

(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石狩支所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石狩支所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，1991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。

主漁業である春季刺し網の漁獲量についてみると，2007年に約2.7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とそれまでで2番目に少ない漁獲となった。2013年には854 kgに増加したが2014年に大きく減少した。その後2016年は1,751 kgに増加したが，2017年は108.5 kgに減少した。

(4) 文献

山口幹人．石狩川下流域および沿岸域に分布するシラウオの資源生態学的研究．北水試研報 2006；70：1–72.

表1　季節別漁獲量の経年変化

（単位：kg）

年	春漁（4～7月） 刺　網	地曳網(本流)	春漁計	秋漁(8～12月) 地曳網(旧河川)	その他	合　計
1986	57,474.8	4,453.0	61,927.8	1,672.2	0.0	63,600.0
1987	29,807.1	3,285.4	33,092.5	3,007.5	0.0	36,100.0
1988	24,977.6	485.8	25,463.4	3,240.6	0.0	28,704.0
1989	67,490.2	4,644.1	72,134.3	1,282.7	0.0	73,417.0
1990	8,813.0	1,138.5	9,951.5	417.3	0.0	10,368.8
1991	3,612.8	558.1	4,170.9	1,343.7	0.0	5,514.6
1992	1,814.3	154.6	1,968.9	203.1	0.0	2,172.0
1993	30.9	120.2	151.1	6,044.3	3.7	6,199.1
1994	3,058.7	386.2	3,444.9	1,651.9	0.0	5,096.8
1995	642.0	103.0	745.0	1,127.6	53.2	1,925.8
1996	493.1	54.9	548.0	209.7	0.0	757.7
1997[1)]	222.1	—	222.1	—	0.0	222.1
1998	745.8	91.6	837.4	405.0	1.8	1,244.2
1999	2,231.4	51.3	2,282.7	2,190.6	57.6	4,530.9
2000	3,929.2	10.3	3,939.5	136.3	2.2	4,078.0
2001	167.9	12.7	180.6	193.4	0.0	374.0
2002	272.2	895.7	1,167.9	496.8	0.0	1,664.7
2003	2,939.0	856.6	3,795.6	1,061.5	0.0	4,857.1
2004[2)]	6,372.6	—	6,372.6	42.0	—	6,414.6
2005	469.2	3.0	472.2	124.2	—	596.4
2006	530.7	0.0	530.7	1,083.0	—	1,613.7
2007	2,711.9	1,240.9	3,952.8	1,263.6	—	5,216.4
2008	1,975.4	991.0	2,966.4	754.3	—	3,720.7
2009[3)]	1,631.1	49.6	1,680.7	0.0	—	1,680.7
2010	428.4	747.2	1,175.6	0.0	—	1,175.6
2011	659.3	33.4	692.7	0.0	—	692.7
2012	109.0	0.0	109.0	0.0	—	109.0
2013	854.0	2.7	856.7	0.0	—	856.7
2014	103.0	0.0	103.0	0.0	—	103.0
2015	544.0	0.0	544.0	0.0	—	544.0
2016	1,751.0	0.0	1,751.0	0.0	—	1,751.0
2017	108.5	0.0	108.5	0.0	—	108.5

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．海洋環境調査研究（経常研究）
２．１　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　**品田晃良　佐藤政俊**

（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

2017 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 隻の水試調査船（金星丸，北辰丸，北洋丸）によって調査を実施した（図 1，表 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機（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（改良型ノルパックネット）による動物プランクトンサンプル採集も実施した。これら詳細は別章にて後述する。

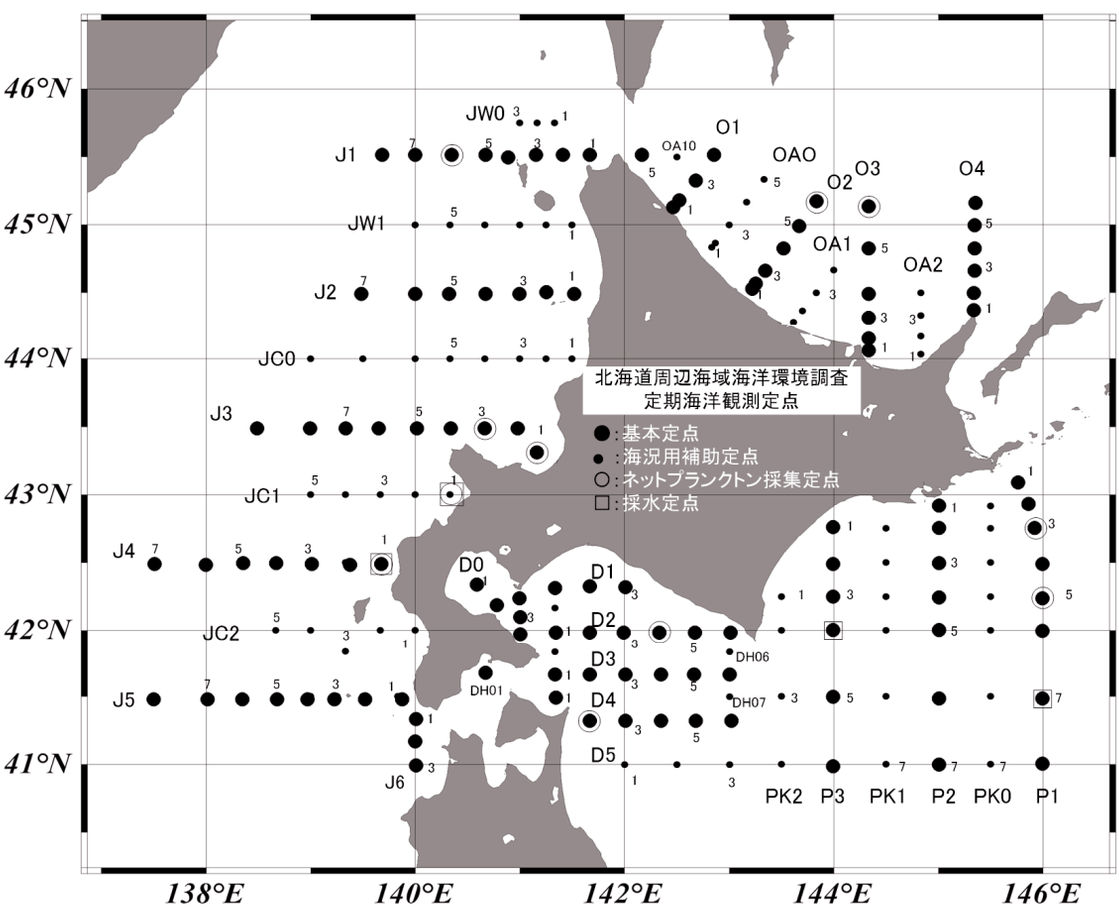


図１　北海道周辺海域における定期海洋観測網

(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/kankyou/sokuhou/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（指標：100 m 深水温 5 ℃以上）の勢力は弱め。奥尻島以南に強い南下流が確認されており，対馬暖流の大部分は津軽海峡から太平洋に抜けていると考えられる。一方，奥尻島以北ではごく沿岸を北上流がやや少なめの流量で流れている。北上流が弱い影響で，奥尻島以北の 100 m 以深の水温は例年よりも最大で 2℃ 程度低めとなっている。海面水温は広い範囲でほぼ例年並みか高めとなっている。

（イ）道東太平洋海域：親潮水（指標：100 m 深水温 5 ℃以下）が広い範囲で分布している。水温は広い範囲で例年並みかやや低めとなっている。2 月に存在した暖水塊は三陸沖まで南下した。

（ウ）道南太平洋海域：津軽暖流は沿岸モード（津軽暖流が青森県尻屋埼から岸沿いに三陸方面へ南下している状態）で，青森側の沿岸部では 50 m 以深の水温が例年よりも 1～3℃ 高めになっている。日高湾の沿岸部 50 m 深には沿岸親潮水（指標：水温 2℃ 以下）が分布しており，例年より水温が 2℃ 程度低くなっている。このため日高湾では北海道側と青森側の水温差が大きく，複雑な水温構造となっている。

（エ）オホーツク海海域：宗谷暖流（指標：50 m 層水温 4℃ 以上）の勢力が例年に比べやや弱く，沿岸の水温も紋別沖以南では例年より最大で 2℃ 程度低めとなっている。一方，沖合の 50 m 以深には水温 0℃ 以下の中冷水が分布している。

イ　6 月

（ア）日本海海域：対馬暖流は奥尻島以南の沖合で強く北上しているが，沿岸では強い南下流が確認されており，その多くは津軽海峡から太平洋側に抜けていると考えられる。一方，奥尻島以北ではごく沿岸を北上流が流れており，その流量は檜山から石狩湾にかけて例年並みからやや少なめであった。100 m 以浅の水温は広い範囲で例年並みであったが，対馬暖流の流路付近ではやや高めの水温となっており，特に奥尻島以南の沖合と礼文島西方沖合で例年に比べ 2～4℃ 高くなっている。

（イ）道東太平洋海域：100 m 深には親潮水が広い範囲で分布しており，昨年まで見られた暖水塊の影響はほとんど見られなかった。そのため，沿岸以外の調査点では例年よりもやや低めの水温となっている。

（ウ）道南太平洋海域：津軽暖流は沿岸モードであった。日高から苫小牧の沿岸では道東からの親潮水の影響で水温が最大で例年に比べ 5℃ 程度低くなっているが，全体的には例年並みかやや高めであった。

（エ）オホーツク海海域：宗谷暖流が順調に流れており，50～100 m 深を中心に岸に沿って水温前線が形成されている。しかし，前線付近のいくつかの観測点で海面水温が 2～3℃ 程度と極端に低くなっている。これはおそらく宗谷暖流の沖側に形成される冷水帯（下層から冷水が湧昇したもの）の影響だと考えられる。その影響で，前線付近の水温偏差は－7～5℃ の広範囲となっており，複雑な水温構造を呈している。

ウ　8 月

（ア）日本海海域：対馬暖流は沖合を北上する流路をとっており，その流量は例年に比べやや多い。積丹半島より北では，沖からの冷水が貫入しており（44° N 付近），さらに北では小規模な暖水塊が分布している（44°30′ N，140°30′ E）。海面水温は対馬暖流の流量の増加および気温が高めに推移した影響で，広い範囲で例年よりも 1～3℃ 高めであった。

（イ）道東太平洋海域：100 m 深には親潮水が広い範囲で分布しており，昨年まで存在した暖水塊の影響はほとんど見られなかった。一方，気温が高めで推移した影響で海面水温は例年よりも 1～4℃ ほど高く，上下層の水温差が大きかった。

（ウ）道南太平洋海域：津軽暖流が沿岸モードから渦モード（津軽暖流が津軽海峡から襟裳岬まで大きく張り出してから南下している状態）へ移行中である。気温が高めで推移したため海面水温は例年よりも 1～4℃ 程高い海域が多く，道東太平洋海域と同様に上下層の水温差が大きかった。

（エ）オホーツク海海域：宗谷暖流水が順調に流れており，50～100 m 深を中心に非常に強い水温前線が宗谷海峡から知床半島まで形成されている。海面水温は気温の影響で例年より 1～2℃ 程高かった。

エ　10 月

（ア）日本海海域：対馬暖流は沖合を北上する流路をとっており，その量は津軽海峡西方で例年よりかなり多い。一方，その大部分は岸側を反転，南下して奥尻以北では例年よりもやや少なめとなっている。50 m 以深水温

は石狩以南では対馬暖流の流路付近で例年よりも高く，留萌以北では流量が少ないため例年よりも低くなっている（最大で 5℃ 程度）。

（イ）道東太平洋海域：100 m 深に岸に沿って親潮水が分布しており，親潮が順調に流れている。そのため，沿岸での 50 m 以深水温は例年よりも 1～5℃ 低くなっている。一方で，その沖側には水温 6～7℃ の暖水が分布している。

（ウ）道南太平洋海域：津軽暖流水が浦河沖まで張り出しており，津軽暖流水は渦モードである。親潮が襟裳岬周辺まで達している影響で，浦河沖の 50～100 m 水温は平年よりも 1～2℃ 低い。

（エ）オホーツク海海域：宗谷海峡から知床半島にかけて 0～100 m 深に強い水温前線があり，宗谷暖流の勢力は強めだと考えられる。

オ　12 月

（ア）日本海海域：対馬暖流はやや岸よりを北上する流路をとっている。津軽海峡から瀬棚沖への北上流量は例年よりも多いが，岩内以北では少なめとなっている。津軽海峡から瀬棚沖の 50 m 以深の水温は例年よりも高く，最大で 7℃ 程度高い観測点もあった。一方，留萌以北では広い範囲で海面から 100 m 深までの水温が例年よりも低くなっている。

（イ）道東太平洋海域：親潮水がほとんど見られず，ほとんどの観測点で水温は例年並みからやや低めであった。

（ウ）道南太平洋海域：津軽暖流水が青森県沿岸に沿って南下しており，津軽暖流は沿岸モードであった。津軽海峡東口では水温が例年に比べ 1～2℃ 高めであった。

（エ）オホーツク海海域：沿岸を宗谷暖流が流れており，宗谷海峡から網走沖にかけて 0～100 m 深に水温前線が形成されている。水温は広い範囲で例年よりも 1～4℃高くなっていた。

カ　2 月

（ア）日本海海域：対馬暖流は瀬棚沖では岸より，岩内以北ではやや沖を通過する流路をとっており，その流量は例年並みであった。石狩以南の表層水温は対馬暖流の流路ではほぼ例年並みだが，沖側では例年よりも 1～3℃ 程度低くなっている。一方，最も北のライン（J 1）では 100 m 以浅の水温が例年よりも 1～2℃ 高くなっている。

（イ）道東太平洋：ほぼ全域に親潮水が分布している。特に岸よりに親潮が流れており 100 m 深水温が 2℃ 以下となっている。親潮の勢力は，親潮の流路付近の水温は例年並みだが，沖側の観測点では例年よりも 2～3℃高めであることから，例年並みからやや弱めだと考えられる。

（ウ）道南太平洋：親潮水がほとんど分布しておらず，広い範囲に津軽暖流水が分布している。その影響で，ほぼ全域で 200 m 以浅の水温は例年よりも 1～4℃ 程度高くなっている。一方，津軽暖流の流路は青森県側の岸に沿って南下しており，沿岸モードとなっている。

表 1　定期海洋観測の分担（2017 年度）

調査海域	船名		調査月
道北日本海	北洋丸	（稚内水試）	4, 6, 8, 10, 12, 2
道西日本海	北洋丸	（稚内水試）	2
道西道南日本海	金星丸	（函館水試）	4, 6, 8, 10, 12
オホーツク海	北洋丸	（稚内水試）	4, 6, 8, 10, 12
オホーツク海	北辰丸	（釧路水試）	10
道東太平洋	北辰丸	（釧路水試）	4, 6, 8, 10, 12, 2
道南太平洋	北辰丸	（釧路水試）	12, 2
道南太平洋	金星丸	（函館水試）	4, 6, 8, 10, 12

２．２　化学環境調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**安永倫明　奥村裕弥**

（1）目的

北海道周辺海域に設定された採水定点（2．1．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とともに，比較検討を行う。

（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 J 41 における栄養塩類およびクロロフィル調査を実施した（2．1　図1）。平成 29 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），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（NO_3-N），亜硝酸態窒素（NO_2-N），アンモニウム態窒素（NH_4-N），リン酸態リン（PO_4-P）および溶存態ケイ素（DSi）の 5 項目を栄養塩自動分析計（QuAAtro 2-HR：ビーエルテック社）により分析した。クロロフィル（以下 CHL）については，GF/F 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，米国）により分析した。

（3）得られた成果

図 1 に，J 41 における 2016 年 2 月，2017 年 2～6 月，2018 年 2 月の NO_3-N，PO_4-P，DSi 濃度および 2016 年 4 月，2017 年 2～6 月，2018 年 2 月の CHL 濃度の鉛直分布を深度 200 m まで示す。

2017 年の深度 0～75 m 付近の栄養塩濃度は，2 月には概ね一定で，NO_3-N，PO_4-P，DSi 濃度は 5.0，0.35，7.0 µmol/L あったが，4 月には 0～30 m 付近において減少が見られ，NO_3-N，PO_4-P については 0 付近まで低下した。一方，100 m より深度が増加するにつれ栄養塩濃度は 2 月より高くなる傾向が確認されたが，6 月には 125，200 m 付近において減少した。

CHL 濃度は 2017 年 4 月に 0～50 m 付近まで 2.5 µg/

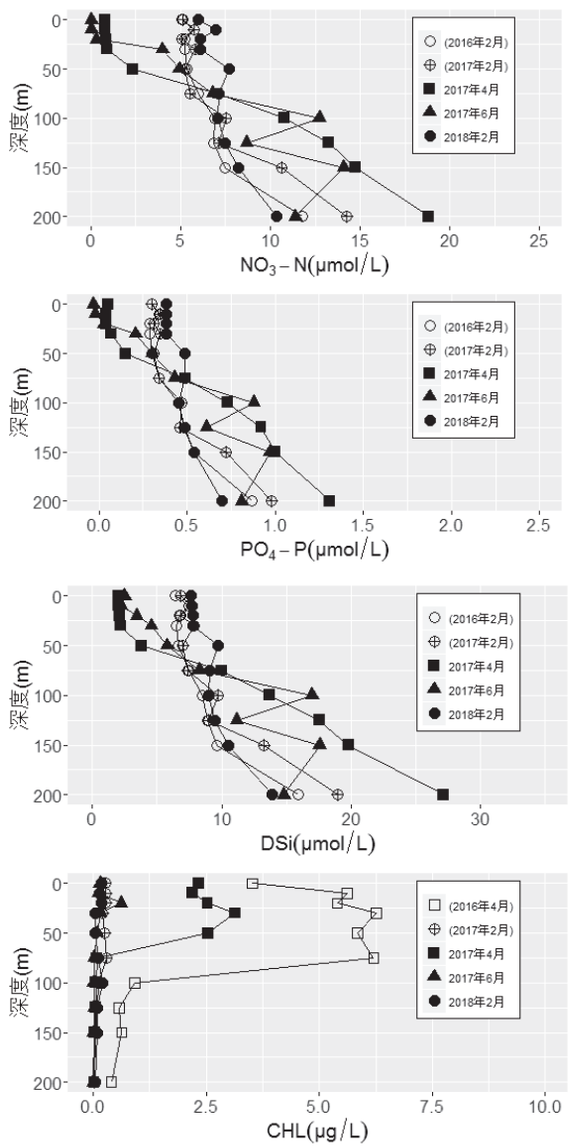


図 1　平成 29 年度定期海洋観測 J 41 での深度別の栄養塩，クロロフィル濃度

L 前後の数値を示し，2016 年 4 月と比較すると，全ての深度において低く，0～75 m 付近においては大幅に減少した。

2017 年 2 月における表面の NO_3-N，PO_4-P，および DSi 濃度は，それぞれ 5.1，0.30 および 6.8 µmol/L，2018 年 2 月は 5.9，0.38，7.6 µmol/L で，過去 28 年間（1990～2017 年）の平均値（それぞれ 5.2，0.42，7.6 µmol/L）より PO_4－P は低い結果となった。

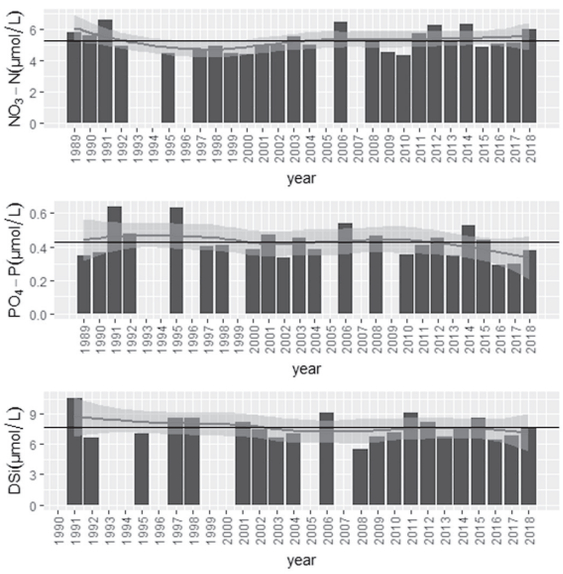


図 2　対馬暖流域（J 41）における 2 月の NO_3-N，PO_4-P，DSi 濃度（0 m）の推移（直線は 1990 から 2017 年の平均値，曲線は局所加重多項式と 95% 信頼区間）

２．３　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　**嶋田　宏　安永倫明**

（1）目的

漁業資源の源である動物プランクトン量が長期的にどのように変化していくのかを全道規模（J 4，J 3，J 1，O 2，O 3，P 1，P 5 定線上の合計 10 観測点で偶数月を基本に採集）で監視し，長周期で変動を繰り返すマイワシ，サンマ，マサバ，ニシン等浮魚類の資源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

2017 年も例年同様に，中央水試，函館水試，釧路水試，網走水試，稚内水試が共同で，3 隻の水試調査船（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（ノルパックネット，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（改良型ノルパックネット，網目幅と口径同じ，元田 1994，日本プランクトン学会報 40（2），139–150 を参照）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 J 33, オホーツク海 O 26，道東太平洋 P 15, 道南太平洋 P 52）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 O 26 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。

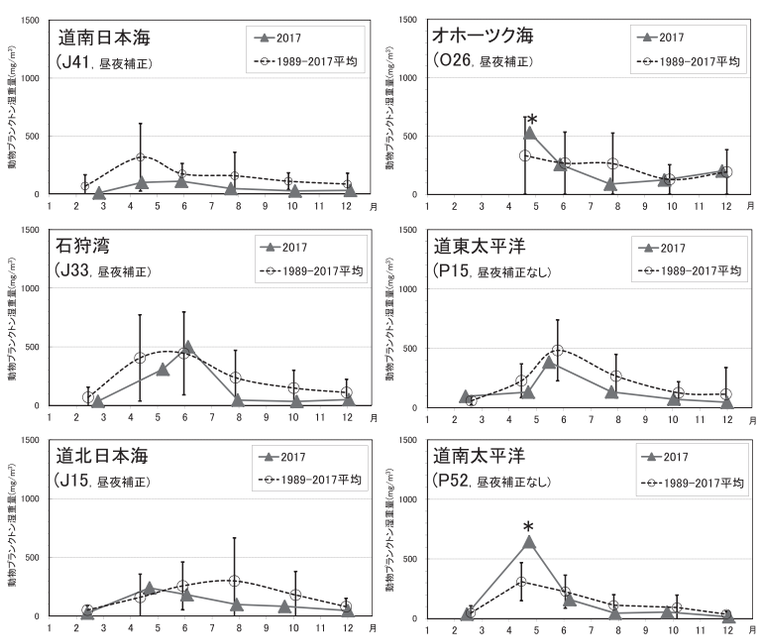


図１　2017 年の海域別 6 定点における動物プランクトン湿重量（深度 150 m 鉛直曳，昼夜補正済の値）および 1989～2017 年の平均値（誤差範囲は標準偏差）の季節変化
***は植物プランクトンを多く含んでいたことを示す**

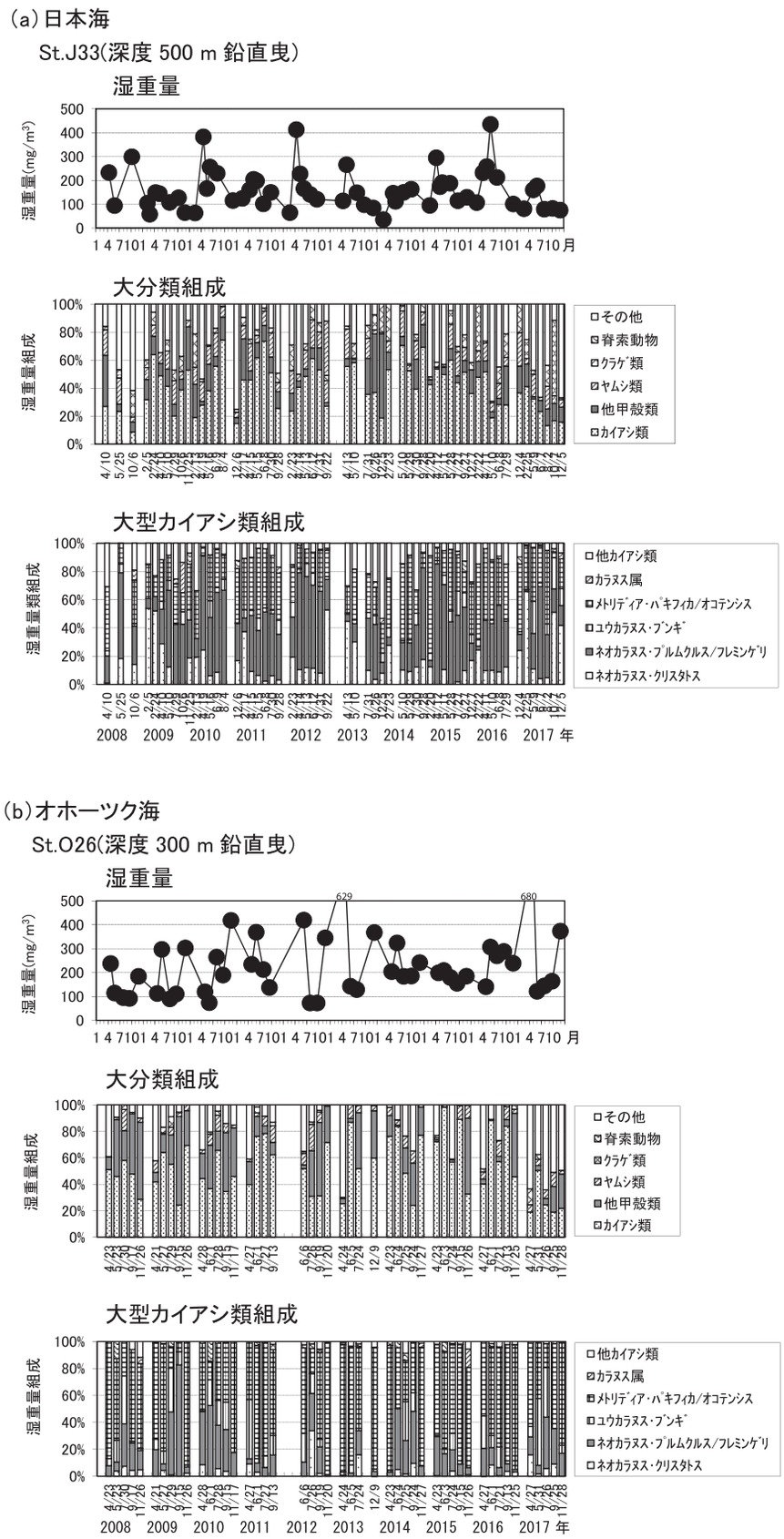
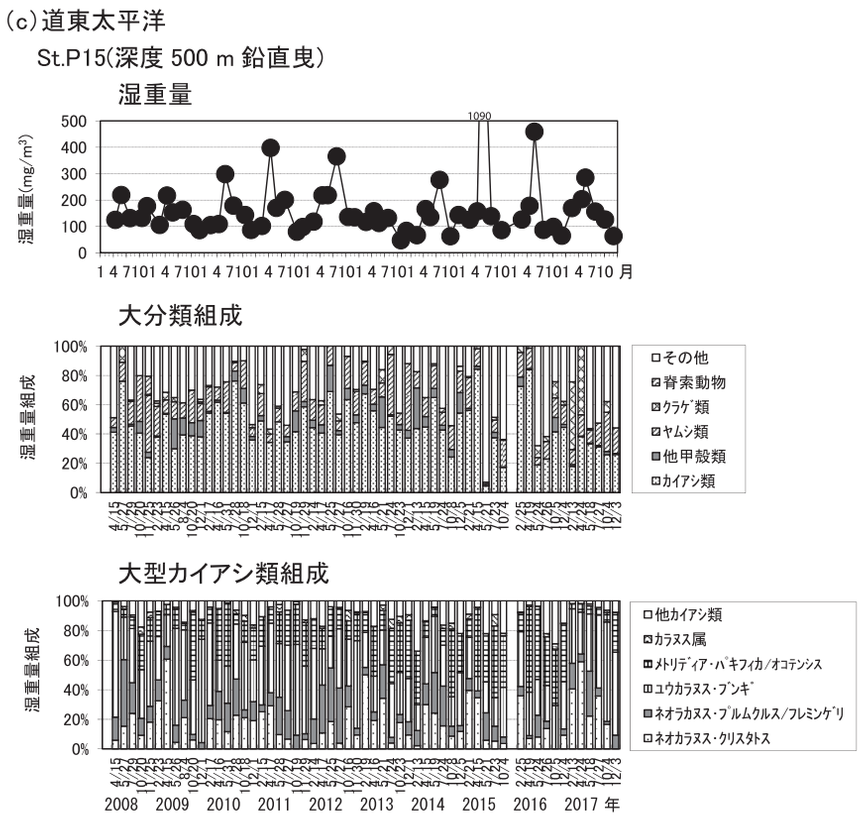


図 2　2008～2017 年の海域別代表 4 定点における動物プランクトン（深度 500/300 m 鉛直曳）のバイオマス組成の季節変化



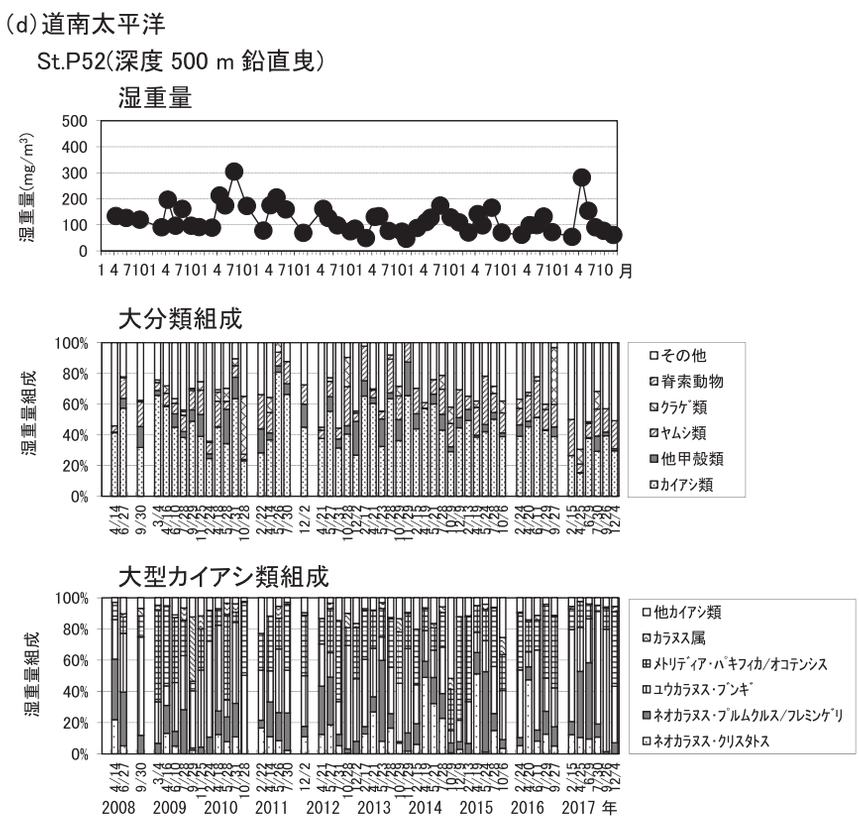


図 2（続き）　2008～2017 年の海域別代表 4 定点における動物プランクトン（深度 500/300 m 鉛直曳）のバイオマス組成の季節変化

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J 41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) 得られた結果

6定点（J 41，J 33，J 15，O 26，P 15，P 52）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に示す。2017年4月のオホーツク海O 26および道南太平洋P 52における生物量はそれぞれ676 mg/および645 mg/m^{3}の季節ピークを示したが，この試料には植物プランクトン（珪藻類）が多く混入していたため，実際の動物プランクトン生物量はこの1/2程度と考えるべきであろう。その他4海域における動物プランクトン生物量の季節変化をみると，いずれの海域においても4～6月に季節ピークが認められた。2017年の動物プランクトン生物量を29年間（1989～2017年）の平均値と比較すると，全ての海域において「例年並み～低め」であった。

魚類等の餌料として重要な大型甲殻類動物プランクトンのバイオマスを海域別に見積もるため，2008～2017年に海域別の代表4定点（日本海J 33，オホーツク海O 26，道東太平洋P 15，道南太平洋P 52）の試料について動物プランクトンバイオマス組成を分析した。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。各定点の500 m（O 26では300 m）鉛直曳試料における大分類群およびカイアシ類優占種のバイオマス組成を図2に示す。何れの海域においても，冷水性の大型カイアシ類（*Neocalanus*属，*Eucalanus*属，*Metridia*属）が約2～7割と最も多く，次いで他の甲殻類（主にオキアミ類（*Thysanoessa*属および*Euphausia*属）および端脚類（*Themisto*属））が約1～4割を占め，この2分類群併せて動物プランクトン全体のほぼ5割以上を占めた。日本海では例年春季にみられる動物プランクトンのバイオマスの季節ピーク時期に*Neocalanus*属等を優占種とする冷水性の大型カイアシ類が多く出現し，例年バイオマスにおいて*N. plumchrus*が最も優占することが知られている（例えば浅見ら2010，嶋田ら2012）。2017年春季も例年同様に*N. plumchrus*が優占したことが特徴であった。

道西日本海J 41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3に示す。クロロフィルa濃度は4月に170 mg/m^{2}の季節ピークを示した。2017年のクロロフィルa濃度の季節ピークの時期と値を28年間（1990～2017年）の平均値と比較すると，道西日本海における植物プランクトン現存量のピーク時期は例年並みでピーク時の値は低めであった。本年の道西日本海における春季ブルームは小規模であったと推察され，その結果として，植物プランクトンを餌として成長する動物プランクトンの生物量も低水準で推移したものと考えられる。

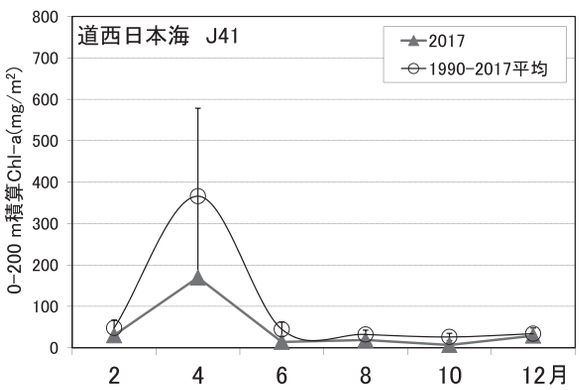


図3　2017年J 41における水柱積算クロロフィルa濃度および1990～2017年の平均値（誤差範囲は標準偏差）の季節変化

２．４　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　**佐藤政俊　安永倫明　奥村裕弥**

(1) 目的

当場前浜の海象と気象を継続的に定時観測することにより，季節変化や年変化を把握する。継続観測によって，より長期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同化に重要な海藻について繁茂条件を検索するため，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），当水試前浜に設置された斜路の防波堤先端において，採水により表面水温，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（ASTD 102，JFE アドバンテック，西宮）による水温，塩分の観測とともに，採水試料により栄養塩濃度，クロロフィル a 量を測定した。

(3) 得られた結果

ア　沿岸水温観測

2017 年１月上旬から 2018 年３月下旬までの旬平均水温の平年値（1981 年～2010 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に示す。ここで，図２中の「やや低い」とは，σを標準偏差とすると，平年からの偏差の値が－1.282σ以上－0.524σ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 0.524σ以上 1.282σ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－1.282σ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 1.282σ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－2.052σ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－2.052σ以上で生起確率 2％，「平年並み」とは，平年からの偏差の値が－0.524σ以上 0.524σ未満で生起確率 40％ であることを意味する。

旬平均水温は，2017 年４月から８月にかけて，６月中下旬の一時的な低下を除けば，平年並から高めで推移した。2017 年９月以降では，水温は平年よりも低めに推移し，2017 年 10 月下旬に非常に低い水温となった。その後，2017 年 12 月に平年並みに回復し，その後は平年並みからやや高めで推移しした。

イ　気象観測

当試験場敷地内における 2017 年４月から 2018 年３月にかけての最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の旬変化を図3，また平年からの偏差を図4に示す。最高・最低気温旬平均値は，５月と７月に平年を大きく上回ったものの，基本的には４～11 月にかけて平年並みかやや低めで推移した。12 月以降は変化が大きく，12 月上旬，１月下旬，２月中下旬は平年よりも低めだったが，それ以外の旬では平年並みかもしくは高めだった。

当試験場敷地内における旬最大積雪量の旬変化を図５に示す。今年度の積雪量は，11 月中旬に積雪旬最大値を上回る量となったが，その後２月上旬までは平年並みで推移した。２月下旬にまた平年を上回ったが，以降は平年を下回り，４月上旬には積雪なしを記録した。この時期は平年よりも２旬程度早く，３月以降の高い気温の影響が示唆される。

ウ　忍路沿岸環境調査

2017 年度のモニタリング結果を図６に示す。水温（a）は，4，５月は例年よりも高く，６月および 10 月には例年よりも低かった。塩分（b）は４月および翌年の３月に融雪の影響，６月および 10 月は降雨の影響による淡水の流入により例年より低く，各栄養塩類の中でも，同時期のケイ酸態ケイ素（f）の濃度は，例年よりも高い数値を示したが，７月以降は硝酸態窒素（d）およびリン酸態リン（e）と共に例年と変わらぬ水準で２月まで推移した。クロロフィル a 量は 6，７月に例年とは僅かに異なり，濃度の増減が確認されたが，その水準および変動傾向は概ね例年と同様であった。

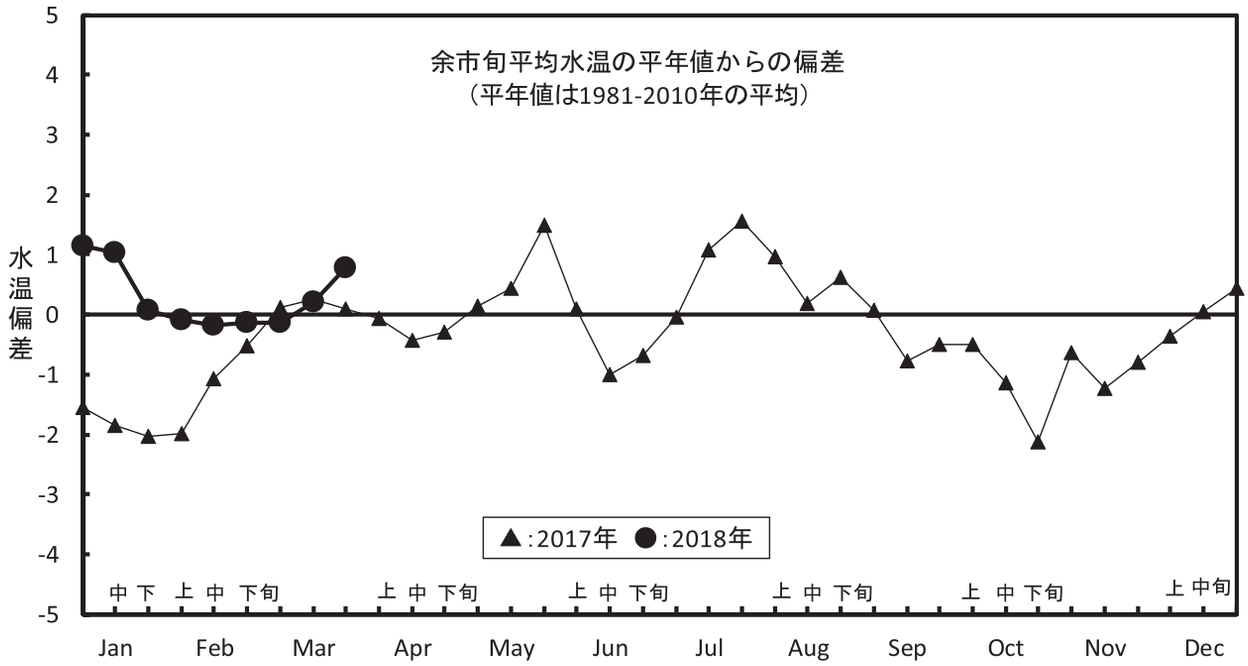


図１　余市旬平均水温の平年からの偏差（平年値は 1981−2010 年）

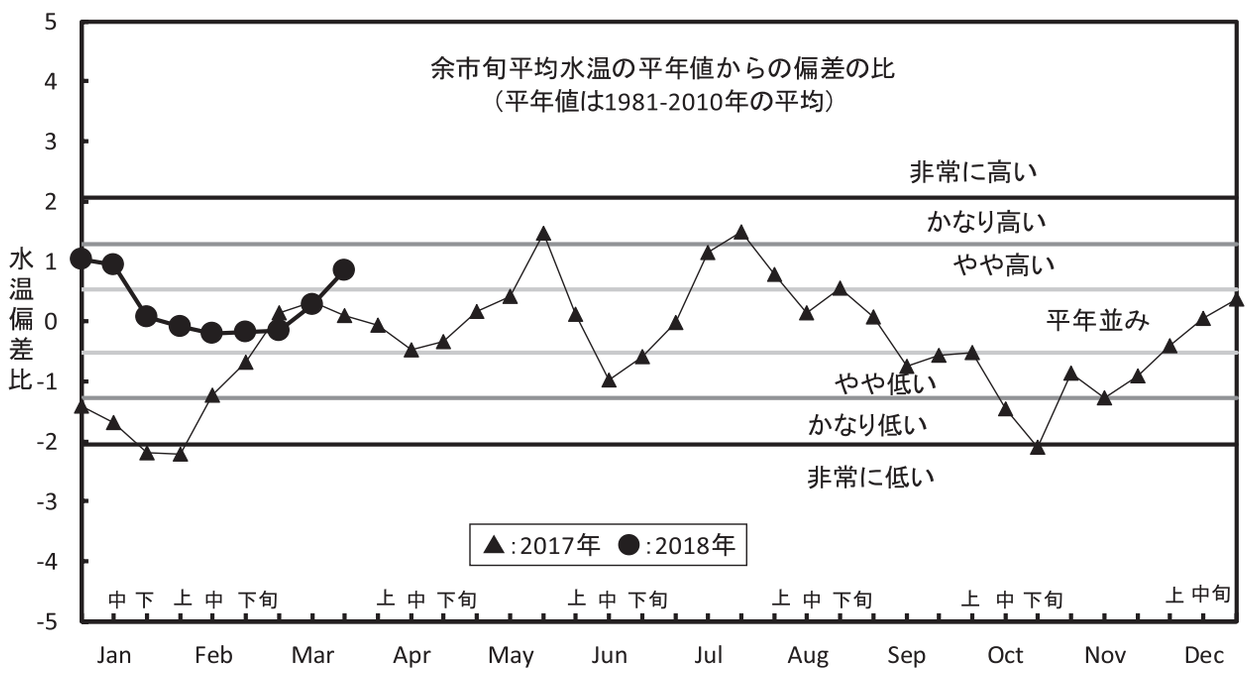


図２　余市旬平均水温の平年からの偏差比（平年値は 1981−2010 年）

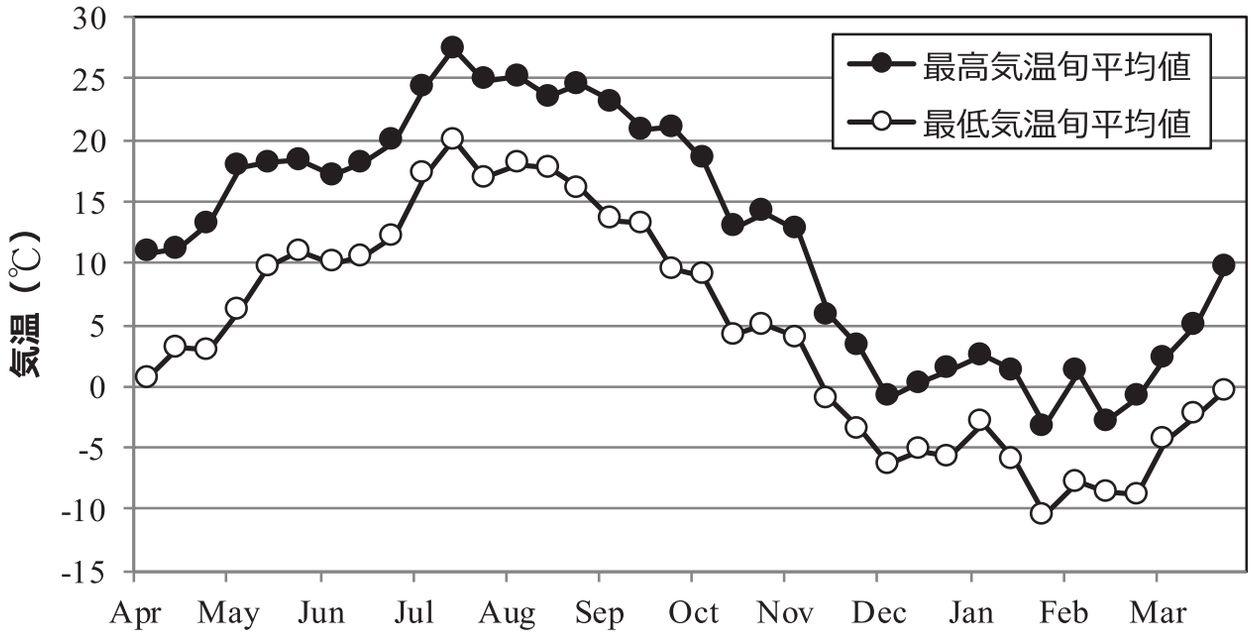


図３　試験場敷地内における最高・最低気温旬平均値の旬変化（2017 年度）

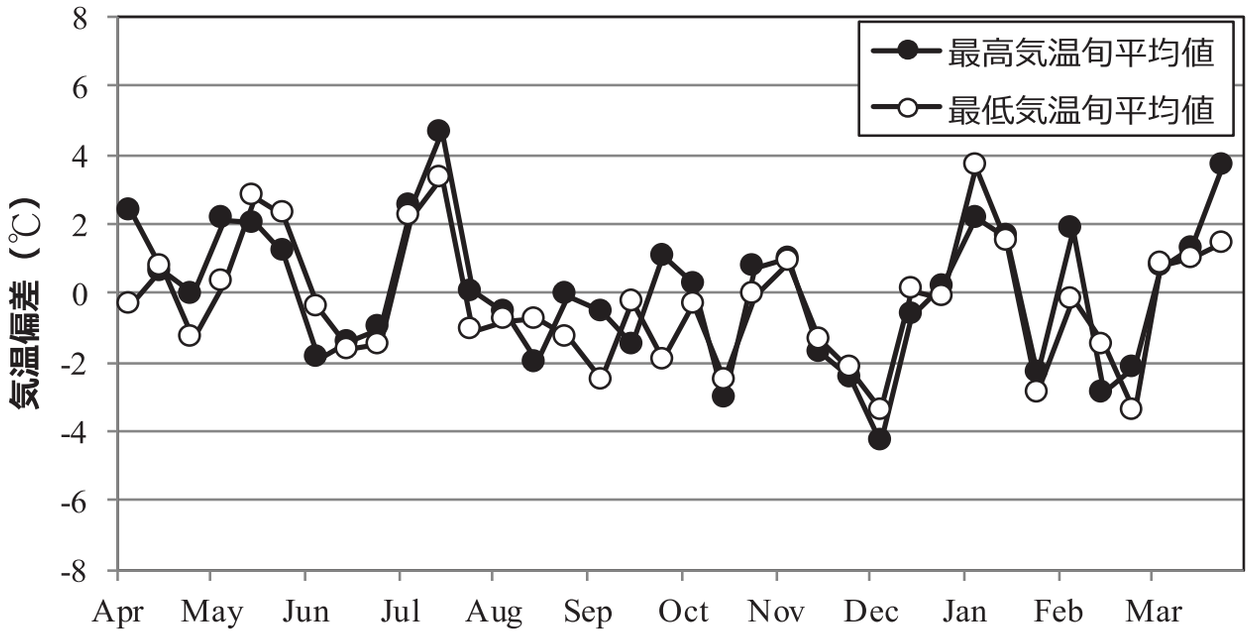


図４　試験場敷地内における最高・最低気温旬平均値の平年値からの偏差（平年値は 1981-2010 年）

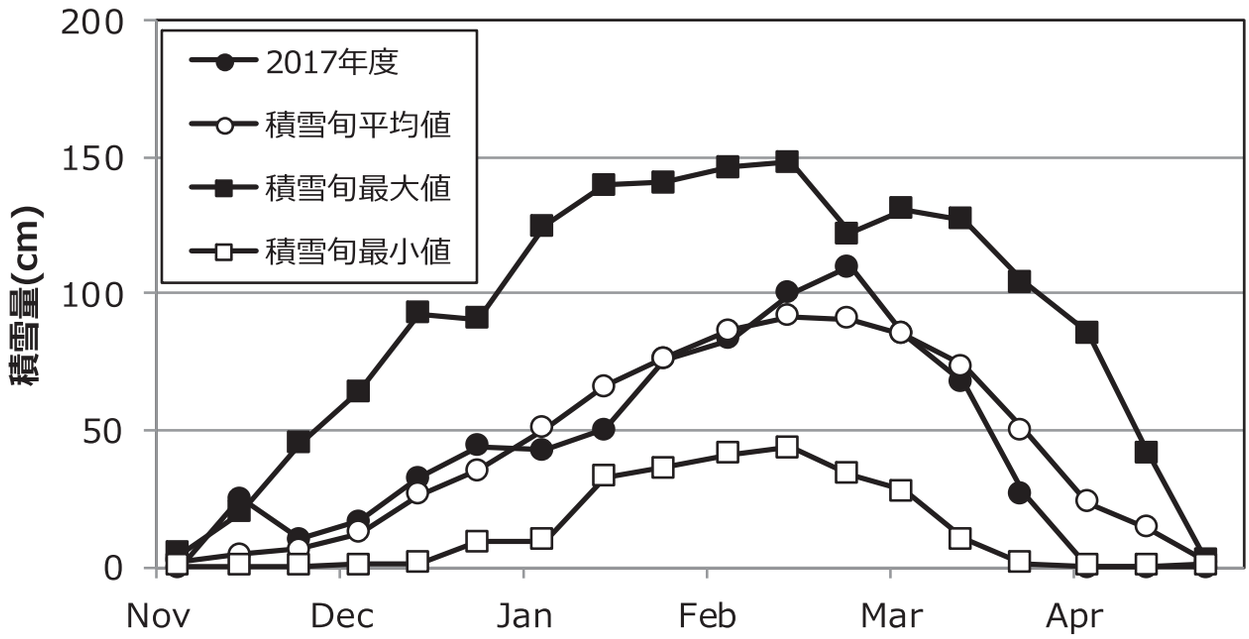


図 5　試験場敷地内における旬別積雪量の変化（平均・最大・最小は 1981-2010 年の値）

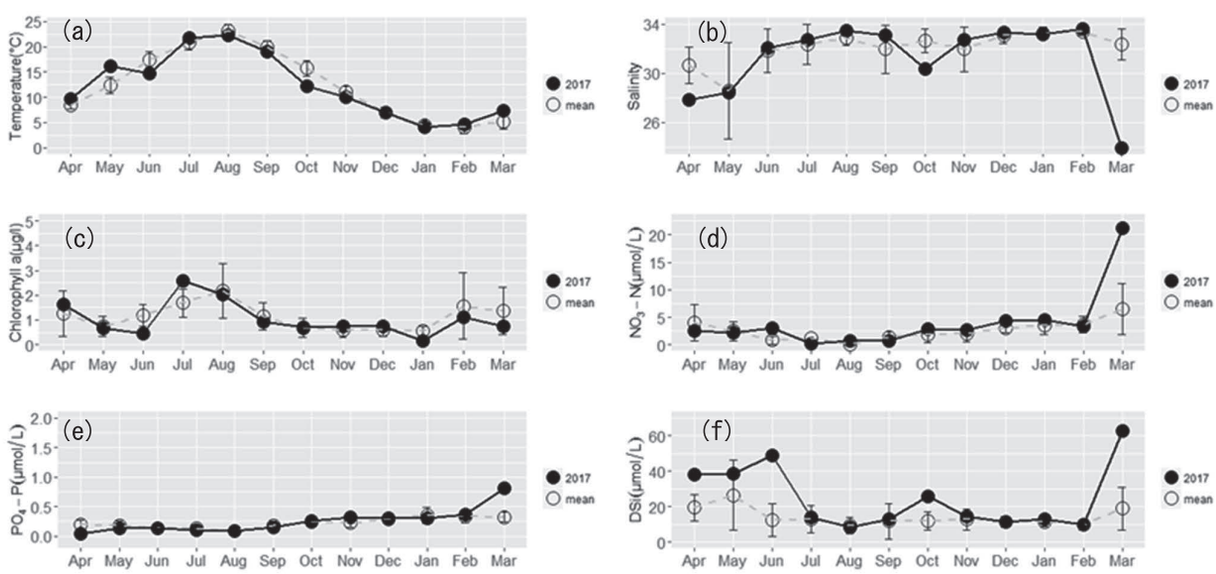


図 6　忍路モニタリング定点における表面の(a)水温，(b)塩分，(c)クロロフィル a 量，(d)硝酸態窒素，(e)リン酸態リン，(f)ケイ酸態ケイ素

３．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　嶋田　宏　奥村裕弥**
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，大型の調査船での観測が容易ではないことや，収集目的が異なるため，手法や測定項目が統一されておらず，沿岸環境と魚種資源との関係を検討する際，全道的な問題に対応できる情報とはなっていなかった。そこで，本調査では沿岸域における海洋環境を全道で統一した手法と項目でモニタリングし，データを集約することを目的とする。また，関係機関でデータを共有化し，秋サケやホタテガイ，コンブ等重要沿岸資源の安定化にむけて，活用可能なデータベースを構築する。

（2）経過の概要

2002 年度から始められた事業で，全道の各地区水産技術普及指導所および地元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全道統一的な手法で原則毎月 1 回以上行う。全道各地区水産技術普及指導所は，マリンネット端末のパソコンに観測データを入力し，各地区のデータベースを構築する。海洋環境グループは，全地区のデータを共有化し，沿岸資源の安定化にむけて活用可能なデータベースを構築する。2016 年度に表計算ソフトのエクセルからデータベースソフト ACCESS によるデータベースを構築した。

（3）得られた結果

全指導所及び道庁へ導入した ACCESS で作成されるデータベースファイルの取扱とデータの取り出し作業に問題が生じている。致命的な問題点は不用意なバックアップファイルの作成でファイル容量が一気に増大することである。ネットワークを圧迫するこの問題の解決には至っておらず，データベースの実働には問題解決と試用期間が必要である。

2017 年度は 2016 年度（450 回）と同じ，全道計で 450 回の観測実施・登録であった。

また，各地区水産技術普及指導所が随時報告している環境速報等の取組にクロロフィル a の分析手法や解析方法に関する技術指導を当グループで実施している。

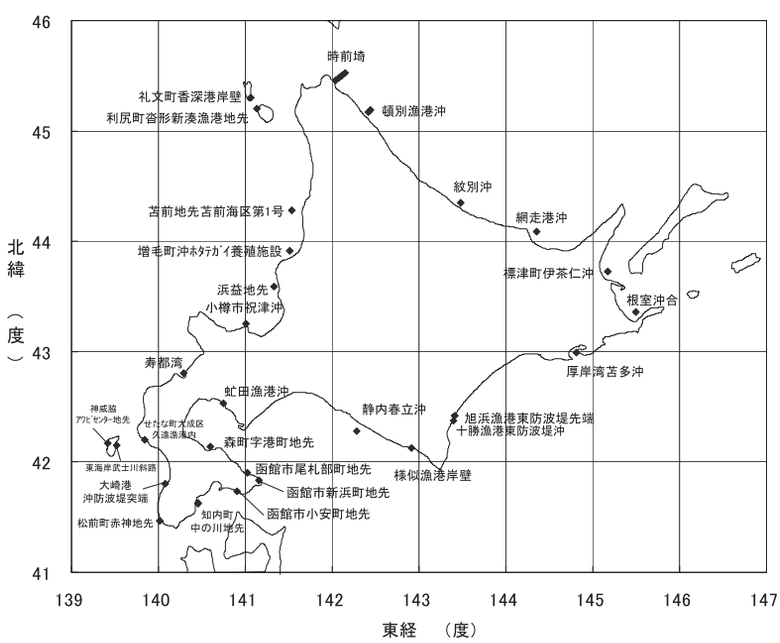


図１　2017 年度の調査定点図

表１　全道各地区水産技術普及指導所における 2017 年度の調査定点

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	神威脇ｱﾜﾋﾞｾﾝﾀｰ地先	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	虻田漁港沖	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	旭浜漁港東防波堤先端	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	厚岸湾苫多沖	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

４．漁況・海況予報調査（経常研究）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**奥村裕弥　佐藤政俊**

（1）目的

水温・塩分等の海況の特性と変動が漁況に対してどのような影響が生じるのかを予察することは未だ困難である。「海洋環境調査」等の研究成果と漁業資源の調査研究結果を併せて推察し，漁海況予測の精度向上を図るためには、長期間に亘るデータの集積が必要となる。本事業は1996年度で終了した漁況・海況予報調査に代わるもので，地域における漁海況情報の収集・分析・提供を行うと共に、隣接水産試験場および北海道区水産研究所とは収集データ等の情報交換を行う。

（2）経過の概要

1997年4月から，北水試定線番号JC 1線（北緯43度，岩内沖観測線）を本事業定線として5点でCTD観測（東経140度20分，観測定点JC 11ではノルパックネット，クロロフィルa）を行っている。この調査は年6回偶数月の定期海洋観測時に併せて観測を実施した。

2017年度の調査では，予定した30観測（のべ数）の内25観測の実施となった。 6月，8月，10月，12月，2月定期海洋観測時には全観測点を観測した。4月定期海洋観測実施時に全観測点を荒天のため欠測した。

2018年1月に開催した「海洋グループ会議」を分析検討会議として，参加機関（気象庁，北海道区水研，北大）と北海道周辺海域の海況等について検討するとともに各水産試験場担当者への周知を図った。

（3）得られた結果

得られた結果については，JC 1線単独での解析は行わず，北水試定期海洋観測の結果と併せて解析し，海況速報第175号から第180号まで作成し，公表した（本事業開始は第55号）。

また，2016年度秋季から2017年度夏季までの状況を取り纏めて，小樽漁業協同組合が9月に開催する「沖底プラザ」において漁業者に向けて海況情報を解説し，周知した。

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　**品田晃良　嶋田　宏　佐藤政俊**

（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，2007 年 4 月以降は 17 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 15 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，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」として関係機関に電子メールで配信した。結果の詳細は，「平成 29 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（http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyou/kaidoku/att/yosatsu 2017.pdf）。

なお，要約は以下の通りである。① 2017 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* 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−可食部）を超える毒化は，発生しなかった。③下痢性貝毒による出荷自主規制値（0.16 mgOA 当量/kg−可食部）を超える毒化は，発生しなかった。④ 2017 年において *Alexandrium tamarense* は，噴火湾 3 海域で 3～5 月および 8 月に出現し，最高出現密度は 3 月 23 日の噴火湾湾口部の 40 細胞/L であった。⑤噴火湾以外の海域で麻痺性貝毒プランクトンである *Alexandrium tamarense* が出現したのは，網走中部，サロマ湖，網走，能取湖，根室海峡，太平洋東部および太平洋中部であった（最高出現密度：8 月 21 日のサロマ湖 150 細胞/L）。⑥噴火湾 3 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.tripos* 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* および *D. norvegica* であった。

６．水産国際共同調査（経常研究）
６．１　沿岸域における低次生物生産の日ロ比較研究

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**品田晃良　安永倫明**

（1）目的

日本海からオホーツク海に亘る北海道北部沿岸域は，サケ類やカレイ類などの生育場であり，低次生物生産が海洋食物連鎖を介して稚魚の餌環境を支えている。これまで石狩湾や紋別海域など一部の海域で漁場環境の経年的・季節的調査が行われてきた。しかし，沿岸域は時空間変動が大きいので，沿岸域全体の環境評価が必要である。また，北海道オホーツク海は季節海氷域であり，地球温暖化による海氷の持続的な減少が懸念されている。海氷の減少は低次生物生産に影響を与えると考えられ，海洋食物連鎖を介して水産資源にも影響を及ぼす可能性が高い。この影響を予測するためには，まず海氷の変動が低次生物生産に与える影響を明らかにする必要がある。

本研究は，年間低次生物生産の大半を占める春季ブルームに着目して，沿岸域全体の経年的・地理的変動および北海道オホーツク海における海氷の影響をそれぞれ明らかにすることを目的とした。なお，本研究はサハリン漁業海洋学研究所と行っている日ロ研究交流の共同研究事業となっている。

（2）経過の概要

沿岸域の調査は，2013～2017 年の 3～7 月まで月 1 回の頻度で北海道日本海中部の小平町，羽幌町，初山別村，天塩町，稚内市（抜海），猿払村，浜頓別町（北見神威岬），枝幸町，雄武町および紋別市に設置した 10 定点で行った。測定項目は，水温，塩分，栄養塩，植物プランクトン量（クロロフィル a 濃度）および植物プランクトン組成である。

海氷が北海道オホーツク海の春季ブルームに与える影響評価は，2011～2017 年の調査船北洋丸を用いた広域観測および衛星データの解析により行った。なお衛星データは，海面水温と密接度について NOAA が公開している月平均値を（http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v 2.html），クロロフィル a 濃度（CHL–a）と光合成有効放射量（PAR）については NASA が発表している月平均値を用いた（http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/）。

最後に，サフニロの発表資料を用いて，サハリンと北海道日本海側の低次生物生産を比較した。

（3）得られた結果

ア　沿岸域調査の結果

北海道北部沿岸域の春季ブルームは 2013～2017 年にかけて 3～4 月に発生した。3 月は日本海側の北部で明瞭なクロロフィル a 濃度のピークが観測された。4 月はオホーツク海側の北部で高い値が観測された年もあったが，調査地点全体の地域差は小さいと考えられた。この要因として 3 月のオホーツク海側の低水温と 4 月の日本海側の融雪水による濁りにより，それぞれ植物プランクトンの増殖が抑制された結果と考えられた。

4 月における春季ブルームの規模は，日本海側で 2013 年と 2016 年，オホーツク海側で 2014 年と 2017 年で高いなど両海域で異なる経年変動を示した。構築した統計モデルによると経年変動の要因も両海域で異なり，日本海側では降雨量とリン酸塩濃度が，オホーツク海側では水温，降雨量および溶存態窒素濃度が選択された。

イ　沖合域および衛星データ解析の結果

北海道沖オホーツク海で海氷の勢力が強かった 2012 年は春季ブルームの発生時期が遅く，海氷の勢力が弱かった 2015 年は春季ブルームの発生時期が早いなど，海氷の後退時期が春季ブルームの発生時期に影響を与えていると考えられた。

ウ　サハリンとの比較

北海道日本海側のデータとサハリン発表資料を比較した結果，北海道日本海側はサハリン西岸と比較して春季ブルームの規模が大きいことが明らかとなった。

7．北海道周辺における有害赤潮生物カレニア・ミキモトイの分布実態の解明（経常研究）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**嶋田　宏　佐藤政俊　安永倫明　品田晃良　奥村裕弥**
北海道大学　大学院水産科学研究院　海洋生物学講座　**今井一郎**

（1）目的

暖海性渦鞭毛藻カレニア・ミキモトイ（*Karenia mikimotoi*，以下「カレニア」と略記，図1）による有害赤潮は，これまで西日本を中心に発生して甚大な漁業被害をもたらしてきたが，2015年秋季に函館湾において，東北以北で初めて発生が記録された。この有害赤潮は1か月余り持続し，斃死した魚種はスルメイカ，エゾアワビおよびサケの3種に及んだ。

カレニアをはじめとする有害赤潮生物の多くは無殻種であるため，海水試料をホルマリン等の薬品で固定すると細胞が破裂して同定・計数が不可能となる。現在，本道沿岸では17海域18定点において有殻種（貝毒原因種）の監視が定期的に行われているが，2015年函館湾におけるカレニアの出現については，固定海水試料を用いた現行の監視体制では検知することができなかった。

これらのことは，有害赤潮の監視のためには，東北以北各道県において現在行われている，固定海水試料を用いた有殻種対象の監視体制では不充分であることを示している。このため，生鮮海水試料を用いた監視を新たに開始し，カレニアの本道沿岸における分布実態を早急に解明して，北海道と水試の連携のもと，有害赤潮による被害軽減策（港湾および魚市場等における活魚，例えば活スルメイカ畜養海水の簡易モニタリング等）を講じる必要に迫られている。

本研究は，有害赤潮生物カレニアの本道周辺における分布実態を複数年にわたってモニタリングし，その結果に基づき，有害赤潮による被害軽減策を講じることを目的に行うものである。

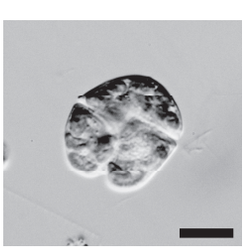


図1　有害赤潮生物カレニア・ミキモトイ（スケールバー：20 μm）

（2）経過の概要

本道沿岸および沖合において生鮮海水試料を採取して直接検鏡および分子生物学的手法（LAMP法）を併用してカレニアの検出を試み，分布実態の解明を試みた。項目別の実施内容は以下の通り。

ア　沿岸定点モニタリング

①中央水試前浜（周年・平日毎日）ならびに函館湾沿岸（函館水試前：周年・毎月1～4回，茂辺地・上磯：6～10月・毎月1回）における海洋観測および生鮮海水試料採集

②直接検鏡によるカレニアの同定計数

③分子生物学的手法（LAMP法）によるカレニアの検出

イ　対馬ー津軽ー宗谷暖流域における広域モニタリング

①海洋観測および生鮮海水試料採集（6・8・10月日本海～津軽海峡，8月オホーツク海）

②直接検鏡によるカレニアの同定計数

③分子生物学的手法（LAMP法）によるカレニアの検出

（3）得られた結果

ア　沿岸定点モニタリング

2017年の函館湾沿岸の生鮮海水試料を直接検鏡した結果，カレニアは8月25日～10月24日の期間に検出され，最高細胞密度（8月28日）は0.28 cells mL^{-1}であった（図2）。本海域において本種は水温が20℃を超える夏季に現れ，水温が10℃前後に低下する秋季から冬季に消滅することが分かった。一方，同じ試料についてLAMP法による検出を試みたところ，検鏡では非検出であった8月2日上磯の試料についてカレニアの存在が確認された。一方，中央水試前浜では，直接検鏡，LAMP法ともに，カレニアは検出されなかった（図3）。

イ　対馬ー津軽ー宗谷暖流域における広域モニタリング

2017年6～10月の採水試料を直接検鏡した結果，カレニアは検出されなかった。しかしながら，LAMP法による検出を試みたところ，検鏡では非検出であった7月24日津軽海峡（DH 01，大鼻岬沖定点）の1試料についてカレニアの存在が確認された。

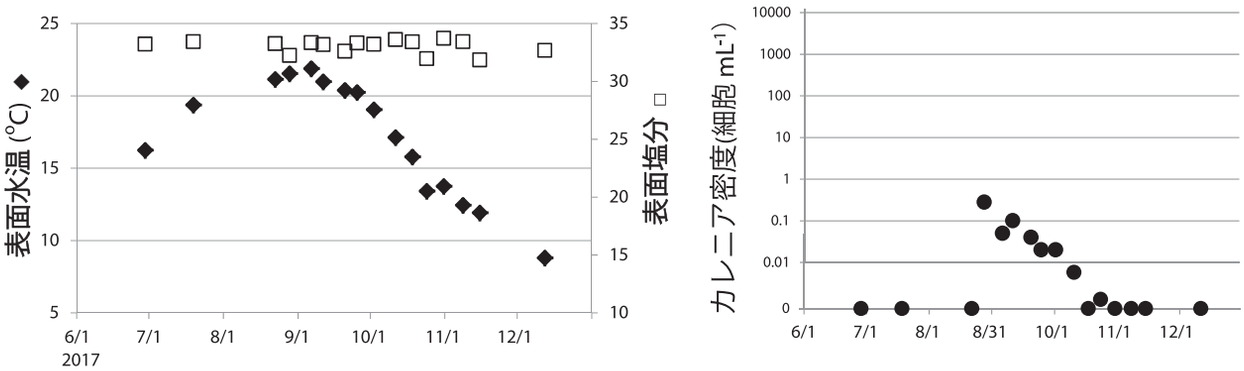


図 2　2017 年 6～12 月函館湾沿岸（函館水試前）における表面水温・塩分（左）およびカレニア細胞密度（右）の変動　茂辺地ではカレニアは検出されなかった

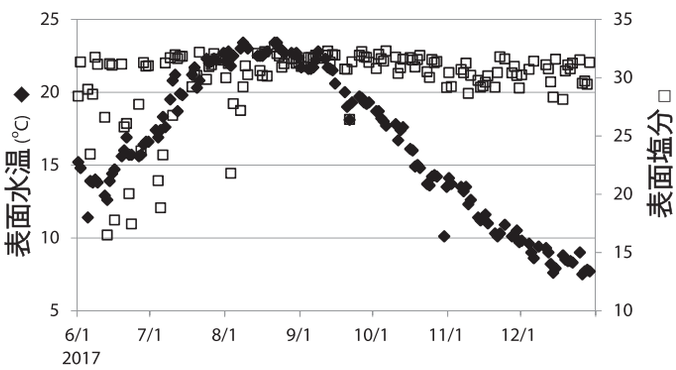


図 3　2017 年 6～12 月中央水試前浜における表面水温・塩分の変動　カレニアは検出されなかった

８．海況速報の高度化と浮魚類の漁場予測に向けた流れに関する基礎研究（経常研究）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**佐藤政俊　奥村裕弥**

（1）目的

漁業に関する研究に資するため，現行の海況速報に流れの情報を取り入れる。そのための利用可能なデータセットの構築に向け，船舶搭載型 ADCP による流速データ処理システムの構築を行う。加えて，流れの情報を用いた漁場予測の可能性を探るため，道東海域をモデルケースとして，予測の基盤となる同海域における沿岸・沖合それぞれの流動構造を解明し，流動場と浮魚類分布との関連性について明らかにする。

（2）経過の概要

釧路水試所属の試験調査船北辰丸を用いて，道東太平洋定期海洋観測調査（2017 年 4，6，8，10，12 月，2018年2月）を実施し，ADCP（音響式多層流向流速計：75 kHz）（RD Inc.，米国）により，沖合における流向流速を収集した。得られたデータを基に，品質管理と図示化プログラムの作成および，沖合の流動構造の解明を行った。

昨年度まで実施していた道東沿岸域における係留式流速計による調査結果から，同海域で卓越する日周変化について，要因の解明と予測の可能性を検討した。

流動場と浮魚類分布の比較については担当する釧路水試事業報告書に報告があるためここでは省略する。

（3）得られた成果

ア　ADCP データの各種処理プログラムの開発

昨年度に検討した品質管理項目を基に，補正・変換した 1 ピン毎（5 秒毎）のデータを，自動で品質管理・平均化・図示化するプログラムを作成した。メインの処理系は Fortran（コンパイラ：GFortran），全体の制御には Windows PowerShell（Version 5.1），作図には gnuplot（Version 5.0）を用いて実装した。全てオープンソース，もしくは Windows に標準搭載されているプログラムを用いて構築し，また汎用性・互換性の観点からデータは全てテキスト形式（CSV）で出力されるようにした。

これら流速データ処理システムの構築によって，データ処理を迅速化し，調査終了後に自動で数時間後には，全水深層の流速ベクトルの分布図を描けるようになり，速報などへの活用が可能になった。そこで，2017 年 6 月より，「道東太平洋沖の流速場」情報を新たに海況速報に追加し，関係者に配信している（図 1）。また情報

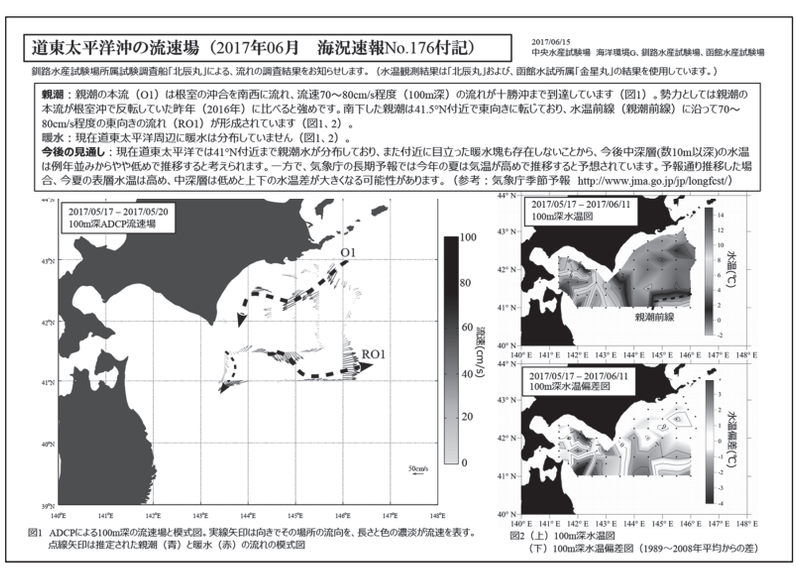


図1　ADCPによる100m深の流速場と模式図。実線矢印は向きでその場所の流向を、長さと色の濃淡が流速を表す。点線矢印は推定された親潮（青）と暖水（赤）の流れの模式図

図2（上）100m深水温図
（下）100m深水温偏差図（1989～2008年平均からの差）

図１　流れの情報「道東太平洋沖の流速場」配信例

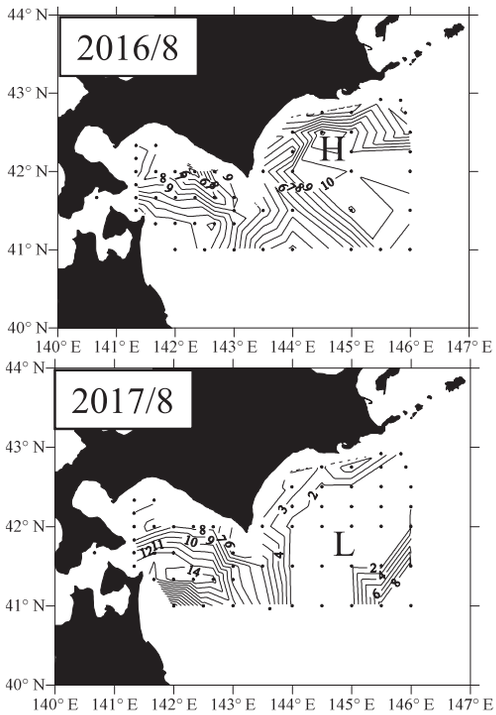


図２　100 m 深水温分布（上）2016 年 8 月，（下）2017 年 8 月

配信，研究への利活用はもちろんのこと，早期の図示化により不良データの増加なども明らかになるため，測器の状態把握も容易になった。

イ　道東太平洋沖合の流動構造の解明

2015～2016 年は 4，6，8 月に暖水（100 m 深 5℃ 以上）が襟裳以東の道東太平洋沖に広く分布していたが，2017 年度の同時期には南の一部にしか暖水が分布せず，暖水塊の影響が見られない年であった（図 2）。そこで，2015～2016 年度を暖水塊が分布した年（以下，暖水年），2017 年度を暖水塊の影響が見られなかった年（以下，親潮年）として，両者の流れの季節変化を記述する。

4 月の流れを見ると，暖水年は定期海洋観測海域内に南から暖水を運ぶ流れが分布しており，親潮は根室沖で反転していた（図 3）。一方，親潮年では南西向きの親潮が根室沖から釧路沖を通り，襟裳岬の東まで連続して流れていた。

6～8 月（6 月は 8 月に準ずるため図は省略）には，暖水年は暖水の影響が広い範囲に及び，特に 2016 年 8 月には時計回りの強い暖水塊が観測海域のほとんどを覆っていた。一方で，親潮年は根室沖から襟裳岬の東まで伸びる親潮が明瞭に見られ，さらにその沖側には親潮の反転流が分布しており，道東太平洋沖の広い範囲が親潮の影響化にあった。

10～12 月は親潮面積が減少する時期に当たり，各年毎の違いが大きい。2015 年は根室沖に北東向きの流れがあり暖水塊の影響がうかがわれる。一方で，同じ暖水年でも 2016 年度の根室沖は南西向きとなっており，2017 年度と同じ向きの流れとなっている。しかし 2016 年度は暖水（100 m 深 5℃ 以上）が分布するのに対して，2017 年度は冷水が分布しており，流れの向きは同じでも運ばれる水塊が異なっていた。

2 月は暖水年，親潮年ともに親潮の伸長にあわせて，根室沖から釧路沖まで冷水を運ぶ強い西～南向きの流れが見られた。

このように，2015～2017 年度に限れば，暖水年と親潮年の流れは 4 月時点での道東太平洋観測海域内において，暖水の分布，親潮の根室沖での反転などの明確な違いが見られた。これは今後の海況を予測するうえで重要な知見だと考えられる。しかしながら，暖水塊の挙動は変動が激しい事が想定されるため，今後もデータを積み重ね検証する必要がある。

ウ　道東沿岸流の流動構造の解明

昨年度までの調査および解析では，道東沿岸には平均流として岸に沿って根室から襟裳へ流れる流れ（沿岸親潮）が通年を通して存在するが，その中でも風による沿岸湧昇や日周変化等の短期変化が卓越する事を明らにした。この日周変化については落石，厚岸，広尾の岸に平行な流速成分が 24～25 時間周期を示し，その位相は各海域で異なる事を明らかにした。今年度はこの日周変化について，要因の解明と予測の可能性について検証を行った。

変動要因となりうる 24～25 時間周期の外力において，最も可能性が高いのは潮汐だと考えられる。そこで落石海域の岸に平行な流速と，周辺の花咲，釧路の潮位データの比較を行った。その結果，落石の流速は単純な花咲，釧路の潮位とは対応しないが，釧路－花咲間の潮位差と比較すると，流速が最も速くなる時間帯と潮位差が負のピークになる時間帯がよく対応していた（図 4）。この釧路－花咲間の潮位差が負のピークとなる場合は，上流から下流にかけての水位差が大きくなることを示しており，流速が早くなることと矛盾しない。

次により詳細な関係を調べる為に，潮位差と各地の流速のラグ相関を取って検討した（図 5 上）。その結果，最も相関が高くなったのは，落石では釧路－花咲間の潮位差と 0 時間，厚岸では潮位差に遅れて 7 時間後，広尾（豊似）及び広尾（坂の下）では潮位差から遅れてそれぞれ 27 時間後，29 時間後となった。この時間差

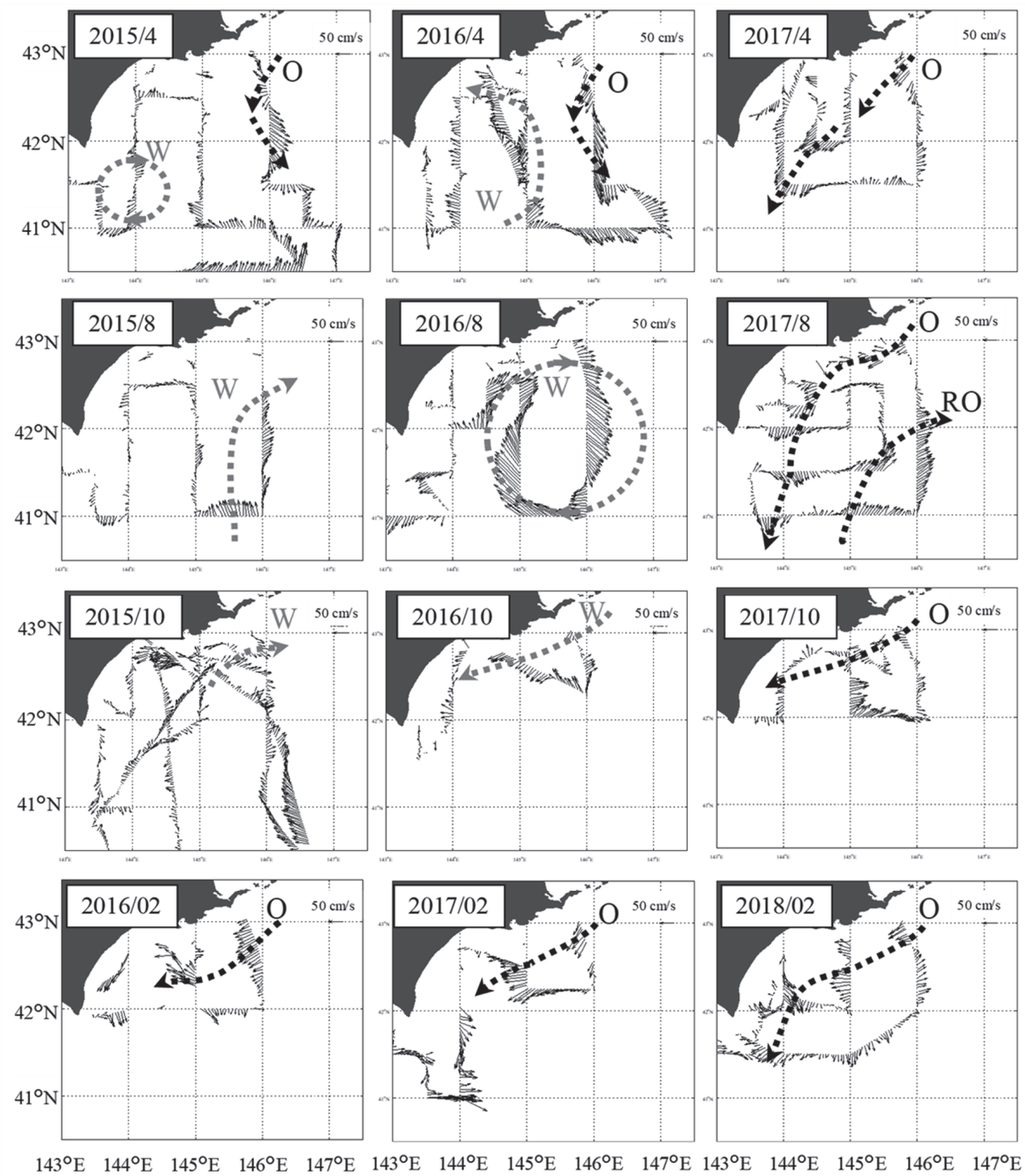


図３　100 m 深流速分布　実線矢印は向きでその場所の流向を，長さが流速を表す
点線矢印は推定された親潮（O：黒色）及びその反転流（RO：黒色）と暖水（W：灰色）の流れの模式図

と各地点間の距離から伝搬速度を計算するとおよそ7～8 km/h となり，一定の速度で根室から襟裳にかけて伝搬している事が示唆された。また相関係数は落石が最も高く，次に厚岸，広尾の順である事からも，上流から下流むけての何らかの波動が伝搬していることが示唆される。

このように，各地の流速の日周変化は釧路－花咲間の潮位差と，地点毎の位相のずれで説明できる事が明らかになった。そこで，これらを用いた予測の可能性を調べる為に，実潮位ではなく天文潮位との関係も調べた（図５下）。その結果，各地の相関は実潮位よりは低くなるが，位相のずれなどは実潮位と同様の傾向が見られた。すなわち，今回の結果から同海域（根室～広尾）において，天文潮位を用いて日周変化を予測できる可能性が示された。

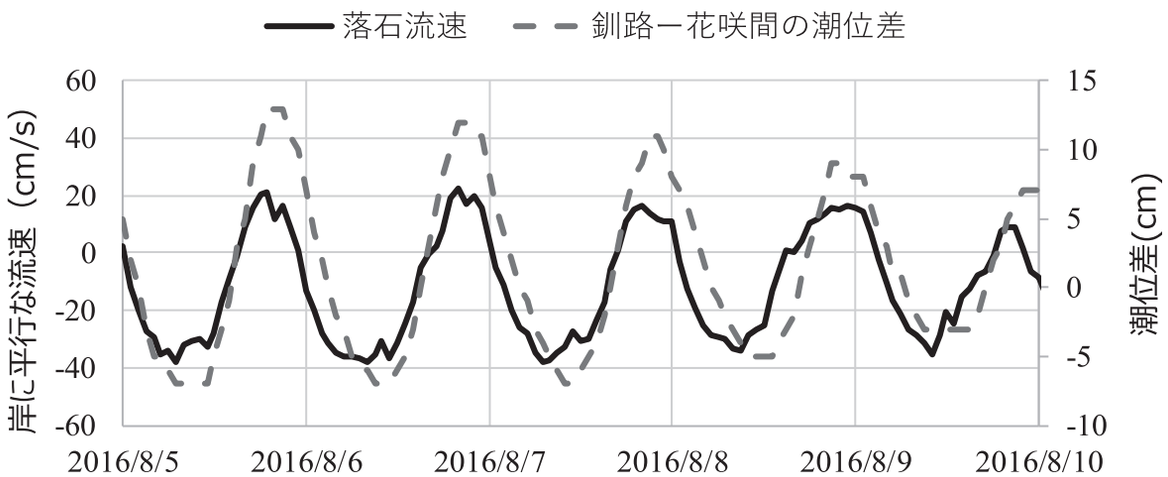


図４　落石海域での岸に平行な流速成分（正が千島列島向き）の日変化と釧路－花咲間の潮位差

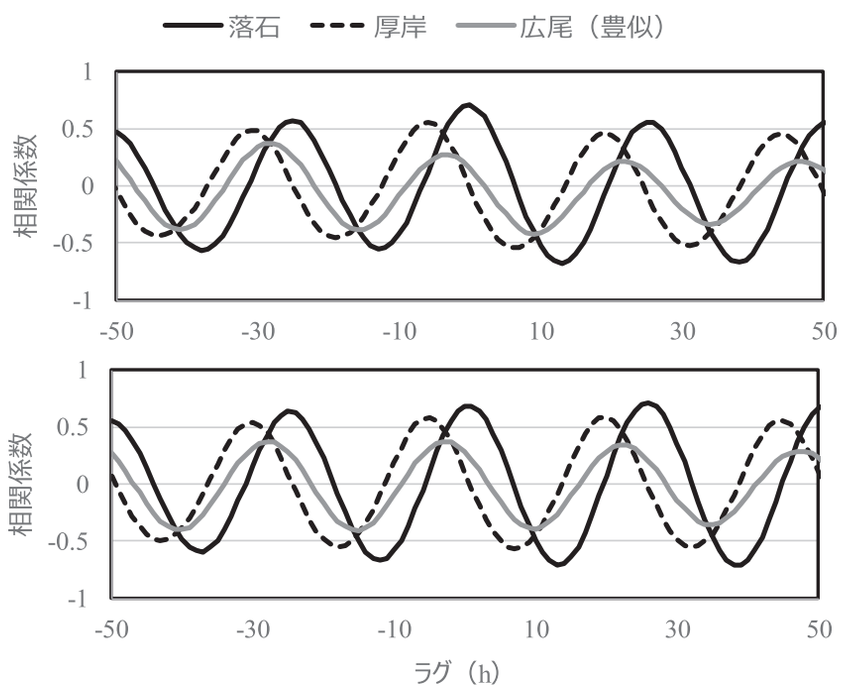


図５　釧路－花咲間の潮位差と各海域における岸に平行な流速成分のラグ相関（上）実潮位（下）天文潮位

9．資源評価調査事業（公募型研究）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**志田　修　星野　昇　坂口健司　三原栄次　山口宏史　和田昭彦　中明幸広**

（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我が国周辺水域資源調査・評価等推進事業の資源評価調査のうち，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

「平成29年度資源評価調査計画」に基づき，以下の調査を実施した。なお，試験調査船おやしお丸が平成22年1月末日をもって用途廃止となったため，23年度まで実施していたスルメイカの漁場一斉調査は24年度から函館水試に移管した。また，沖合域海洋観測調査とスケトウダラの新規加入量調査については北洋丸で実施した。

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収得した。

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収得した。

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，電子ファイルで北海道区水産研究所および日本海区水産研究所に提出した。

9．1　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　**星野　昇**

（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。

2017 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 12 日～10 月 23 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 EK 60（シムラッド社製）による音響データ収集（38 および 120 kHz）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分布量を推定した。

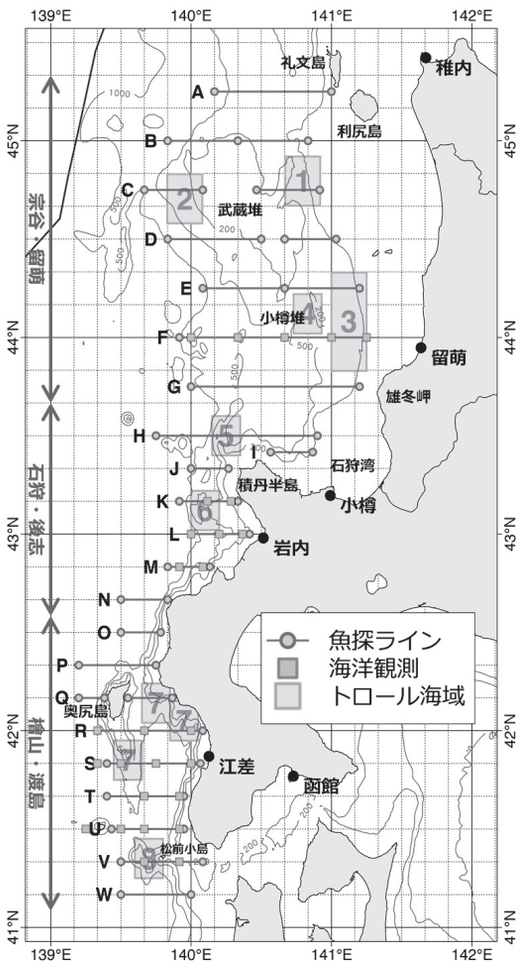


図 1　産卵群漁期前分布調査の調査海域
実線は魚探調査ライン

（2）得られた結果

ア　産卵群漁期前分布調査

2017 年度調査では，積丹半島周辺から岩内湾（図 1 のライン H～M）および奥尻海峡（ライン Q 東）において，大きな反応が見られた。海域別の反応量は，宗谷・留萌海域で前年比 1.20 倍，石狩・後志海域で前年比 1.29 倍，檜山・渡島海域で前年比 1.14 倍となり，各海域とも前年度より増加した（図 2）。

トロール網で採集されたスケトウダラの尾叉長組成は，武蔵堆西や小樽堆西では，尾叉長 20 cm 前後の 1 歳魚（2016 年級）と 20 cm 台後半の 2 歳魚（2015 年級）を主体とした未成魚が多く，これらに 35 cm 以上の成魚が混じる組成となっていた。魚探反応量の大きかった積丹沖と岩内沖では 35 cm 以上の成魚が主体であった。檜山・渡島海域では 35 cm 以上の成魚が主体であったが，相沼沖と奥尻島東では 20 cm 台後半の 2 歳魚も採集された（図 3）。

調査海域全体のスケトウダラの産卵親魚の分布量は 6.5 万トンと推定され，2015 年以降は微増傾向で推移している（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。

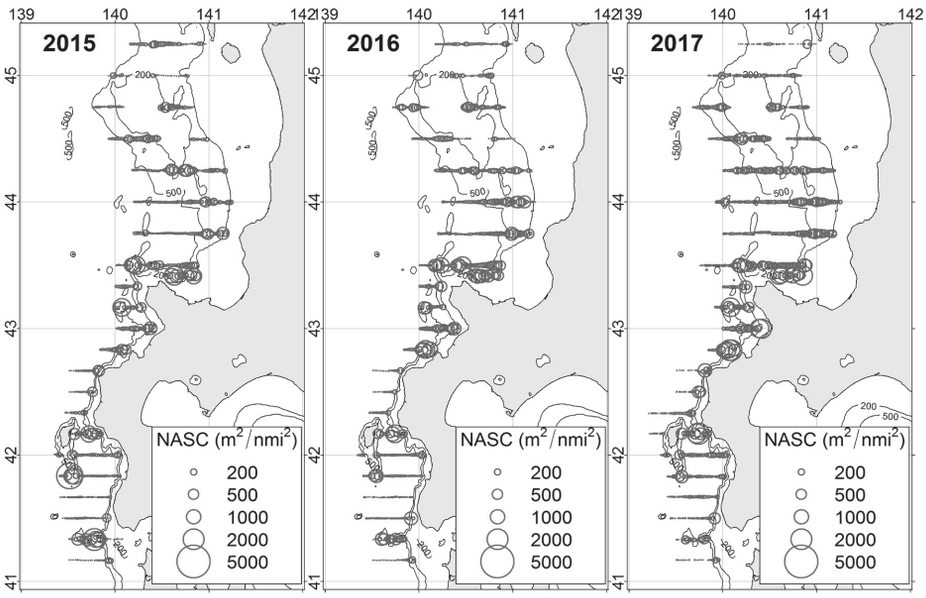


図２　産卵群漁期前分布調査におけるスケトウダラの分布
丸の大きさは反応の強さ：NASC(m²/nm²) を示す

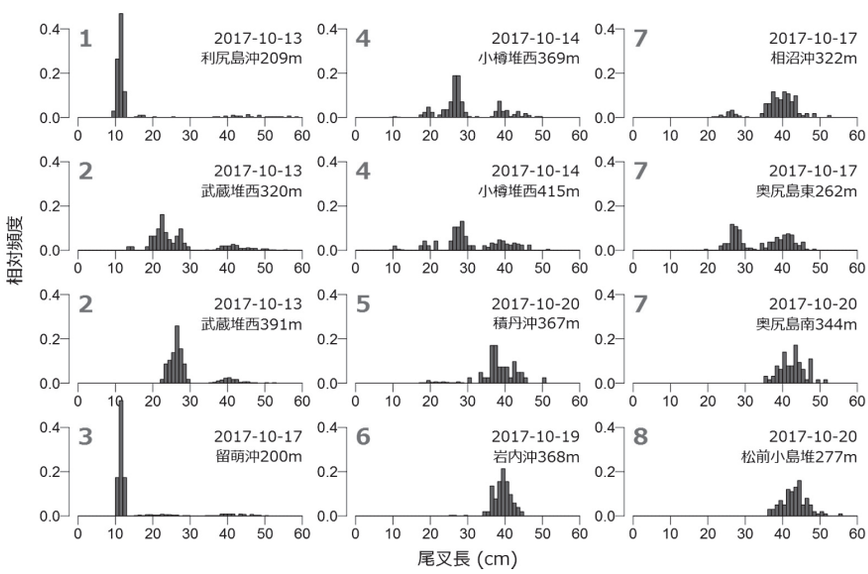


図３　産卵群漁期前分布調査により採集されたスケトウダラの尾叉長組成
図中左肩の数字は図１のトロール海域番号を示す

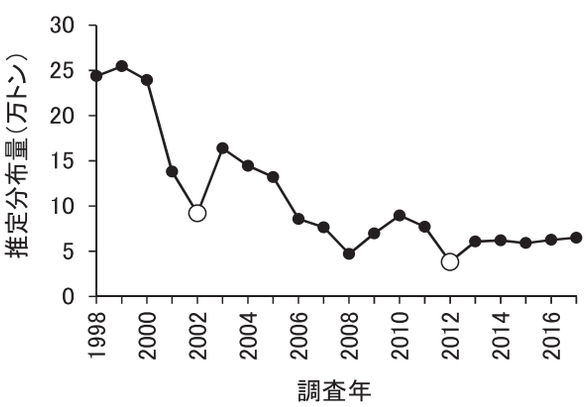


図４　産卵群分布調査から推定されたスケトウダラ産卵親魚の分布量の推移
2002，2012 年度は荒天により調査点数が少ないため参考値

10．日本周辺国際資源評価事業（日本周辺クロマグロ調査事業）（公募型研究）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

（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，平成16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，我が国も平成17年に加盟した。また，平成7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，我が国海域および隣接する公海を回遊するマグロ資源の資源評価と，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

余市郡漁協で水揚げされたクロマグロの魚体測定を行った。

（3）得られた結果

2017年は北海道全体で909トン，海域別には道北日本海で6トン（2016年：4トン），道央日本海で40トン（同10トン），道南日本海で189トン（同49トン），道南太平洋で670トン（同250トン），オホーツク海で2トン（同1トン）と，全道的に著しく来遊が多くなり，とくに道南太平洋では1976年（629トン）以来の突出した漁獲となった。

2017年の後志管内における荷受け伝票集計地区としている余市郡，寿都町，島牧の3漁協に荷受けされた漁獲量は2.1トン（78尾）と前年（0.5トン，39尾）を大きく上回った。余市郡漁協で合計56個体のクロマグロの尾叉長を計測した。

11．資源量推定等高精度化推進事業（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　**星野　昇**

（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」と名称変更し，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る。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う。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明らかにする。

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う。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う。

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）の経年変化を把握する。一方で，飼育実験（北海道区水産研究所が実施）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する。

（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わかった。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を確認した。

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わかった。この結果は，北海道区水産研究所（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　北海道区水産研究所，北海道大学水産科学研究院，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，漁業被害が古くから問題となってきた。一方，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。近年，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。

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

平成 29 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北海道区水産研究所で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

2017 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 5 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）を採取した。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。

試料採取した個体の生物学的特性値を表 1 に示す（雌は 1 個体分の測定値）。雄は 4 個体で平均体重 773 kg，雌は 1 個体で体重 210 kg であった。

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。2016 年度（10～翌 6 月）の総漁業被害額は 13.5 億円であり，前年度から 2.5 億円減少した。

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が少ない等の情報があった。21 個体の混獲個体より鰭標本を収集した。

表 1　2017 年度に石狩湾および積丹半島周辺で採取されたトド標本の概要

性別	頭数	平均体重（kg）	平均体長（cm）	平均全長（cm）	平均胸囲（cm）	平均脂肪厚（mm）
雄	4	772.5	1237.0	1181.5	1083.7	114.8
雌	1	210.0	213.0	233.0	143.0	53.0

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おり，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

平成 29 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，目視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平成 29 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　目視調査（稚内水試・中央水試）

2017 年 5 月に北海道区水産研究所所属調査船北光丸に同乗して実施した。調査員 2 名が双眼鏡および肉眼で観察した。のべ 1,414 km の探索を行い，オットセイ 117 群 132 頭を発見した。武蔵堆周辺海域で多くの個体が発見された。また，漁船や漁具との空間的な重複度を調べたところ，積丹以北では両者はほとんど重複していなかった。

オットセイの来遊数および漁業被害額の多い積丹～道南海域は上記北光丸による調査ではカバーされていないため，2017 年 4 月と 2018 年 3 月に函館水試所属調査船金星丸によって目視調査を行った。4 月にはのべ 442 km を探索し，21 群 25 頭のオットセイを確認した。3 月にはのべ 442 km を探索し，6 群 7 頭のオットセイを確認した。

イ　回遊経路調査（北大 FSC）

2017 年 4，5 月に 4 頭のオットセイを生体捕獲して衛星発信器を装着し，再放流後の移動経路を追跡した。

ウ　生態等調査（稚内水試，北大 FSC）

（ア）生物学的特性調査

a　標本採集および外部計測（北大 FSC）

2017 年 5 月 3 日から 6 月 13 日に松前沖において採捕された個体から標本を採取し，生物測定，年齢および性成熟状態について調査を行った。採捕された 10 個体のうち 9 個体が雄であった。

b　生物学的特性分析（稚内水試）

上記標本 10 個体の解剖を行い，これまでの標本を加えて精査した結果，日本海に来遊する雄個体の多くは生理的に成熟していた。また本種のヒゲは年齢によって変色し，雌雄とも性成熟を迎える 5 歳以上の個体はすべて白色を呈していた。

c　食性調査

（a）胃内容物分析（稚内水試）

上記標本の胃内容物 1 次ソーティング結果に基づく速報は次の通り。10 個体中空胃は 1 個体，若干の痕跡を含む空胃は 2 個体であった。空胃を除く胃内容物重量は 1.9 kg～13.8 kg で，体重の 1.1～8.2% の範囲にあった。主な出現餌生物はマダラ（77.8%）およびドスイカ（66.7%）であった。これまで主要な餌生物であったホッケの出現頻度は前年までと比較して 33.3% と低かった。

（b）腸内容物の DNA 分析（北大 FSC）

上記標本の腸内容物の DNA 分析を行った結果，ホッケ，ドスイカ，マダラ，スルメイカ等が検出された。

エ　総合解析（中央水試）

オットセイによる漁業被害統計を整理した結果、宗谷～後志北部では刺網、後志南部では底建網・定置網，道南では刺網や敷網等で被害が多かった。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．水産生物の環境履歴と水産資源変動（公募型研究）

担当者　資源管理部　**志田　修**

（1）目的

潮汐の 18.6 年振動と同期した海洋の長期変動が，直接・間接的に水産資源（スケトウダラ，マアジ，マサバ）に与える影響を，耳石日輪解析による初期生活史の把握，耳石日輪の高解像度安定同位体分析による仔稚魚の環境履歴復元と生態系魚類モデルを用いた解析により明らかにすることを目的とする（研究期間は平成 27～31 年）。釧路水産試験場が分担するスケトウダラ太平洋系群については，環境変動の影響を受けて利用する海域を変化させている可能性が示唆されていることから，仔稚魚期に分布する海域の違いに着目し，過去から現在まで，どの海域に分布していた仔稚魚が資源を支えていたかを明らかにする。

（2）経過の概要

2017 年 9 月 6 日および 7 日に釧路水産試験場が実施したシシャモ漁期前調査により採集されたスケトウダラ稚魚（0 歳魚）の尾叉長および体重を測定し，耳石を採集した。稚魚の採集場所および尾数は表 1 に示した（稚魚採集方法の詳細は平成 29 年度釧路水産試験場事業報告書を参照）。

（3）得られた結果

音調津沖の調査点においては，合計 354 尾のスケトウダラ稚魚が採集された。これらの尾叉長は，88～141 mm（平均 114 mm），体重は 3.9～18.6 g（平均 9.8 g）の範囲にあった（図 1）。

今年度の北海道区水産研究所および東京大学大気海洋研究所の課題分担者による調査結果から，スケトウダラの主たる研究フィールドとしていた噴火湾海域においては，塩分濃度と酸素同位体偏差 $\delta^{18}O$ の関係式を用いた温度推定値の補正が難しいことが明らかになった。このため，平成 30 年度以降は補正方法も含めた解析技術の改良に重点をおいて研究を進めることとなった。また，北海道区水産研究所担当の課題検討の中で，スケトウダラ耳石の透明度が低いため，従来の方法では，日齢を計測可能な耳石薄片標本から $\delta^{18}O$ 分析に十分な試料を掘削できないことがわかった。このため，平成 30 年度以降は，北海道区水産研究所が担当する，耳石を用いて微量の試料から分析を行う新しい手法を試すこととした。これらの状況から，研究期間内に道総研水産試験場の担当する海域の標本分析を行うことは難しいと判断されたので，スケトウダラ課題の研究計画を変更して，北水試の担当課題を休止（予算の配分を受けない協力者として研究チームに残る。分析技術が確立した際に，噴火湾海域の標本と比較できるように，標本の採集・確保については協力する）することとした。

表 1　調査線および採集情報

調査線名	音調津沖	音調津沖	音調津沖
水深（m）	30	50	70
採集年月日	2017/9/6	2017/9/7	2017/9/7
底水温（℃）	13.4	12.1	11.0
採集尾数	2	35	317

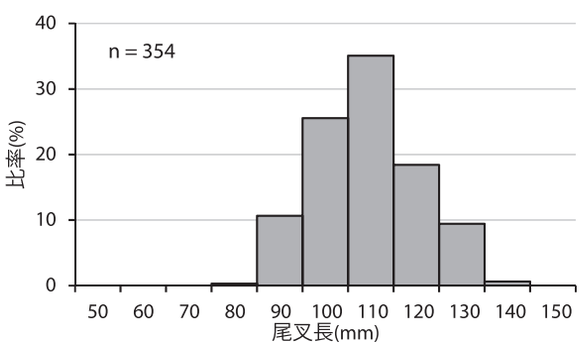


図 1　2017 年に音調津沖において採集されたスケトウダラ稚魚の尾叉長組成
（調査点ごとの採集尾数で重み付けした結果）

15. 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。

15. 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　**志田　修　星野　昇　坂口健司　三原栄次　山口宏史　和田昭彦　中明幸広**

(1) 目的

委託業務処理要領に基づき，当水試においては次の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。

(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平成29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ンネットホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/）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2017年度版（冊子）」にとりまとめ，成果の普及，啓発を広く図った。

15．2　資源管理手法開発試験調査
15．2．1　ハタハタ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**三原栄次　星野　昇**

(1) 目的

ハタハタは道西日本海海域の重要な漁業資源であり，関係漁業者によって組織された漁業者協議会において毎年の資源管理方策を定め実践している。将来にわたって資源を有効に利用するため，毎年の来遊状況を予測し情報提供するとともに，漁業の実態に見合ったより適切な資源管理手法を開発することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア　漁獲物調査

漁獲物から標本採集を行い，生物測定を実施した。標本採集を行った産地の漁獲量と荷受け記録に基づき，漁獲物の年齢・体長組成を推定した。

イ　沖合分布調査（漁期前分布調査）

秋漁期直前の資源状態を把握するために，9，10 月に留萌管内の沖合域で，稚内水産試験場所属試験調査船北洋丸によるトロール調査を行った。

ウ　稚魚分布調査

当歳群の発生状況を把握するために，2017 年 5 月 23 日に石狩市厚田区沿岸において地びき網による稚魚分布調査を行った。

(3) 得られた結果

各調査の結果については，「1　漁業生物の資源・生態調査研究－1．9 ハタハタ」の項にあわせて記載しているので，そちらを参照。

各調査の結果に基づき，2017 年秋漁期に漁獲対象となる資源の状態を評価し，関係漁協等に情報提供した。さらに，当該資源を管理するため漁業者で組織する「日本海北区ハタハタ漁業者実践会議」における資源管理計画策定の検討資料として，以下のとおり提示した。

漁期前分布調査では合計 8 個体の雄しか採集されず，そのうち 6 個体が 1 歳，2 個体が 2 歳であった（図 1）。採集状況に基づき，魚体は 2 歳魚主体であった前年より小さめになる可能性があること，1 歳魚（2016 年級）と 2 歳魚（2015 年級）は稚魚分布調査での採集量も少なかった（図 2）ことから，来遊資源量全体としては低水準が続くことを予測した。また，漁期前分布調査において雌個体を得られなかったことから，沿岸来遊時期は予測できなかった。

これを受けて，沖合底びき網漁業，えびこぎ網漁業，沿岸漁業（刺し網，小定置）のそれぞれに，2017 年秋漁期の資源管理計画として，漁獲量の上限目安，禁漁区，漁期の制限などが策定，実施された。

当事業の 5 か年の事業成果を別途報告書（受託研究　北海道資源生態調査総合事業　資源管理手法開発試験調査報告書（平成 25～29 年度））にとりまとめた。

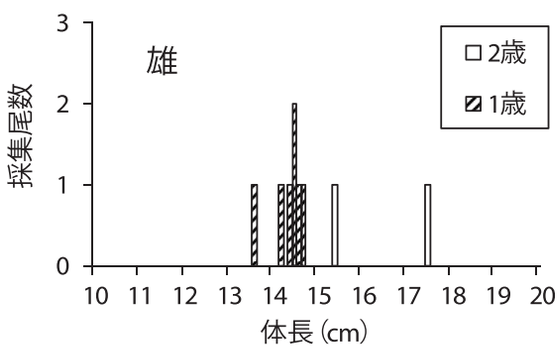


図 1　漁期前分布調査（2017 年 9 月）で採集された個体の体長－年齢組成

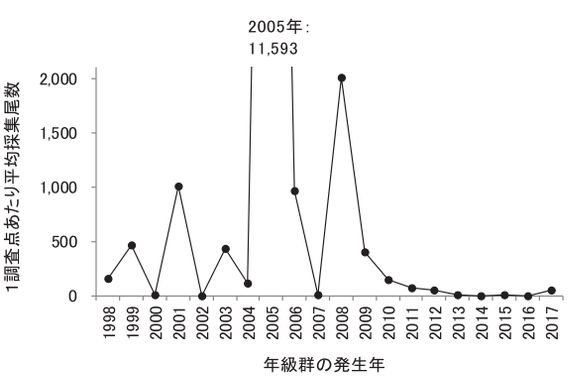


図 2　稚魚分布調査による各年級群の平均採集尾数の推移

15．2．2　ホッケ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**坂口健司**
海洋環境グループ　**品田晃良**

（1）目的

ホッケは北海道の沿岸および沖合漁業にとって最も重要な漁業資源の一つである。この資源を持続的に利用するための資源管理方策に関連する資源生物学的特性を明らかにすることを目的とする。なお，本課題は，稚内，函館，網走水産試験場と共同で実施した。

（2）経過の概要

ア　再生産に関与する環境要因の検索（平成 28～29 年度）

道央日本海～オホーツク海におけるホッケの再生産成功率（RPS）と道北日本海沖合（北緯 44–45°，東経 137–138 °）の表面水温の関係を調べた。また，水温が再生産成功率に与える影響のメカニズムについての仮説を検討した。なお，道北沖合の水温データは IGOSS（全世界海洋情報サービスシステム）から入手したものである。

イ　再生産モデルの構築（平成 28～29 年度）

ホッケ道北系群について「加入量が悪い年級」の判別モデルを構築するため，再生産関係と海洋環境情報を用いて検討を行った。まず，1985～2016 年級の親魚量と加入量について階層的手法（完全連結法）を用いて分類した。次に，親魚量が少ない群については加入量と相関関係が認められたので回帰分析を行った。さらに，札幌管区気象台が提供している「北海道沿岸域の海面水温情報（http://www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/engan.html）」から，ホッケ道北系群の産卵場である宗谷地方日本海沿岸と留萌地方沿岸北部および南部におけるふ化期（11～12 月）の平均値を特徴量として加えサポートベクターマシンによる判別モデルを構築した。

（3）得られた結果

ア　再生産に関与する環境要因の検索

道央日本海～オホーツク海におけるホッケの再生産成功率（RPS）と 12 月の道北日本海沖合の表面水温には負の相関関係が認められた。また，2010，2014，2016 年級のように近年は高水温で低 RPS の年が頻発しており，逆に低水温で高 RPS の年がほとんど出現していない。

12 月はこの海域のホッケの産卵期～ふ化期に相当する。産卵期～ふ化期に水温が上昇することによるホッ

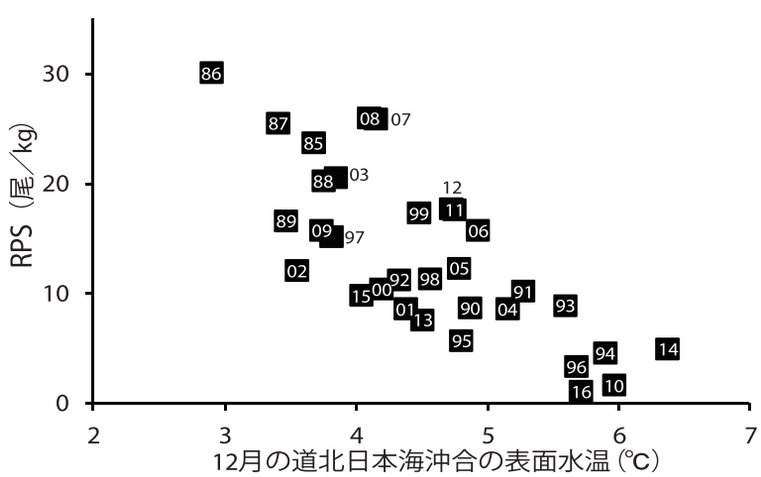


図 1　道央日本海～オホーツク海におけるホッケの再生産成功率（RPS）と前年 12 月の表面水温の関係
※全世界海洋情報サービスシステム（IGOSS）から入手した道北日本海沖合（北緯 44-45°，東経 137-138°）の 12 月の表面水温，数字は加入した年級の下 2 桁

ケの再生産への影響としては，産卵可能な海域の面積が狭くなる，産卵時期が遅くなる，産卵からふ化までの期間が短くなる，仔稚魚の代謝が高まる，稚仔魚の成長が早まる，鉛直混合が低調となることで春季のブルームが小規模となり餌環境が悪くなる，雄による卵塊の保護活動の負担が大きくなるなどの影響が考えられた。このうち成長が早まる効果はRPSの上昇の要因と考えられるため，RPS低下の要因としては却下された。今後，ホッケの資源変動のメカニズムを解明して資源管理に活用するためには，どの要因がホッケのRPSに強い影響を与えているか1つずつ検証するとともに，新たな要因の候補を考案して設定する必要がある。

イ　再生産モデルの構築

階層クラスター解析分析の結果，「親魚量が少ない年級群」は，約5.7万トン以下である1985～1989年級および2007～2016年級と判定された。また，「加入尾数が少ない年級群」は約2.5億尾以下の2010年級および2012～2016年級であった。次に，親魚量と加入尾数の関係を解析した結果，「加入尾数が少ない年級群」はすべて「親魚量が少ない年級群」で発生していることが明らかとなった。それ以外の年級群の最低値は，2006年級の6.4万トンであった。

続いて，「親魚量が少ない年級群」について親魚量を説明変数，加入尾数を目的変数として単回帰分析を行った。その結果，「親魚量が少ない年級群」については親魚量と加入尾数に明瞭な直線関係が認められた（$n=15$，$r^2=0.55$，$p<0.01$）。また，外れ値の判定基準の一つであるクックの距離をそれぞれの年級について計算した結果，2010年級のクックの距離のみが外れ値の基準である0.5を超えていた。このことは，2010年級は親魚量以外の要因で加入尾数が少なかったことを示唆している。

最後に，「親魚量が少ない年級群」を推定するため親魚量と秋季（10～12月）の平均海面水温を特徴量としてサポートベクターマシンによる分類器を作成した。その結果，親魚量が約3万トン未満ならば10～12月の平均海面水温が高いほど「加入尾数が少ない年級群」になると推定される結果が得られた。今後、実測値を用いて本モデル（分類器）を検証することにより早期に加入尾数の予測が可能となる可能性がある。

しかし，この分類器では2010年級については誤った分類をしていた。前述の様に2010年級は親魚量との直線関係も認められなかったことから，2010年級の加入尾数が少なかった要因について今後明らかにしていく必要がある。また，水温と再生産の直接の因果関係については不明な点が多く，精度の高い加入尾数予測の提示のためには，この因果関係について検討を進める必要がある。

16. 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　**星野　昇**

（1）目的

石狩湾系ニシンの漁獲量は1997年以降に増加し，近年では数百～2千トンで変動している。これは1995年級群の出現を契機として資源が増大したためであるが，日本海ニシン資源増大（増大推進）プロジェクト（平成8～19年度：以下，ニシンプロジェクト）における種苗放流事業の実施や資源管理の取組も下支えになっている。

平成20年にニシンプロジェクトは終了し，以降も資源を維持増大させるためには，種苗放流と資源管理の継続が必要と判断された。そこで，「日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会」が種苗放流事業を継続するとともに，種卵の安定確保や資源管理方策の策定に必要となる漁況予測を実施することとなった。このうち，漁況予測に関しては，専門的技術と知見を有し，調査実績を持つ中央水産試験場と稚内水産試験場が調査を受託して実施している。

（2）経過の概要

ア　2017漁期年度の漁況予測

10月に実施した留萌管内沖合海域におけるトロール調査（稚内水試試験調査船北洋丸）で採集されたニシンの年齢組成から，2017年度漁期に主体となる年級群やその豊度を把握した。また，12月と1月に石狩市沿岸においてニシン刺し網漁期前調査（石狩湾漁協青年部主体）を実施した。これらの結果に基づき，来遊資源量水準，魚体，盛漁期について予測をまとめ公表した。

イ　2017漁期年度の来遊状況把握

（ア）漁獲量および漁獲物組成

漁業生産高報告および石狩湾周辺の各漁協の庭帳，関係水産技術普及指導所による日別漁獲量（暫定値）を集計し，漁獲量を把握した。なお，漁獲量の集計は5月1日～4月30日までを単年度範囲としており，実質的には大半が1～3月の漁獲である。5月頃に石狩海域等で漁獲されるニシンは別系群の可能性があるため含めていない。また，主要産地において標本採集・生物測定を実施し，漁獲物の年齢・体長組成を把握した。

（イ）資源量推定

得られたデータや統計値に基づき，2017年度までの年齢別漁獲尾数を推定し，VPAにより年齢別資源量を推定した。VPAの方法詳細は，水試ホームページ掲載の資源評価書等を参照。

（ウ）漁況予測の検証

漁期前の予報内容と来遊状況を対比することで，予測を検証した。

ウ　稚魚分布調査

2017年級群の豊度を把握するために仔稚魚の分布状況を調査した。6月に石狩川河口付近の砂浜域において，計4回，地曳網により仔稚魚を採集した。

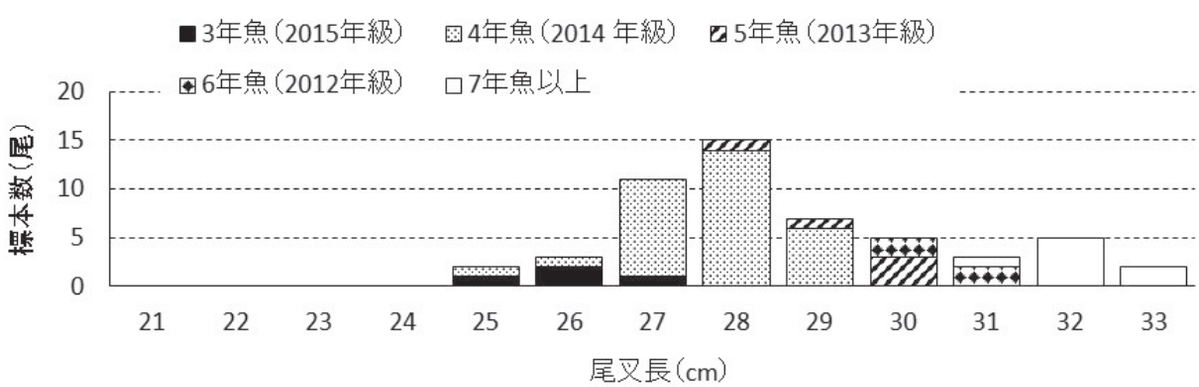


図1　調査船トロール調査（2017年10月）で採集されたニシンの年齢・体長組成

(3) 得られた結果

ア　2017 漁期年度の漁況予測

10 月のトロール調査では，採集されたニシンのうち 4 年魚（3 歳；2014 年級群）が 60%，3 年魚（2 歳；2015 年級群）が 8% を占め，6 年魚以上の採集も比較的多く（図 1），漁期序盤には大型魚のまとまった来遊があると考えられた。3 年魚は漁期後半に来遊するが，2015 年級群は 2014 年級群同様に成長が良く漁獲規制の下限目合である 2.0 寸目で漁獲対象となり，過度な漁獲圧をかけないよう注意する必要があった。以上から，①序盤は大型群，2 月中に 4 年魚主体で盛漁期となる，②3 月に来遊する 3 年魚の来遊量は 2016 年度に及ばないものの近年では比較的多くなる，③4 年魚以上の資源重量としては 2009 年度以降の高水準範囲にある等と予測し，2017 年 12 月 4 日付で発表した。

イ　2017 漁期年度の来遊状況把握

（ア）漁獲量および漁獲物組成

2017 年度の漁獲量は暫定で 2,513 トンで（図 2），石狩湾の沿岸全域で好漁となり，全体に占める量は少ないが留萌南部沿岸でも数年ぶりの漁獲増となった。

漁獲物の年齢組成は 4 年魚（3 歳；2014 年級）が全体の 62% と最も多く，次いで 3 年魚（2 歳；2015 年級）と 5 年魚（4 歳；2013 年級）が同程度で漁獲された（図 3）。6 年魚以上の大型群も序盤の漁を支えたが，2016 年度に比べると少なかった。漁期については，1 月 10 日の解禁当初から石狩湾沿岸で好漁となり，例年来遊時期の遅い厚田沿岸でも序盤から来遊があった。1 月下旬から 2 月上旬にかけ，4 年魚の来遊が本格化し盛漁期

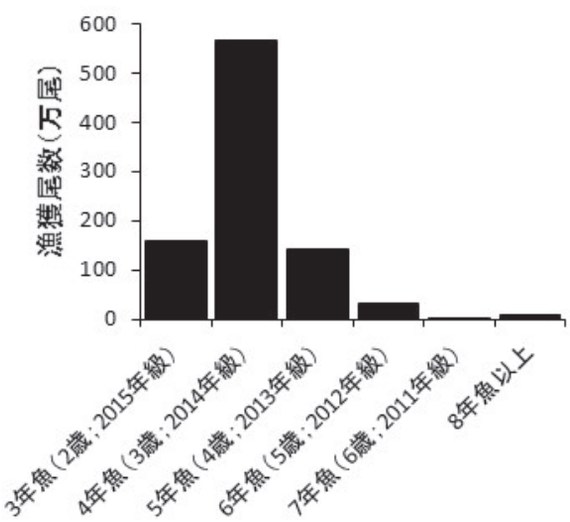


図 3　2017 漁期年度における漁獲物年齢組成

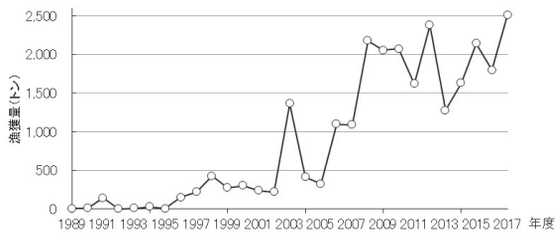


図 2　石狩湾系ニシンの漁獲量推移

となった（図 4）。3 月には 3 年魚の割合が増え石狩方面ではまとまった漁となる日があったが，資源管理の観点から石狩市沿岸では 3 月 15 日をもって自主的に終漁した。（図 4）。

（イ）資源量推定

VPA による 2017 漁期直前の 4 年魚（3 歳）以上の資源重量は，資源量が大きく増加した 2009 年度以降で 3 番目の高水準と推定された（図 5）。

（ウ）漁況予測の検証

来遊組成，来遊量，来遊時期の傾向ともに概ね漁期前予測の通りに推移した。

ウ　稚魚分布調査

2017 年度の採集量は全体で 234,450 尾と推定され，1998 年の調査開始以降で最も多かった（図 6）。稚魚の平均体サイズは例年並みであった。離岸期まで相当量の稚魚が生き残ったとみられ，2017 年級が豊度の高い

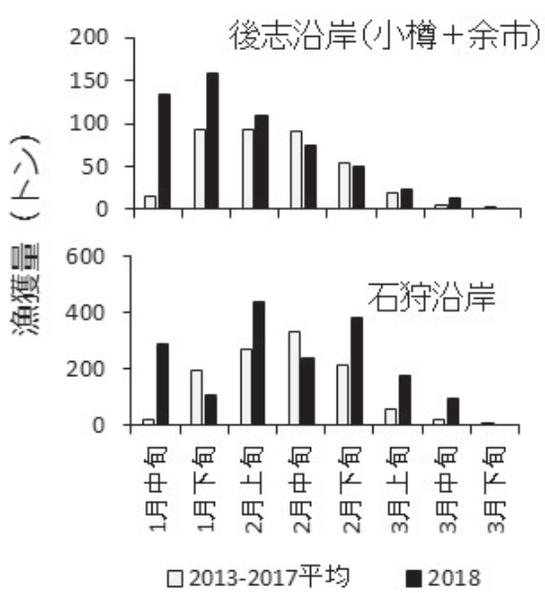


図 4　2017 漁期年度（2018 年 1-3 月）における旬別漁獲量

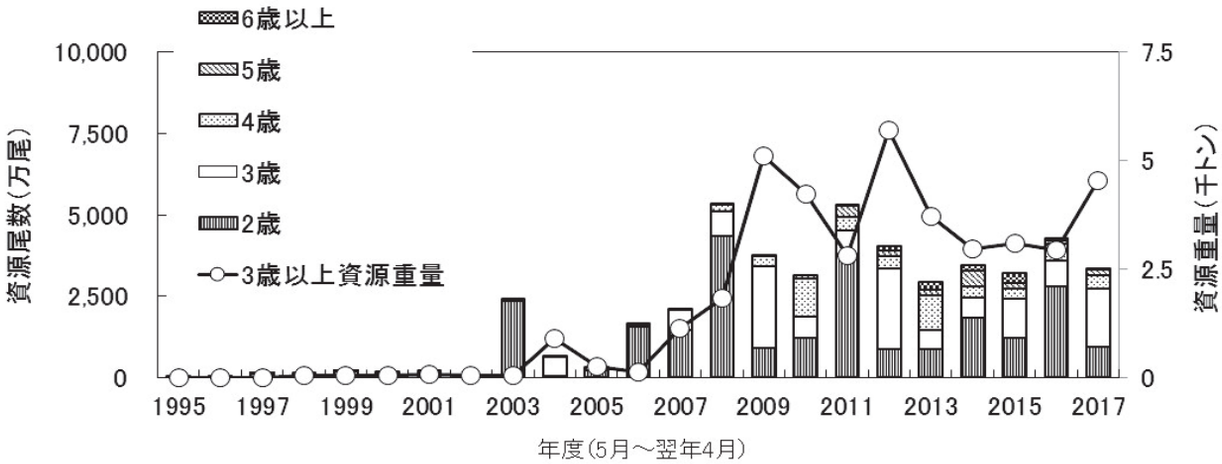


図５　VPA に基づく年齢別資源尾数および重量の推移

年級群となる可能性があるが，今後の各種調査，遊漁，小定置類への混獲など状況を注視していく必要がある。

なお，漁期前調査および漁獲物調査の結果は随時，FAX・メール速報およびマリンネット北海道ホームページへの掲載を通して関係者に報告・公表した。また，2017 年度の調査内容の詳細を「平成 29 年度石狩湾系ニシンの漁況予測調査結果報告書」にとりまとめ，本事業の委託元である日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会に報告した。

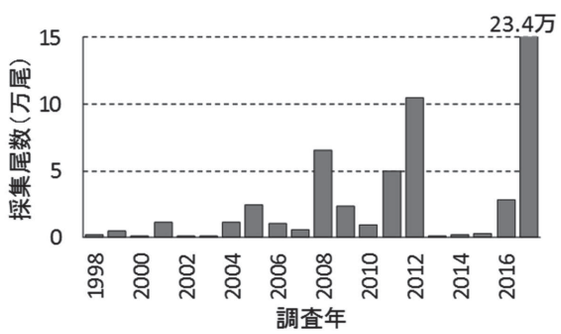


図６　稚魚分布調査における採集尾数の推移

17. 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　**奥村裕弥　安永倫明**

(1) 目的

全国的に定置網等に大きな被害をもたらす大型クラゲの出現動向についての全国的な把握調査に協力し，漁業者等に広報，注意喚起する。また，このことによって出現予測や被害防止のための施策に役立てるとともに，操業の効率化と資源の効率的利用に資する。

(2) 経過の概要

（社）漁業情報サービスセンター（以下，JAFIC）からの受託により，函館水試と共同で実施した。

JAFIC とは平成 29 年 5 月 25 日に調査委託契約を締結し，沖合域における調査船（当水試の場合は北洋丸）による目視観測と沿岸域定点（当水試の場合は島牧沿岸）における聞き取りによる大型クラゲの出現等の情報収集と情報提供を行った。

沿岸域における聞き取り調査では，島牧地区で大型定置網等を行っている漁業者の協力を得て，日毎の目視情報を収集した。

ア　調査船調査

試験調査船での各種調査時に沖合域における大型クラゲの目視情報を収集し，提供した。

イ　聞き取り調査

沿岸域における大型クラゲの目視情報を収集し，提供する。これには道が独自に行っている情報収集網の情報を参考にして，松前（白神岬）定点とともに島牧定点において日毎の目視情報や被害状況を把握した。これには定置網漁業者の協力を得た。

(3) 得られた結果

受託契約に従い，JAFIC には調査に懸かる実績報告書を提出した。調査の概要については，以下のとおりである。

平成 29 年 9 月上旬から 12 月下旬までの期間で調査が実施された。但し，調査船調査はクラゲの出現が見られないことから JAFIC からの指示により 11 月下旬で終了した。

ア　調査船調査

調査船による目視観測結果を表 1 に示した。これらの調査で大型クラゲは目撃されなかった。

イ　聞き取り調査

沿岸定点における漁業者への聞き取り調査結果を表 2 に示した。いずれの調査においても，大型クラゲは目撃されなかった。

表 1　調査船による目視調査結果

北洋丸

調査期間	海域	目視数	調査点数
9/22-28	オホーツク海・日本海	0	30
10/2-6	オホーツク海・日本海	0	11
10/10-15	日本海	0	9
11/7-17	日本海	0	7
11/27-30	オホーツク海	0	22
調査点数　日本海:40点　オホーツク海:39点			79

金星丸

調査期間	海域	目視数	調査点数
8/29-9/5	道南太平洋	0	22
9/11-13	道南太平洋	0	35
9/25-27	道南太平洋	0	33
10/5-8	道西日本海	0	32
10/14-20	道西日本海	0	24
11/6-9	道南太平洋	0	15
11/14-17	道南太平洋	0	28
11/27-28	道南太平洋	0	35
調査点数　道南太平洋:168点，道西日本海:56点			224

表 2　漁業者への聞き取り調査

調査期間		松前	島牧
9月	上旬	0	0
	中旬	0	0
	下旬	0	0
10月	上旬	0	0
	中旬	0	0
	下旬	0	0
11月	上旬	0	0
	中旬	0	0
	下旬	0	0
12月	上旬	0	0
	中旬	0	0
	下旬	0	0

個体数は各旬における一日あたりの最大入網数（定置網）。
島牧は定置網 6 か統，松前は定置網 1 か統の個体数

Ⅱ　資源増殖部所管事業

１．スポアバック法に替わる藻場造成技術構築を目指して（職員研究奨励事業）

担当者　資源増殖部 資源増殖グループ　**秋野秀樹**

（1）目的

日本海においてウニ類の生産性を下げている要因である磯焼け解消を目指すにあたり，稚魚を種苗生産して放流するサケや，苗を作ってから定植する稲作のように，ウニ類の餌となるホソメコンブの藻場造成についても減耗の大きい時期を人為的にクリアさせた種苗を散布あるいは定植する技術を検討する。

ホソメコンブの種苗を供給する既存の方法としてスポアバック法があり，磯焼け対策の一環として漁業者も取組む事例が多いが，海中では遊走子が速やかに拡散・流亡し海底面に殆ど到達しないと推測されること，海底面に到達した遊走子が肉眼視できる大きさになるまで３か月程度を要することが減耗のリスクを大きくしていると考えられる。

ホソメコンブが一定の大きさを超えると，流速の効果によって栄養塩を効率よく吸収でき，生長が早まると推測される。そこで流れのある実験環境条件下で種苗の大きさ別に相対生長率を求め，流速別に適切な種苗サイズの把握を試みる。

（2）経過の概要

ホソメコンブ（以下コンブとする）の種苗（葉面積 0.13 ～1.1 mm^2）を流速別（流速 0, 15, 35 cm/s）で７日間培養した（培養水温 10℃，光強度 80 μmol/m^2/sec）。培養前後の葉面積を測定し，相対生長率をそれぞれの開始時の個体別に以下の式で求めた。実験は各流速条件につき２セット用意し，それぞれ解析した。

相対生長率　$RGR = \{\ln(Le) - \ln(Ls)\}/d$

（単位 mm^2/mm^2/day）

ln：自然対数，Le：培養終了時の葉面積（mm^2），Ls：培養開始時の葉面積（mm^2），d：培養日数（日）

得られた相対生長率から以下の生長式を用いて，相対成長率別及び初期葉面積別に 90 日間の生長量を試算した。

生長量　$G\ (mm^2) = W \cdot e^{rd}\ (mm^2)$

W：初期葉面積（mm^2），r：相対生長率，e：自然対数の底，d：日数（日）

（3）得られた結果

同じ流速条件の実験区内でコンブの試験開始時葉面積と相対生長率との回帰分析をセット毎に行ったところ，いずれも有意ではなかった（図 1）。

一方，流速条件の異なる実験区間で相対生長率を比較すると，２セットのうち１セットで流速が大きい培養区の相対生長率が高くなった（p=0.021，図 2）。流速が大きいほどコンブの表面に供給される栄養塩の量が多くなり，相対生長率が高くなったと推測された。ワカメでも流速が生長率に影響するという事例があるが

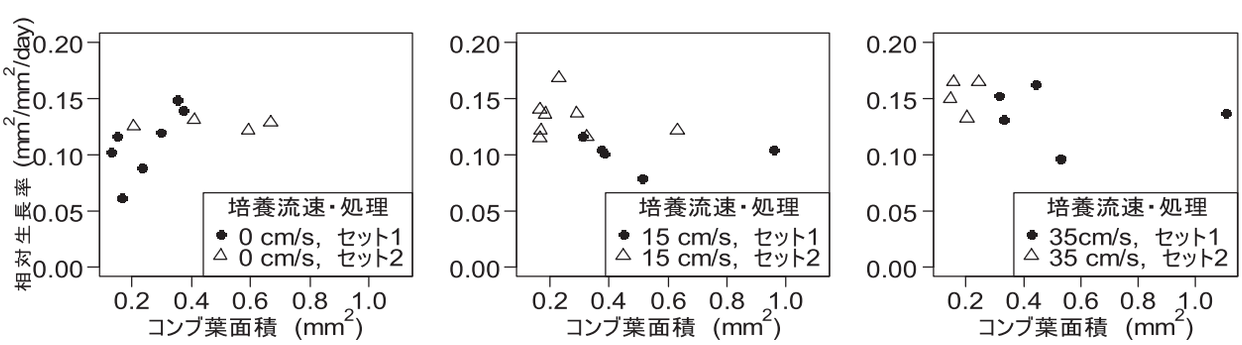


図１　培養開始時のコンブ葉面積に対する流速別相対生長率の分布
シンボルの違いはセットが異なることを示す

（馬場ら 2006），結果が揃わないことから流速が相対生長率に与える影響の評価については課題が残った。

コンブを含む大型褐藻の初期生長は指数関数的である事例があることから（Kirkman 1982），今回得られた各流速における相対生長率の平均値（0.119，0.117，0.145 $mm^2/mm^2/day$）を用い（表 1），発芽したコンブの葉面積初期値を 0.01 mm^2（葉長 0.1 mm×葉幅 0.1 mm）として生長量を 90 日間（天然のコンブの初期生長期間である 11 月～1 月を想定）に外挿して試算すると，低い相対生長率（0.119 および 0.117）で試算した場合には高い生長率（0.145）と比べ生長量が小さく 4 cm^2 程度だった（図 3 a）。しかし，コンブ葉面積の初期値を 10 倍から 12 倍に大きくすることで低い相対生長率でも高い相対生長率での試算と同等の生長量 46 cm^2 になると試算された（図 3 b）。

相対生長率の違いによって，コンブの生長量が大きく異なることが示唆された。環境（流速，栄養塩，光条件等）が良好でない場所で藻場の造成を行う場合，相対生長率の違いをカバーするには葉面積が大きいコンブを投入することが有効であると考えられた。すなわち培養によってあらかじめ生長させたコンブ種苗をスポアバックの替わりに投入することで，環境がそれほど良好でない場所でもコンブ場を造成できる可能性がある。コンブ種苗を効率的に海底に散布・移植する手法をさらに検討し，磯焼け地帯におけるコンブの藻場造成技術の開発につなげていきたい。

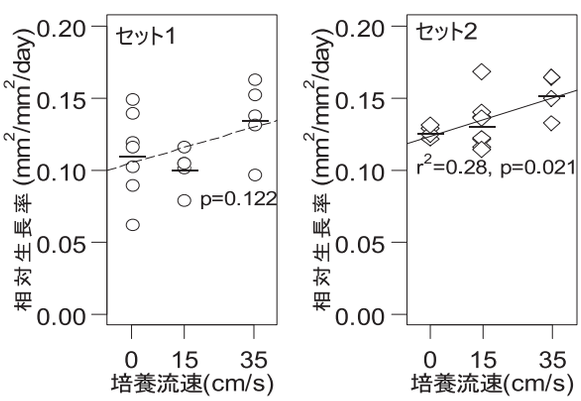


図 2　培養流速と相対生長率の関係
シンボルの違いはセットが異なることを示す
横棒はそれぞれの流速における平均値を示す

（4）参考文献

馬場将輔，山本正之，渡辺幸彦. 流水式回流水槽によるワカメの水温と水流に対する生育反応. 海生研研報 2006；9：55–64.

Kirkman H. The first year in the life history and the survival of the juvenile marine macrophyte, *Ecklonia radiata* (Turn.) J. Agardh. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 1981 ; 55 : 243–254.

表 1　培養流速ごとの相対生長率の平均値

	相対生長率 ($mm^2/mm^2/day$)		
		セット1	セット2
流速	全平均	平均値±S.D.	平均値±S.D.
0 cm/s	0.119	0.111 ± 0.030	0.127 ± 0.004
15 cm/s	0.117	0.101 ± 0.014	0.132 ± 0.018
35 cm/s	0.145	0.136 ± 0.025	0.153 ± 0.015

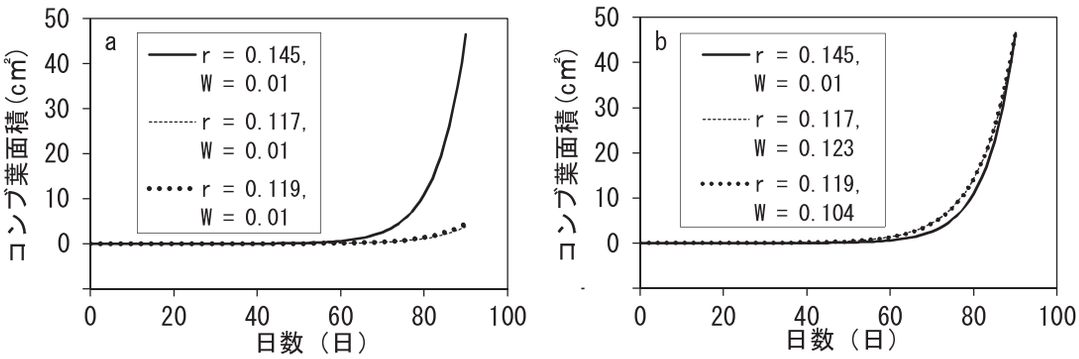


図 3　実験で得られた相対生長率（以下 r とする）を基にした発芽から 90 日間のコンブ生長量の試算結果
（図 3-a）太線は，流速 35 cm/s で得られた r（0.145 mm²/mm²/day）を用い，破線は流速 15 cm/s で得られた r（0.117 mm²/mm²/day），点線は流速 0 cm/s の r（0.119 mm²/mm²/day）を用い，コンブ葉面積初期値（以下 W とする）を 0.01 mm²（葉長 0.1 mm×葉幅 0.1 mm）として計算した
（図 3-b）破線は，図 3-a の破線と同じ r を用いたが，培養して大型化したコンブを用いたこととし，W を 0.123 mm² にして試算した
点線についても同様に図 3-a の点線と同じ r を用い，W を 0.104 mm² として試算した

２．古の謎。コンブの休眠配偶体を探す！（職員研究奨励事業）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**髙谷義幸　秋野秀樹**
釧路水産試験場　調査研究部　**合田浩朗**
協力機関　十勝地区水産技術普及指導所　広尾漁業協同組合

（1）目的

コンブの再生産は，親個体の葉体に形成された子嚢斑から遊走子が放出されることに始まる。遊走子が海中を漂った後に海底面に着底して配偶体となり，これが成熟・受精して胞子体が形成されて成長し，漁獲対象となる。

荒廃したコンブ漁場を再生するため，現在，道東を中心に実施されている雑海藻駆除は，海中の遊走子に新規着生面を提供するという観点から遊走子の放出時期に合わせて実施され，一定の効果を上げている。

一方，遊走子放出期とは明らかに異なる時期に雑海藻が除去されることで，その後にコンブ群落が形成されることも知られている。その代表的な例が道東沿岸の流氷接岸後に形成されるコンブ群落である。これまで，3～4 月に流氷によって大型海藻が削りとられた後の岩盤面に 5 月にコンブ幼体が出現する事例は数多く観察されている。また，広尾町では経験則に基づいて 6 月に雑海藻駆除を行い，成果を上げている。さらに，過去に実施された研究でも，1 月や 3 月に雑海藻駆除を行った場合にコンブ群落が形成されることがわかっている。

これらの時期は，いずれも海中にコンブの遊走子が全く出現しないか出現しても極めて少数しか存在せず，“遊走子以外の何か”がコンブの発生源になっていることを示唆している。佐々木（1973）は，流氷接岸後に萌芽するコンブの発生源を長期間生存する配偶体（以降「休眠配偶体」と称する）ではないかと推測しているが，その存在を確認した事例はない。天然海域で休眠配偶体が確認できないのは，配偶体がきわめて微小であり顕微鏡下でしか観察できないこと，天然の岩盤面にはコンブ以外の海藻類や様々な動植物も混在しているために，この中からコンブの配偶体だけを分離・特定することが非常に困難なためである。

そこでリアルタイム PCR 法を用いてコンブの DNA を選択的に定量し，コンブの遊走子放出時期と着底，その後の配偶体の存在を経時的に観察することで，休眠配偶体の存在を確かめる。

（2）経過の概要

実験は，春季に雑海藻駆除が実施されている十勝総合振興局管内広尾町女子別沿岸で行った。

コンブの DNA 定量は，ホソメコンブの定量法に準じた（高谷ら 2016）。ただし，プライマーはナガコンブ・ミツイシコンブ用に設計した以下を用い，アニーリング温度は 57℃ とした。

Forward primer (KL-ITS 1-26208-qF)
　5'-CCCGCTCTATAAATTGTCTGTGAG-3'
Reverce primer (KCL-ITS 1-26208-qR)
　5'-AGCGCCCCTTTGAGTTCAG-3'

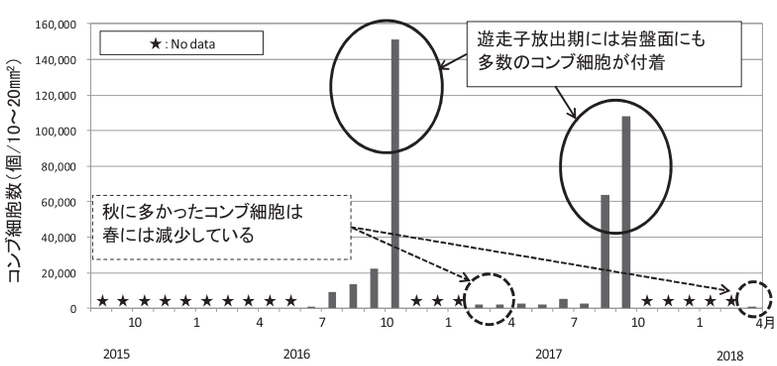


図１　雑海藻駆除後の海底岩盤面に出現したコンブ細胞数

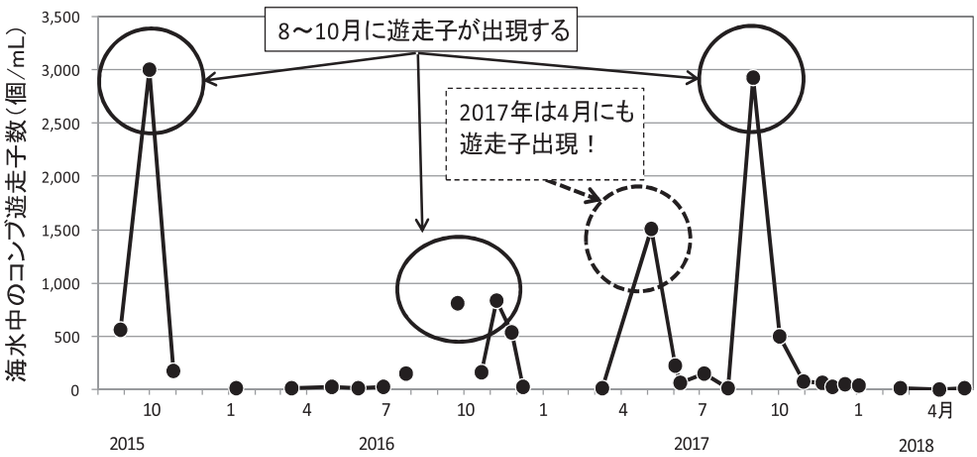


図２　海水中のコンブ遊走子数

ア　海底岩盤面からのコンブ細胞の検出

休眠配偶体の存在を確認するために，雑海藻が除去された漁場において，定期的に岩盤面をめん棒で擦り取り，出現するコンブ細胞数を定量した。

イ　海水中の遊走子の定量

遊走子放出期間を明らかにするため，雑海藻駆除を行った漁場において，定期的に海水を採水し，フィルターでろ過した後，コンブの遊走子数を定量した。

(3) 得られた結果

ア　海底岩盤面からのコンブ細胞の検出

雑海藻駆除面のコンブ細胞数を図１に示した。通常の遊走子放出期である８～10 月には多数のコンブ細胞が検出されたが，翌春には細胞数はかなり少なくなった。また，このような場所では，春季に雑海藻駆除を実施しても秋季にコンブが生育することはなかった。これらのことから，今回の実験場所においては，休眠配偶体の存在は確認できなかった。

イ　海水中の遊走子の定量

海水中の遊走子数を図２に示した。8～10 月には，海水中に 3,000 個/mL 近い遊走子が存在した。このことはミツイシコンブの遊走子放出盛期が既存知見通り秋季であることを示している。

一方で，春季雑海藻駆除時期には，ほとんど遊走子が検出されなかったが，2017 年４月には一部の調査点で 1,500 個/mL 程度の遊走子が検出された。この調査点付近では成熟した母藻も発見されていることから，春季であっても遊走子が放出される場合があると思われた。

しかし，秋季の放出盛期には各調査地点で同程度の遊走子が見られるのに対して，春季では地点によって出現した遊走子数に大きな差があった（図３）。また，成熟母藻の数も，この時期に通常に存在する未成熟個体に比べれば極めて少ない数であった。このため，春季に遊走子が供給される海域は，漁場の中でも限られていると推察された。

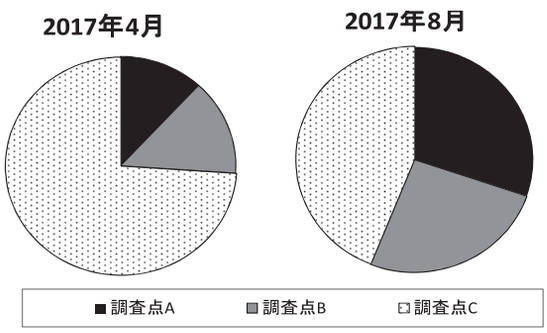


図３　春季と秋季の場所別遊走子出現割合

ウ　まとめ

今回の実験地においては，秋季の遊走子放出に伴って，駆除面にはコンブ細胞が増加したが，これらは翌春までは残存せず，また，雑海藻駆除後にもコンブが生育することがなかったため，休眠配偶体の存在は確認できなかった。

一方，通常は存在しないと考えられていた春季の成熟個体とこれから放出されたと思われる遊走子が確認された。この遊走子が駆除面に着底して発芽する可能性が考えられたが，今回の実験では駆除面にコンブが生育することはなかった。

この原因として，以下のことがあげられる。まず，春季の成熟母藻の数は極めて少なく，遊走子の飛散範

囲もあまり広くないと思われることから，この遊走子によってコンブが発芽するためには，成熟個体の生育場所と雑海藻駆除の実施場所が隣接していることが条件となるが，今回の実験においてはこれらに距離的な隔たりがあったこと。また，春～夏の発芽には海中の環境，とりわけ栄養塩の存在が重要であるが，通常，夏季の栄養塩濃度は極めて低いと考えられる。このため，陸水由来など外的な栄養塩供給が必要となるが，これは降水量などに左右され，偶発的要素を含むこと。さらに，2017 年 9 月には十勝管内で甚大な被害をもたらした台風 18 号に伴う風波により，実験海域の一部が土砂で埋没するなどの地形変化があったこと。今後は，これらの要因と春季雑海藻駆除後のコンブ生育の関係を一つずつ解明していき，雑海藻駆除の効果を高めていく必要がある。

（4）参考文献

佐々木茂，岩井　肇，中島静夫．冬季発芽群の生活様式「ナガコンブの生活様式に関する研究（佐々木茂編）」北海道立釧路水産試験場ほか，1973；1–50.

髙谷義幸，秋野秀樹，四ツ倉典成．リアルタイム PCR を用いたホソメコンブ遊走子の定量法（技術報告）．北水試研報 2016；90：13–16.

３．日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）
３．１　その他二枚貝の養殖適性調査と技術開発（ムラサキイガイ）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**清水洋平　干川　裕　中島幹二**
協力機関　後志地区水産技術普及指導所，余市郡漁業協同組合青年部

（1）目的

漁業生産が低く，就業者減少が続く北海道日本海南部海域において，新たな漁業振興策と利用の少ない漁港の活用策が求められている。そこで，本研究では，天然貝を上回る成長が期待されるアサリ，地域ブランド化に向けて生産安定化が要望されているイワガキ，地域ニーズが高いバカガイ及び西洋料理店のニーズが高いムラサキイガイを対象として，漁港静穏域を利用した漁業者にとって魅力ある二枚貝養殖事業の創出を目的とする。また，そのために必要な漁港の養殖適地診断と儲かる養殖事業のためのビジネスモデルの検討を行う。

ここでは，漁港静穏域におけるムラサキイガイの成長特性を把握し，実用的な養殖技術を開発することを目的とした。

（2）経過の概要

ア　養殖サイクルの検討

余市港外防波堤の内側に沿って設置した30 m長の養殖試験用のべ縄施設（図1）を使い，天然採苗，本養殖試験を実施した。養殖サイクルは5月に採苗器を投入，7月に本養殖開始，翌年5月に収穫を想定した。

2017年4月17日に2016年7月から本養成を開始した養殖連（2 m）1本を上部，中部および下部に分け，それぞれの区画から全てのムラサキイガイを採集した。また，これらムラサキイガイを幅20，15 mmのステンレス製ふるいを通すことで，中・小・外（対象外）に区分し，計数および殻高の測定を行った。殻高の測定にはTouchDeMeasure（榎本ら　2015）を用いた。さらに，中および小区分からそれぞれ36個体を抽出し，個体の殻高（ノギスを使用）と軟体部重量を測定し，軟体部歩留値を次式で求めた。

軟体部歩留＝10^5×軟体部湿重量（g）÷｛殻高（mm）｝^{3}

さらに中・小サイズの軟体部歩留の平均値を昨年度得られたデータに加え，養殖期間中の軟体部歩留値の推移を確認した。

イ　ムラサキイガイ養殖実証試験

2017年5月16日に養殖試験用のべ縄施設へ天然採苗器を設置した。天然採苗器は昨年度改善を検討した塩ビ枠にサイザルロープを巻いたタイプ（図2 a）および5 mのナイロン製クロスロープに50 cm間隔で結び目を付けて丸めて束ねたタイプ（図2 b）とした。7月10日に一部の採苗器を取り上げ，ロープ10 cmあたりに付着したムールガイの個数の計数と殻高の測定を行った。7月10日以降は，クロスロープ製採苗器の結束を解いてまっすぐに垂らし，本養成を開始した。その後の追跡調査は8月21日，11月6日に行い，ロープ10 cmあたりの付着数の計数および殻高の測定を行った。殻高の測定にはノギスを用いた。

図１　余市港における試験養殖施設の設置位置

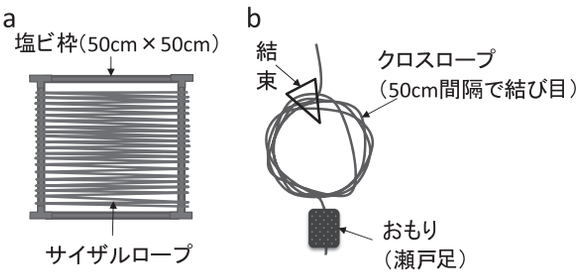


図２　2017 年度に用いた天然採苗器
a：塩ビ枠にサイザルロープを巻いたタイプ
b：ナイロン製クロスロープを束ねたタイプ

（3）得られた結果

ア　養殖サイクルの検討

養殖連（2 m）から得られたムラサキイガイの総数は 456 個体であり，全個体の平均殻高は 54.3 mm だった（図 3）。そのうち上部，中部および下部から得られたムラサキイガイ数は 167 個体，168 個体および 121 個体だった。また，平均殻高はそれぞれ 55.0 mm，54.1 mm および 53.6 mm だった。上部，中部および下部の平均殻高間に有意な差は見られなかった（全ての組み合わせで $p>0.05$ フィッシャーの LSD 法）。ふるいを用い，中，小および外に区分した結果，それぞれの個体数は 189 個体，234 個体および 33 個体だった。また，平均殻高はそれぞれ 59.7 mm，52.3 mm および 37.3 mm だった。区分中および小における軟体部歩留の平均値はそれぞれ 3.7 および 4.5 であり，区分小において有意に高かった（$p<0.01$ スチューデントの t 検定）。測定した 72 個体の軟体部歩留の平均値（4.1）を昨年度までに得られた軟体部歩留値のデータに加え，季節的な推移を確認した。その結果，7 月から翌年 4 月の期間では軟体部歩留値は 4 月に最大となった（図 4）。

イ　ムラサキイガイ養殖実証試験

5 月 16 日から 7 月 10 日にかけて天然採苗器を垂下した結果，サイザルロープおよびクロスロープ 10 cm あたり平均でそれぞれ 117 個体および 184 個体の付着が確認できた。この時の平均殻高は 2.3 mm だった（図 5）。本養成開始後 8 月 21 日には 10 cm あたり付着数は 81 個体であり，平均殻高は 10.0 mm だった。11 月 6 日には 10 cm あたり付着数は 185 個体であり，平均殻高は 28.4 mm だった。

（4）引用文献

榎本洸一郎，戸田真志，清水洋平，宮崎義弘，吉田眞也．水産資源管理のためのユーザ支援型画像計測システムの提案．動的画像処理実利用化ワークショップ（DIA 2015）　2015；p 4　in CD-ROM.

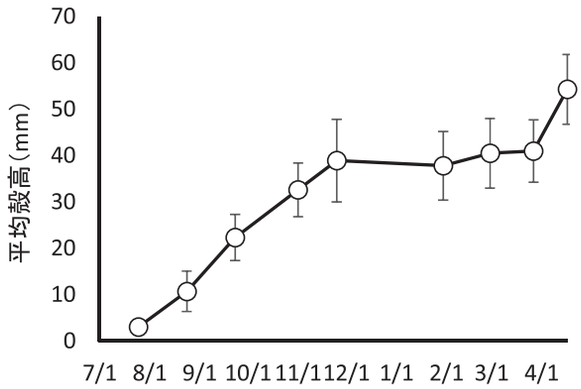


図３　2016 年度産ムラサキイガイの成長
（縦棒は標準偏差）

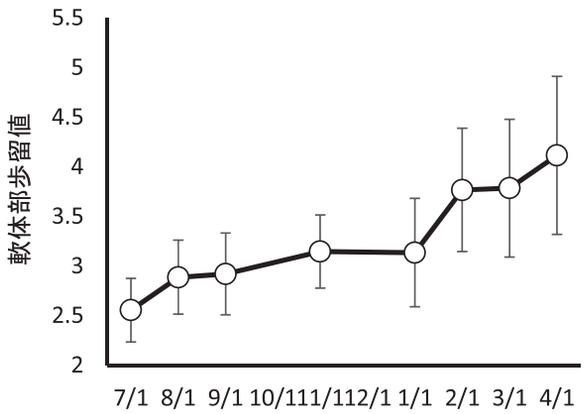


図４　余市湾におけるムラサキイガイの軟体部歩留値の推移（縦棒は標準偏差）

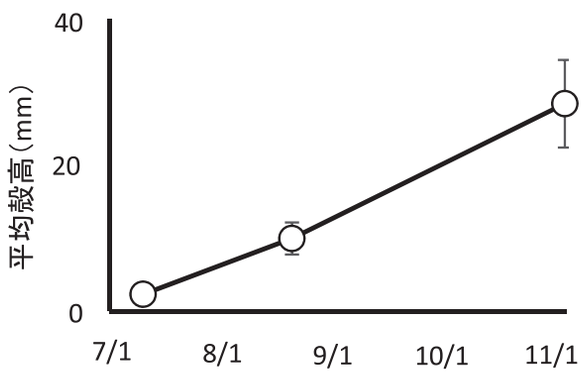


図５　2017 年度産ムラサキイガイの成長
（縦棒は標準偏差）

３．２　利用の少ない漁港の養殖適地診断

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**福田裕毅　園木詩織**
協力機関　上ノ国町　檜山地区水産技術普及指導所

（1）目的

2013 年の北海道日本海海域の漁業生産量は 19.7 万トンで，これはオホーツク海域の 48%，太平洋海域の 29%程度である。また，日本海海域の漁協組合員一人当たりの漁業生産額は，オホーツク海域の 20%，太平洋海域の 58% に留まっている。このように低迷している日本海海域の漁業について，生産量を底上げする新たな漁業振興策を推進することが喫緊の課題となっている。

振興策の一つとして，安定生産が見込まれる養殖漁業が着目されている。栽培水試と函館水試が函館湾で行ったアサリの垂下養殖試験では，天然貝を上回る成長が認められたことから，アサリ養殖は日本海海域に適応した養殖である可能性が高い。しかし，日本海側は冬季に大時化となるため，養殖施設の設置が困難であるという問題がある。一方，日本海海域には，漁業者の減少などから利用の少ない漁港が数多く存在する。これらの漁港は時化を想定した構造となっており，港内水域は冬季でも比較的静穏なため養殖施設の設置が可能と考えられる。

養殖対象種は全国各地で垂下養殖よる養殖が実施され，天然漁場よりも高い成長率が確認されているアサリとした。港内での垂下養殖を事業化するためには，養殖に適した港の選定や港内における設置場を決定するための基準が必要となるが，北海道ではアサリの垂下養殖事例が非常に乏しく，それらを策定するためのデータは得られていない。そこで，本研究では，アサリの垂下養殖に影響すると考えられる港内の物理環境（波・流れ）および餌料環境について連続観測や数値解析を行い，アサリの垂下養殖に対する適地診断技術を開発し，代表的な漁港について適地診断することを目的とする。

（2）経過の概要

養殖に適した港の選定や港内における設置場を決定するための基準を策定するために環境調査を実施した。調査はアサリの垂下養殖試験を実施する北海道檜山郡上ノ国町の大崎漁港と海洋牧場とした。上ノ国町の調査地点を図 1 に示す。観測項目は水温，流向流速およびクロロフィル a 濃度である。2016 年度に函館水試が大崎漁港で実施した養殖試験において，水深の違いによる成長差は確認できなかったことから，観測を行った水深は，大崎漁港が 1.5 m（水深約 2.5 m），海洋牧場は2m（水深約10m）とした。ここに流向流速計（Infinity-EM：JFE アドバンテック社製）とクロロフィル計（Infinity-CLW：JFE アドバンテック社製）を垂下した。観測は 2017 年 6 月 23 日から開始し，流速と水温は 3 時間間隔，クロロフィル a は 10 分間隔で記録した。なお，観測器を垂下した場所には函館水試がアサリの養殖カゴを垂下している。

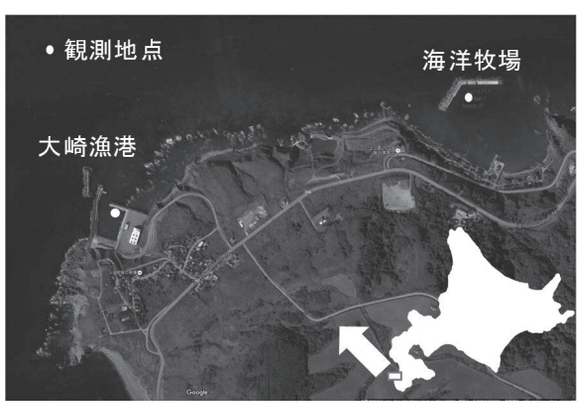


図１　観測地点

（3）得られた結果

ア　水温

大崎漁港と海洋牧場で観測された日平均水温を図 2 に示した。11 月頃までは大崎漁港と海洋牧場で水温に差はほとんど見られないが，11 月から 3 月では大崎漁港の水温が低かった。これは水深の小さく閉鎖的な大崎漁港は気温の影響を受けやすいためであると考えられた。この傾向は 2016 年度と同様であった。

イ　流速

大崎漁港と海洋牧場で観測された流速の 24 時間移動平均を図 3 に示した。2015 年度に奨励研究で実施した

解析によって，両地点の流れは波の影響を大きく受けていること，大崎漁港の方が海洋牧場よりも波の影響を受けやすいことが明らかとなっている。9月頃までは日本海沿岸は比較的静穏であるため，両地点の流速はともに小さく，あまり差が見られなかった。しかし，時化が多くなる秋から冬にかけては，波の影響を受けて大崎漁港の流速が大きくなっており，秋から冬にかけては流動環境が大きく異なることがわかった。

ウ　クロロフィルa

クロロフィル計による観測では，外れ値と思われる非常に高い測定値が記録されることがある。原因としてゴミなどがセンサー部に付着することが予想されるが，その状況を確認できないため外れ値をどのように排除するかが問題であった。クロロフィル計では10分ごとに測定を行っているが，1回の測定につき1秒間隔で10回の計測を行い，その平均値を測定値として採用している。外れ値と思われる高い値が測定されるときには，この10回の計測値のばらつきが大きくなりやすいことが確認されたことから，10回の計測値の標準偏差から外れ値を判別することを試みた。

設置直後のクロロフィル計はセンサー部にゴミなどが付着していないことから，設置から24時間における測定（144回）について上述の標準偏差を求め，その最大値をセンサー部にゴミの無い状態で生じる標準偏差の最大値と考えた。以降の測定についても同様に標準偏差を求め，先に得られた標準偏差の最大値を上回る測定については，センサー部にゴミの付着などの異常があったと見なして，測定値を採用しなかった。その結果，外れ値と思われる高い測定値の多くを排除することが可能になった。

このように処理したクロロフィルa濃度について24時間移動平均を図4に示した。2016年よりも全体的に濃度は低かった。6月から9月までは，海洋牧場の濃度が低く，この期間における大崎漁港との差が大きかった。一方，10月から12月までは，逆に海洋牧場の方が濃度が高かった。

大崎漁港のクロロフィルa濃度は，港内の流速が小さい9月までは海水交換量が小さく，沿岸の低濃度水の影響を受けにくいため高濃度で推移するが，流速が大きくなる9月以降は海水交換により濃度が低下することが図3,4から考えられた。一方，海洋牧場のクロロフィルa濃度が9月以降に大崎漁港よりも高くなった要因については，水深が大きく開放的なことなど環境の違いが影響している可能性が考えられたが，これを検証できるデータは得られなかった。

エ　餌料環境の評価

アサリの餌料環境を評価するため，餌料供給量の指標として，クロロフィルa濃度と流速の積から断面積1 m^2 を1秒間に通過するクロロフィルa量（クロロフィルaフラックス）を算出し，その24時間移動平均を図5に示した。9月までは大崎漁港，海洋牧場ともに静穏で流れが小さいため，クロロフィルa濃度の高い大崎漁港でクロロフィルaフラックスが高い傾向であった。9月以降は海洋牧場の方でクロロフィルa濃度が高かったが，流速が小さいためクロロフィルaフラックスでは大崎漁港の方が高くなった。このように，2016年と同様に大崎漁港の方が餌料環境が良いことが明らかとなった。函館水試が実施している養殖試験では，2016年，2017年ともに大崎漁港で成長が良いことが確認されているが，成長のパターンには特徴があり，6月から9月にかけては大崎漁港で良く成長するものの，9月以降は大崎漁港と海洋牧場において成長に大きな差が見られないことがわかっている（図6）。クロロフィルaフラックスは9月以降も大崎漁港で大きいことから，アサリの成長がクロロフィルaフラックスだけでは十分に説明できないと考えられた。

そこで水温の変化について詳しく検討したところ，6月から9月は高水温期であり平均水温は20℃以上だったが，それ以降は水温が低下し，10月中旬には15℃以下，12月には10℃以下だった（図2）。アサリは水温10℃から30℃で成長可能だが，最適な水温は20℃～25℃とされている。これらのことから，大崎漁港では水温が20℃以上となる6月から9月にクロロフィルaフラックスが大きいため，海洋牧場と比較して成長が良くなるが，9月以降は水温が20℃以下となり成長が鈍化するためクロロフィルaフラックスの差が成長の差に現れなかったと考えられた。

これらのことから，アサリを効率よく成長させるためには水温が20℃以上となる高水温期にクロロフィルaフラックスが高くなることが必要であり，そのような場所が養殖適地となることが示唆された。

図２　大崎漁港と海洋牧場の日平均水温

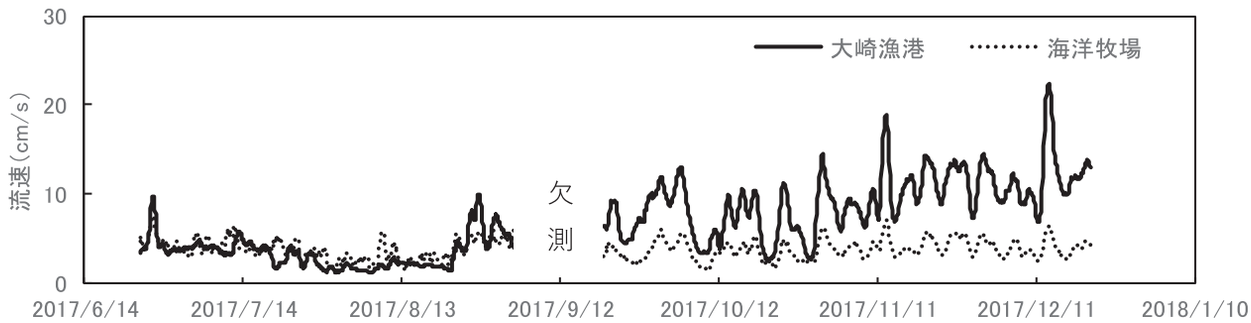


図３　大崎漁港と海洋牧場の流速（24 時間移動平均）

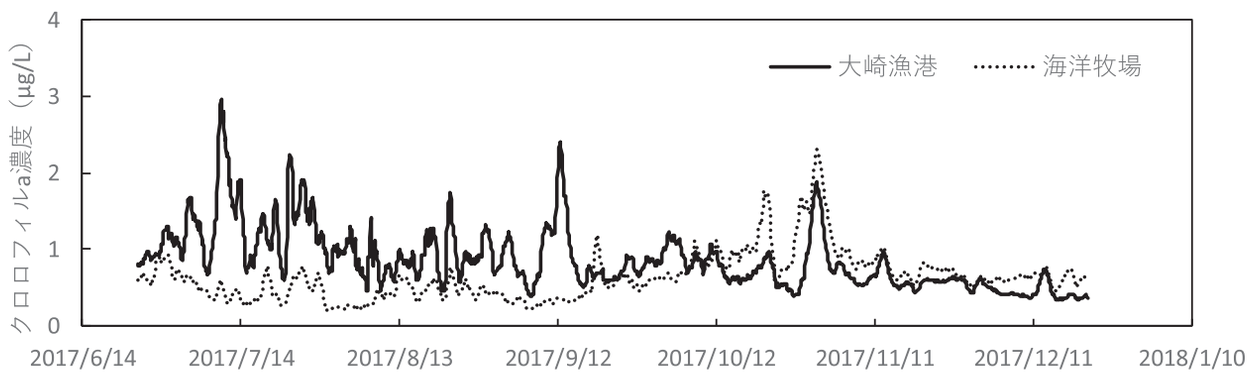


図４　大崎漁港と海洋牧場のクロロフィル a 濃度（24 時間移動平均）

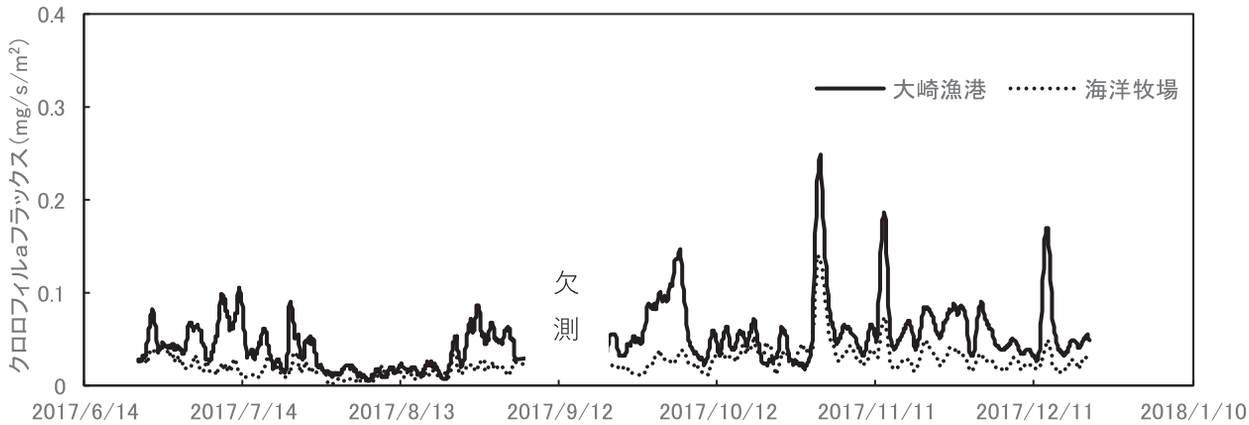


図５　大崎漁港と海洋牧場のクロロフィル a フラックス（24 時間移動平均）

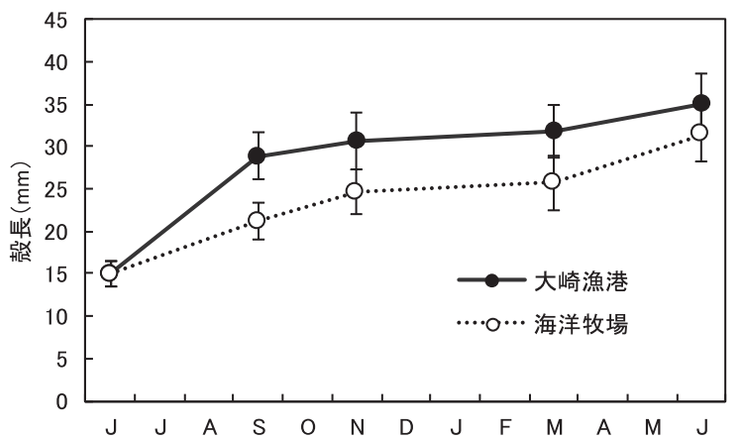


図６　2016 年 6 月に垂下した養殖アサリの殻長の変化（函館水試提供）

３．３　儲かる養殖事業化検討調査

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**清水洋平**
共同研究機関　栽培水産試験場，函館水産試験場，地質研究所，工業試験場
協力機関　上ノ国町，奥尻町，余市町，せたな町，ひやま漁協，室蘭漁協，
余市郡漁協，後志地区水産技術普及指導所，檜山地区水産技術普及指導所，
同瀬棚支所，同奥尻支所，北海道庁水産林務部，檜山振興局，
後志総合振興局，寒地土木研究所，函館地域産業振興財団

（1）目的

漁業生産が低く，就業者減少が続く北海道日本海南部海域において，新たな漁業振興策と利用の少ない漁港の活用策が求められている。そこで，本研究では，天然貝を上回る成長が期待されるアサリ，地域ブランド化に向けて生産安定化が要望されているイワガキ，地域ニーズが高いバカガイ及び西洋料理店のニーズが高いムラサキイガイを対象として，漁港静穏域を利用した漁業者にとって魅力ある二枚貝養殖事業の創出を目的とする。また，そのために必要な漁港の養殖適地診断と儲かる養殖事業のためのビジネスモデルの検討を行う。ここでは，二枚貝養殖技術の開発方針と漁業者にとって魅力ある養殖事業化プランの提案に必要な調査を行った。

（2）経過の概要

ア　調理テスト

養殖生産された二枚貝の商品価値を将来のユーザーである料理店のシェフによる調理テストによって把握する。これらのデータは二枚貝の養殖サイクルの策定にフィードバックされ，市場ニーズに即したビジネスプラン構想を得るための基礎資料となる。2017 年度は 5 月にムラサキイガイ，6 月にアサリ，7 月にイワガキについて調理テストを実施した。

調理テストの方法：①事前にそれぞれの養殖技術開発チームと連絡をとり，いつ頃どういった試験養殖貝のテストが適切かを把握する。同時にアンケートの内容についても開発チームと打ち合わせる。② 30 名のサポーターシェフに調理テスト実施を案内し，参加の可否および調理テスト用の試験養殖貝（以下，サンプル）がお店に到着しても良い日時を調査する。③サンプルの中央水試（余市町）への発送時期とサンプル量を決定し，送付用資材を準備する。イワガキについては，森町にある業者（株式会社ジョウヤマイチ佐藤）を通じての発送となるため，サンプルの発送方法について確認を行う。④サンプル送付 1 週間前に貝毒検査を実施する。⑤ムラサキイガイとアサリについては中央水試へサンプルを搬送し，水槽内で送付まで蓄養する。イワガキは株式会社ジョウヤマイチ佐藤へ搬送し，畜養する。⑥料理店へテストサンプルを送付する。⑦アンケートを回収し，結果をとりまとめる。

イ　ニュースレター

本事業は共同研究機関，協力機関とサポーターシェフ，担い手漁業者など多くの人が関わりを持ちながら進めている。このため，事業の進捗状況を関係者で情報共有すること，および調理テスト結果を素早く開発チームにフィードバックし，技術改良に役立てることを目的として，ニュースレターを発行することにした。2017 年は計 4 回発行した。開発担当や道の関係機関へはメールによる PDF で配信し，サポーターシェフ，担い手漁業者および関係漁協（支所含め）には郵送した。

（3）得られた結果

ア　調理テスト

調理テストの結果についてはニュースレターによりサポーターシェフや担い手漁業者，漁協，関係各機関と情報を共有した。

（ア）ムラサキイガイ

区分中サイズ（平均殻高 6.0 cm）および小サイズ（平均殻高 5.2 cm）について，調理テストを行った。身入りの良さは，中サイズは 89%，小サイズは 76% の料理店が「とても良い」もしくは「良い」と回答した（図 1）。身の味もほとんどのシェフが大変美味および美味と回答した（図 2）。希望購入価格は，中サイズでは 70.6 %，小サイズでは 43.8% の料理店がキログラムあたり 1,000 円以上と回答した（表 1）。料理店から得た意見の一部を下記に示した。

・だしも身もよいが，ばらつきがある。
・両サイズとも十分美味しい。

・魅力を感じる。
・美味しいが味が優しすぎる。
・3月から7月に商品が入るなら使いたい。
・小サイズはフランスのものに対抗できる。

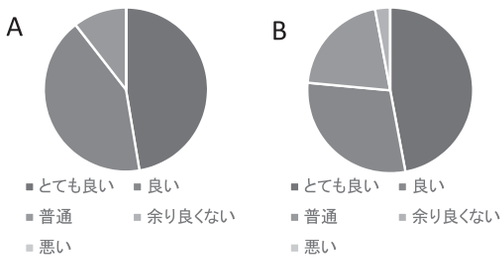


図1　ムラサキイガイの身入りに対する評価
A：中サイズ，B：小サイズ

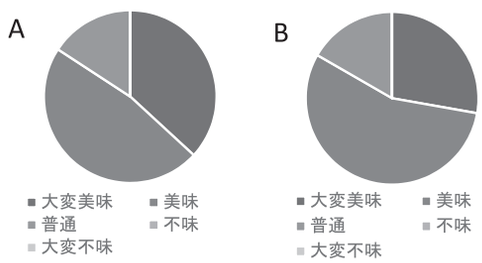


図2　ムラサキイガイの味に対する評価
A：中サイズ，B：小サイズ

表1　余市産ムラサキイガイの希望購入価格についてのアンケート結果

	1,000円未満	1,000円台	1,100円台	1,200円以上
中サイズ	5軒 （29.4%）	4軒 （23.5%）	4軒 （23.5%）	4軒 （23.5%）
小サイズ	9軒 （56.3%）	2軒 （12.5%）	2軒 （12.5%）	3軒 （18.7%）

（イ）アサリ

平均殻長3.6 cmのアサリについて調理テストを行った。アサリのサイズについては，フレンチ料理店9軒すべてが「小さい」と回答した。一方で，イタリアン料理店では，8軒中4軒が「適当」，4軒が「小さい」と回答した（表2）。身入りについては83.3%の料理店が「とても良い」「良い」と回答した（図3）。身および出汁の味については，ほとんどの料理店が「大変美味」「美味」と回答した（図4 A，B）。上ノ国町産養殖アサリの総合的な品質は，「とても高い」が27.8%，「まあまあ高い」が55.6%であり，総じて良い評価だった（図5）。希望購入価格は18軒中7軒がキログラムあたり1,000円以上と回答した（表3）。ただし，3軒は「使いたいと思わない」と回答した。料理店から得られた意見の一部を下記に示した。

・汚れが少ない。
・貝殻がきれい。
・上品で旨みがありおいしい。
・味がクリアで濃い。
・すぐにでも買いたい。
・小さい。
・サイズにばらつきがある。

表2　上ノ国産アサリサイズに対するアンケート結果

	大きい	適当	小さい
フレンチ	0軒 （0%）	0軒 （0%）	9軒 （100%）
イタリアン	0軒 （0%）	4軒 （50.0%）	4軒 （50.0%）

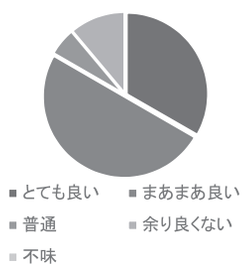


図3　アサリの身入りに対する評価

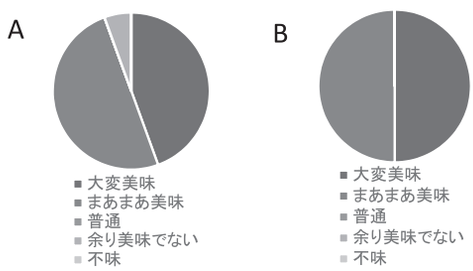


図4　アサリの味に対する評価
A：身，B：出汁

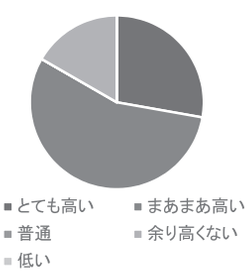


図5　アサリの品質の総合評価

表３　上ノ国産アサリの希望購入価格についてのアンケート結果（1 kg 当たり）

評価無し	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500 円
5軒*	2軒	4軒	2軒	1軒	2軒	1軒	0軒	1軒
（27.8%）	（11.1%）	（22.2%）	（11.1%）	（5.6%）	（11.1%）	（5.6%）	（0%）	（5.6%）

*内3軒は「使いたいと思わない」と回答

（ウ）イワガキ

重量 280 g 以上のイワガキについて調理テストを行った。サイズは 81.3% の料理店が「適当」，6.3% の料理店が「小さい」と回答した（表 4）。身入りは 75.0% の料理店が「とても良い」と「まあまあ良い」と回答した（図 6）。味は 75.1% の料理店が「とても良い」「まあまあ良い」と回答した（図 7）。総合的な評価としては，「高品質」と評価した料理店が 18.8%，「やや高品質」が 56.3% だった（図 8）。イワガキ 1 個の希望購入価格は，漁業者の希望する 600 円と回答した料理店は 31.3% だったが，それ以外の料理店は 500 円以下と回答した（表 5）。料理店から得た意見の一部を下記に示した。

- 北海道でイワガキは珍しいので面白いと思う。
- 280 g のイワガキとしては素晴らしい反面，価格が高い。
- プックリした形や濃厚な味に魅力を感じる。
- 歯ごたえが良い。いやなクリーミーさがない。
- 身入りの良いものと悪いものが混ざっている。
- イワガキのポイントは大きさと個性的な味。イワガキを使いたいと思わせるものがないと売れない。

表４　奥尻産イワガキサイズに対するアンケート結果

	大きい	適当	小さい	無回答
料理店	0軒 （0%）	13軒 （81.3%）	1軒 （6.3%）	2軒 （12.5%）

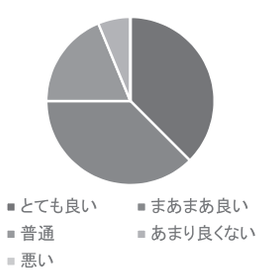


図６　イワガキの身入りに対する評価

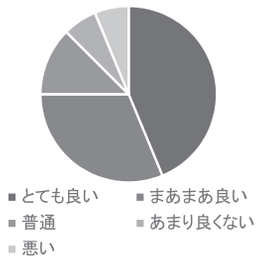


図７　イワガキの味に対する評価

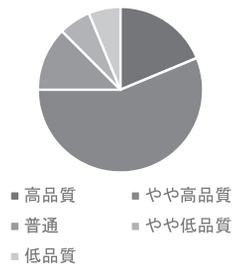


図８　イワガキの品質に対する評価

表５　奥尻産イワガキの希望購入価格についてのアンケート結果（1 個あたり）

	400円	450円	500円	600円	回答なし
料理店	4軒 （25.0%）	4軒 （25.0%）	2軒 （12.5%）	5軒 （31.3%）	1軒 （6.3%）

イ　ニュースレター

ニュースレターでは，イワガキを生産する漁業者による料理店訪問についての報告（vol. 5，4 月），ムラサキイガイ調理テストの結果報告（vol. 6，6 月），アサリ調理テストの結果報告（vol. 7，7 月），イワガキ調理テストの結果報告（vol. 8，8 月）を行った。

ニュースレターによる進捗状況や調理テストの結果等の情報共有は課題担当者の問題意識の共有につながった。サポーターシェフに対しては調理テストへの理解を深め，取り組みへの興味を継続させる効果が認められた。さらに，漁業者の意欲向上にもつながった。

４．漁業生物の資源・生態研究調査（経常研究）
４．１　岩礁域の増殖に関する研究

担当者　資源増殖部　**秋野秀樹　干川　裕**
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，
島牧村漁業協同組合，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３～５ｍ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

2017年６月５日に小樽市忍路湾央部の平磯縁辺部に設けた定点から沖側15ｍ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^2，動物１m^2）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，2017年７月５日に海藻類とウニ類を含む大型底生動物の枠取り調査を行い，水深１～７ｍの間，水深１ｍ毎に調査枠内の動植物を採集した（海藻1/4 m^2，動物１m^2）。また，各水深帯でウニ類の個体数を４か所（４m^2）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７ｍ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

2017年５月25日及び10月20日に，小樽市忍路の平磯上の22定点で１m^2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８mm未満の個体（０齢群，着底後８か月）と，10月調査時の殻径16 mm未満の個体（１齢群，着底後１年）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

2017年７月24日に，島牧村茂津多地先の穴床前及び瓦斯灯島でそれぞれ長さ100ｍの調査線を海岸線に平行に１本配置し，10ｍ毎に１m^2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。

なお，本課題は昭和61年以降平成22年まで後志南部地区水産技術普及指導所が主体で実施し平成23年より当水試が主体で実施している。

（3）得られた結果

ア　沿岸水温観測

2017年１月～2018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。２地点ともほぼ同じ傾向を示し，2017年１～２月，９～11月は過去の平均より低く推移した。なお，島牧村茂津多では2016年８月から2017年８月まで機器不調のため欠測で，2017年９月以降については計測中であるが水温計を未回収のためデータが得られていない。

イ　海藻・ウニ類モニタリング調査

（ア）小樽市忍路

平磯端の起点から，０ｍ，１ｍと２ｍ地点（水深0.5～1.2ｍ）の範囲にホソメコンブが分布していた（図２）。なお，その他の海藻はワカメモロイトグサなどである。全地点のホソメコンブの平均現存量は1.9 kg/m^2であった。

図３に過去24年間の冬季水温と６月におけるホソメコンブ現存量の相関を示す。2017年度のホソメコンブ平均現存量は，これまでの結果に比して少なかった。現存量の指標となる2016年12月～2017年３月の冬季水温は4.9℃と比較的低かったにもかかわらず現存量が少ない理由は不明である。

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88個体採集され，エゾバフンウニは10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全調査地点におけるの平均密度は5.9個体/m²，平均現存量は211 g/m²であった。

図５にキタムラサキウニの殻径組成を示す。殻径の範囲は20.3～69.1 mmであった。殻径37.5～40 mmおよび47.5～50 mmにピークが認められるほか，22.5～25 mmにも不明瞭ながらピークが認められ，複数の発生群の存在が示唆された。

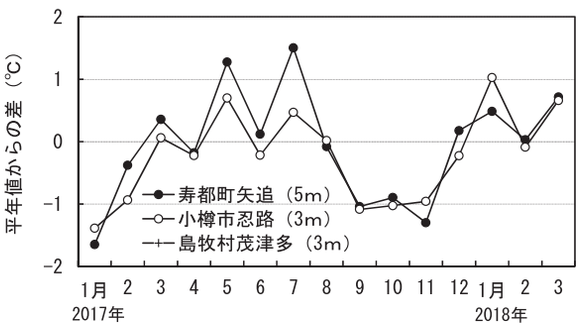


図１　小樽市忍路と島牧村茂津多及び寿都町矢追における平年値からの水温差

観測期間　忍　路：1999年10月～2018年3月
茂津多：2000年8月～2017年7月
（現在欠測中）
矢　追：2003年7月～2018年3月

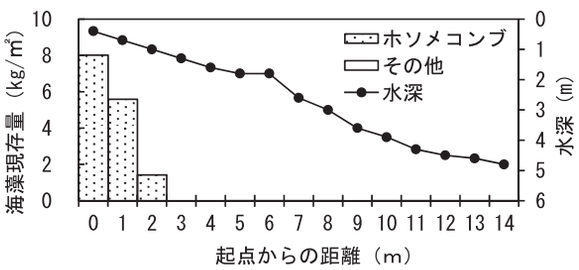


図２　忍路調査定点における海藻類の分布と水深

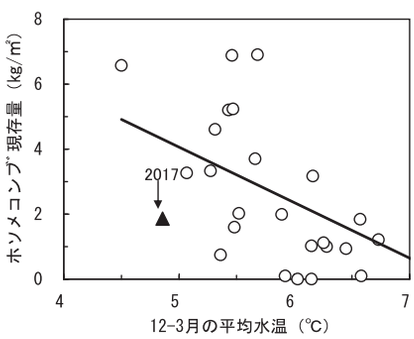


図３　忍路調査定点における冬季水温とホソメコンブ現存量との関係

（イ）寿都町美谷・矢追

水深別海藻生育量を図６に示した。美谷地区では水深1m地点及び2m地点にホソメコンブがそれぞれ0.6,0.9 kg/m²分布していた。また，水深３m以深の地点にはケウルシグサが0.04～0.4 kg/m²分布していた。矢追地区では，水深１mにワカメが0.6 kg/m²分布し，それ以外の水深帯ではケウルシグサやフクロノリが0～0.3 kg/m²分布していた。

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６m地点が7.8個体/m²と最も高く，全平均は4.2個体/m²であった。矢追地区では水深３m地点の29.5個体/m²が最も高く，全平均は15.3個体/m²であった。すべての水深帯において美谷地区よりも矢追地区においてウニ密度が高かった。

水深別のキタムラサキウニの生殖巣指数を図８に示した。美谷地区の水深１m，７m地点で生殖巣指数が漁獲基準（18%）を上回っていた。全水深の平均生殖巣指数は美谷地区では18.9%，矢追地区では14.0%であった。過去５年間の生殖巣指数の平均と比較して，美谷地区は6.2%，矢追地区は2.6%高かった。

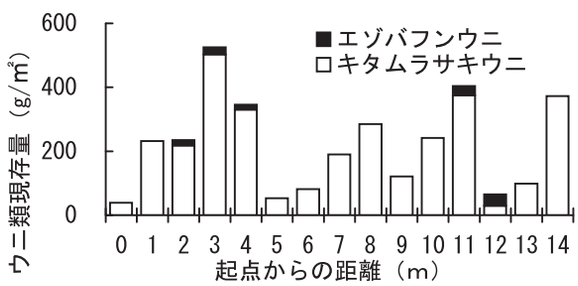


図４　忍路調査定点におけるウニ類の分布状況

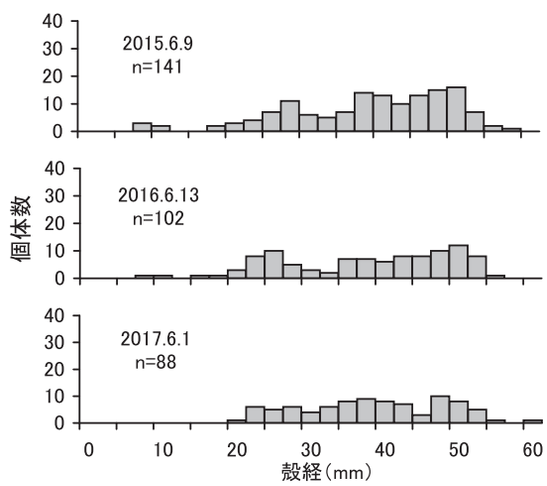


図５　忍路調査定点におけるキタムラサキウニの殻経組成の経年変化

ウ　エゾバフンウニ発生調査

図 9 に稚ウニ（生後 8 か月と生後 1 年）発生密度の経年変化を示す。5 月の調査ではエゾバフンウニが 97 個体，キタムラサキウニが 10 個体採集され，うち殻径 8 mm 未満（生後 8 か月）の 2016 年発生群は 4 個体採集され，稚ウニの平均密度は 0.18 個体/m² であった（図 9 上）。

10 月の調査では前年生まれ（2016 年発生群）とみなせる殻径 16 mm 未満のエゾバフンウニは 20 個体採取され，平均値は 0.91 個体/m² であった（図 9 下）。

前年度の 10 月調査では過去最高の 136 個の 1 齢ウニが採捕され，卓越発生があったと考えられたが，今年度の調査では 1 齢ウニの採捕は少なく，卓越発生はなかったと考えられた。

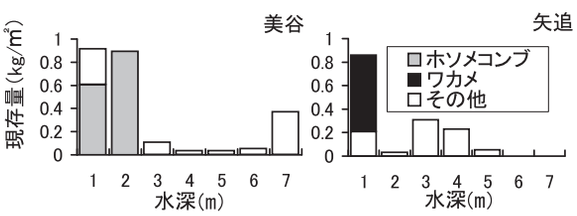


図 6　寿都町における水深別海藻現存量

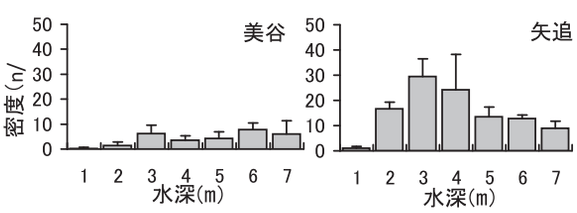


図 7　寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生息密度（縦棒は標準偏差）

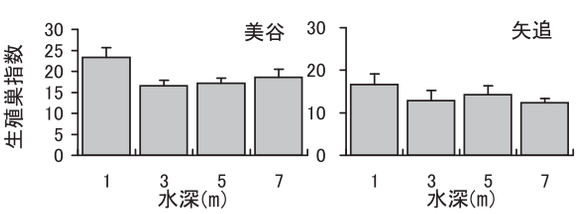


図 8　寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生殖巣指数（縦棒は標準偏差）

エ　キタムラサキウニ発生調査

島牧村茂津多における 2012 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。本年度の調査においては 2 齢（2015 年発生群）が高い割合を占めており，前年度確認された卓越発生群が継続して残存していると推測された。

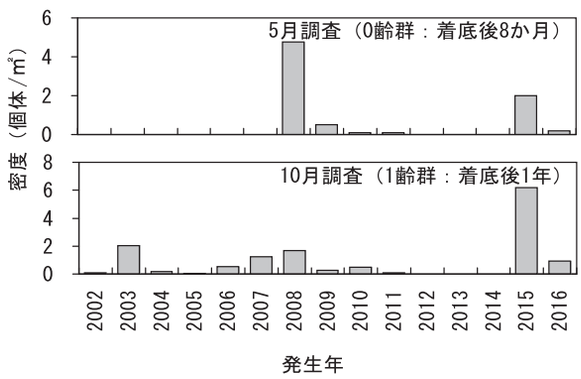


図 9　忍路湾平磯上におけるエゾバフンウニの発生密度の推移

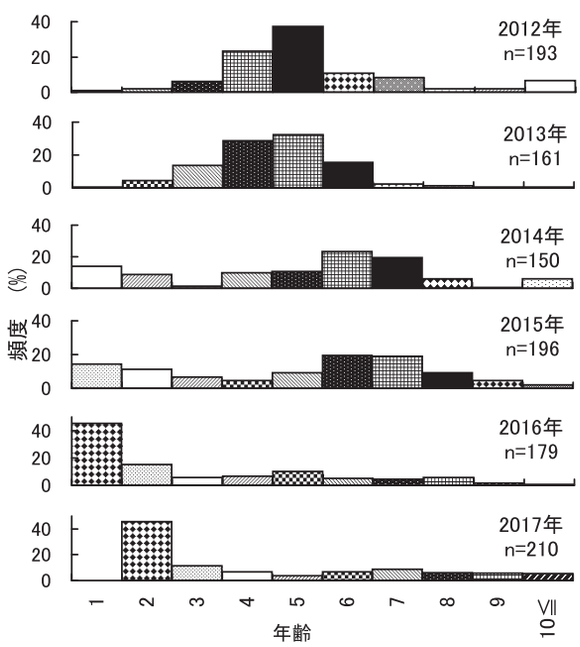


図 10　島牧村におけるキタムラサキウニの年齢組成の経年変化
（年級ごとに棒グラフのパターンを変更した）

5．日本海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　**中島幹二**
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

表1　2017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	mtDNA
後志南部	寿都	2017-02-06	定置網	採卵*1	287	49	50	50
	岩内	2017-02-10	刺し網（特採）	刺し網調査	279	48	50	50
	岩内	2017-02-14	刺し網（特採）	刺し網調査	278	5	−	−
	岩内	2017-02-23	刺し網（特採）	刺し網調査	275	50	−	−
	岩内	2017-03-1	刺し網（特採）	刺し網調査	268	8	−	−
	岩内	2017-03-28	刺し網（特採）	刺し網調査	271	20	−	−
檜山	せたな	2017-02-15〜28	刺し網等	漁獲物	277	10	10	−
	せたな	2017-03-1	刺し網等	漁獲物	274	24	25	−
	江差	2017-01-20	刺し網等	漁獲物	274	4	−	−
	江差	2017-01-21	刺し網等	漁獲物	294	16	−	−
	江差	2017-01-26	刺し網等	漁獲物	282	20	−	−
	江差	2017-01-30	刺し網等	漁獲物	287	25	−	−
	江差	2017-02-4	刺し網等	漁獲物	272	3	−	−
	江差	2017-02-6	刺し網等	漁獲物	284	46	−	−
	江差	2017-02-9	刺し網等	漁獲物	274	43	−	−
	江差	2017-02-10	刺し網等	漁獲物	283	40	−	−
	江差	2017-02-11	刺し網等	漁獲物	280	160	−	−
	江差	2017-02-12	刺し網等	漁獲物	286	315	−	−
	江差	2017-02-13	刺し網等	漁獲物	282	386	−	−
	江差	2017-02-13	刺し網等	漁獲物	272	68	68	68
	江差	2017-02-14	刺し網等	漁獲物	281	30	−	−
	江差	2017-03-6	刺し網等	漁獲物	266	30	−	−
	江差	2017-03-16	刺し網等	漁獲物	272	27	29	30
	上ノ国	2017-02-5	刺し網等	漁獲物	276	63	−	−
	上ノ国	2017-02-9	刺し網等	漁獲物	283	36	−	−
	上ノ国	2017-02-10	刺し網等	漁獲物	283	40	−	−
石狩湾	厚田	2017-02-14	刺し網	採卵*2	302	50	50	50

※魚体は，すべて冷凍保存されたものを測定
*1：後志南部海域に放流
*2：後志北部海域に放流

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，ニシンの漁獲はごくわずかであり，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における現在の系群構造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検討することを目的とする。海域別の課題として，後志南部海域では，石狩湾系群の種苗放流による資源増大の可能性について検討するとともに，時期別放流による比較試験を行い，放流適期の検討を行う。檜山海域では，徐々に漁獲が上がってきたことから，檜山の地場産卵による種苗生産・種苗放流と，それによる資源増大の可能性について検討する。

2017 年は，後志南部及び檜山海域に試験放流したニシンの回帰を確認し，回収率を算定する。また，採卵に用いた親魚の系群を確認する。なお，本報告書の内容は 2017 年 1～12 月に標本採取した分であり，2018 年 1～3 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

後志南部海域に種苗放流するため人工採卵に供した親魚並びに後志南部海域に来遊した産卵魚について標本（表 1）を採取し，脊椎骨数の計数及び mtDNA 分析用サンプルを採取した（mtDNA分析は栽培水試が実施）。また，檜山海域に種苗放流するため人工採卵に供した親魚の標本および檜山海域に来遊した漁獲物について後志南部海域と同様に行った。

(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）標識が付けられた。

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 18.）で実施した。

イ　放流回帰調査

(ア) 後志南部海域

後志南部協議会の事業として実施した放流回帰調査に参加して岩内港湾内での刺し網調査により採集したニシン成魚（表 1）の耳石を採取し，ALC 標識の確認を行った。また，人工採卵に供した寿都産の親魚（表 1）についても耳石を採取し，ALC 標識の有無を確認した。

(イ) 檜山海域

檜山海域で漁獲した魚と採卵親魚について（表 1）の耳石を採取し，ALC 標識の有無を確認した。

(ウ) 日本海北部海域

当水試資源管理部が「漁業生物の資源・生態調査（経常研究）」及び「石狩湾系ニシンの漁況予測調査（受託研究）」として日本海北部海域（積丹半島・石狩湾）で採集し，耳石採取した標本について全数，ALC 標識の有無を確認した（留萌以北については稚内水試が確認）。また，系群判別と同様，厚田産の採卵親魚標本（表 1）から耳石を採取し，ALC 標識の有無を確認した。

表 2　ニシン標本脊椎骨数計数結果（2017 年）

場　所	採集年月日	個体数	脊椎骨数／個体数					
			平均値	53	54	55	56	57
寿都	2016-02-6	50	54.32	9	18	21	2	0
岩内	2016-02-10	50	54.48	3	23	21	3	0
江差	2016-02-13	68	54.74	3	17	43	5	0
江差	2016-03-16	30	54.48	3	9	13	2	0
厚田	2016-02-14	50	54.64	0	25	18	7	0

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（2017 年）

海　域	親魚採集場　所	採　卵年月日	生産施設	ALC染色 0日齢	ALC染色 放流前（日齢）	種苗放流 場　所	種苗放流 尾数<千尾>
後志南部	寿都	2017-02-06	公社羽幌	ー	2016-05-29（90）	寿都	400
檜　山	江差・上ノ国	2017-02-6～23	公社瀬棚	○	2016-05-25（86）	上ノ国・江差	332　*1
				○	ー	せたな・奥尻・八雲(熊石)・乙部	668

※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

*1：上ノ国・江差放流種苗は二重標識。

(3) 得られた結果

ア　系群判別および放流種苗標識

（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，寿都で採集した標本が54.32と石狩湾系の特徴である54.4に満たなかったが，他はすべて石狩湾系群の特徴の54.4以上であった。この寿都標本の平均脊椎骨数が低くなったのは，他の系群が混ざっている可能性も示唆されるものの，採集日が2月6日と早く，石狩湾系と考えるのが妥当である。（mtDNAの分析結果の詳細については平成29年度道総研栽培水産試験場事業報告書を参照）。

（イ）放流種苗標識

檜山海域について2017年5月25日，瀬棚事業所で育成中の，上ノ国町及び江差町で放流するニシン種苗ロット（86日齢）33.2万尾にALC標識した。流水式育成水槽（30トン2槽）に，給水止水後，ALC 500 gを溶解したアルカリ性水溶液を入れ（ALC濃度8.3 ppm），約7時間置いたのち給水を再開した。耳石への染色状況は良好で，翌日までの死亡個体はほとんどなかった。

なお，瀬棚事業所が育成し，檜山海域に放流する全種苗には耳石形成0日齢の発眼卵においてALC染色されており，上ノ国・江差放流ロットの種苗は0日齢と86日齢の二重標識である。86日齢標識時に，0日齢でのALC耳石染色状況も良好であることを確認した。

後志南部海域について2017年5月29日，羽幌事業所で育成中の，寿都町で放流するニシン種苗ロット（90日齢）40万尾にALC標識した。このことについては，後志南部協議会受託研究の項（本書Ⅱ 18.）に記載したほか，表3に一覧を示す。

イ　放流回帰調査

（ア）後志南部海域

2017年2月～3月に後志南部（寿都と岩内）で採取した耳石180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標識は発見されなかった。なお，検鏡したニシンの年齢は表4のとおり。

（イ）檜山海域

檜山（江差と瀬棚）で採取した耳石131個体（表1）について検鏡した結果，ALC標識は見つからなかった。なお，検鏡したニシンの年齢は表5のとおり（このうち瀬棚の標本は全て3歳であった）。

（ウ）日本海北部海域

石狩湾（厚田）産の人工採卵親魚の耳石50個体（表1）及び資源管理部が採取した耳石（全数）について検鏡した結果，ALC標識はなかった。

表4　2017（平成29年）1～3月に後志南部で採集したニシンの耳石確認状況

生まれ年	満年齢	標本尾数	標識尾数
2015(H27)	1	0	0
2014(H26)	2	0	0
2013(H25)	3	79	0
2012(H24)	4	91	0
2011(H23)	5	10	0
2010(H22)	6	0	0
計		180	0

表5　2017（平成29年）1～3月に檜山海域で採集したニシンの耳石確認状況

生まれ年	満年齢	標本尾数	標識尾数
2015(H27)	1	0	0
2014(H26)	2	0	0
2013(H25)	3	106	0
2012(H24)	4	23	0
2011(H23)	5	2	0
2010(H22)	6	0	0
計		131	0

６．栽培漁業技術開発調査（経常研究）
６．１　ヒラメ放流調査
６．１．１　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　**石野健吾**

（1）目的

1996 年度に始まった日本海及び津軽海峡の人工種苗ヒラメの放流事業に関して，市場調査と水揚げ日別伝票に基づいて放流効果を算定するとともに，放流技術の高度化を図るための試験調査を実施する。

（2）経過の概要

ア　放流データの収集

水産技術普及指導所が実施した放流種苗の体色異常出現率に関する調査結果や，公益社団法人北海道栽培漁業振興公社（以後，「栽培公社」と略記）が集計した放流尾数などに関する情報を収集した。人工種苗ヒラメの無眼側黒化区分の基準は以下の通り。

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２：1～2 mm 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　市場調査データ等の解析

栽培公社が集計した市場調査（53 市場中の９市場）のデータ（全長及び無眼側黒化の有無，2016 年１～12 月）と，ひやま漁業協同組合（上ノ国を除く，瀬棚，大成，熊石，乙部，江差，奥尻の６市場）のヒラメ水揚げ日別伝票（体重及び無眼側黒化の有無，2016 年１～12 月）を，全長または体重に基づいて年齢に変換し，混入率や年齢別回収尾数，年級別回収率を算出した。

ウ　放流サイズの小型化に関する試験

中間育成経費の削減や種苗生産期間の短縮による疾病・事故発生リスクの抑制が期待できる放流サイズの小型化を検討するために，2013 年と 2014 年に，それぞれ事業群（全長範囲 7～10 cm）と小型群（全長範囲 4～7 cm）を ALC 標識放流して再捕し，放流後約２か月間の放流サイズと生残率の関係を調査してきた。その結果，放流サイズ別生残率の一指標となる放流サイズ指数（RSI：Release Size Index＝再捕魚の放流時全長組成割合/放流時の全長組成割合）は，現行の放流サイズ指針（全長 8 cm）より小型の放流個体で高くなる傾向を示したが（平成 25, 26 年度事業報告書参照），そりネットの全長別採集効率の違いが RSI に影響している可能性も考えられた。なお，再捕魚の放流時全長は摘出した耳石の ALC 標識径から計算した。

そこで，資源に完全に添加する年齢（2 歳または 3 歳）における RSI を解明する目的で，2017 年４月～2018 年３月に，放流水域に位置する余市郡漁協に水揚げされた標識魚を購入し，RSI を算出した。

（3）得られた結果

ア　放流データの収集

放流種苗の体色異常率は，北部日本海（稚内市～積丹町）の放流群（羽幌事業所）では，無眼側の黒化区分１，２，３及び有眼側の白化率が，それぞれ 4.8%，86.0%，9.3%，0% を，また，南部日本海（神恵内村～函館市）の放流群（瀬棚事業所）では，無眼側の黒化区分１，２，３及び有眼側の白化率が，それぞれ 49.7%，20.0%，30.3%，0% を示した（表１）。

表１　北部放流群（羽幌事業所）と南部放流群（瀬棚事業所）の体色異常率（%）

放流年	羽幌事業所				放流年	瀬棚事業所			
	区分1	区分2	区分3	白化		区分1	区分2	区分3	白化
1996	23.0	19.9	57.1		1996	14.8	35.9	43.9	5.4
1997	4.3	28.0	67.7		1997	0.3	10.0	87.5	0.3
1998	21.0	59.0	20.0	2.7	1998	29.7	31.2	32.3	6.8
1999	8.8	51.3	39.9	4.2	1999	22.7	36.3	39.0	2.0
2000	11.0	37.5	51.5	5.2	2000	1.7	14.3	83.0	1.0
2001	1.6	3.2	95.2	11.2	2001	0.0	0.3	99.7	1.7
2002	5.5	41.2	54.7	7.5	2002	9.7	28.3	62.0	0.0
2003	13.5	59.0	27.5	4.6	2003	49.7	32.0	18.3	0.0
2004	36.8	51.8	14.7	3.1	2004	24.3	33.3	42.3	1.0
2005	未放流（VNN発症）				2005	45.3	23.3	31.3	0.0
2006	6.6	37.1	56.6	1.3	2006	11.7	18.3	70.0	0.0
2007	4.1	76.9	18.9	0.2	2007	0.0	0.0	100.0	0.0
2008	7.7	88.3	3.9	0.0	2008	5.5	8.5	86.0	0.0
2009	5.0	58.3	36.7	0.0	2009	0.0	4.7	95.3	0.3
2010	0.3	24.2	75.5	0.0	2010	5.0	21.0	74.0	0.0
2011	8.5	69.3	22.2	0.0	2011	2.6	11.9	85.5	0.0
2012	未放流（停電酸欠死）				2012	3.5	12.6	83.9	0.0
2013	3.3	45.9	50.8	0.0	2013	0.6	3.4	95.9	0.0
2014	2.0	52.8	45.2	0.0	2014	10.3	15.7	74.0	0.0
2015	7.0	42.0	51.0	0.0	2015	19.3	30.3	50.3	0.0
2016	14.0	60.5	25.5	1.8	2016	37.3	6.3	56.3	0.0
2017	4.8	86.0	9.3	0.0	2017	49.7	20.0	30.3	0.0

ヒラメの市場調査で，黒化区分１の個体は視認が困難と考えられたことから，黒化区分２と黒化区分３の割合の合計を各放流年級の標識率とみなして，回収尾数の補正を行った。

イ　市場調査データの解析

（ア）無眼側黒化個体の混入率

各調査市場において，水揚げ日を毎月 1～2 回無作為に抽出して，その日に水揚げされたヒラメを水揚げ順に最大 100 尾まで測定して得られたデータから算出した混入率（＝無眼側黒化尾数/調査尾数）を表２に示した。

表２　北部日本海（豊富～余市）と南部日本海（寿都～松前さくら）の市場調査における無眼側黒化個体の混入率（2016 年１～12 月）

	北部日本海			南部日本海		
調査年	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

海域全体で見ると，混入率は北部日本海が 4.3%，南部日本海が 5.9% と海域差は小さかった。

上記の市場調査とは別に，南部日本海では，ひやま漁協 6 市場（瀬棚～奥尻）で水揚げヒラメ全個体の黒化の有無を記録している。その平均混入率は 7.4%（表 3）で，日本海南部海域における市場調査の混入率の値（5.9%，表 2 の南部日本海計）と類似していた。

表３　全数調査（日別水揚げ伝票）による無眼側黒化魚の市場別混入率（2016 年１～12 月）

2016年	黒化尾数	調査尾数	混入率
瀬棚	2,074	17,027	12.2%
大成	308	10,436	3.0%
熊石	686	9,501	7.2%
乙部	311	4,207	7.4%
江差	806	14,198	5.7%
奥尻	57	2,217	2.6%
	4,242	57,586	7.4%

（イ）回収魚の全長組成

市場調査で無作為に抽出された無眼側黒化ヒラメの全長組成を，海域別に示した（図１）。

資源管理協定で水揚げ規制されている全長 35 cm 未満の個体は出現せず，サイズ規制はよく遵守されていた。

しかし，単価の安い銘柄「小」,「中」に相当する全長 45 cm 未満の回収魚が，両海域とも 45～55% を占めていることから，放流事業の経済効果を高めるためには，規制サイズの引き上げを検討する必要があろう。

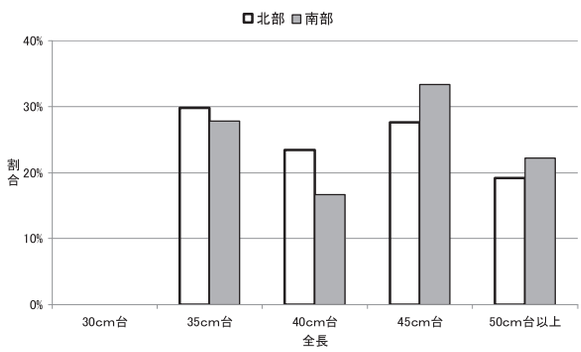


図１　無眼側黒化魚の全長組成（2016 年市場調査）

（ウ）北部日本海と南部日本海における放流効果の算定

北部日本海では 28 市場中，2016 年にヒラメの漁獲量が皆無であった 5 市場（鬼脇，仙法志，沓形，香深，船泊）を除き，23 市場における人工種苗ヒラメの放流効果を 7 か所の市場調査に基づいて，以下のように算出した。

即ち，漁獲量が 5 トン以下の 4 市場（抜海・声問・豊富・礼受三泊）については 2 市場（声問・豊富）の調査の結果を，また漁獲量が 5 トンを超える 19 市場に

表４　北部日本海の放流効果算定に用いた市場一覧

組合（支所）	漁獲量（トン）	生産金額（万円）	単価（円/kg）	算定対象対象	調査日数／水揚日数
稚内（抜海）	1	57	865	引き延ばし	
宗谷（声問）	3	178	658	引き延ばし	2／42
稚内（豊富）	3	184	682	引き延ばし	4／40
鷲泊	19	3,797	2,001	引き延ばし	
鬼脇	0	3	1,026	引延ばし除外	
仙法志	0	0	－	引延ばし除外	
沓形	0	0	－	引延ばし除外	
香深	0	0	702	引延ばし除外	
船泊	0	46	1,726	引延ばし除外	
北るもい（天塩）	22	1,871	832	引き延ばし	
遠別	7	402	593	引き延ばし	
北るもい（初山別）	15	1,972	1,288	引き延ばし	
北るもい（羽幌）	16	1,510	959	引き延ばし	23／130
北るもい（天売）	10	1,198	1,167	引き延ばし	
北るもい（焼尻）	13	1,768	1,380	引き延ばし	
北るもい（苫前）	16	1,431	905	引き延ばし	3／140
新星マリン（臼谷、鬼鹿）	22	1,729	803	引き延ばし	
新星マリン（礼受三泊）	2	133	760	引き延ばし	
増毛	25	1,967	773	引き延ばし	18／195
石狩湾（浜益）	12	916	782	引き延ばし	
石狩湾（厚田）	21	1,621	761	引き延ばし	
石狩湾（石狩）	40	2,737	677	引き延ばし	
小樽市	31	2,928	958	引き延ばし	8／191
小樽機船	15	1,216	818	引き延ばし	
余市郡	34	1,948	575	引き延ばし	9／183
東しゃこたん（古平）	45	2,445	547	引き延ばし	
東しゃこたん（美国）	12	732	586	引き延ばし	
東しゃこたん（積丹）	7	519	755	引き延ばし	
日本海北部	390	33,311	854	23市場/28市場	

ついては5市場（羽幌・苫前・増毛・小樽市・余市郡）の調査の結果を，それぞれ全体の年齢別回収尾数へ引き延ばした（表4）。

南部日本海では，水揚げされたヒラメの全数を記帳（重量，体色異常の有無）しているひやま漁協（ただし，上ノ国市場を除く）については，体重を年齢に変換して，年齢別回収尾数を日別に積算した。全数調査を実施していない上ノ国市場については，これらの年齢別回収尾数を漁獲量で引き延ばして算出した。

また，ひやま漁協以外の17市場については，漁獲量が1トン未満の椴法華市場を過大な算定を避けるため除外して，残りの16市場に関して，調査を実施した2市場（寿都町・中ノ川）の結果を引き延ばして年齢別回収尾数を算出し，ひやま漁協算出分と合算した。

（エ）北部日本海と南部日本海の放流効果の算定結果

北部日本海（稚内市～積丹町）における放流効果の算定結果（標識率で補正済み）を表6に示した。

2016年の総回収尾数は4,842尾（95%信頼区間，744～8,939尾），これに年齢別平均体重を乗じて求めた総回収重量は5,033 kg(95%信頼区間，129～9,936 kg)，また，回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は430万円(95%信頼区間，11～849万円)と算定された。

年齢別（表6）に見ると，3歳魚（2013年級）の回収尾数が最も多かった。未放流（酸欠事故）の2012年級

表5　南部日本海の放流効果算定に用いた市場一覧

組合(支所)	漁獲量(トン)	生産金額(万円)	単価(円/kg)	算定対象対象	調査日数／水揚日数
神恵内村	18	1,626	908	引き延ばし	
歌	8	908	1,116	引き延ばし	
泊村	12	813	704	引き延ばし	
岩内郡	56	3,832	689	引き延ばし	
寿都町	25	1,934	766	引き延ばし	8／224
島牧	41	7,431	1,831	引き延ばし	
ひやま(瀬棚)	7	452	663	全数調査(電算)	
ひやま(太櫓)	7	473	676	全数調査(電算)	
ひやま(大成)	9	967	1,023	全数調査(電算)	
ひやま(熊石)	8	651	815	全数調査(電算)	
ひやま(乙部	4	326	844	全数調査(電算)	
ひやま(江差)	13	1,613	1,287	全数調査(電算)	
ひやま(上ノ国)	55	5,784	1,048	(管内引き延ばし)	
ひやま(奥尻)	3	281	1,006	全数調査(電算)	
松前さくら	8	894	1,069	引き延ばし	
福島吉岡	10	1,473	1,494	引き延ばし	
上磯郡(中ノ川)	16	1,683	1,067	引き延ばし	4／170
上磯郡(木古内)	15	1,363	909	引き延ばし	
上磯郡(はまなす)	15	1,530	1,045	引き延ばし	
上磯郡(上磯)	8	1,273	1,531	引き延ばし	
函館市	10	1,460	1,503	引き延ばし	
銭亀沢	5	657	1,280	引き延ばし	
戸井	5	598	1,248	引延ばし除外	
えさん	10	1,331	1,377	引き延ばし	
えさん(椴法華)	1	116	1,065	引延ばし除外	
日本海南部	367	39,472	1,075	24市場/25市場	
日本海北部＋南部	757	72,783	961		

表6　2016年の市場調査に基づく北部日本海の放流効果の算定結果（標識率で補正済み）

年級	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	
査定年齢	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9	計
A: 回収尾数年計	0	1,863	2,376	544	362	91	0	0	0	3,373
95%下限	0	448	594	−145	−220	−86	0	0	0	143
95%上限	0	3,277	4,157	1,233	946	267	0	0	0	6,603
B: 放流尾数	1,100,000	1,100,000	1210000	0	1,211,000	495,060	900,000	1,202,000	1,100,000	8,318,060
C: 標識率(黒化区分2+3)	93.0%	98.0%	96.8%	−	91.6%	99.7%	95.0%	92.3%	95.9%	
A/C: 回収尾数年計(補正後)	0	1,901	2,454	−	396	91	0	0	0	4,842
95%下限	0	457	614	−	−241	−86	0	0	0	744
95%上限	0	3,344	4,294	−	1,033	268	0	0	0	8,939
(A/C)/B: 回収率	0.00%	0.17%	0.20%	−	0.03%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	
95%下限	0.00%	0.04%	0.05%	−	−0.02%	−0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	
95%上限	0.00%	0.30%	0.35%	−	0.09%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	
D: 平均体重kg	0.30	0.60	1.10	−	2.30	3.10	3.10	3.10	3.10	回収量年計(kg)
(A/C)*D: 回収重量(kg)	0	1,141	2,700	−	910	283	0	0	0	5,033
95%下限	0	274	675	−	−553	−267	0	0	0	129
95%上限	0	2,006	4,724	−	2,375	830	0	0	0	9,936
E: 平均単価(円/kg)	854	854	854	−	854	854	854	854	854	回収金(万円)
(A/C)*D*E: 回収金額(万円)	0	97	231	−	78	24	0	0	0	430
95%下限	0	23	58	−	−47	−23	0	0	0	11
95%上限	0	171	403	−	203	71	0	0	0	849

表7　2016年の市場調査に基づく南部日本海の放流効果の算定結果（標識率で補正済み）

年級	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	
査定年齢	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9	計
A: 回収尾数年計	202	2,644	2,229	2,206	384	362	15	2	22	8,066
B: 放流尾数	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	581,310	1,001,800	1,553,390	688,550	8,225,050
C: 標識率(黒化区分2+3)	80.6%	89.7%	99.3%	96.5%	97.4%	95.0%	100%	94.5%	100%	
A/C: 回収尾数年計(補正後)	251	2,948	2,245	2,286	394	381	15	2	22	8,543
(A/C)/B: 回収率	0.02%	0.27%	0.20%	0.21%	0.04%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	
D: 平均体重kg	0.30	0.60	1.10	1.70	2.30	3.10	3.10	3.10	3.10	回収量年計(kg)
(A/C)*D: 回収重量(kg)	75	1,769	2,469	3,886	907	1,181	47	7	68	10,408
E: 平均単価(円/kg)	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	回収金(万円)
(A/C)*D*E: 回収金額(万円)	8	190	265	418	97	127	5	1	7	1,119

（4 歳魚）の出現は年齢の換算誤差に起因することから，3 歳と 5 歳に回収尾数を振り分け済みである。

次に，南部日本海（神恵内村～函館市）の放流効果の算定結果（標識率で補正済み）を表 7 に示した。

2016 年の総回収尾数は 8,543 尾（全数調査の値と合算したため，点推定値を示す）と算定され，これに年齢別平均体重を乗じて求めた総回収重量は 10,408 kg，回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は 1,119 万円，また，年齢別には 2～4 歳魚（2012～2014 年級）により総回収尾数の大半が占められていた。

両海域を比べると，北部日本海の回収重量は 4.8 トン，南部日本海のそれは 8.5 トンと，一見，後者の海域で放流効果が高いように見えるが，このような海域差は，人工種苗の未放流年級の発生（北部日本海の 2012 年級）によるところが大きいと思われる。

（オ）市場調査年別，放流年級別に見た放流効果

2016 年の市場調査から算定した各海域の回収尾数の値（表 6，表 7）に基づいて，市場調査年別の放流効果（年齢別回収尾数，回収重量，回収金額）の数値を更新した（表 8）。

市場調査では通常，1 ～6 歳魚が出現することから，6 歳魚が回収された 2002 年以降で見ると，北部，南部，全体の順に，回収重量は 5～24 トン，7～42 トン，15～61 トン，また回収金額は 430～2,784 万円，684～5,661 万円，1,288～7,508 万円の変動が算定された。

これを放流年級別に組替えたものを表 9 に示した。2016 年の市場調査の時点では，概ね 2010 年級までの放流効果が確定したとみなすことができる。

そこで，これまでに放流した 1996～2010 年級について見ると，放流海域全体の放流効果は，回収重量が 18

表 8　北部日本海と南部日本海における市場調査年別の年齢別回収尾数，回収重量および回収金額（標識率で補正済み，1996～2016 年）

市場	水域	放流尾数			回収尾数					標識率	回収量	単価	回収額	総回収量	総回収額
調査年			回収齢(kg)	1歳(0.3)	2歳(0.6)	3歳(1.1)	4歳(1.7)	5歳(2.3)	6歳(3.1)	(区分2+3)	(トン)	(円/kg)	(万円)	(トン)	(万円)
1996	北部	1,149,000								0.77	0	1,739	0	0	0
	南部	1,561,000								0.85	0	2,332	0		
1997	北部	1,140,000		0						0.96	0	1,604	0	0	34
	南部	1,151,000		543						1.00	0	2,062	34		
1998	北部	1,325,000		367	2,930					0.79	2	1,297	242	12	2,081
	南部	1,152,000		2,210	15,892					0.70	10	1,803	1,839		
1999	北部	1,393,000		329	3,664	2,247				0.91	5	1,241	592	31	4,604
	南部	1,247,000		3,155	23,856	10,109				0.77	26	1,521	4,012		
2000	北部	1,133,000		1,020	14,422	5,758	1,087			0.89	17	1,250	2,142	39	5,618
	南部	1,136,000		799	20,115	6,012	1,857			0.98	22	1,574	3,476		
2001	北部	855,000		1,170	13,929	6,847	1,076	314		0.98	19	1,508	2,834	50	7,477
	南部	691,000		8,856	24,798	8,499	1,456	721		1.00	31	1,497	4,643		
2002	北部	1,287,000		1,615	9,878	4,112	1,082	2,542	0	0.95	19	1,495	2,784	45	6,605
	南部	1,481,000		2,259	10,829	6,371	2,966	1,310	1,257	0.90	26	1,462	3,821		
2003	北部	1,227,000		392	6,162	5,534	2,054	330	326	0.87	15	1,194	1,810	56	7,471
	南部	1,302,000		1,209	13,117	10,292	5,772	3,149	1,332	0.50	41	1,390	5,661		
2004	北部	1,219,000		560	9,020	6,074	1,758	421	234	0.63	17	1,181	2,001	55	7,508
	南部	1,123,000		1,686	20,719	11,251	2,518	1,369	1,713	0.76	38	1,447	5,507		
2005	北部	未放流		93	4,418	7,141	3,464	282	66	－	17	1,213	2,096	39	5,193
	南部	1,158,000		0	8,101	7,529	2,742	877	634	0.55	22	1,421	3,097		
2006	北部	1,308,000		未放流	10,554	6,125	1,580	96	80	0.93	16	1,155	1,873	40	4,709
	南部	1,149,000		874	8,354	9,427	2,862	633	546	0.88	24	1,199	2,836		
2007	北部	1,100,000		2,774	未放流	12,109	3,675	927	116	0.96	24	966	2,291	46	4,853
	南部	689,000		0	7,336	5,557	4,354	1,264	335	1.00	22	1,172	2,562		
2008	北部	1,202,000		143	11,109	未放流	5,662	505	219	0.92	18	1,028	1,869	54	6,721
	南部	1,553,000		0	11,779	10,155	3,367	3,795	1,109	0.95	36	1,343	4,852		
2009	北部	900,000		234	4,924	7,737	未放流	2,861	255	0.95	19	1,093	2,067	61	6,411
	南部	1,002,000		461	6,794	13,495	6,943	2,923	1,310	1.00	42	1,043	4,344		
2010	北部	495,060		36	5,087	5,027	2,864	未放流	608	1.00	15	790	1,213	34	2,854
	南部	581,310		0	6,385	5,790	3,046	1,298	254	0.95	19	857	1,641		
2011	北部	1,211,000		192	4,339	5,065	1,168	262	未放流	0.92	11	763	826	30	2,690
	南部	1,100,000		63	3,772	5,745	1,376	1,636	1,314	0.97	19	993	1,865		
2012	北部	未放流		123	4,040	3,660	1,377	27	340	－	10	780	776	17	1,460
	南部	1,100,000		444	3,451	2,897	509	104	233	0.97	7	948	684		
2013	北部	1,210,000		未放流	4,336	1,341	457	98	99	0.97	5	842	453	22	1,743
	南部	1,100,000		257	6,424	5,467	2,366	699	236	0.99	16	791	1,290		
2014	北部	1,100,000		501	未放流	5,108	351	81	0	0.98	7	709	465	18	1,288
	南部	1,100,000		559	4,432	3,808	1,311	441	231	0.90	11	750	823		
2015	北部	1,100,000		0	5,720	未放流	2,352	0	0	0.93	10	865	890	25	2,134
	南部	1,100,000		0	3,752	6,820	2,029	805	0	0.81	15	826	1,243		
2016	北部	1,100,000		0	1,901	2,454	未放流	396	91	0.86	5	854	430	15	1,549
	南部	1,100,000		251	2,948	2,245	2,286	394	381	0.63	10	1,075	1,119		

～62 トン，回収金額が 1,446～9,142 万円の範囲で変動していた。

これを海域別に見ると，北部日本海と南部日本海ではそれぞれ，回収重量は 5～38 トンと 10～42 トン，回収金額は 474～3,342 万円と 869～6,038 万円，回収率は 0.57～2.62% と 0.90～4.39% の範囲で変動していた。

ここで特徴的なことは，同じ放流年級で海域間の回収率を比べると，北部日本海海域で未放流の 2005 年を除いた 14 年級中，11 年級で南部日本海の方が高い傾向が認められ，より詳細に見ると，各回収年齢においても南部日本海の回収尾数が多い傾向がある。

次に，上記に述べた市場調査に基づく放流の直接効果に加えて，放流種苗の再生産効果を算定（計算手法は平成 26 年度事業報告書参照）した結果を加えて，各事業年（1996～2016 年）における放流事業の概要を表 10 に示した。

まず，これら計 21 事業年の総放流尾数は 4,450 万尾で，各年 220 万尾の放流計画に対する放流尾数の達成率は 96.3% とほぼ目標を達成してきたと言える。

ただし，疾病が 4 年級（2001 年，2005 年，2007 年，2016 年），事故が 1 年級（2012 年），形態異常が 1 年級（2010 年）と，21 年級中，6 年級に種苗生産の不調が発生しており，3 年ないし 4 年に 1 度の頻度で，なんらかの問題が発生している。

これに関連して，生産不調の 6 年級の種苗単価が 80 円～141 円/尾であるのに対して，他の 15 年級が 51～73 円/尾と低く，明らかに，種苗の平均単価（71 円/尾）を押し上げる要因となったことが分かる。これら 6

表 9　北部日本海と南部日本海における放流年級別・年齢別回収尾数（標識率補正済, 1996～2016 年市場調査）

放流	水域	放流尾数		回収尾数						回収尾数	回収率	回収量	平均単価	回収額	総回収量	総回収額
年級			回収齢(kg)	1歳(0.3)	2歳(0.6)	3歳(1.1)	4歳(1.7)	5歳(2.3)	6歳(3.1)	計		(トン)	(円/kg)	(万円)	(トン)	(万円)
1996	北部	1,149,000		0	2,930	2,247	1,087	314	0	6,578	0.57%	7	1,739	842	37	5,941
	南部	1,561,000		543	15,892	10,109	1,857	721	1,257	30,379	1.95%	30	2,332	5,099		
1997	北部	1,140,000		367	3,664	5,758	1,076	2,542	326	13,732	1.20%	18	1,604	1,803	50	7,371
	南部	1,151,000		2,210	23,856	6,012	1,456	1,310	1,332	36,176	3.14%	33	2,062	5,568		
1998	北部	1,325,000		329	14,422	6,847	1,082	330	234	23,244	1.75%	20	1,297	3,105	62	9,142
	南部	1,152,000		3,155	20,115	8,499	2,966	3,149	1,713	39,597	3.44%	42	1,803	6,038		
1999	北部	1,393,000		1,020	13,929	4,112	2,054	421	66	21,601	1.55%	19	1,241	3,146	56	9,006
	南部	1,247,000		799	24,798	6,371	5,772	1,369	634	39,744	3.19%	38	1,521	5,860		
2000	北部	1,133,000		1,170	9,878	5,534	1,758	282	80	18,701	1.65%	17	1,250	2,565	52	7,458
	南部	1,136,000		8,856	10,829	10,292	2,518	877	546	33,918	2.99%	35	1,574	4,894		
2001	北部	855,000		1,615	6,162	6,074	3,464	96	116	17,526	2.05%	18	1,508	2,137	48	6,423
	南部	691,000		2,259	13,117	11,251	2,742	633	335	30,337	4.39%	30	1,497	4,286		
2002	北部	1,287,000		392	9,020	7,141	1,580	927	219	19,278	1.50%	19	1,495	2,273	52	7,150
	南部	1,481,000		1,209	20,719	7,529	2,862	1,264	1,109	34,691	2.34%	33	1,462	4,877		
2003	北部	1,227,000		560	4,418	6,125	3,675	505	255	15,539	1.27%	18	1,194	1,744	55	5,426
	南部	1,302,000		1,686	8,101	9,427	4,354	3,795	1,310	28,674	2.20%	37	1,390	3,682		
2004	北部	1,219,000		93	10,554	12,109	5,662	2,861	608	31,887	2.62%	38	1,181	3,342	62	5,774
	南部	1,123,000		0	8,354	5,557	3,367	2,923	254	20,456	1.82%	24	1,447	2,432		
2005	北部	未放流		–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,213	–	35	3,294
	南部	1,158,000		874	7,336	10,155	6,943	1,298	1,314	27,921	2.41%	35	1,421	3,294		
2006	北部	1,308,000		2,774	11,109	7,737	2,864	262	340	25,087	1.92%	24	1,155	2,529	56	5,964
	南部	1,149,000		0	11,779	13,495	3,046	1,636	233	30,190	2.63%	32	1,199	3,435		
2007	北部	1,100,000		143	4,924	5,027	1,168	27	99	11,388	1.04%	11	966	1,050	25	2,420
	南部	689,000		0	6,794	5,790	1,376	104	236	14,300	2.08%	14	1,172	1,370		
2008	北部	1,202,000		234	5,087	5,065	1,377	98	0	11,861	0.99%	11	1,028	930	25	2,216
	南部	1,553,000		461	6,385	5,745	509	699	231	14,031	0.90%	14	1,343	1,286		
2009	北部	900,000		36	4,339	3,660	457	81	0	8,573	0.95%	8	1,093	664	18	1,533
	南部	1,002,000		0	3,772	2,897	2,366	441	0	9,476	0.95%	10	1,043	869		
2010	北部	495,060		192	4,040	1,341	351	0	81	6,005	1.21%	5	790	474	18	1,446
	南部	581,310		63	3,451	5,467	1,311	805	381	11,478	1.97%	13	857	972		
2011	北部	1,211,000		123	4,336	5,108	2,352	396		12,315	1.02%	13	763	974	26	2,020
	南部	1,100,000		444	6,424	3,808	2,029	394		13,099	1.19%	13	993	1,046		
2012	北部	未放流		–	–	–	–	–	–	–	–	0	780	–	14	1,162
	南部	1,100,000		257	4,432	6,820	2,286			13,795	1.25%	14	948	1,162		
2013	北部	1,210,000		501	5,720	2,454				8,675	0.72%	7	842	740	12	1,333
	南部	1,100,000		559	3,752	2,245				6,556	0.60%	5	791	593		
2014	北部	1,100,000		0	1,901					1,901	0.17%	1	709	162	3	479
	南部	1,100,000		0	2,948					2,948	0.27%	2	750	317		
2015	北部	1,100,000		0						0	0.00%	0	865	0	0	27
	南部	1,100,000		251						251	0.02%	0	826	27		
2016	北部	1,100,000		0						0	0.00%	0	854	0	0	0
	南部	559,000		0						0	0.00%	0	1,075	0		

表 10　各事業年におけるの回収重量，回収金額，費用対効果（1996～2016 年）

事業年	漁獲量	A:天然	B:直接	C:間接	放流効果	単価	D:直接効果	E:間接効果	放流効果	F:事業費	(D+E)/F	放流尾数	種苗単価	備考
	トン	トン	効果トン	効果トン	計 トン	円/kg	（万円）	（万円）	（万円）	万円	%	D（万尾）	（円/尾）	
1996	700	700	0	0	0	1,996	0	0	0	16,747	0%	271	62	
1997	729	729	0	0	0	1,797	29	0	29	17,983	0%	229	78	
1998	964	952	12	0	12	1,490	1,797	0	1,797	15,708	11%	248	63	
1999	1,105	1,074	31	0	31	1,360	4,237	0	4,237	16,000	26%	264	61	
2000	1,171	1,131	39	1	40	1,390	5,452	123	5,575	16,000	35%	227	71	
2001	805	751	50	5	55	1,502	7,484	717	8,200	16,000	51%	155	103	疾病
2002	659	604	45	11	56	1,478	6,613	1,588	8,201	16,096	51%	278	58	
2003	779	706	56	16	72	1,267	7,085	2,089	9,173	13,330	69%	253	53	
2004	695	619	55	22	77	1,277	7,023	2,779	9,801	13,691	72%	234	58	
2005	729	666	39	24	63	1,284	5,016	3,116	8,132	14,620	56%	116	126	VNN
2006	812	745	40	28	68	1,174	4,681	3,253	7,934	14,936	53%	246	61	
2007	926	850	46	30	76	1,054	4,804	3,211	8,015	14,342	56%	179	80	レオ様ウィルス
2008	813	734	54	25	79	1,161	6,307	2,863	9,170	14,134	65%	276	51	
2009	640	556	61	24	84	1,069	6,471	2,536	9,007	13,816	65%	190	73	
2010	777	715	34	27	62	822	2,836	2,256	5,091	15,153	34%	108	141	尾鰭異常
2011	975	922	30	23	53	841	2,489	1,949	4,439	14,451	31%	231	63	
2012	917	879	17	21	38	847	1,454	1,738	3,192	13,549	24%	110	123	事故（酸欠）
2013	819	772	27	20	47	812	2,154	1,644	3,798	15,526	24%	231	67	
2014	915	879	19	17	36	733	1,409	1,231	2,640	15,500	17%	220	70	
2015	758	719	23	16	39	842	1,974	1,330	3,304	14400	23%	220	65	
2016	757	728	15	14	29	961	1,470	1,365	2,834	13298	21%	166	80	
										315,280万円		4,450万尾	平均71円	放流96.3%達成

年 級（2001 年，2005 年，2007 年，2010 年，2012 年，2016 年）を除いた単価は 63 円/尾であることからみて，疾病防除や事故対策がコスト削減策として欠かせない。

再生産効果が発現し始めた 2000 年以降の直接効果と間接効果を合算した放流効果は，回収重量が 29～84 トン，回収金額が 2,640～9,801 万円，また事業費に対する回収金額の割合（費用対効果）が 0.2～0.7 程度と算定され，今後，経済的に事業を成立させるためには，種苗生産コストを下げる対策と，回収金額を上げる対策の双方が求められている。

ウ　放流サイズの小型化に関する試験

2013 年と 2014 年に，それぞれ小型群（全長範囲 3～7 cm）と事業群（全長範囲 6～10 cm）を ALC 標識放流し，放流後約 2 か月間の余市河口域（砂浜）での調査で，2013 年は小型群 65 尾と事業群 3 尾を，また 2014 年は小型群 33 尾，事業群 49 尾を再捕した。各群の RSI は小型個体ほど高くなる傾向を示した（表 11）が，調査水域外への逸散や，そりネットの採集効率が大型個体ほど低下する可能性も否定できなかった。

そこで，これらの影響を考慮する必要の無い，加入個体（2～4 歳）における RSI を，2017 年 12 月までに余市郡漁協に水揚げされた標識魚（2013 年小型群 137 尾，事業群 102 尾，2014 年小型群 74 尾，事業群 70 尾）で調べた。

小型群の RSI は 3 cm 台→5 cm 台へ増大（2014 年群）する一方，7 cm 台→5 cm 台へと減少（2013 年群）し，5 cm 台で明瞭なピークを示した。

一方，事業群の RSI は 2013 年群では 7 cm 台→10 cm 台へと減少したが，2014 年群では 6 cm 台→8 cm 台へと増加し，明瞭なピークは見られなかった（表 12）。

今後は，2018 年に水揚げされる 4 歳魚と 5 歳魚の ALC 標識放流個体のデータを加えて RSI 解析に用いるデータ数を増やし，適正放流サイズに関する解析精度の向上を図るとともに，現行の放流サイズ指針を検証し，放流サイズ小型化の可能性について検討する。

表 11　放流後 2 か月以内に，砂浜域の調査で再捕した各標識群の放流サイズ指数（RSI）

標識放流群	小型群	小型群	事業群	事業群
標識放流年月日	2014年7月29日	2013年8月5日	2014年8月18日	2013年8月23日
放流水域	砂浜域	砂浜域	砂浜域・岩礁域	砂浜域・岩礁域
ALC標識	2重（狭い）	1重	3重	2重（広い）
回収魚の年齢	0歳魚	0歳魚	0歳魚	0歳魚
標本尾数	33尾	65尾	49尾	3尾
放流全長階級	RSI	RSI	RSI	RSI
3cm台	1.8			
4cm台	1.1			
5cm台	0.5	1.8		
6cm台		0.9	1.5	
7cm台		0.9	1.1	（1尾）
8cm台			0.6	
9cm台				（1尾）
10cm台				（1尾）

表 12　2017年12月までに余市郡漁協に水揚げされた ALC 標識ヒラメから算出した各放流群の RSI

標識放流群	小型群	小型群	事業群	事業群
標識放流年月日	2014年7月29日	2013年8月5日	2014年8月18日	2013年8月23日
放流水域	砂浜域	砂浜域	砂浜域・岩礁域	砂浜域・岩礁域
ALC標識	2重（狭い）	1重	3重	2重（広い）
回収魚の年齢	2～3歳魚	2～4歳魚	2～3歳魚	2～4歳魚
標本尾数	74尾	137尾	70尾	102尾
放流全長階級	RSI	RSI	RSI	RSI
3cm台	0.2			
4cm台	0.6			
5cm台	2.0	1.5		
6cm台		1.1	0.4	
7cm台		0.8	0.8	1.5
8cm台			1.6	1.3
9cm台				1
10cm台				0.5

６．１．２　ヒラメウイルス性神経壊死症対策

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**三浦宏紀　伊藤慎悟**

（1）目的

ヒラメのウイルス性神経壊死症（VNN）に対する適切な診断，検査方法を開発するとともに，ウイルス保有魚を排除することにより防疫対策の確立に資する。

（2）経過の概要

本道では，ヒラメのVNN対策として，北海道栽培漁業振興公社（以下栽培公社）羽幌・瀬棚事業所で生産された種苗のRT–PCR法による検査，ELISA法による親魚の抗体検出検査でウイルス保有魚の排除を実施している。1996年度から生産が行われている栽培公社産種苗で2004年度までVNNの発病は起こらなかった。また2001年度の試験から親魚には発病に直接関わらないウイルスゲノムのDNA型が存在し，親魚から卵及び精子にこのDNA断片が移行している可能性が示唆された。

その後，E–11細胞等を用いて原因ウイルスを培養し，検出することが可能となったため，2002年度からは，従来から行われてきた配付前種苗のRT–PCR法ならびにDNA断片の検出に加え，E–11細胞を用いたウイルス培養検査を行ってきた。

また，次年度親魚として使用するヒラメのELISA法による抗体検査も引き続き実施しているが，2009年度から陽性対照血清を設定し，これとのELISA吸光度により陽性・陰性を判定している。

なお，2005度に栽培公社羽幌事業所で種苗生産し中間育成中の種苗（平均全長80 mm）でVNNが発生したことを受け，種苗のVNN検査を孵化仔魚と30 mm種苗時点の2回とし，検査感度を上げるため2012年度から種苗の検査を凍結から生サンプルに改めた。

2017年度は孵化仔魚については5月と6月，30 mm種苗については7月と8月に検査を実施した。

ア　種苗のRT-PCR法による検査

孵化仔魚では羽幌事業所の5ロットと瀬棚事業所の4ロットにつき約100 mgの魚体全体を，30 mm種苗では羽幌事業所の5ロットと瀬棚事業所の5ロットについて60尾を5尾ずつプールして目と脳を検査試料とした。

イ　種苗のウイルス培養検査

孵化仔魚と30 mm種苗について，上記と同じサンプルを磨砕・希釈後，静菌処理し，24ウエルプレートで培養したE–11細胞に終濃度が10^{-3}，10^{-4}になるよう添加後，20℃で14日間培養して，CPE（細胞変成）の有無を観察した。

ウ　親魚のELISA法によるウイルス抗体検査

栽培公社羽幌事業所に新たに収容し飼育されていた天然親魚187尾についてELISA検査を行った。前年度と同様に，2008年度に凍結融解後の1：20血清でのELISA吸光度が0.050となった個体の血清を陽性対照血清とした。これを被検魚の1：20血清を分注したELISAプレートに陽性対照血清として分注してELISA検査を行い，陽性対照血清のELISA吸光度と同じ又はこれより高い値の個体を陽性，これより低い値の個体を陰性と判定した。

（3）得られた結果

ア　種苗のRT-PCR法による検査

栽培公社羽幌と瀬棚両事業所で生産された孵化仔魚，羽幌事業所産30 mm種苗何れも全ロットが陰性だった。

イ　種苗のウイルス培養検査

両事業所産の孵化仔魚，30 mm種苗の全ロットとも14日間の観察でCPEが形成されず，ウイルスは検出されなかった。

ウ　ELISA法による親魚のウイルス抗体検査

ELISA検査の結果，羽幌事業所で飼育されていた180尾を陰性，5尾を陽性，2尾を偽陽性と判定した。

エ　VNN発生の有無

上記ア及びイの検査結果から，羽幌・瀬棚両事業所とも種苗生産でのVNNの発生はなく，また中間育成期間中の発症もなかった。

６．２　マツカワ放流事業
６．２．１　マツカワウイルス性神経壊死症対策

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**伊藤慎悟　三浦宏紀**
協力・共同研究機関　北海道栽培漁業振興公社伊達事業所
栽培水産試験場　北海道大学

（1）目的

マツカワのウイルス性神経壊死症（VNN）に対する適切な診断，検査方法を開発するとともに，ウイルス保有魚を排除することにより防疫対策の確立に資する。

（2）経過の概要

本道では，マツカワのVNN対策として2005年度まで北海道立栽培漁業総合センターで生産された種苗のRT-PCR法による検査，親魚のELISA法による抗VNNウイルス抗体検査でウイルス保有魚の排除を実施してきており，1995年度以後生産された種苗でVNNの発病は確認されていなかった。しかし，2004年度に稚魚で陽性と判定される種苗が検出されたため，2005年度以降，新たに卵，精子および孵化仔魚についてもRT-PCR法で検査することとした。また，2013年にVNNが30 mm種苗で発症したため，2014年度からは，細胞培養法と比べ結果が出るまでの時間が短く，感度も細胞培養法と同じ程度かそれ以上の方法である細胞培養・RT-PCR併用法で検査を実施することとした。

2006年度からマツカワの種苗生産は北海道栽培漁業振興公社伊達事業所（以下，伊達事業所）で実施されているため，伊達事業所で飼育されている親魚から得られた卵，精子，孵化仔魚および30 mm種苗のRT-PCR検査，30 mm種苗の細胞培養法によるウイルス検査，親魚候補魚のELISA法による抗VNNウイルス抗体検査を実施して来た。しかしこのうち卵と精子については，検体数が1,000にも及び検査費用がかさむことから，2010年度から検査を取りやめた。

また，ELISA法による抗VNNウイルス抗体検査の結果は，罹病魚の処分や親魚候補魚の選別における判断基準として，伊達事業所に提供していた。しかし，ELISA法で使用する抗体が欠乏したことから2011年度からは培養細胞を用いた中和試験による検査を実施し，情報を提供した。

また，マツカワは2019年度以降に自立的事業を目指している。そのため，水産試験場で行っている検査の一部を民間でもできるようなシステムを検討する必要があったため，過去の知見の資料収集を行った。

ア　孵化仔魚及び30 mm種苗の細胞培養・RT-PCR併用法による検査

孵化仔魚については28ロット，30 mm種苗については6ロットについて4～7月に検査を行った。孵化仔魚については50～100 mgを1検体にし，30 mm種苗については脳と目を取り出し，5尾を1検体とした。1ロット（12検体）を静菌処理もしくは濾過滅菌を行い，96ウエルプレートで培養したSSN-1細胞に，終濃度が10^{-3}になるよう添加後，15℃で7日間培養した。その後，核酸抽出を行い，RT-PCR法でT4領域を検出した。

イ　VNNウイルスの中和試験による親魚候補魚の選別

合計1,121尾検査した。なお，VNNウイルスの中和試験は昨年度と同様に行った。

ウ　民間でもできる検査方法の検討

既に報告されている論文，報告書などを収集し，検査の一部を民間でもできるような検査方法や流れを検討した。

（3）得られた結果

ア　孵化仔魚及び30 mm種苗の細胞培養・RT-PCR併用法による検査

今年度検査した全ロットが陰性であった（表1）。

イ　VNNウイルスの中和試験による親魚候補魚の選別

1,121尾中71尾が中和試験で陽性と判断されたため，処分した（表2）。前年度よりも陽性個体が多くなった原因は，天然で漁獲された親魚候補が増加したためであった。

ウ　民間でもできる検査方法の検討

森（2008）によるとnested PCR法はRT-PCR法に比べ，10～100倍程度の感度上昇が見られるとのことであった。一方で，渡辺ら（2002）によるとRT-PCR法に比べ，細胞培養法で10～100倍，現在行っている

細胞培養・RT-PCR 併用法では 1,000～10,000 倍感度が良いことが判っている。しかし，民間での魚類培養細胞の維持・使用が困難であり，民間で魚類培養細胞を使用し，調査することは現実的ではない。そこで，サケ科魚類などの調査で採用されている細胞培養法と同じ感度である nested PCR 法が現実的であると考えられた。ただし，nested PCR 法は以前行った PCR 増幅産物のキャリーオーバーによる擬陽性が発生しやすい（森 2008）。そのため，民間の調査結果が陽性であった場合は水産試験場で魚類培養細胞を使用した確認が必要であると考えられた。

表 1　過去 5 年間の北海道栽培漁業振興公社伊達事業所の孵化仔魚と 30 mm 種苗の RT-PCR 法の検査結果

	孵化仔魚		30mm種苗	
年度	ロット数	陽性数	ロット数	陽性数
2013	23	0	8	2
2014	31	0	13	0
2015	28	0	12	0
2016	38	0	14	1
2017	28	0	6	0

表 2　過去 5 年間の北海道栽培漁業振興公社伊達事業所マツカワ親魚の中和試験の検査結果

年度	検査個体数	陽性個体数
2013	860	91
2014	862	89
2015	622	41
2016	759	12
2017	1121	71

（4）参考文献

森　広一郎．Ⅲ ヒラメの VNN 防除技術　栽培漁業技術シリーズ 13　ヒラメ VNN 防除に関するこれまでの取り組み．独立行政法人水産総合研究センター，東京．2008；19-24

森　広一郎．Ⅵ 添付マニュアル　栽培漁業技術シリーズ 13　ヒラメ VNN 防除に関するこれまでの取り組み．独立行政法人水産総合研究センター，東京．2008；58

渡辺研一，吉水　守．細胞培養法と RT-PCR 法を組み合わせた神経壊死症ウイルスの検出．日本水産学会誌　2002；68(2)：197-200

７．河川内水生動物と沿岸藻場に及ぼす河川構造物の影響評価に関する基礎研究（経常研究費）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**秋野秀樹**
担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**安永倫明**
（主管水試：さけます内水面水産試験場　内水面資源部　内水面研究グループ）

（1）目的

現在，多くの河川において治山・治水等の観点からダム等の構造物が多く設置されている。しかしこれらは河川内の水生動物の移動を制限し，河川による沿岸域への栄養塩供給を妨げている可能性がある。また近年，北海道南西部日本海沿岸では磯焼けの要因として海水温の上昇とそれに伴う貧栄養が考えられているが，河川を通じた陸域から沿岸域への栄養塩供給機能の実態と，それに対して河川内構造物が及ぼす影響については不明である。また河川構造物にスリット化等の改修を施した時に，水生動物の生息域や沿岸への栄養塩供給に及ぼす効果は調べられていない。

そのため，磯焼け解消および河川内水生動物の生息域拡大の観点から，河川からの栄養塩が沿岸に及ぼす影響範囲を明らかにし，河川構造物の改修が沿岸藻場形成に関係する栄養塩供給と，河川内の水生動物に及ぼす影響を検討する必要がある。そのため本事業では，河川由来栄養塩の沿岸藻場への影響把握および，河川構造物改修の河川内環境と水生動物および沿岸への影響追跡に関する調査を行う。中央水産試験場資源増殖部資源増殖グループでは，主に沿岸の藻場の調査を行い，河川水の影響との関連について検討した。また資源管理部海洋環境グループでは沿岸の環境調査を行った。

（2）経過の概要

ア　調査方法

河川構造物改修の前後における河川水の分布変化と沿岸域の藻場の分布状況の変化を調査するため，島牧村の折川・大平川周辺海域での調査を2014，2015，2016年度に続いて実施した。

折川・大平川周辺海域では，2017年5月2日，同年8月1日に河口周辺の約2km四方の海域に設けた定点において，水温・塩分・栄養塩の調査を行った（図1）。また，沿岸藻場の現存量調査として，折川の河口周辺に50m×5本，対照河川の大平川の河口付近に50m×1本の調査側線を設定し，2017年7月11日に調査を実施した。調査は，潜水によって起点から10mごとに調査枠の写真撮影と0.25 m^2の枠取りを3回行い，得られた海藻種毎に現存量を集計した。また，調査時に1

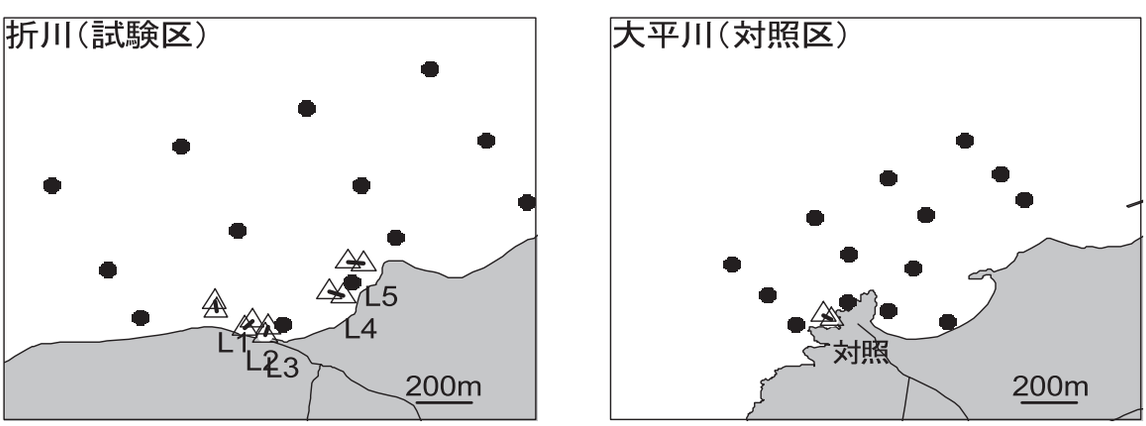


図１　調査地点図　左：折川（試験区）　右：大平川（対照区）
黒点は水温・塩分・栄養塩分析の調査地点，三角は海藻調査ラインの起点及び終点を示す
国土交通省国土政策局の国土数値情報を用いて作図

m² 枠内のキタムラサキウニ（以下ウニ）の計数を行ったほか，調査枠の写真から砂の被度を 5% 刻みで目視計測した。また，調査ライン 4，5 の離岸距離 0 m の調査点において得たコンブの窒素安定同位体比分析を行った。

イ　データの解析

折川の河川改修は 2014 年度末から開始され，2015 年度末までにはダムのスリットが開口し，土砂の流出が始まった。そのため 2014，2015 年度を河川改修前，2016，2017 年度を河川改修後の調査と見なした。試験区（折川）の各ラインと対照区（大平川）について，改修前後の海藻現存量の差を一元配置の分散分析によって種類ごとに検定し，①改修前後で対照区の現存量に有意差がなく，かつ試験区で有意差があった場合と，②両区に有意差があったが，分散分析によって得た試験区の不偏分散と対照区の不偏分散の比が F 検定で有意な場合に，試験区で変化があったと見なした（萱場ら 2008）。

(3) 得られた結果

本事業が始まった 2014 年からの折川・大平川の河口沿岸における塩分の分布を図 2 に示す。2017 年 5 月 2 日に行った調査では，折川の河口両岸の沿岸にそって低塩分水が広がっていた。対照河川の大平川では 2017 年 5 月の調査では，河口からの低塩分水が河口からやや沖合に広がっていた。5 月時点では大平川の流量が多かったと推測される。同年 8 月 1 日に行った調査では，両河川とも河川水とみられる低塩分水は，河口周辺にのみ分布していた。（図 2）。

折川については沖合に向かって低塩分水が広く分布する場合（2014 年 3 月，4 月調査，2015 年 4 月調査など）と，河口の両側（2017 年 5 月調査，2015 年 8 月，2017 年 8 月調査）あるいは右岸側に向かって岸沿いに低塩分水が分布する場合（2016 年 4 月調査）がみられた。水量が多い 3～4 月の調査では河川水が広く分布し，水量が少ない 5 月以降ではコリオリ力によって河川水は岸側に沿って広がると考えられる。

また大平川では河口右岸の湾内に低塩分水が分布する場合（2015, 2016 年 4 月調査など）と，河口から北東方向の沖合に低塩分水が分布する場合（2014 年 3 月調査，2017 年 5 月調査）の他，周辺河川からと推測される沖合に低塩分水が分布する場合（2015 年 4 月，7 月調査など）が見られ，河口の形状や向きが変わることや大平川の南西方向により大きい河川（泊川）があることなどが影響していると考えられた。

河川水由来の栄養塩の指標として硝酸態窒素の分布を図 3 に示す。折川において硝酸態窒素の濃度は塩分の低い部分において高かった。7 月や 8 月の調査では沖合の海水の硝酸態窒素濃度は検出限界に近い値であった。河口周辺では 1 μmol/L 以下の低い値ではあったが，河川水に由来すると見られる硝酸態窒素の分布がみられた。

大平川においても，硝酸態窒素濃度が高い地点は塩分が低い地点とほぼ一致していた。折川と同様に 7 月 8 月の調査では河口のごく近傍を除いて硝酸態窒素濃度は検出限界値に近かった。

図 4 に 2014 年～2017 年までに出現した海藻 59 種のうち最大現存量が 1 kg/㎡以上あったものの現存量の経年変化を示した。また，調査前後で有意な増減があった種についてはその有意確率（p）を示した。

改修後に，ライン 2 ではワカメが有意に増加，ライン 4 でハバモドキが有意に減少したが，対照区の大平川でもワカメが有意に増加しハバモドキが有意に減少したため，海況条件などの変化で両地区ともに変動したと推測された。折川のライン 5 でホソメコンブ，ライン 4 でモロイトグサが有意に増加した。また，ライン 3 ではモロイトグサが有意に減少した。これらは対照区の大平川では有意な増減がなかったことから調査ライン周辺の何らかの環境変動が現存量を増減させたと推測される。

これらの変化要因として改修前後における基質の砂の被度（図 5）や，ウニ密度の変化（図 6）を検討したが，ライン 5 で有意な砂被度の減少とウニ密度の増加がみられた他は，有意な増減は見られなかった。砂の増減によって基質が埋没・表出する過程で海藻の枯死・着生，ウニの蝟集の増減が起きると考えられるが，海藻の増減要因を河川改修の結果ととらえるには至らなかった。

河川水由来の栄養塩の指標となる窒素安定同位体比については，ホソメコンブでは改修前後で変化がなかった（図 7）。事業全体では，河川改修により河川水中の硝酸態窒素濃度や浮遊懸濁物が増えた結果が得られた（さけます・内水試事業報告書を参照）が，沿岸の藻場については，はっきりと河川改修に由来すると見られる変化はなかった。

(4) 参考文献

萱場祐一，片野泉，皆川朋子. 土砂還元によるダム下流域の生態系修復に関する研究. 2007 年度土木研究所重点プロジェクト報告書. 2008.

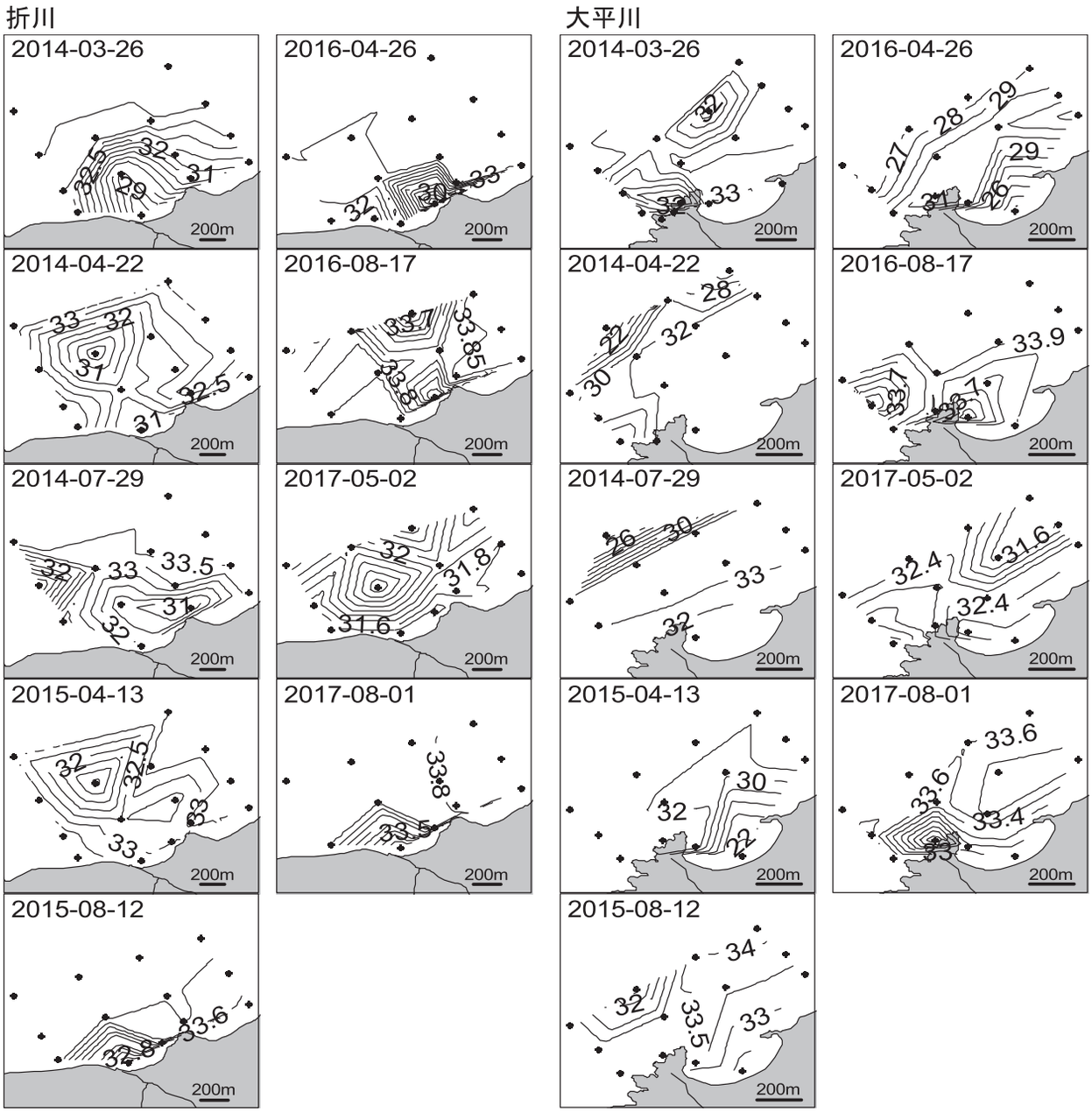


図 2　2014 年～2017 年における折川河口及び大平川河口周辺の塩分の分布

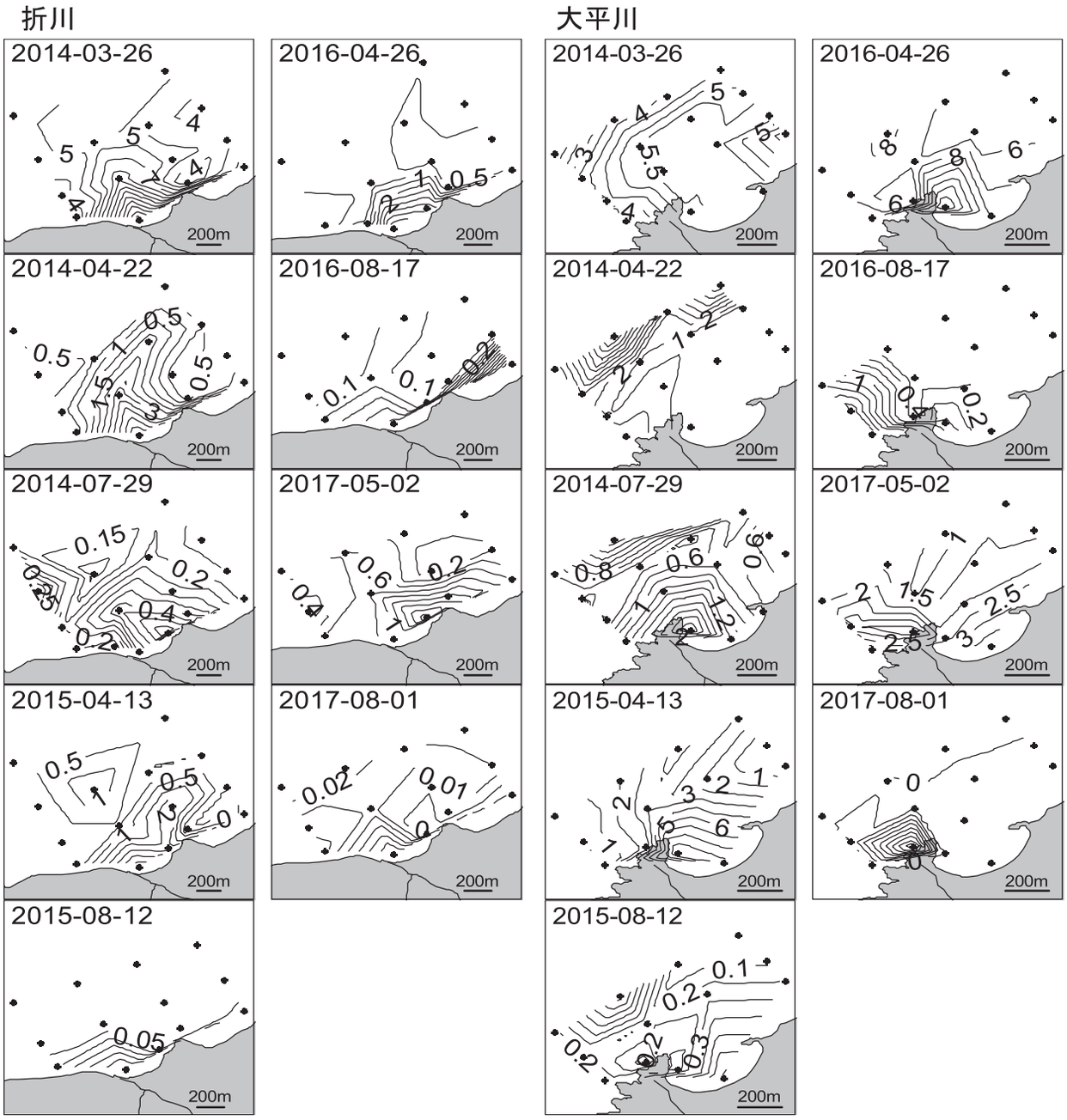


図３　2014 年～2017 年における折川河口及び大平川河口周辺の硝酸態窒素（μmol/L）の分布

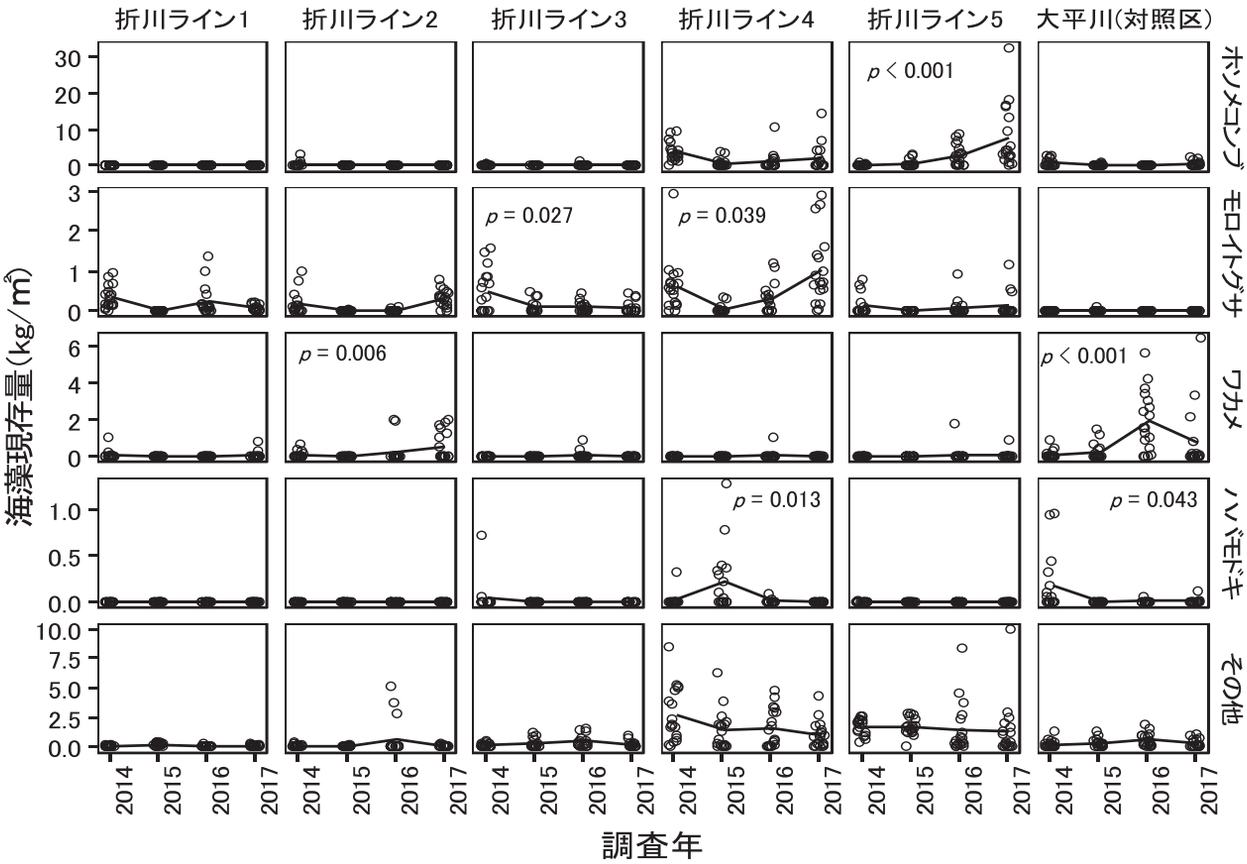


図 4　2014～2017 年の主な海藻現存量の経年変化

グラフ中の *p* 値は河川改修前（2014～2015 年）と改修後（2016～2017 年）で一元配置の分散分析を行った結果，有意な現存量の違いがあったことを示す

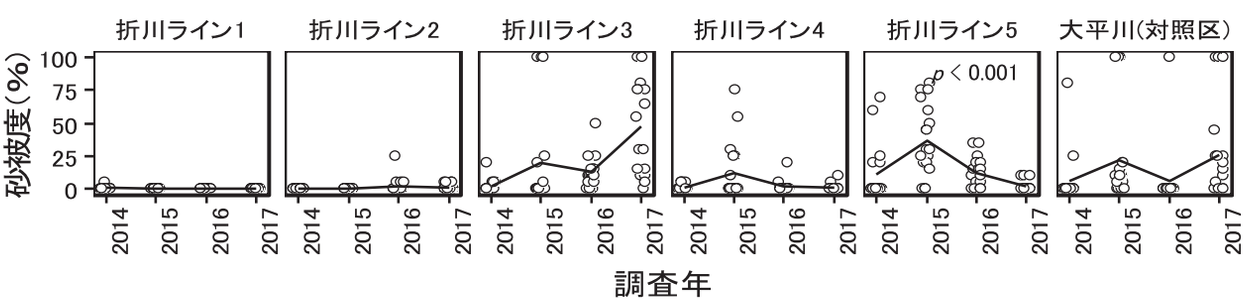


図 5　2014～2017 年の海藻調査時における底質の砂の被度の経年変化

グラフ中の *p* 値は河川改修前（2014～2015 年）と改修後（2016～2017 年）で一元配置の分散分析を行った結果，有意な被度の変化があったことを示す

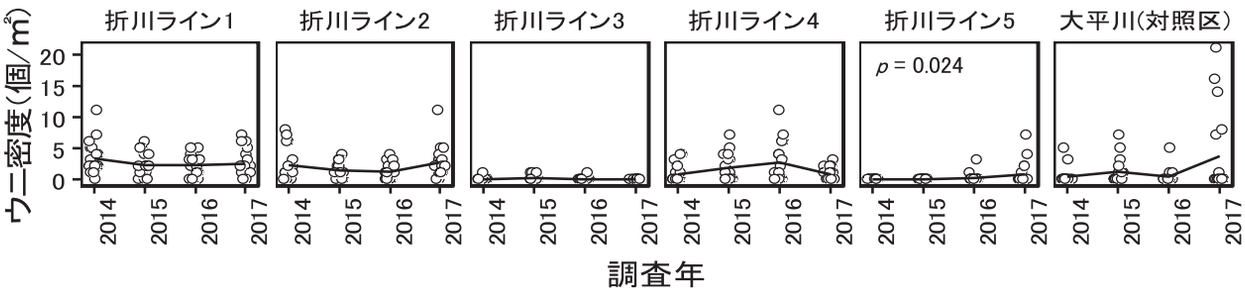


図 6　2014～2017 年の海藻調査時におけるキタムラサキウニ密度の経年変化

グラフ中の *p* 値は河川改修前（2014～2015 年）と改修後（2016～2017 年）で一元配置の分散分析を行った結果，有意な被度の変化があったことを示す

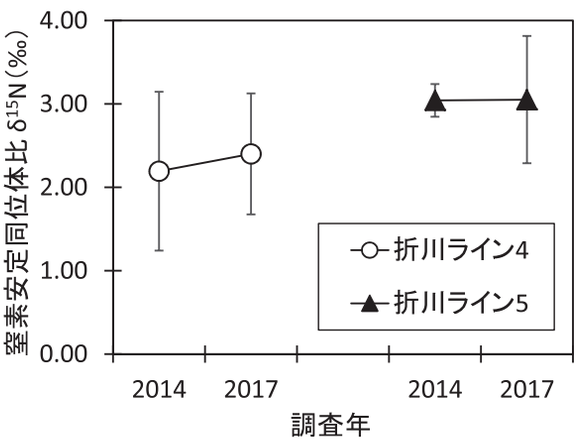


図 7　2014 年と 2017 年の海藻調査時に採取したホソメコンブの窒素安定同位体比の比較（n=3）

エラーバーは標準偏差を示す

８．ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究（経常研究）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**髙谷義幸　秋野秀樹**
水産工学グループ　**福田裕毅**
資源管理部　海洋環境グループ　**安永倫明**
釧路水産試験場　調査研究部　**合田浩朗**
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　北海道大学

（1）目的

北海道南部の日本海沿岸では，磯焼けの拡大・持続により，コンブをはじめとする大型海藻類の現存量が低水準で推移している。当海域の重要な漁業資源であるウニ・アワビは，これらの海藻類を主な餌料としているため，餌不足は身入りの悪化や成長不良など漁業生産の減少だけでなく，その再生産にも大きな影響を及ぼし資源低迷の一因になっていると考えられている。

日本海沿岸の漁業生産を上げるためには磯焼けの解消が急務であるが，これまで主な対策とされてきた「ウニの食圧排除」を行っただけでは，海藻群落が回復しない事例が報告されている。また，従来は，遊走子放出期に合わせて投石などで新規着生基質を設置すればコンブが繁茂するとされてきたが，近年はこのような新規着生基質にもコンブが繁茂しないことが多い。

一方で，そのような状況下であっても，遊走子を人為的に着生させて海底面に設置した基質にはコンブが生育するという事例が報告されている。これらのことは，長期化する磯焼けの進行によって母藻群落が狭小化し，それに伴って，これまで豊富に存在すると考えられてきた天然海域でのコンブ遊走子の数が大きく減少していることを示唆している。

このため，コンブ群落規模が過去に比べてどのくらい縮小しているのかを定量的に評価することや群落規模と遊走子供給能力の関係解明，また，母藻となる秋季コンブ群落の規模拡大や人為的な遊走子供給方法の

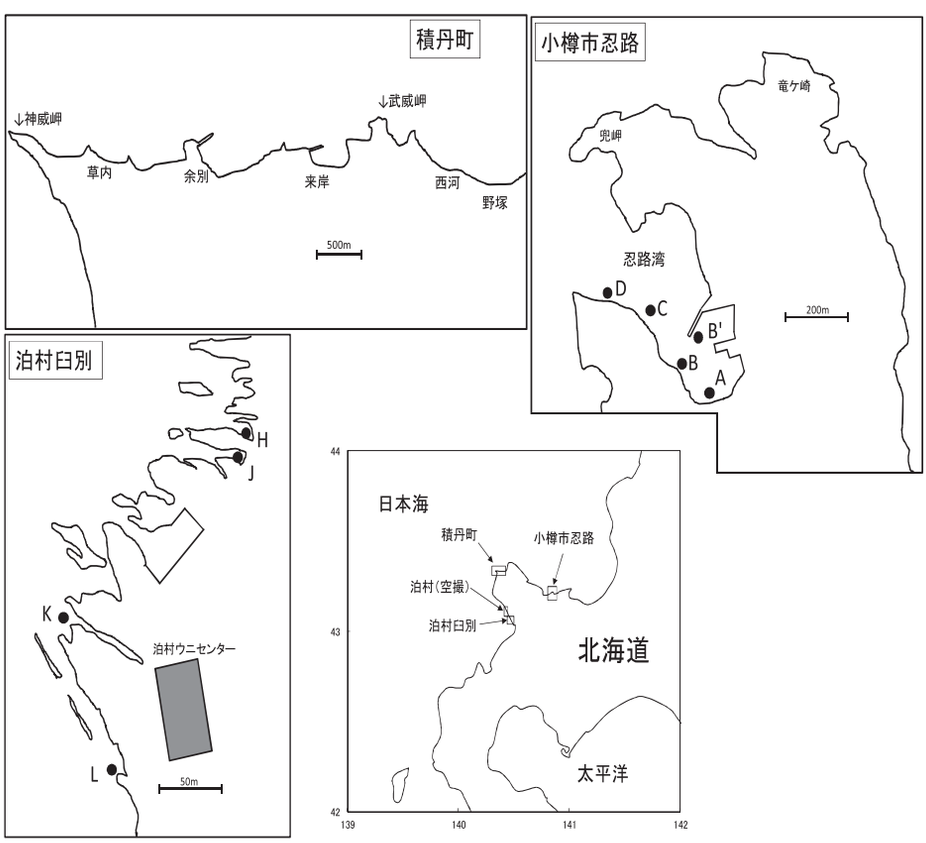


図１　調査点

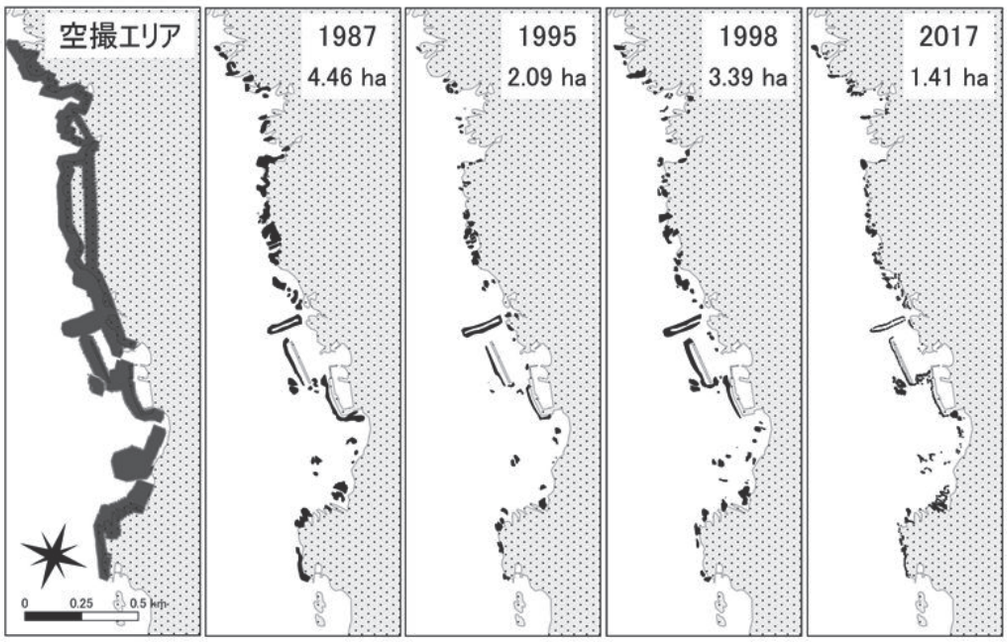


図２　2017 年泊村沿岸のドローン空撮エリアとエリア内における過去（1987，1995，1998 年）と 2017 年のコンブ・ワカメ藻場分布域
図中の数値は空撮エリア内のコンブ・ワカメ藻場面積を示す

開発といった更なる磯焼け対策の提案が求められている。

本研究では，母藻としての機能を持つ秋季コンブ群落について，現存量の極大期である春季コンブ群落の規模との関連や，水温・栄養塩・波浪環境条件などとの関係を調べる。また，現場における遊走子分布状況を広域かつ正確に把握するための遊走子定量技術を開発し，母藻群落の規模と遊走子供給量の関係を明らかにする。さらに，秋季母藻群落の確保と人為的な遊走子添加手法について検討する。

（2）経過の概要

ア　コンブ群落変動の把握とその変動要因に関する研究

（ア）航空写真・GIS 等を用いたコンブ群落の短～長期的変動の把握

a　長期変動

磯焼け海域におけるコンブ群落面積の長期的変動を把握するために，GIS（地理情報システム）を用いて，後志管内泊村沿岸と積丹町沿岸のコンブ・ワカメ分布データを整理した。

2017 年 6 月 13 日にドローンを用いて，泊村沿岸の藻場分布状況を撮影した。コンブまたはワカメが繁茂している場所を撮影画像上にペイントしたうえで GIS ソフト（QGIS 2.18）に取り込み，画像の RGB 値から 2 値化処理して藻場を抽出した。抽出した藻場をベクタデータに変換し，昨年度までに整理したコンブ・ワカメ分布データと同じ平面直角投影座標系（EPSG コード：2453）のシェープファイルとして保存した。2017 年のドローン調査で得られた藻場と過去の藻場（赤池 2000）の面積を比較するために，ドローン空撮エリアを上記と同様にベクタデータに変換し，空撮エリア内における 1987，1995，1998 年のコンブ・ワカメ藻場面積を算出した。

積丹町沿岸におけるコンブ藻場の分布状況を把握するために，後志地区水産技術普及指導所と積丹町農林水産課（サクラマスサンクチュアリーセンター）が 2013～2015 年の 7 月に実施したコンブ繁茂目視調査結果を後志地区水産技術普及指導所から入手した。積丹町草内～野塚沿岸のコンブを含む海藻繁茂状況を記した紙地図をコンピューターに取り込み，幾何補正して位置情報を付与した。GIS ソフトを用いて調査域の海岸線上に 10×10 m のグリッドを配置し，各グリッドに直近の海藻繁茂状況のデータを入力し，2013～2015 年のコンブ分布域を整理した。また，2016 年 9 月 14 日と 2017 年 8 月 7 日にドローンを用いて積丹町草内～野塚沿岸を空撮し，藻場分布域をベクタデータとして整理した。2013～2015 年のコンブ分布域と比較するために，2016 年と 2017 年の藻場分布域を上記同様にグリッドデータとして整理した。

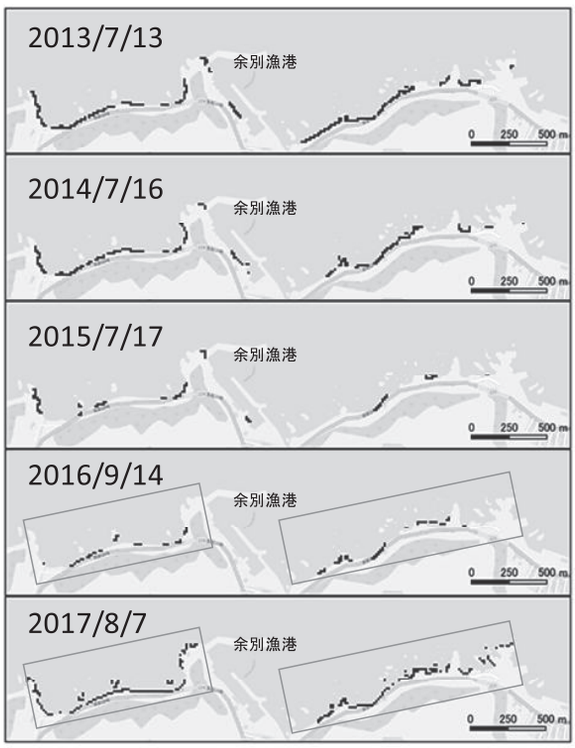


図３　2013～2017 年の積丹町沿岸（余別漁港周辺）におけるコンブ分布域
海岸線上の黒色部分はコンブ分布域，図中の四角はドローン空撮範囲を示す

b　短期変動

調査定点を図１（以下，本文中のアルファベットは図１の調査点を示す）に示した。小樽市忍路の B～D と泊 J，H において，定期的にコンブ群落を空撮して面積変化を記録した。

また，同地点において昨年度と同様，1/16 m^2の坪刈り調査を行い，採集したホソメコンブの葉長，葉幅，湿重量，子嚢斑面積を計測した。

（イ）群落の規模と環境の関係把握

忍路では B，C，D および忍路港防波堤先端（St.B'），泊では H，J，K および L を調査定点とした。水温・塩分の測定はペッテンコーヘル水温計，STD を用いた。また，バケツ採水にて海表面の採水と地下水サンプラーまたはバンドーン採水器で海底付近の採水を行った（図 10，11 の凡例には，海底付近の結果を“b”をつけて示した）。ただし，泊の調査点については，現場の地形を考慮して海表面のみの調査とした。

イ　コンブ群落の規模と遊走子供給機能の関係に関する研究

（ア）コンブ群落からの遊走子供給期間，供給範囲の把握

2015～2017 年の 9～12 月に，図１の A，B，C，D，K，L，H および J において，表層水 50 mL をフィルターでろ過し，遊走子をリアルタイム PCR 法で定量した。

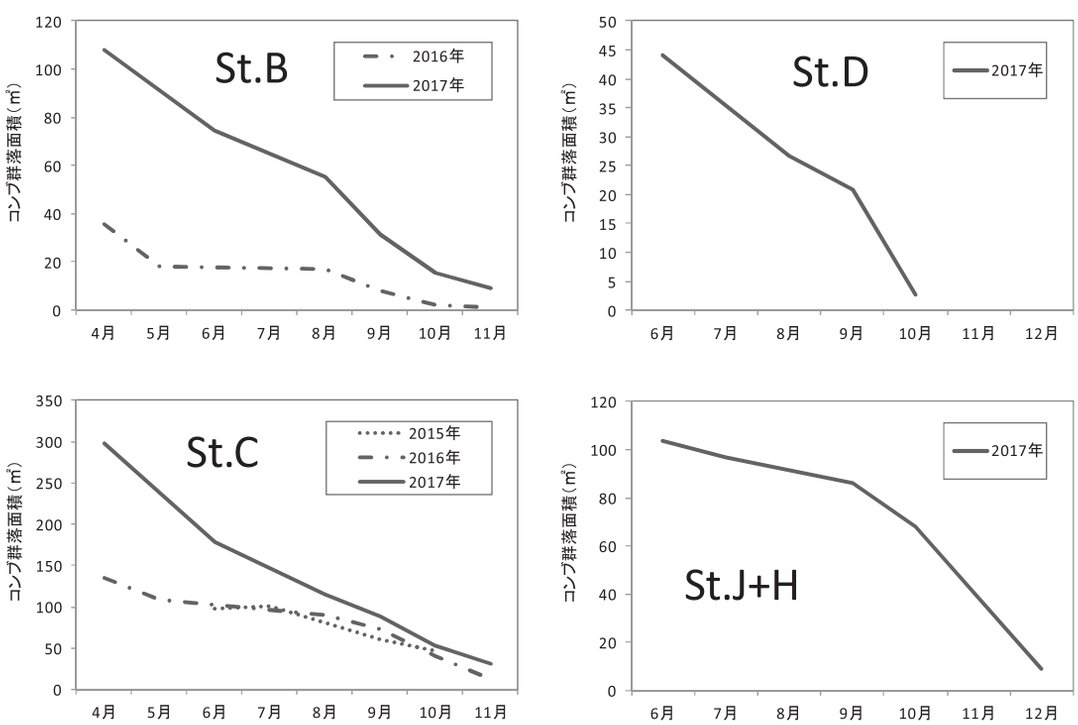


図４　コンブ群落面積の季節変化

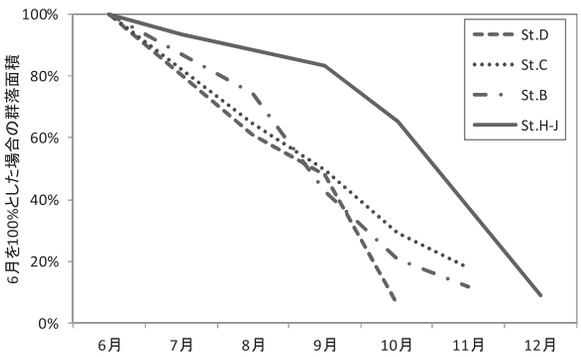


図５　コンブ群落の面積変化割合

（イ）遊走子拡散シミュレーション手法の検討

積丹郡積丹町の沿岸，来岸から入舸の範囲を対象として，波浪により生じる流れについてシミュレーションを行った。シミュレーションに使用する海底地形データとして日本水路協会のＭ7000を使用した。このシミュレーションは海底地形の影響を強く受けるが，Ｍ7000は沿岸の浅海域に関する情報が乏しいため，詳細なシミュレーションを実施するには不十分であることが問題であった。そこで対象領域について海底地形の実測を行った。測定には遊漁用の魚群探知機（Lowrance製）を装備したラジコンボートと同様の魚群探知機を装備したゴムボートを使用し，岩礁が多くゴムボートでは危険が伴うと考えられる場所はラジコンボートで測定した。

(3) 得られた結果

ア　コンブ群落変動の把握とその変動要因に関する研究

（ア）航空写真・GIS 等を用いたコンブ群落の短～長期的変動の把握

a　長期変動

2017 年 6 月 13 日に泊村沿岸で実施したドローン調査から 2017 年の空撮エリア内のコンブ・ワカメ藻場面積は 1.41 ha と推定された。また，泊村沿岸のコンブ・ワカメ藻場のうちドローンによる空撮エリア内の 1987，1995，1998 年の藻場面積は，それぞれ 4.46，2.09，3.39 ha と推定された（図 2）。空撮エリア内における 2017 年のコンブ・ワカメ藻場面積は，1987 年の約 32%，1995，1998 年の約 68%，42% であった。過去の調査において，1987，1995，1998 年の泊村全域のコンブ・ワカメ藻場面積は，それぞれ 36.9，9.5，15.8 ha と推定されており（高谷ら，2017），これらの藻場面積と空撮エリア内の藻場面積の比率から，2017 年の泊村全域におけるコンブ・ワカメ藻場面積を推定すると 6.4～11.7 ha の範囲であると考えられた。

積丹町草内～野塚沿岸におけるコンブ分布域のうち余別漁港周辺の分布域を図 3 に示した。2013 年と 2014 年は余別漁港の東側などで分布状況に若干の違いが認められるが，おおむね類似した分布状況を示していた。しかし，2015 年はコンブ分布域が断続的となり，2015 年の分布域は 2013 年と 2014 年より明らかに縮小していた。ドローンによる調査を実施した 2016 年も 2015 年と同様にコンブの分布は断続的で，分布域は一部に限られていたが，2017 年には連続的にコンブが分布しており，コンブ分布域も 2015 年や 2016 年より拡大していた。コンブ群落の面積は，4～11 月にかけて継続して縮小する（後述）。2013～2015 年の目視調査はいずれも 7 月中旬に行われたが，2016 年は 9 月中旬，2017 年は 8 月上旬に調査を行ったため，2013～2015 年と比較すると 2016 年と 2017 年のコンブ分布域は過小に評価されている可能性がある。しかし，2017 年は 2013 年や 2014 年と同等かそれ以上の分布状況であり，2015 年より明らかに広範囲に分布していた。したがって，積丹町沿岸における 2017 年のコンブ繁茂状況は，2013 年以降では最も良好であったと考えられる。

ここでは2013～2015年の目視調査結果が定性的なデータ（コンブ分布の有無）であるため，グリッドデータとして整理した。2013～2015 年と比較するためにドローンで調査した 2016 年と 2017 年も同様のグリッドデータとして整理したが，ドローンによる調査を今後も継続して実施することで藻場面積などの定量的なデータが得られ，コンブ群落の経年変動が的確に把握できると考えられる。

b　短期変動

忍路地区の 3 地点（B，C，D）と泊地区（H と J を合算，および周辺群落を含む）の 2017 年春～秋のコンブ群落面積の変化を図 4 に示した。C については 2015 年と 2016 年の面積の季節変化を，B については 2016 年の季節変化も同時に示した。2017 年の春季コンブ群落面積はいずれの調査点でも 2015 年や 2016 年に比べて広大であった。4 月時点における群落面積は B で 107.9 m^2 であり 2016 年の 3 倍であった。また，C では 4 月に 298.6 m^2 の群落面積であり，前年の 2.2 倍であった。これらは秋季にかけて継続的に減少し，10 月には B で 15.4 m^2，C で 52.1 m^2 に減少した。6 月の面積を 100% とした場合，10 月の面積は B で 21%，C で 29% に減少，D では減少の度合いが大きく，10 月には 6% しか残存していなかった（図 5）。このように，忍路湾においては湾口で特にコンブ群落の減少度合いが大きかった。

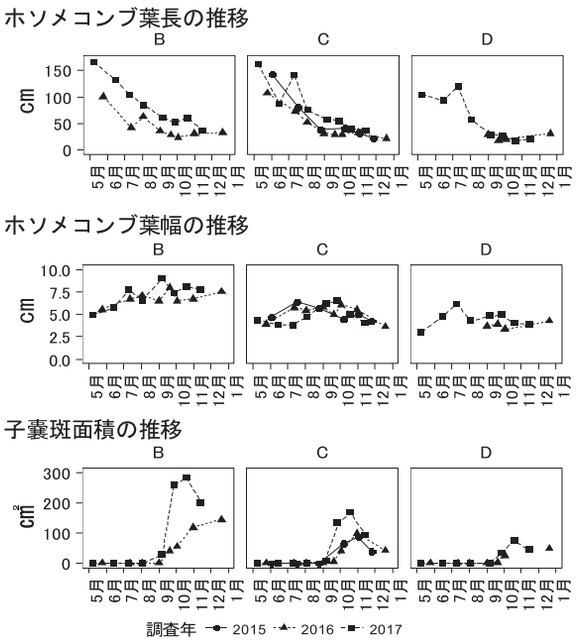


図６　小樽市忍路地区のホソメコンブ群落における採取地点別のコンブ平均葉長・平均葉幅・平均子嚢斑面積の推移と年比較

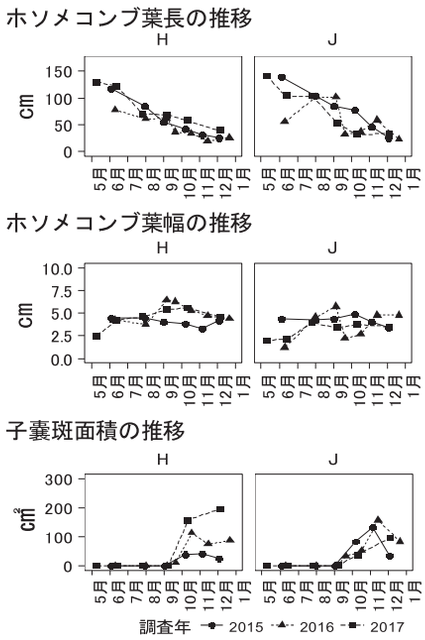


図７　泊村臼別地区のホソメコンブ群落における採取地点別のコンブ平均葉長・平均葉幅・平均子嚢斑面積の推移と年比較

泊では，前年および前々年には全くコンブが見られなかった場所にも大きな群落が形成されたため，前年以前との直接的な比較はできなかった。2017 年群落の春から秋にかけての減少度合いは忍路の各点に比して緩やかであり，6 月を 100% とした場合の 10 月の群落面積は 66% にしか縮小しなかった（図 4，5）。

次に，忍路 B，C，D におけるコンブの葉長，葉幅，子嚢斑面積の推移を図 6 に示した。

葉長は各地点とも春から秋にかけて単調に減少した。葉幅は，B では幅が広い個体が分布し，9 月にかけて増加した。C，D では B ほど葉幅が広くなく，期間を通じて大きな変化は見られなかった。子嚢斑は 9 月から見られ，10～11 月に面積が最大になった。また，形成された子嚢斑は B で大きく，D で小さかった。

泊地区の葉長，葉幅，子嚢斑面積の推移を図 7 に示した。葉長は期間を通じて多少の変動は見られるが全体的には減少した。葉幅は，2015 年は期間を通じて大きな変化は見られなかったが，2016 年と 2017 年は 6 月～9 月にかけて増加する傾向にあった。子嚢斑面積の増加は忍路よりもやや遅く，H では 10～11 月にピークとなった。また，J では 11 月にピークとなり，隣接する H と比較してもやや遅かった。

それぞれの群落における密度，現存量，「個体の平均子嚢斑面積×子嚢斑形成率×密度」で計算された単位面積当たりの子嚢斑総面積（以後，「子嚢斑総面積」）の推移を図 8，9 に示した。忍路の B，C では密度や現存量の減少傾向は類似しており，6 月～12 月までの間に少しずつ減少したが，D では 10 月までに密度が急減した。この要因については後述する。子嚢斑総面積は，10 月に最大となった。この時期の子嚢斑総面積は，B では 4.3 m^2/m^2 となり，2016 年の 4 倍以上であった。C では2015年と2017年で2.5～2.9m^2/m^2に達したが，2016 年は 1.4 m^2/m^2 にとどまった。D では 10 月以降の個体数が僅少であったため，子嚢斑総面積も極めて小さいまま推移した。

泊では H，J とも採取時期による多少の変動はあるものの，密度，現存量とも全体には春から秋にかけて減少傾向にあった。子嚢斑総面積は，H では 10 月～11 月初旬にかけて最大となり，2017 年には 6.5 m^2/m^2 に達し，前年，前々年の 4 倍であった。その後，12 月にかけて群落内の密度は低下したが，個体の子嚢斑面積が増大したため，群落の子嚢斑総面積はそれほど低下せず，忍路の各点に比べて遅い時期まで成熟個体が残存していた。また，J の子嚢斑総面積は 2015 年と 2016 年で 11 月に最大となったが，2017 年では 12 月に最大値となった。2017 年には 12 月の個体数密度が他の年に比べて高くなっていたことがその要因である。

以上の通り，忍路で個体群の減少や子嚢斑形成が早

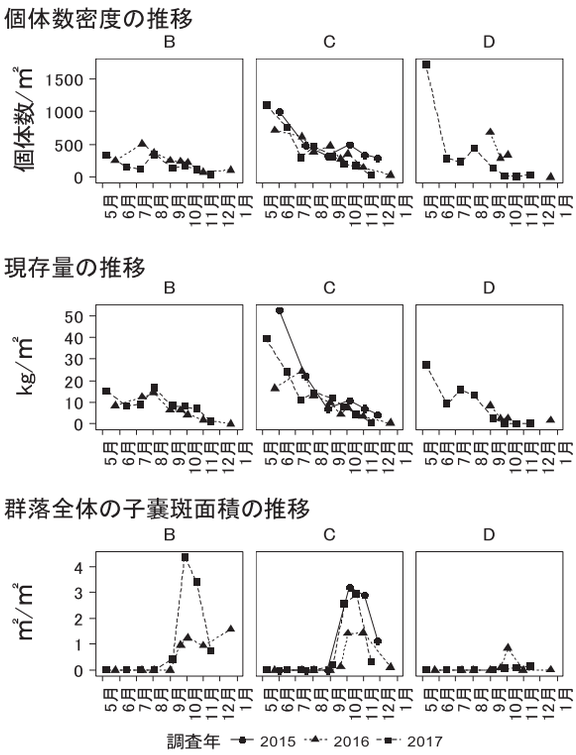


図８　小樽市忍路地区のホソメコンブ群落における採取地点別のコンブ密度・現存量・群落全体の子嚢斑面積の推移と年比較

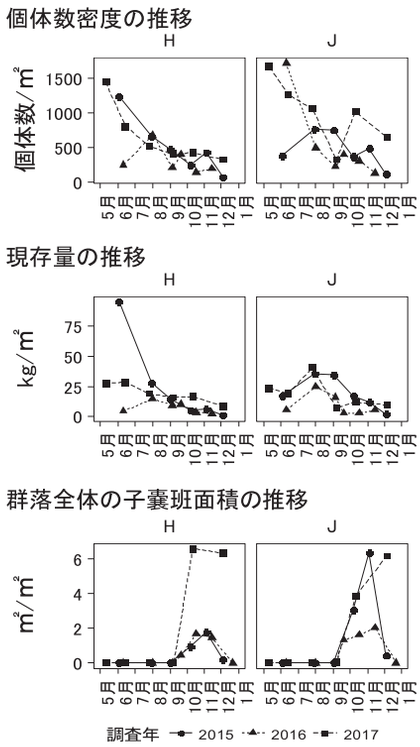


図９　泊村臼別地区のホソメコンブ群落における採取地点別のコンブ密度・現存量・群落全体の子嚢班面積の推移と年比較

く，泊で遅い傾向が見られた。これら群落全体の成熟状況と海水中の遊走子出現については後述する。

（イ）群落の規模と環境の関係把握

ａ　各観測項目の年変化と季節変化

各観測項目の季節変動を図 10（忍路）と図 11（泊）に示した。

水温

水温は，忍路湾では 6 月に約 15℃ 付近まで上昇し，8 月には 25℃ 付近まで達した後，9 月以降は下降に転じた。その後，2 月前後に最も低くなり，2016 年は 5 ℃付近まで，2017，2018 年は 3℃ 台まで下がっていた。

泊でも忍路同様の水温の変化であった。

塩分

塩分は，忍路では 32～33 付近で通年推移していたが，5 月前後の融雪期には 30 を大きく下回ることがあった。また，6～10 月頃には，降雨の影響で塩分が低くなることもあった。11 月前後には 30 付近まで低下する傾向が 2015，2017 年に見られたが，これらは根雪以前の融雪水が影響した可能性が考えられる。

泊でも忍路同様に推移していた。

コンブ群落が形成される極浅所においては，塩分は融雪や気象の影響に左右されやすく，調査を実施するタイミングに影響を受けやすいために，詳細な変動を把握するには調査の頻度を増やせない現状においては，自動計測機等を使ってデータを蓄積していく工夫が必要である。

窒素

硝酸態窒素および亜硝酸態窒素は，忍路では 10～11 月頃に濃度が上昇し，2 月頃なると 5 μmol/L 付近に達した。その後，3～4 月には一時的に 20 μmol/L 付近まで急激に上昇することがあるが，同時に塩分が低下していることから，この高値は融雪水の流入によるものと考えられた。6 月以降になると 1 μmol/L 未満まで下がって推移しているが，降雨や台風などの気象影響により時折大きく上振れすることがあった。

泊でも，忍路と同様に 10～11 月頃に濃度が上昇し，2 月頃なるとピークに達する季節変化を示すが，2017 年は 5 μmol/L を大きく上回り忍路湾と異なる結果となった。

リン

リン酸態リンの推移は窒素系と同様で，忍路では 2 月頃には 0.3～0.4 μmol/L まで上昇していた。

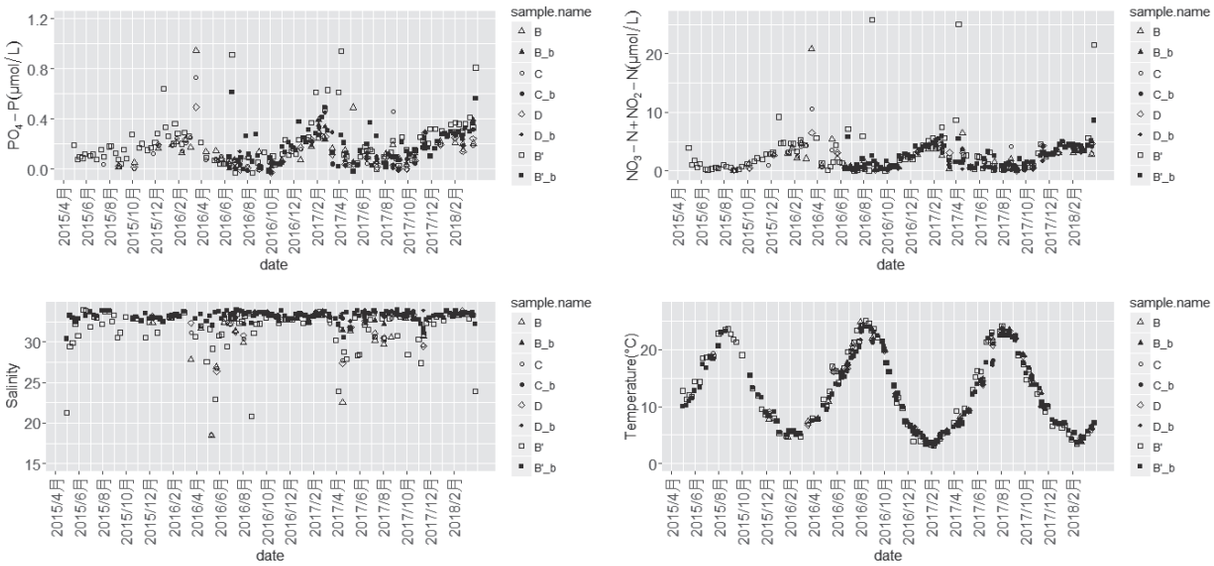


図 10　忍路の海洋観測結果（2015～2017 年度）

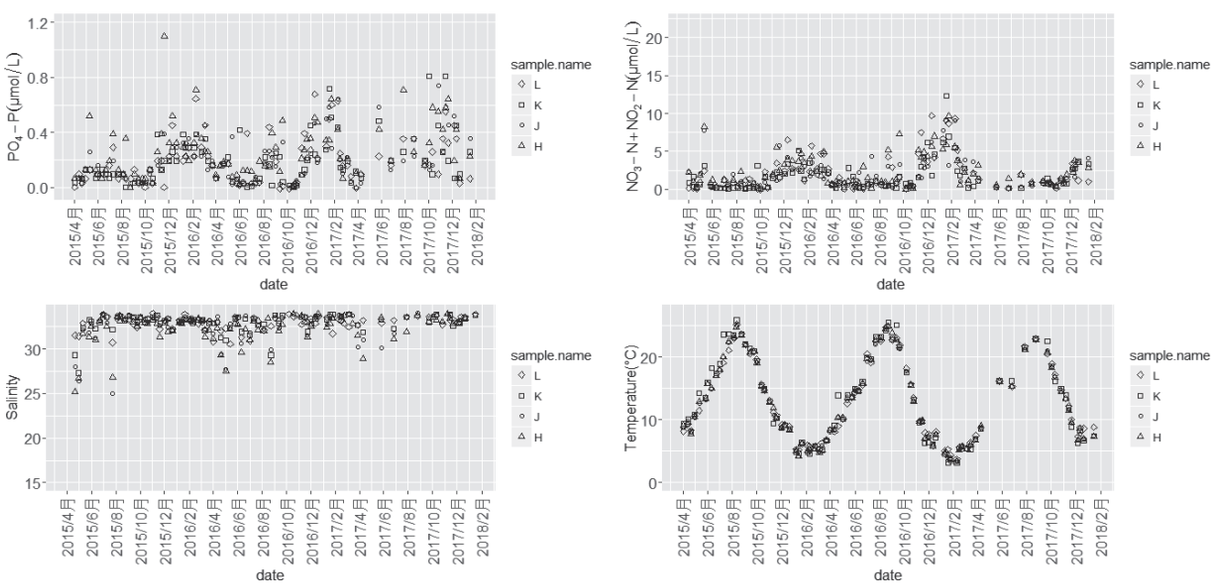


図 11　泊の海洋観測結果（2015～2017 年度）

泊においても，2 月頃には，2017 年は 2016 年の 0.3～0.4 μmol/L を上回る 0.5 μmol/L 以上となった。

b　コンブ群落の消長と海洋環境との関係

コンブ群落の衰退には，末枯れによる葉長の減少，個体の脱落に伴う密度の低下が関係する。群落規模が大きかった 2017 年で忍路と泊を比較すると，葉長は両地区で同じように減少したが，密度の減少が泊で小さかった（図 12，13）。このような群落の消長と栄養塩の関係を調べるため，コンブ群落が存在する忍路 B，C，D と泊 H，J で 4～10 月の窒素とリンの月別，調査点別濃度を比較した。ただし，窒素，リンは塩分と同様，融雪や降雨によってスパイク的に高濃度を示す場合があるため，月別の平均値を用いて比較した（図 14）。窒素，リンともに忍路 C，D では泊 H，J と比較して 6 月以降は濃度が低い傾向にあった。とりわけ，コンブ密度と群落面積が 9～10 月にかけて大きく減少した忍路 D の 8～9 月の栄養塩濃度は窒素，リンとも忍路の他点よりも極めて低値であった。個体の脱落には物理的

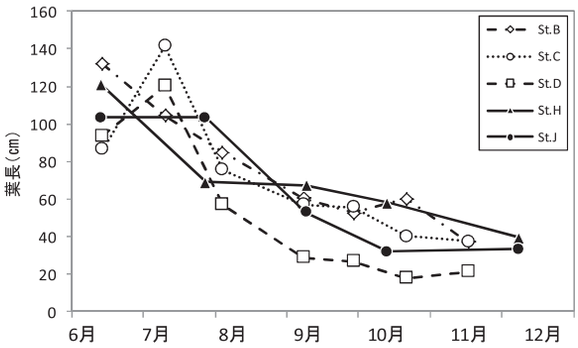


図 12　2017 年の各群落のコンブ葉長の推移

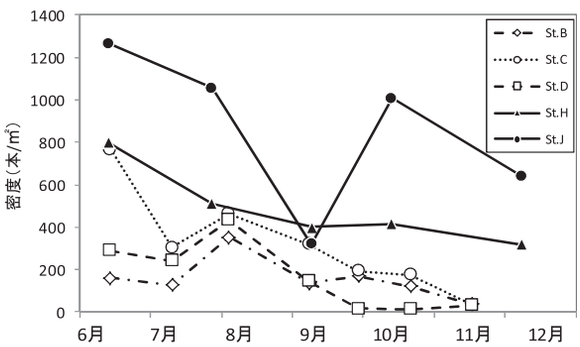


図 13　2017 年の各群落のコンブ密度の推移

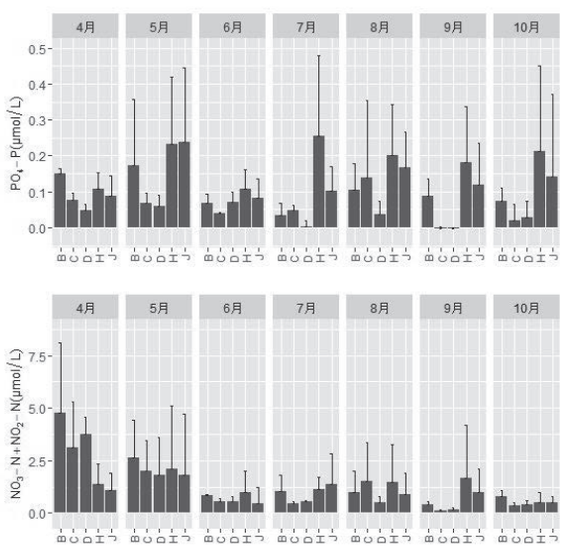


図 14　春～秋（4～10 月）の栄養塩環境の月別平均値（2015～2017 年）

外力の影響が大きいと考えられ，湾口に面した D で密度が低下したのは，シケによる波浪が主要因と考えられるが，栄養塩環境においてもこのような違いが見られたことから，今後，これらの影響についても検討し

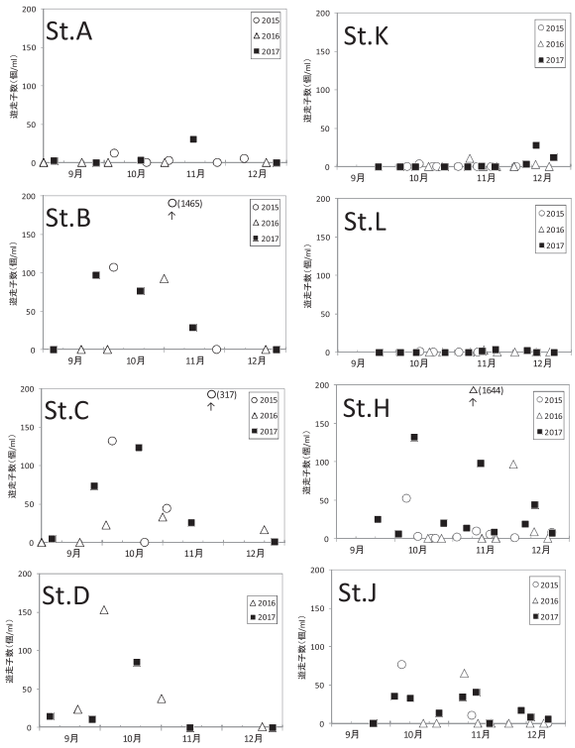


図 15　遊走子の出現状況

ていく必要がある。ただし，栄養塩は測器による連続観測ができないので，より詳細な現場の栄養塩環境を把握するには，平常時のみならず融雪や降雨時にもサンプリングを行うなど，調査頻度を上げることが求められる。

イ　コンブ群落の規模と遊走子供給機能の関係に関する研究

（ア）コンブ群落からの遊走子供給期間，供給範囲の把握

各地点の遊走子密度を図 15 に示した。近傍にコンブ群落のない忍路の A では期間を通じてほとんど遊走子が出現しなかった。周囲に群落が存在する B，C および D では，9 月下旬から遊走子が出現し始め，10 月にピークとなり，11 月以降は減少した。

泊でも近くに群落が存在しない K および L では遊走子はほとんど出現しなかったが，周辺海域全体にコンブ群落が広く形成された 2017 年には K においても 12 月にわずかに遊走子の出現が認められた。周囲に群落が存在する H および L では 10 月には遊走子が出現し，11～12 月にかけても継続して出現が認められた。

前述の通り，コンブの子嚢斑形成は忍路では 10 月に見られ 11 月以降は個体群の衰退に伴って群落の子嚢斑総面積が減少する傾向にあった。遊走子の出現パターンは，これに対応して 11 月以降は漸減していた。一方，

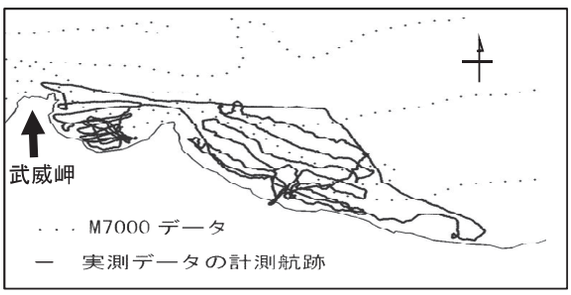


図 16　既存の海底地形と実測データの計測航跡

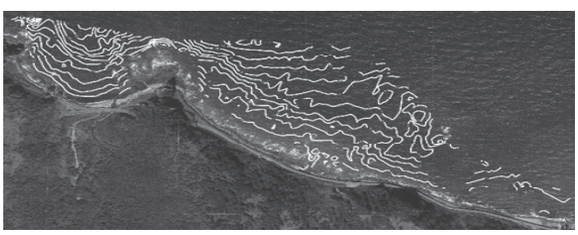


図 17　実測データから作成した等深線

泊では，忍路よりも子嚢斑形成が遅れ，とりわけ 2017 年には群落の子嚢斑総面積は 12 月に最大となっていた。遊走子の出現は，忍路と同様に 10 月から見られるが，11 月以降も継続して認められ，12 月にも比較的多くの遊走子が出現したことから，忍路と泊でコンブの成熟盛期，これに伴う遊走子の出現パターンには若干の相違がある可能性が示唆された。

（イ）遊走子拡散シミュレーション手法の検討

海底地形を測定した場所と M 7000 の等深線を図 16 に示した。M 7000 では非常に粗かった沿岸域の等深線を，実測データから魚群探知機用データ処理ソフト（ReefMaster）を用いて補完し，詳細な等深線データを得た（図 17）。今後は，この地形データを用いてシミュレーションモデルを作成するが，これまで鉛直方向 1 層としているモデルを多層モデルとし，さらには遊走子の輸送への影響が考えられる武威岬東側の河川流入についても考慮できるよう改良を進める予定である。

（4）参考文献

赤池章一．積丹半島西岸域の藻場と磯焼けの現状－航空写真と潜水調査による解析－．北海道原子力環境センター試験研究.2000；第 6 号.

髙谷義幸，秋野秀樹，福田裕毅，安永倫明，合田浩朗．ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究．平成 28 年度道総研中央水産試験場事業報告書．2007.

９．マツカワのウイルス性神経壊死症（VNN）の受精卵消毒による種苗生産施設での予防技術の開発（経常研究）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**伊藤慎悟**
協力・共同研究機関　北海道栽培漁業振興公社伊達事業所
栽培水産試験場　北海道大学

（1）目的

マツカワ人工種苗のVNNの発症リスク低減のため，親魚にウイルス抗体検査を，仔魚期と稚魚期にウイルス検査を実施し，2010年までは，安定的に放流種苗を生産していた。しかし，2011年と2013年に育成中の稚魚にVNNが発症し，2011年に約12万尾，2013年には約150万尾が処分された。現在，漁獲のほとんどが放流再捕魚であり，現状の検査態勢だけではVNNの発生を未然に防げず，今後の漁獲量に影響が出ることが懸念される。

マツカワにおいても，他魚種で見られるように親魚由来のウイルスが受精卵の表面に付着し，垂直感染を起こした可能性が考えられた。また，垂直感染の対策として受精卵消毒が有効であるとされている。これまで以上にVNN発症のリスクを低減させ，更なる安定的な放流種苗生産のためには受精卵消毒が必要である。マツカワの受精卵消毒法としては20～30万尾生産規模の方法はあるが，100万尾生産規模(以下，事業規模)では取り扱う受精卵数が多いため，その技術をそのまま適用すると孵化率への影響や作業量に現場が対応できない等の問題がある。これまで北大と共同で受精卵消毒技術開発を進め，知見を蓄積していたが，平成25年のVNN発生以降，緊急に開発が求められており，事業規模への対応が必要となった。そこで，事業規模で活用できる受精卵消毒技術の開発を行う。

（2）経過の概要

ア　電解海水によるマツカワ受精卵の消毒効果と卵への影響の検討

（ア）VNNウイルス不活化率と殺菌率の関係性の検討

昨年までに文献調査により,ビブリオ属細菌の殺菌率とVNNウイルスの不活化率には関係があり，ビブリオ属細菌が99％以上殺菌されるとVNNウイルスも99％以上不活化されることがわかった。昨年度に引き続き今年度も種苗生産期前後の取水について，指標となるビブリオ属細菌数を調べた。また，今まで受精卵消毒の時に調べてきた一般生菌数も調べた。

さらに，成熟魚の卵巣体腔液中にもビブリオ属細菌がいる可能性があったため，同様に卵巣体腔液中のビブリオ属細菌数と一般生菌数を測定した。

なお，ビブリオ属細菌数はビブリオ属選択培地のTCBS培地で，一般細菌数はマリンアガー培地を用いて調べた。

（イ）事業規模での消毒効果の検討

水温8℃の海水が0.5トン入っている水槽に約2.5 kgの受精卵を収容し，前処理後，一昼夜エアレーションおよび流水による受精卵の洗浄を行った。有効塩素濃度が20 mg・L^{-1}の電解海水を12.5 L作製し，1トンの海水と受精卵の入った水槽に混合した。

受精卵表面の殺菌率を求めるために，滅菌したタモ網と薬さじを用い，電解海水で処理した受精卵をストマッカーの袋に採取した。受精卵の重量を測定後，受精卵をすり潰した後，9倍量の滅菌人工海水で混合した。これを試験液とし，滅菌人工海水で希釈後，海水培地に塗抹し，平板法で細菌数を測定した。対照として，無処理の受精卵を供した。

（3）得られた結果

ア　電解海水によるマツカワ受精卵の消毒効果と卵への影響の検討

（ア）VNNウイルス不活化率と殺菌率の関係性の検討

種苗生産前の4月19日における，北海道栽培漁業振興公社伊達事業所の取水の一般生菌数はマリンアガー培地で7.6×10^{1}CFU/mLであり，ビブリオ属細菌はTCBS培地で6.1×10^{0}CFU/mLであった。ビブリオ属細菌の生菌数は一般生菌数の約10分の1と昨年同様少なかった。

殺菌前の受精卵において，採卵初期では生菌数は少なかったが，後期では生菌数は多かったため，採卵前の卵巣体腔液中にすでに細菌がいる可能性があった。

そのため，前年度採卵初期の３月にカニューレ法で卵巣体腔液中の生菌数を検討したところ，一般生菌数は4～5×10^1CFU/mL であり，ビブリオ属細菌は検出されなかった。2017 年 4 月の採卵後期について，体腔液中の生菌数を検証したところ,マリンアガー培地で 1.5×10^6 CFU/mL，ビブリオ選択培地で 8.8×10^5CFU/mL と大幅に生菌数が増加した。4 月下旬になると体腔液内で細菌が増えていることが判った（表 1）。

（イ）事業規模での消毒効果の検討

マリンアガー培地で対照区が 8.7×10^2CFU/mL，試験区で 5.5×10^1CFU/mL となり，前処理後，電解海水で殺菌することで殺菌率 93.7% と大幅に殺菌できることがわかった。

表１　2017 年 4 月に採取した栽培公社伊達事業所取水生菌数と親魚の体腔液中の生菌数

	取水生菌数 CFU/ml	体腔液 CFU/ml
マリンアガー培地	7.6×10^1	1.5×10^6
TCBS培地	6.1×10^{-1}	8.8×10^5

10. 道受託事業で提案した石材を用いた藻場再生手法の検証と高度化（維持管理経費（研究））

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**干川　裕　髙谷義幸　秋野秀樹**
協力機関　寿都町，寿都町漁業協同組合，後志地区水産技術普及指導所岩内支所

（1）目的

北海道南西部日本海沿岸では，近年の高水温化に伴う磯焼けにより，ウニ類やエゾアワビの餌料となるホソメコンブが生育できないなど沿岸漁業において深刻な状況が続いている。特に冬期水温が高く推移した年にはホソメコンブの生育が悪い傾向が知られており，単なるウニ類の除去だけではホソメコンブ群落の回復が難しいことが明らかになってきた。2015 年度と 2016 年度に実施した道受託事業「藻場再生に向けた新たな手法の研究開発業務」では，漁業者自身が扱うことができる石材（石詰め礁）にホソメコンブ遊走子を付着させて海底に設置し，水深や設置方法を検討した。ホソメコンブの加入時期は 10～11 月であり，現存量が最大になる時期は 5～6 月であるため，2016 年度に寿都町矢追海域に設置した石材上のホソメコンブ生育量を 2016 年度内に調べることができなかった。

そのため本業務では，道受託事業で設置した石材を回収し，コンブ生育量を把握することで，設置条件等の藻場再生手法を検証し，漁業者自身が実施できる技術を開発することを目的とした。

（2）経過の概要

ア　遊走子を付着させた石材上のホソメコンブ生育状況

2016 年 11 月 7 日に寿都漁港でホソメコンブ遊走子を 2 段階（中濃度：1,000 万個/L，高濃度：11,000 万個/L）で付着させた。これらの石材を 2016 年 12 月 13 日に寿都町矢追海域の海底（水深 1.5 m，3.0 m，4.5 m）に設置した。設置は，アンカーピンによる固定式と，石材 2 基をロープで結ぶ連結式の 2 種類の方法で行った。また，ホソメコンブ遊走子を付けない対照区となる石材も同様に設置した。

これらの石材を 2017 年 6 月 6 日に潜水で回収し，生育しているホソメコンブの湿重量と生育数を調べた。また，一部を中央水産試験場に持ち帰り，葉長と葉重量を測定した。

イ　石材設置場所の海藻およびベントスの分布

2017 年 6 月 6 日に石材を設置していた各水深で海底の海藻被度，ウニ類と小型巻貝（クボガイ等）の密度を調べた。各水深で 1 m^2 枠を 4 枠配置し，その平均値を用いた。

（3）得られた成果

ア　遊走子を付着させた石材上のホソメコンブ生育状況

水深 1.5 m に設置した連結式（以下連結）の石材は全て流失しており，また，水深 4.5 m に設置した石材には設置方法にかかわらず全く海藻は生育していなかったので，これらはとりまとめから除いた（図 1，図 2）。

生育量（湿重量）は固定式（以下固定）の遊走子濃度が高濃度と中濃度では水深 1.5 m と 3.0 m で差はなく 2.5～6 kg/石材であり，中濃度の方が高濃度よりも生育量が多い事例が両水深で認められた。遊走子を付けていない固定の対照区は，水深 1.5 m ではホソメコンブは生育していなかったが，水深 3.0 m では 1 基のみ 0.5 kg/石材の生育が認められた。水深 3.0 m に残っていた連結の石材の生育量は 1.2～3.1 kg/石材であり，対照区では 1 基に 1 本だけ生育が認められたが重量は 0.4 g であった。

生育数は水深 1.5 m が 201～236 本/石材で遊走子濃度

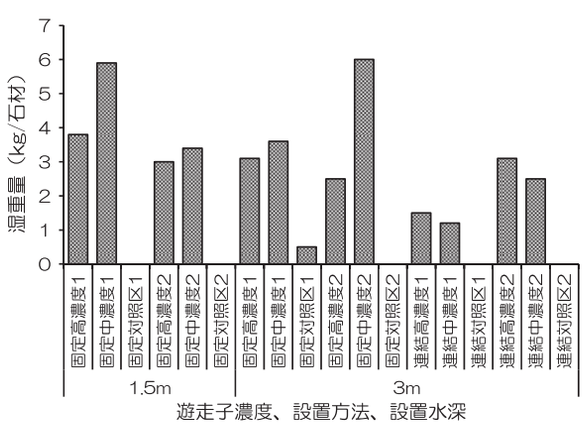


図 1　2017 年 6 月 6 日に回収した石材（石詰め礁）上のホソメコンブ湿重量

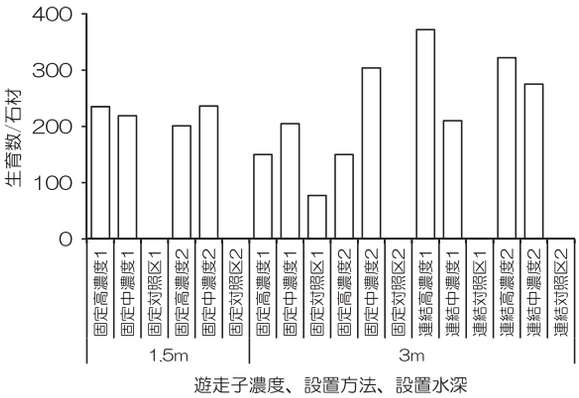


図２　2017 年６月６日に回収した石材上のホソメコンブ生育数

による差はなかった。水深 3.0 m の固定では 150～304 本/石材で遊走子濃度が中濃度の方が多かった。また，遊走子を付けていない固定対照区で 0～77 本/石材であった。連結では 210～372 本/石材で高濃度の方が中濃度よりも多く，遊走子を付けていない対照区は 0 本と 1 本/石材であった。

石材上のホソメコンブの葉長を図 3 に示した。水深 1.5 m の固定，水深 3.0 m の固定，水深 3.0 m の連結の順に短くなる傾向があった。葉重量は水深 1.5 m の固定高濃度がやや小さかったほかは葉長と同様の傾向であった（図 4）。

葉長と葉重量の関係を水深と設置方法別に比較すると水深 1.5 m の固定は水深 3.0 m の固定に比べて同じ葉長でも小さい傾向があった（図 5）。また，水深 3.0 m の固定と連結では葉長と葉重量の関係において差は認められなかった。

2016 年 6 月の調査では水深 1.5 m に設置した石材上でホソメコンブの生育量が最も多かった。しかし，設置方法は，漁業者による実施が難しい潜水による固定方法であった。今回の調査結果から，水深 3.0 m 以深なら漁業者が実施可能な連結式でコンブの繁茂が期待できる石材を設置することができることが明かとなった。一方，水深が浅い水深 1.5 m では石材が流失する可能性が示唆された。また，2017 年は冬季水温が低く推移したため，水深 1.5 m では周囲の海底にホソメコンブが高い密度で生育した。そのため，葉長に対して葉重量が低く なり，生育したコンブ重量の水深による差が不明瞭になったと推察される。

イ　石材設置場所の海藻およびベントスの分布

ホソメコンブの被度は水深 1.5 m が最も多く 97.5% で，3.0 m では 13.3% に減少し，4.5 m では生育は確認できなかった。

水深 1.5 m では海藻のほぼ全てがホソメコンブであったが，水深 3.0 m ではホソメコンブのほかにフクロノリ，エゾヤハズ，ワカメ等が生育しており，水深 4.5 m ではほとんどケウルシグサで，ワカメが僅かにあった（図 6）。

キタムラサキウニは水深 3.0 m まではほとんど生息していなかったが，水深 4.5 m では 9.7 個体/m^2 と多くなった（図 7）。エゾバフンウニは水深 1.5 m と 3.0 m では確認できず，4.5 m に僅かに生息していた。

小型巻貝はホソメコンブの被度が高い水深 1.5 m では 2.2 個体/m^2 と少なかったが，海藻被度が低い水深 3.0 m と 4.5 m では，それぞれ 75 個体/m^2 および 59 個体/m^2 と多かった（図 8）。

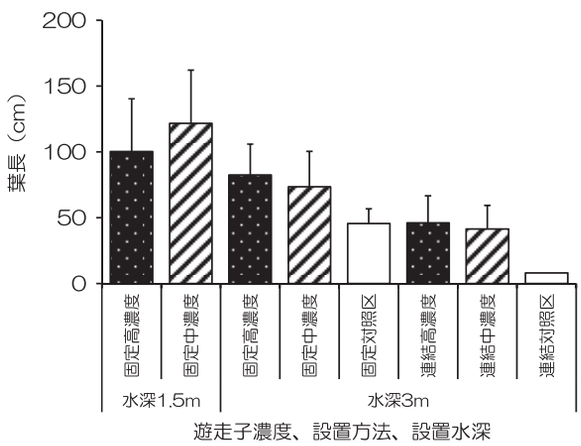


図３　石材（石詰め礁）上のホソメコンブの葉長
誤差線は標準偏差を示す

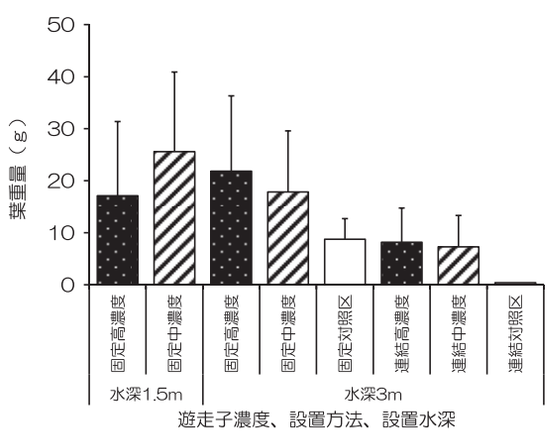


図４　石材（石詰め礁）上のホソメコンブの葉重量
誤差線は標準偏差を示す

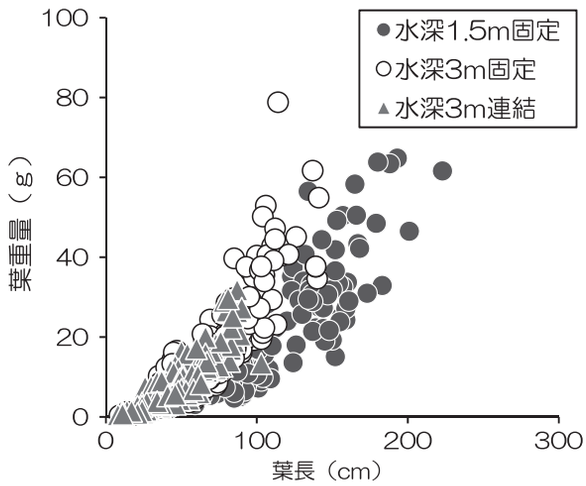


図５　石材（石詰め礁）上のホソメコンブの葉長と葉重量の関係

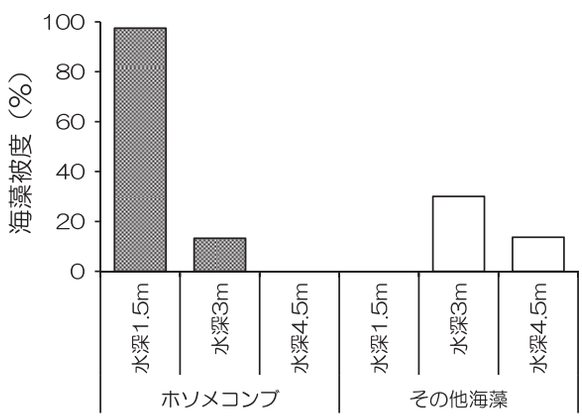


図６　試験区における海藻生育状況

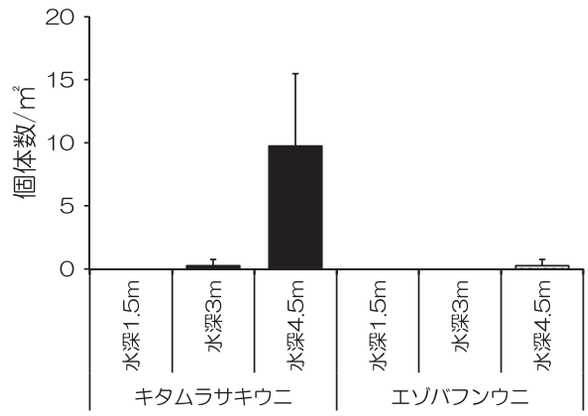


図７　試験区におけるウニ類の密度
誤差線は標準偏差を示す

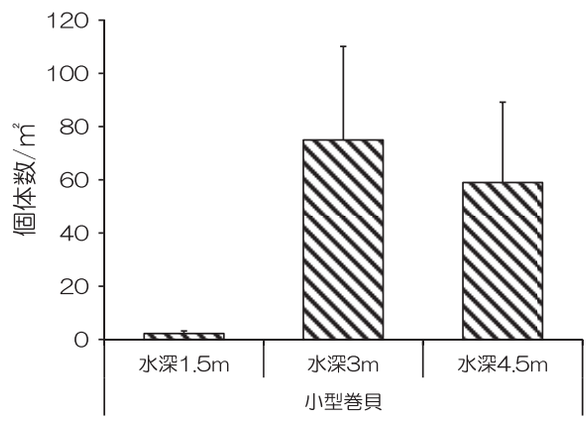


図８　試験区における小型巻貝類の密度
誤差線は標準偏差を示す

11．魚類防疫対策調査検査業務（道受託研究）
11．１．海産魚介類の魚病診断及び防疫対策事業

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**三浦宏紀　伊藤慎悟**

（1）目的

道内の海産魚介類に発生する疾病について診断を含む防疫対策を指導し，被害の軽減をはかるとともに，親魚や種苗の検査を行い，疾病の発生と蔓延を予防する。さらに，魚病の発生状況調査や診断法および治療法の情報蓄積・収集等を行うことにより魚病診断を含む防疫対策技術の向上をはかる。

（2）経過の概要

道内で海産魚介類の種苗生産・中間育成を行っている北海道栽培漁業振興公社の事業所等下記17か所を巡回し，特定疾病の情報提供，魚病発生の聞き取り調査，魚病相談を行うとともに，魚病対策，水産用医薬品使用の指導を実施した。また，依頼のあった魚病を診断し，対策を指導した。

この他，培養細胞樹立を目指し，前年度に引き続きクロソイ由来細胞を継代した。

巡回した箇所　北海道栽培漁業振興公社伊達事業所，北海道栽培漁業振興公社瀬棚事業所，北海道栽培漁業新興公社熊石事業所，北海道栽培漁業振興公社えりも事業所，泊村，厚岸町，別海町，北見市，紋別市，猿払村，稚内市，広尾町，せたな町大成，上ノ国町，知内町，松前町。

（3）得られた結果

ア　魚病診断

診断依頼のあった病魚を診断し，治療対処法および予防法について指導を行った。今年度の診断依頼は8件だった。表1に持ち込まれた魚病の診断結果を示した。

表1　平成28年度に持ち込まれた魚病の診断結果

月日	魚種	年齢	診断結果
4月18日	マツカワ	0+	感染症の疑いは低い
5月22日	マツカワ	0+	環境要因の疾病の疑い
5月23日	クロガシラガレイ	不明	X細胞種
7月22日	マツカワ	0+	不明
8月4日	マゾイ	不明	線虫の寄生
8月17日	ヒラメ	不明	エドワジェラ･タルダ感染症
9月21日	ニシン	0+	細菌感染症
2月8日	クロソイ	不明	*Sarcotaces* sp.の寄生

イ　株化細胞の継代

将来的にウイルス検査用の株化細胞にするために，前年度に引き続き，クロソイ仔魚由来細胞を53代目まで継代した。

12. 藻場・魚礁域における魚類の行動範囲及び餌料生物利用状況調査（道受託研究）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**金田友紀　高橋和寛　園木詩織**

（1）目的

水産庁では，水産生物の生活史に配慮した漁場整備を推進するために，「豊かな海を育む総合対策事業」（2010～2015 年）を立ち上げ，「水産環境整備マスタープラン」を策定した。この中で，北海道では南西部地区を対象に，クロソイを指標種として生活の場となる岩礁を整備し，海域全体の生産力の底上げを目指すマスタープランを策定した。

中央水試水産工学グループでは，このマスタープランに基づく水産環境整備事業の設計基準を策定するための基礎資料を得るために，本事業の前段事業「魚礁における餌料供給機能効果範囲に関する調査」（H 26～27）において，魚礁に蝟集する魚類に対して魚礁が持つ餌料生物を供給する機能の効果範囲および藻場域に生息するソイ類未成魚の食性等を明らかにした。

本事業では，引き続き水産環境整備事業の設計基準を策定するための基礎資料を得るために，適切な漁場施設の配置計画策定に必要な，藻場から魚礁域に至るソイ類の行動範囲を把握する。また，漁場の便益算定に必要なソイ類およびカレイ類の摂餌量と成長の関係を明らかにする。

（2）経過の概要

ア　飼育試験

対象のクロガシラガレイ稚魚およびクロソイ未成魚は2016年8月1日または8月3日に余市町沖で採捕した。

各種 10 尾の対象魚を小型水槽に 1 尾ずつ収容した。水温は調整せず，濾過海水を毎分 1 L で掛け流すとともにエアレーションを施した。飼育水槽の一つに記録式水温計（Onset 社製 HOBO ペンダント水温ロガー）を投入し，2 時間ごとの水温を記録した。

クロソイについては，8 月まで土日祝日を除く毎日，1 尾につき冷凍イカナゴ 1 尾を，1.5～2.0 cm 程度に小分けして計量した上で給餌した。翌日，水槽内に残された餌を回収して計量し，給餌量から残餌量を差し引いた値を摂餌量とした。9 月からは残餌量が多かったため，隔日での給餌とした。また，月に一度，体長・体重を計測した。

クロガシラガレイについては，イソメを 5～10 mm 程度に切り分け，小分けしたイソメ 5 片を計量した上で給餌した。翌日，水槽内に残された餌を回収して計量し，給餌量から残餌量を差し引いた値を摂餌量とした。また，月に一度体長・体重を計測した。

イ　餌料環境調査

2017 年 8 月 18 日，クロソイ未成魚を対象に藻場縁辺部および魚礁域における餌料環境を調べた（図 1）。調査項目は，動物プランクトンの種，個体数および採取サンプルごとの体積，底生動物の種，個体数および重量，ソイ類の胃内容物の種，個体数および重量である。

動物プランクトンは北原式プランクトンネット（NXX 13，開口径 22 cm）を海底から海面まで鉛直曳きすることにより採取した。採取サンプルは 5% ホルマリン海水で固定し，種を同定するとともに種ごとの個体数を計数した。また，サンプル瓶内の全沈殿物の体積を計測した。サンプル数は各調査地点で 3 サンプルとした。

底生動物は潜水により 0.5 m×0.5 m 方形枠内の底質を厚さ 5 cm の層状に採取し，1 mm 目合いの採集袋内に収容した。採取した底質は袋ごと海水で洗い流して砂・泥ならびに 1 mm 以下のゴミ・生物を取り除き，袋内の残留物をサンプル瓶に収容して 5% ホルマリン海水で固定した。サンプルは種を同定するとともに種ご

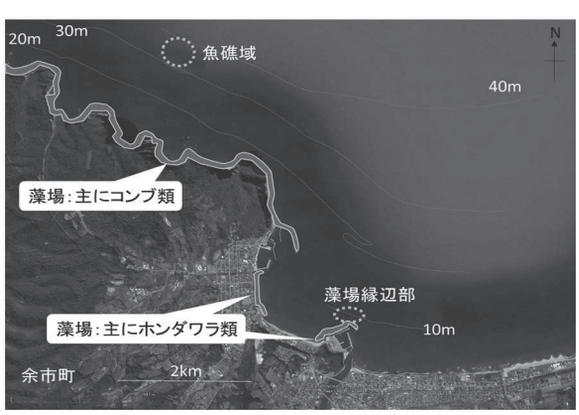


図 1　余市町沿岸における調査点の概要（餌料環境）

との個体数の計数ならびに重量の計量を行った。サンプル数は各調査地点で3サンプルとした。

胃内容物は，採取したソイ類から胃部を摘出して5％海水ホルマリンで固定した後，胃内容物中の動物の種の同定，個体数の計数および重量の計測を行った。なお，胃内容物について，消化が進み，個体として計数することができなくなったものは便宜上，個数1とした。それぞれの結果から，次の各計算式により分類項目の綱のレベルで餌料重要度指数IRIを算出し，その比率％IRIを求めた。

%N＝(ある分類群の個体数)/(胃内容物総個体数)×100

%W＝(ある分類群の重量)/(胃内容物総重量)×100

%F＝(ある分類群の出現個体数)/(供試個体数)×100

IRI＝(%N＋%W)×%F

%IRI＝(ある分類群のIRI)/(IRIの合計)×100

胃内容物を調べるためのソイ類の採取は，刺し網を用い，2017年9月5～6日および9月25～26日に藻場縁辺部および魚礁域で行った。さらに，藻場縁辺部において2017年9月27日に定置網で漁獲されたクロソイも胃内容物分析に供した。

なお，動物プランクトンの単位体積当たりの沈殿量および底生動物の単位面積当たりの湿重量をそれぞれ現存量と称する。

ウ　行動追跡調査

標識放流・行動追跡調査に供するため，2017年6月27日，図2中のクロソイ未成魚生息場において，刺し網を用いてクロソイの未成魚を採捕した。採捕したクロソイ未成魚のうち16尾の個体の体長・体重を計測した後，スパゲッティタグ型の標識を背部に装着した。このうち12尾には，腹部の総排泄口より1cmほど口寄りの部分を5mm程度切開し，VEMCO社の超音波発信器V9コード化ピンガーを，4尾には同様にV9コード化ピンガーに深度計を組み合わせたものをそれぞれの腹腔内に挿入した。また，栽培水産試験場で育成したキツネメバル2尾にも同様の処置を施してV9コード化ピンガーを挿入した。切開部はナイロンテグスで縫合した。発信器の信号発信間隔は，V9コード化ピンガーのみのものは平均60秒間隔，V9コード化ピンガーに深度計を組み合わせたものは平均90秒間隔とした。放流個体の平均体長は231.4 mm，平均体重は189.1 gであった。超音波発信器の個別IDは1643～1656および1026～1029であった。採取時期や体長・体重からクロソイ放流個体は2歳（誕生月は5月）で未成魚と推定される。

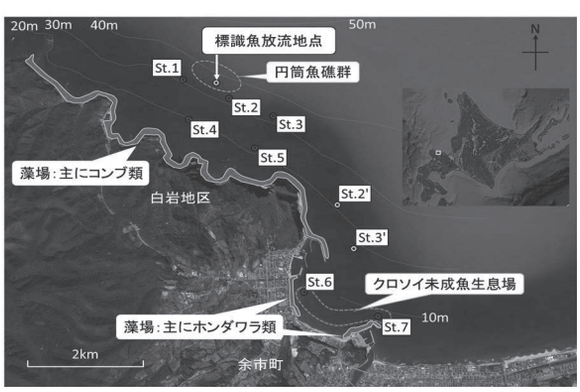


図2　余市町沿岸における調査点の概要（標識放流）

前年度は追跡型超音波受信機を用い，おおよその行動範囲がわかった。そこで今年度は固定型超音波信号受信機を対象海域に複数台設置し，標識放流個体の行動を詳細に捉えることとした。

調査に用いた固定型超音波信号受信機はVEMCO社のVR2Wで，網走水産試験場から5台を，北海道庁から2台を借用した。受信機を図2中のSt.1～7に設置した。また，漁業による海面使用のため，8月中に7台中2台（St.2およびSt.3）を図2中のSt.2'およびSt.3'にそれぞれ移設した。

2017年7月21日に標識したクロソイ未成魚を余市町白岩沖合の円筒魚礁群直上（図2中の標識魚放流地点）で船上から放流した。また，2017年8月17日に同地点で標識したキツネメバルを放流した。

2017年9月25日にすべての超音波信号受信機を回収し，超音波信号受信データをパソコン上に取得した。

(3) 得られた結果

ア　飼育試験

クロソイについては2016年度中に10尾中の1尾が死亡したが，以後は残りの9尾がすべて生残した。また，9月から隔日給餌に切り替えても残餌が発生する場合があり，飽食給餌されていたと判断した。2016年8月から2018年2月までの平均体長および平均体重の変化を図3および図4に示す。全個体の平均をみると，2016年8月の飼育開始から10月まで，急激な環境の変化から一時的に餌を食べなくなったことから，体重が減少したが，それ以降，餌を食べるようになるに従い体長，体重とも増加に転じた。水温が低い冬季から2017年5月にかけて，体長，体重とも順調な成長をみせたが，6月から8月にかけて水温が急上昇する時期に，体

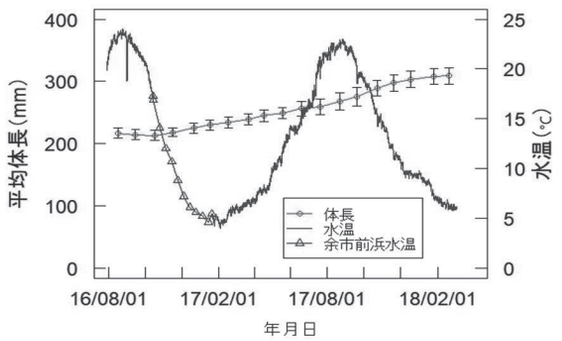


図３　クロソイの平均体長の経時変化

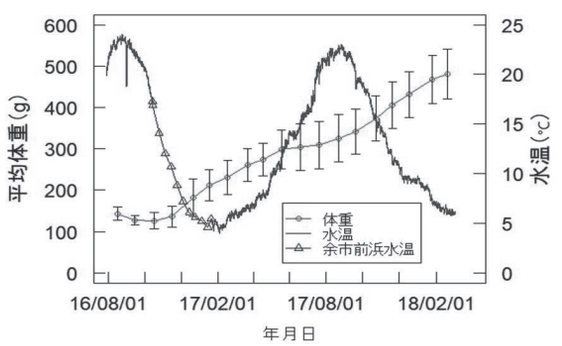


図４　クロソイの平均体重の経時変化

重の増加が鈍化した。その後，８月の高水温期から再び体長，体重の増加がみられた。2016 年８月から 2018 年２月までの間に摂餌した総量に対し，体重の増加分の百分率を餌料転換効率とした結果，個体別の最低値は 23.7%，最大値は 30.4% で，全個体の平均値は 27.5 %であった。

クロガシラガレイについては昨年度の飼育開始後，摂食不良や遺伝的疾患により０歳魚で３尾，１歳魚で２尾が死亡した。０歳魚は供試数が２尾と少なく，摂餌状況も思わしくなかったため，１歳魚に限って資料をまとめた。2016 年 11 月から 2018 年２月までの平均体長および平均体重の変化を図５および図６に示す。2016 年 12 月から 2017 年４月にかけて平均体長の伸びがやや鈍化するとともに，平均体重が減少した。餌料転換効率の個別の最低値は 20.1%，最大値は 30.3% で，全個体の平均値は 24.3% であった。

イ　餌料環境調査

動物プランクトンは藻場縁辺部と魚礁域の調査点を合わせて９門，35 種が出現した。動物門別にまとめた平均個体数密度を図７に示す。藻場縁辺部では原索動物が最も多く，魚礁域では節足動物が最も多かった。

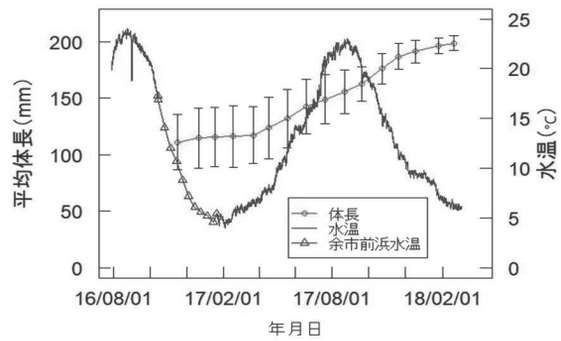


図５　クロガシラガレイの平均体長の経時変化

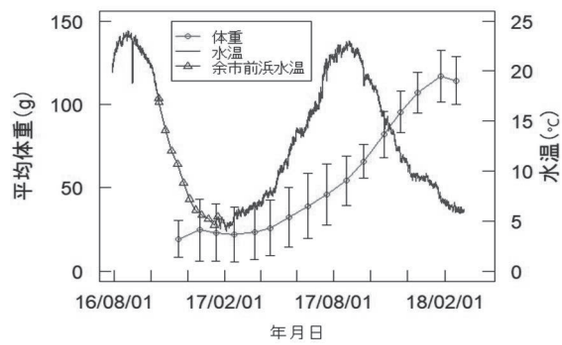


図６　クロガシラガレイの平均体重の経時変化

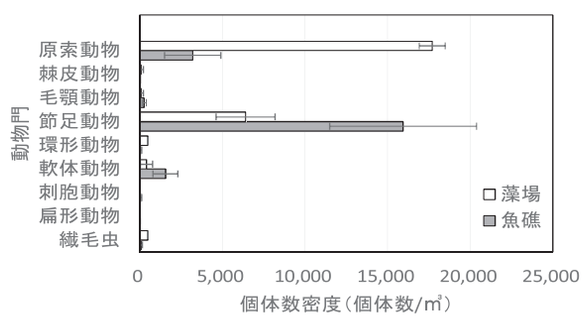


図７　動物プランクトンの動物門別個体数密度

表１　動物プランクトンの平均個体数および平均現存量（±標準偏差）

	個体数（個/m^3）	現存量（mL/m^3）
藻場	25,654.0± 1,981.8	24.6± 1.5
魚礁	21,200.7± 6,541.1	6.8± 0.8

藻場縁辺部および魚礁域における全ての個体数および現存量の平均値を表１に示す。平均個体数，平均現存量とも藻場縁辺部の方が多かった。

底生動物は藻場縁辺部，魚礁域の調査点を合わせて８門，64 種が出現した。動物門別にまとめた平均個体数密度を図８に示す。平均個体数では軟体動物が藻場縁辺部，魚礁域とも最も多く出現した。動物門別にまとめた平均現存量を図９に示す。平均現存量では藻場縁辺部で棘皮動物が，魚礁域で原索動物が最も大きかった。藻場縁辺部および魚礁域における全ての個体数および現存量の平均値を表２に示す。

胃内容物として出現したものを表３に示す。このうち，生物について綱ごとに餌料重要度指数 IRI を求め，供試魚の種類ごとにまとめた比率（%IRI）を図 10 に示す。魚礁域で採取されたキツネメバルの%IRI は硬骨魚綱が 100% であった。藻場縁辺部で採取されたムラソイの%IRI は軟甲綱が 93.3% を占めていた。藻場縁辺部で採取されたクロソイの%IRI は硬骨魚綱が 60.8% と最も高く，次いで軟甲綱が 38.7% となっていた。

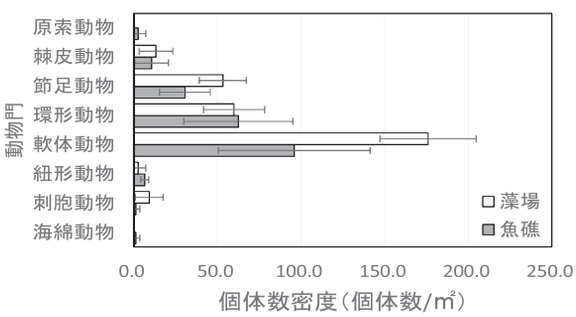


図８　底生動物の動物門別現存量

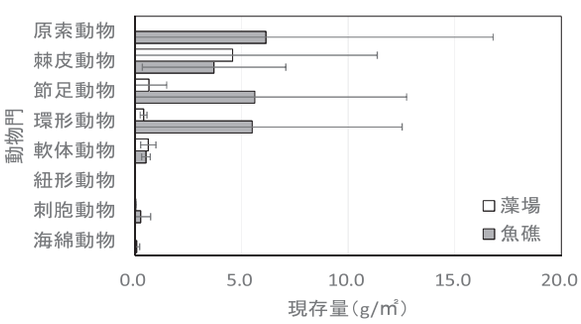


図９　底生動物の動物門別現存量

表２　底生動物の平均個体数および平均現存量（±標準偏差）

	個体数（個/m^2）		現存量（g/m^2）	
藻場	314.7±	60.7	6.3±	6.0
魚礁	212.0±	105.1	21.9±	19.0

ウ　行動追跡調査

各受信機から取得した超音波信号受信データには，超音波信号の受信時刻と超音波信号の識別 ID が記録されている。そこで標識放流個体ごと（識別 ID ごと）に信号記録時刻と受信機位置（Station）を整理した。一例を図 11～14 に示す。また，ID＝1027 および ID＝1029 については深度データを合わせて示した。

表３　胃内容物として出現した餌生物

門	綱	学名	和名
軟体動物	腹足	*Alvania coninna*	タマツボ
		Philine argentata	キセワタガイ
	二枚貝	*Anisocorbula venusta*	クチベニデガイ
節足動物	軟甲	Stomatopoda	口脚目
		Cymodoce japonica	ニホンコツブムシ
		Alpheidae	テッポウエビ科
		Crangon sp.	エビジャコ属
		Caridea	コエビ下目
		Pagurus sp.	ホンヤドカリ属
		Pugettia quadridens	ヨツハモガニ
		Cancer amphioetus	コイチョウガニ
		Pilumnus minutus	ヒメケブカガニ
		Gaetice depressus	ヒライソガニ
		Grapsidae	イワガニ科
		Brachyura	短尾下目
		Pieces of Decapoda	十脚目破片
脊椎動物	硬骨魚	Stichaeidae	タウエガジ科
		OSTEICHTHYES	硬骨魚綱
―	不明	Digestive Matters	消化物
Pieces of Algae・Leaf			海藻・植物片
Ggravel stone			小石・砂利

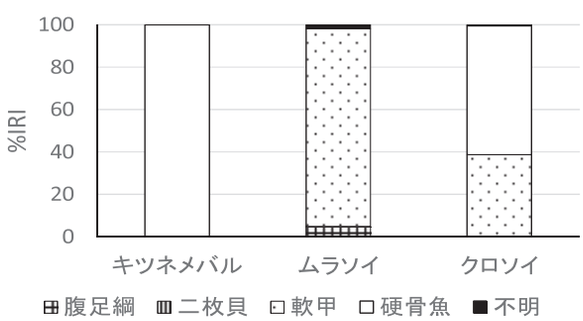


図 10　ソイ類の餌料重要度指数の比率（%IRI）
キツネメバルは魚礁，ムラソイ，クロソイは藻場の試料

その結果，次に挙げる２つの行動パターンを把握することができた。①放流地に最も近い沿岸を拠点に魚礁までの間を行き来する（7尾）（図11，14，15左）。②放流魚採取地に戻る（4尾）（図12，13，15右）。その他，2尾がそれぞれ別の行動パターンを示し（ID＝1646，1654），3尾が5～10日のうちに調査範囲からいなくなった（ID＝1647，1653，1655）。人工的に育成したキツネメバルは，St.1およびSt.4でのみ信号が記録されていた。特にID＝1649の個体は沖のSt.1での受信記録が非常に多く，魚礁に定着したものと考えられる。

深度データを得られたもののうち，ID=1026およびID＝1029は放流直後の数日間St.1～5の間を頻繁に移動しており，深度でも10数mから40m弱の間を行き来していたことから，設置水深の深いSt.1～3の場所まで移動していたことが裏付けられる。ID＝1027では沿岸に近いSt.4における反応が多く，深度データでも深度10～13mの反応が多いことからSt.4の位置より更に岸側を拠点にし，沖合のSt.1付近へ移動した際も，同じ深度帯で移動していたことが分かった。

クロソイ未成魚の行動パターンのうち，最も多かったのは放流場所に近い藻場を拠点に魚礁までの間を行き来するものであり，クロソイにとって藻場ならびにその縁辺部は生息場に，魚礁は索餌場所等の重要な生活の場になりうることを示している。水産庁および北海道では対象魚の生活史に対応した漁場整備を実施しており，沿岸域の藻場造成事業と沖合の魚礁整備事業0を一体として進めることでクロソイ等の沿岸魚類資源の増大に寄与するものと考えられる。さらにキツネメバルでは，天然環境での生活経験がない人工魚であっても魚礁へ定着したものがみられたことから，この魚種の特質として人工種苗の放流地として魚礁が適している可能性が高い。

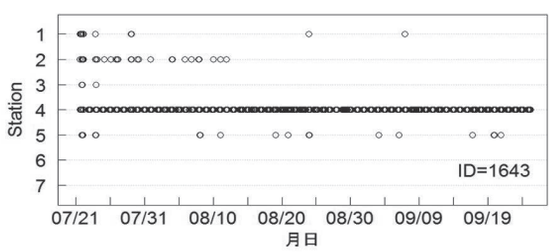


図11　標識放流個体ごとの超音波信号受信データ（ID＝1643）

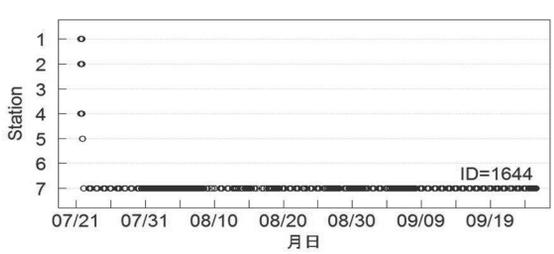


図12　標識放流個体ごとの超音波信号受信データ（ID＝1644）

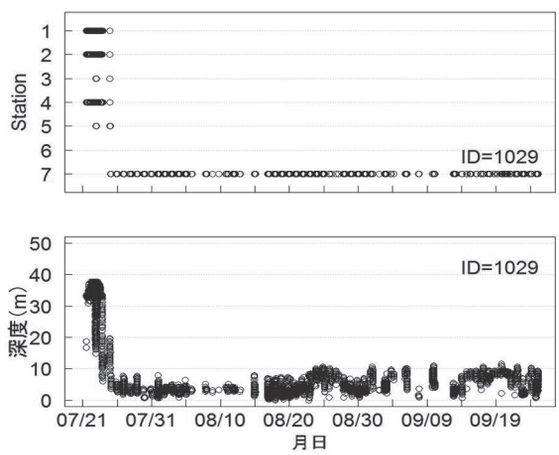


図13　標識放流個体ごとの超音波信号受信データ（ID＝1029）
上：信号受信情報，下：深度情報

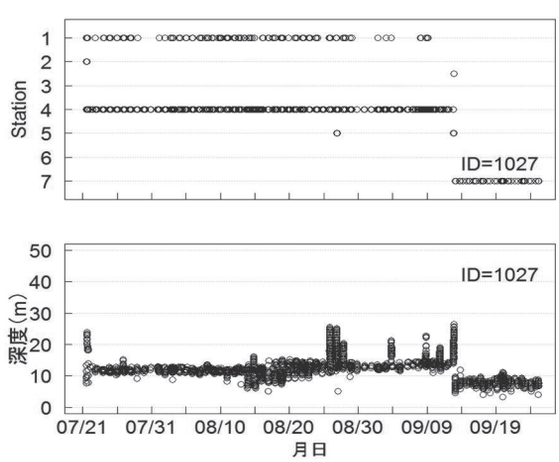


図14　標識放流個体ごとの超音波信号受信データ（ID＝1027）
上：信号受信情報，下：深度情報

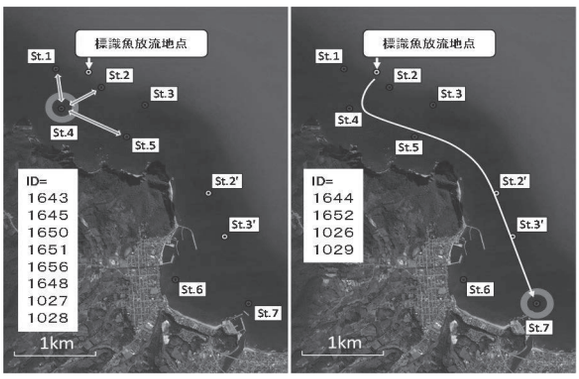


図 15　魚礁に放流したクロソイ未成魚の代表的な行動パターン

左：St.4 を中心に沖合（St.1，St.2）や浜なり（St.5）への移動を繰り返す

右：放流後，直ちに元の生息場（St.7）に戻り，定位する

13. アワビ類における再生産ボトルネックの解消と藻場ネットワークの再生による資源回復・生態系修復技術の開発（公募型研究）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**干川　裕　髙谷義幸　秋野秀樹**
水産工学グループ　**福田裕毅**
協力機関　国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所・水産工学研究所・北海道区水産研究所，東京海洋大学，（株）沿海調査エンジニアリング

（1）目的

我が国のエゾアワビ漁獲量は1980年以降減少が続き，現在は1,000トン以下で推移している。北海道のエゾアワビ漁場は主に日本海と津軽海峡の沿岸であるが，過去に奥尻など日本海沿岸から天然貝の移殖が行われた噴火湾では，移殖貝とその再生産によって人為的に漁獲資源が造成された経緯がある。近年では人工種苗の放流による資源増殖が図られているが，放流個体の再生産による資源添加については定量的な評価に至っておらず，人工種苗の再生産によって資源の自律的回復を促進するためには，放流貝が親貝として再生産に寄与しているかを検証する必要がある。また北海道日本海沿岸ではウニ類の食害を主因とした磯焼けが進行しており，餌料環境の悪化がエゾアワビ資源回復の阻害要因となっていると考えられている。食害種の除去による藻場の回復が各所で図られているものの小規模な群落形成にとどまっており，広域に及ぶ藻場回復技術の開発が急務である。

本研究では，遺伝マーカーを用いて放流種苗の再生産効果を定量的に評価することで，人工種苗の再生産による資源回復を果たすために必要となる放流規模等の放流計画策定手法を検討する。また，磯焼けが顕著な日本海沿岸における大規模な藻場回復を目指すための評価モデルを用いた適地選定手法の開発とその妥当性の検証を行う。さらに，藻場回復がエゾアワビを含む磯根水産資源へ及ぼす影響を評価することで，公共投資事業による大規模藻場回復施策実施の費用対効果等を検討する。

（2）経過の概要

遺伝マーカーによる放流種苗の再生産効果の評価については平成28年度で道総研の課題は終了し，平成29年度は国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所（水産生命情報研究センター）がこれまで豊浦町で採集した標本を用いて親子判別の解析を実施した。

ア　藻場回復の適地選定手法の開発とその実証

共同研究機関である水産工学研究所が構築した藻場回復適地選定モデルの予測性を検証するために，2016年10月から11月にかけて古平町群来地区（図1のF1水深2m，幅30m×沖方向50m）で，ホソメコンブ群落形成のためにウニ密度管理を行った。2017年5月9日に密度管理区とその両側でウニ類密度とホソメコンブおよびその他海藻の被度を調べた。調査方法は，ウニ密度管理区を海岸線に沿って横断するように2本の調査線を岸側と沖側に配置し（図2），各調査線上に除去区4点と両側の非除去区2点の計6点の調査点を設定し，各点で1m^{2}枠4枠の海藻被度とウニ類の計数を行った。

イ　造成藻場による水産資源回復効果に関する検討

磯焼け海域において大規模な餌料海藻群落の回復がエゾアワビの再生産過程や，北海道日本海沿岸で重要な磯根資源であるウニ類の生産（身入り改善）にどのように影響するかを解明するために，調査対象海域における水産生物の分布状況の把握や，エゾアワビに対する餌料環境改善効果を評価するための手法を検討した。

（ア）海藻の生育状況とエゾアワビの分布密度

図1に示すように積丹町美国から古平町にかけての調査海域に計8本（美国：B1～B4, 古平：F1～F4）

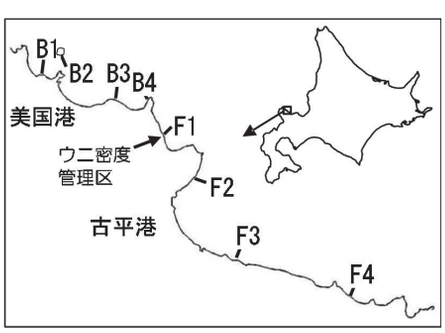


図1　エゾアワビ・ウニ類・海藻類の調査線位置（積丹町美国，古平町）

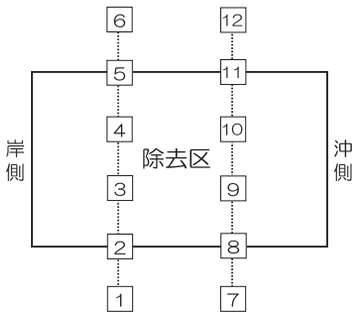


図２　古平町群来地区（図１のＦ1）に設定したウニ密度管理区と調査線および調査点の配置
□の数字が調査点番号を示す

の調査線を設定し，2017 年 5 月 9 日と 10 日に水深別（1，4，8 m）に海藻（草）類の被度およびウニ類密度調査を行った。各調査地点とも 4 m^2 の平均値を用いた。

また，9 月 5 日にエゾアワビの分布調査を B 2，B 4，F 1～F 3 および F 1 のウニ除去区で行った。各水深で 1 m^2 枠を 4 個配置し，枠内に生息していたエゾアワビを採集して生息密度を調べた。

（イ）ウニ類の分布密度と身入り改善に関する調査

磯焼け海域とホソメコンブ群落周辺におけるウニ類の分布様式や身入りを定量的に評価するため，2017 年 7 月 3 日と 4 日に，図 1 に示した各調査線の水深 1 m，4 m，8 m 付近と F 1 のウニ除去区（水深 2 m）から漁獲サイズの殻径 50 mm 以上のキタムラサキウニを 20 個体採集し，生殖巣指数を求めた。

（ウ）藻場とエゾアワビの生産との関係

藻場の回復がエゾアワビに及ぼす影響を調べるために，9 月 5 日にウニ密度管理区（水深 2 m）を設定した古平町群来地区（F 1）と積丹町美国（B 3）から採集したエゾアワビを対象に筋肉含水率（(筋肉湿重量－筋肉乾燥重量)/筋肉湿重量×100）を調べた。

(3) 得られた成果

ア　藻場回復の適地選定手法の開発とその実証

ウニ密度管理区で 2017 年 5 月 9 日に実施した調査結果では，ウニ除去区はホソメコンブが優占する海藻群落が，非除去区では調査点 7 を除くとケウルシグサが優占していた（図 3）。同時期の調査ではウニ類のうちキタムラサキウニだけが確認され，その密度は除去区で 0～4.5 個体/m^2，非除去区で 9～10.5 個体/m^2 であり，2016 年 10 月および 11 月に行ったウニ除去により翌年 5 月までウニ類の密度は低く保たれた（図 4）。

水産工学研究所の事前評価モデルを用いて除去区と非除去区のウニ類密度から計算したホソメコンブ被度の予測値は実測値とよく対応していた（図 5）。

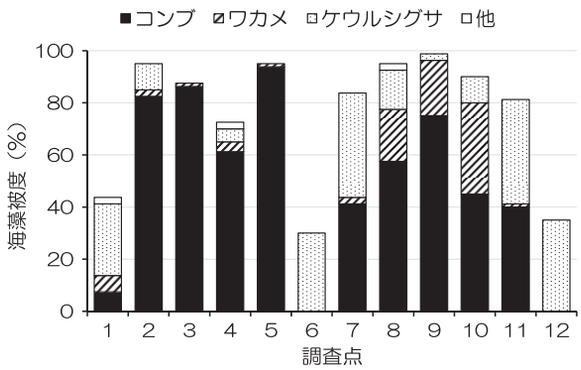


図３　2017 年 5 月 9 日に調べた古平町群来地区のウニ密度管理区における海藻被度
調査点番号は図 2 を参照

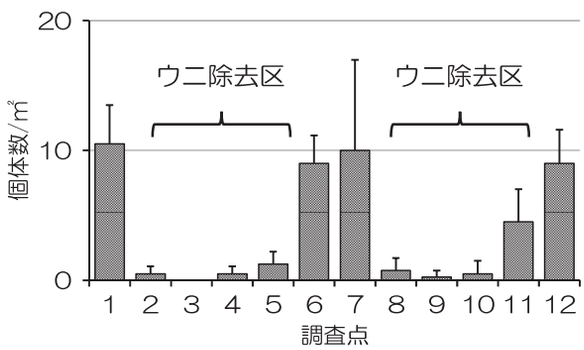


図４　2017年5月9日に調べた古平町群来地区のウニ密度管理区におけるキタムラサキウニ密度
誤差線は標準偏差を示す，調査点番号は図 2 を参照

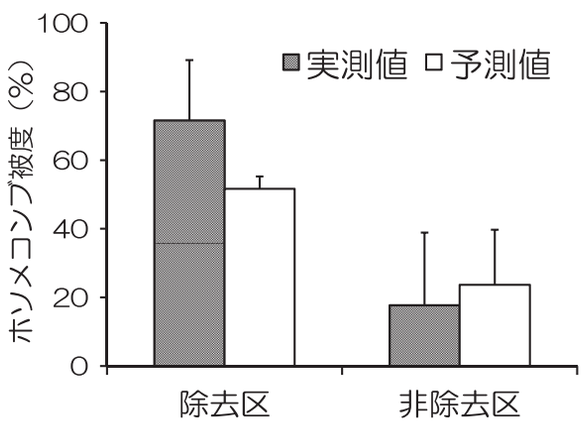


図５　ウニ密度管理区におけるホソメコンブ被度の予測値と実測値の比較
誤差線は標準偏差を示す

イ　造成藻場による水産資源回復効果に関する検討

（ア）海藻の生育状況とエゾアワビの分布

2017年5月9日と10日に調べた海藻類の生育状況は，F1以外では水深が浅いほど海藻類被度が高い傾向があり，浅所にはホソメコンブやワカメが，深所にはケウルシグサが生育していた（図6）。B2の水深4mと8mでは直立型の海藻は確認されなかった。また，F1では3水深ともケウルシグサが生育し，その被度は水深が増すに伴い増加した。

同時期のウニ類密度を図7に示した。全体の96%がキタムラサキウニであり，F1以外では水深1mで少なく，水深4mと8mで多かった。

9月5日に調べたエゾアワビの分布状況は，ホソメコンブが生育していた水深1mに多い傾向があり，特にウニ除去によりホソメコンブ群落が回復したF1の除去区（水深2m）では12.5個体/m²と他の場所に比べ高かった（図8）。

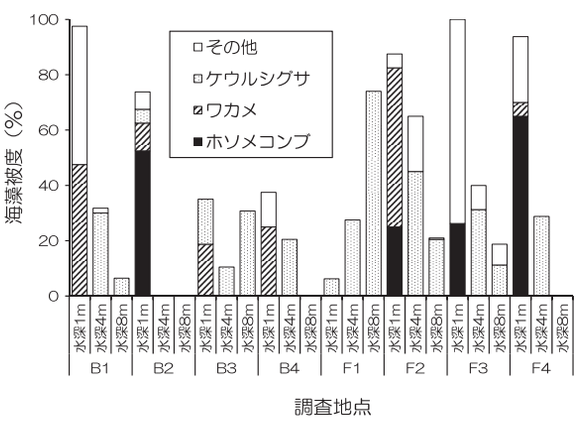


図6　積丹町美国と古平町沿岸の海藻生育状況（5月）

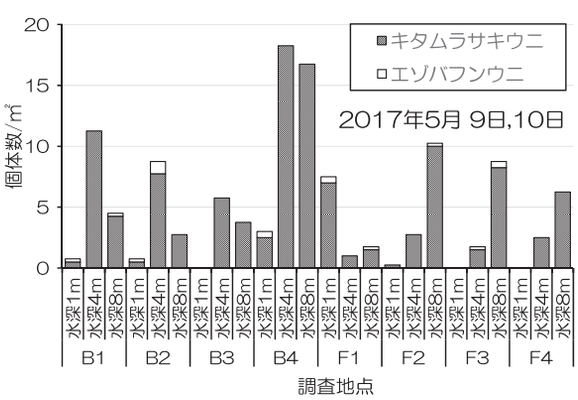


図7　積丹町美国と古平町沿岸のウニ類密度

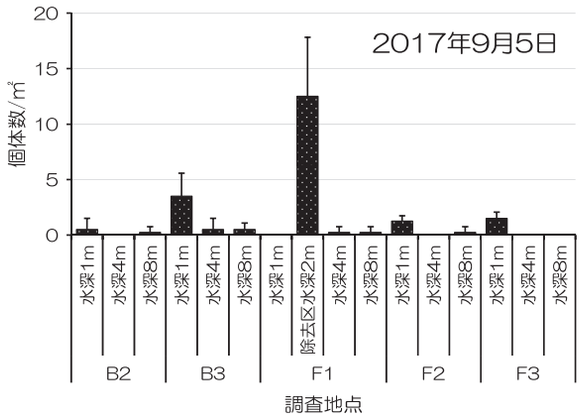


図8　積丹町美国と古平町のエゾアワビ生息密度
誤差線は標準偏差を示す

（イ）　ウニ類の分布密度と身入り改善に関する調査

2017年7月に調べた調査海域沿岸のキタムラサキウニ生殖巣指数は，水深が浅く藻場が形成されていた場所で値が高い傾向があった（図9）。生殖巣指数が20%以上の場所は2016年ではF1のウニ除去区だけであったが，2017年では冬季水温が低く推移してホソメコンブとワカメの群落が浅所に形成されたことから，除去区以外でも3地点で値が20%を超えた。

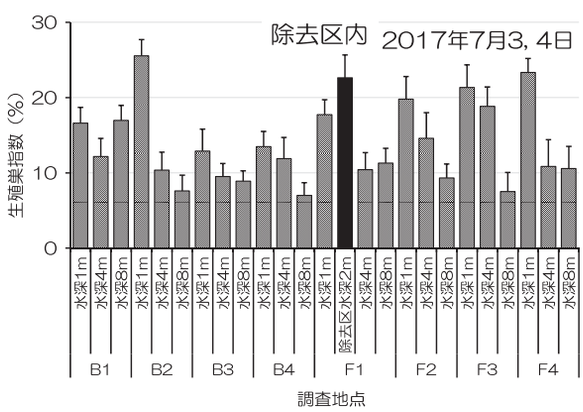


図9　積丹町美国と古平町沿岸のキタムラサキウニ生殖巣指数
誤差線は標準偏差を示す

（ウ）　藻場とエゾアワビの生産との関係

2017年9月5日に積丹町美国のB3と古平町群来（F1）において水深別に採集したエゾアワビの筋肉含水率を図10に示した。B3では筋肉含水率に水深による差は認められなかった。一方，F1では水深1mとウニ除去区（水深2m）では差がなかったが，水深4mと水深8mの値は，同地区の浅所に比べて高い値を示した。

B３とＦ１の比較でも，Ｆ１のウニ除去区はＢ３に比べて有意に低かった。

筋肉含水率は比較的長期間の餌料環境を反映するため，同海域の７月の海藻生育状況と９月の筋肉含水率の傾向を比較した。Ｂ３の水深１ｍにはワカメが生育していたが，他の水深には餌として適した海藻は生育していなかった（図 11）。Ｆ１では水深２ｍのウニ除去区にホソメコンブが生育していたほかは，水深１ｍにわずかにワカメが，また水深８ｍにはケウルシグサが生育していただけであった。

Ｂ３とＦ１の海底勾配を図 12 に示した。水深間で筋肉含水率に有意な差は認められなかったＢ３では，海底勾配が急であり，岸から約 100 ｍで水深が８ｍに達したが，Ｆ１では海底勾配が緩やかなため，岸から水深４ｍでは約 300 ｍ，水深８ｍまでは約 500 ｍと離れていた。

これらのことから，海底勾配が急なＢ３では，浅所の藻場から深所へ流れ藻として供給されることや，アワビが深浅移動することにより水深間で餌料環境に差がなかった可能性が考えられる。海底勾配が緩やかなＦ１では，水深間で距離があるため，水深２ｍのウニ除去区にホソメコンブ群落が形成されても深所のアワビの餌料環境の改善には影響しなかったと推測される。一方，Ｆ１の水深１ｍでは餌となる海藻は少なかったが，ウニ除去区からの流れ藻の供給や，アワビの移動により含水率が除去区と同等の値を示したと考える。

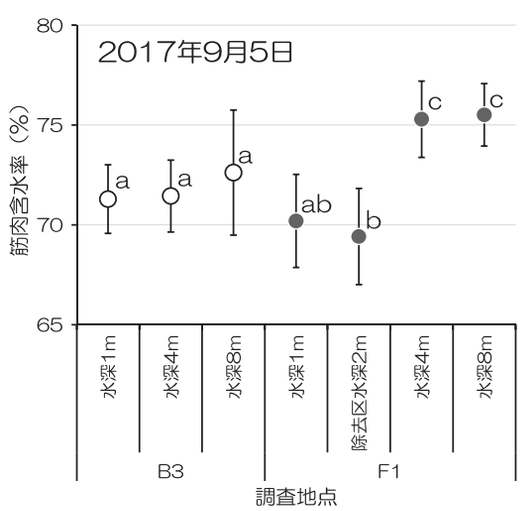


図 10　積丹町美国（Ｂ３）と古平町（Ｆ１）における水深別エゾアワビ筋肉含水率
異なるアルファベット間で有意差あり（Turkey-test，p＜0.05）誤差線は標準偏差を示す

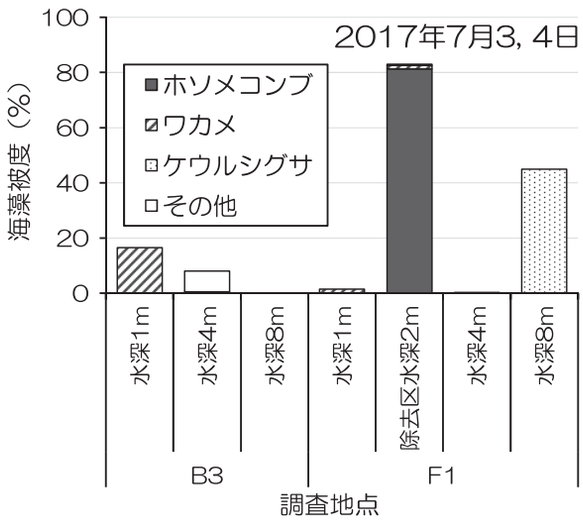


図 11　積丹町美国（Ｂ３）と古平町（Ｆ１）における７月の海藻生育状況

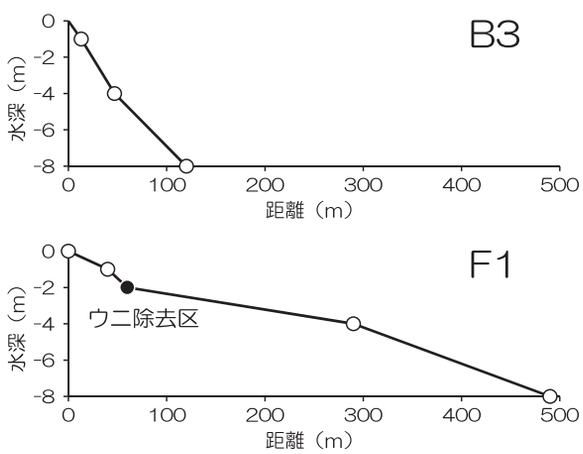


図 12　積丹町美国（Ｂ３）と古平町（Ｆ１）の海底勾配

本研究は農林水産技術会議委託プロジェクト研究「生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発」で実施した。

14．天然コンブの生育に好適な海洋環境条件の解明に基づく漁場造成適地選定手法の開発（公募型研究）

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**秋野秀樹**
資源増殖部　水産工学グループ　**福田裕毅**
協力機関　北海道区水産研究所（研究全体統括）
釧路水産試験場調査研究部

（1）目的

道東太平洋沿岸域において効率的な雑海藻駆除を行うために，コンブ漁場の物理環境を調査し，コンブの生物特性を培養試験によって把握する。また，物理環境や海底地形等の地理情報を収集し，これらのデータを GIS で統合し雑海藻駆除適地の評価・選定技術を開発する。本研究では①海洋物理環境調査，②コンブの生物特性の把握，③地理情報システム（GIS）を使った適地選定・評価手法の開発の３項目を実施する計画であり，中央水産試験場では，②のうち配偶体の受精および幼胞子体の生長に関する細項目と，③のうち地形情報から海底流速をシミュレーションする細項目を担当した。

（2）経過の概要

ア　生物特性の把握（配偶体の受精および幼胞子体の生長）

根室市落石地先で成熟した子嚢斑を持つナガコンブから子嚢斑を切取り，これを 5℃ に冷却した滅菌海水中に置き，ナガコンブの遊走子を放出させた。遊走子を含む滅菌海水をカバーグラス（19×19 mm）に滴下し，このカバーグラスを 10℃，30 μmol/m^2/s，12 L：12 D，栄養強化海水の環境下に置き，これを成熟・受精させて葉長 2～3 mm の胞子体に生長させた。

胞子体が着生したカバーグラスを，窒素濃度 6 µmol に調整し，その他の栄養塩類は十分に強化した滅菌海水 50 mL を満たした直径 90 mm のシャーレに１枚ずつ入れ，これを 5℃，10℃，13.5℃，17℃，20℃ の５温度条件，15，30，50，130 μmol/m^2/s の４光条件の合計 20 条件下に設定した多段培養庫（EYELA 社 MTI-201）に置き，実験を開始した。実験開始前後に顕微鏡下で藻体を撮影し，ナガコンブの葉面積を求めた。面積から以下の式で相対生長率（RGR）を実験区分ごとに求めた。

$$RGR = \{\ln(Ls) - \ln(Le)\}/d \quad (mm^2/mm^2/d)$$

Ls：試験開始時のコンブの葉面積
Le：試験終了時のコンブの葉面積
d：培養日数　　ln：自然対数

求めた RGR を被説明変数，培養水温，光量を説明変数に重回帰分析を行い，説明変数の影響度と交互作用を検証した。また，AIC によりモデル選択を行った。

イ　地理情報システムを使った適地選定・評価手法の開発（海底流速のシミュレーション）

適地選定を評価する指標の１つである海底流速は，数値シミュレーションにより推算する。シミュレーションに使用する海底地形図は M 7000（日本水路協会），沖波データはナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）とした。

（3）得られた結果

ア　生物特性の把握（配偶体の受精および幼胞子体の生長）

培養水温と光量，相対生長率の関係を図１に示す。試験の条件設定の範囲ではナガコンブは水温が低く，光量が高い試験区で相対生長率が大きかった。最も相対生長率が大きかった試験区は水温 5℃，光量 50 μmol/m^2/s の条件下であった。水温 15℃ 以上の条件下では相対生長率は低かった。

重回帰分析を行った結果，決定係数（自由度調整済）は 0.39 であった。水温よりも光量の影響が大きく，光量の標準偏回帰係数は有意であった（p=0.003）。

Sakanishi *et. al.*（1989）はナガコンブと同じコンブ科褐藻であるカジメの光合成特性を調べ，呼吸速度は温度にともなって上昇したと述べている。ナガコンブにおいても温度上昇による呼吸速度の上昇が，純光合成速度を下げ，その結果相対生長率が低下した可能性がある。また，岡田ら（1985）は，ナガコンブの幼胞子体の生長適温が 11.4℃ であったと述べているが，本試

験での生長適温は5℃であった。岡田らは培養海水の栄養塩濃度を高くして培養しているのに対して，本試験では栄養塩濃度を実際の海域に近い値に設定して培養した。実際の海洋環境に近い栄養塩濃度下では，低水温下でより相対生長率が早いことが示唆される。

イ　地理情報システムを使った適地選定・評価手法の開発（海底流速のシミュレーション）

評価対象である道東太平洋側についてモデルを作成して数値シミュレーションのテストを行った。広域を対象とするため，メッシュサイズは100 m×100 mとした。沖波はナウファスの釧路観測データから2016年12月の有義波の平均値（波高1.07 m，周期7秒，波向き175度）を用いた。その結果，これらのデータを用いて海底流速を推算できることが確認された（図2）。今後は対象領域を絞り，詳細なモデルを作成してシミュレーションを実施する予定である。

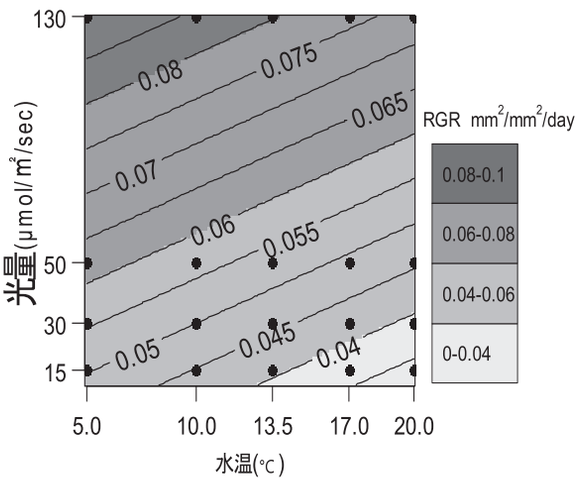


図1　培養水温及び培養光量とナガコンブの相対生長率（mm²/mm²/d）との関係
重回帰分析により得られた水温と光量の偏回帰係数を用いて相対生長率の推定値を再計算した

（4）参考文献

Sakanishi, Y., Yokohama, Y. & Aruga, Y. Seasonal changes of photosynthetic activity of a brown alga *Ecklonia cava Kjellman*. *Bot. Mag. Tokyo*. 1989; 102: 37–51.

岡田行親，三本菅善昭，町口裕二．マコンブ，リシリコンブ，オニコンブ，ホソメコンブおよびナガコンブ幼芽胞体の生長ならびに形態と培養温度の関係．北水研報告．1985；50：27–44.

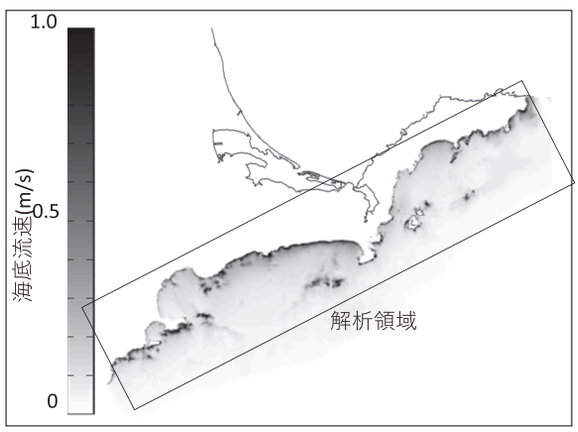


図2　数値シミュレーションにより得られた底面流速（2016年12月平均値）

15. 北方圏紅藻類の資源開発とその健康機能・素材特性を活かした次世代型機能性食品の創出（公募型研究）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**福田裕毅　金田友紀**
資源増殖部　資源増殖グループ　**秋野秀樹**
協力機関　国立大学法人北海道大学産学地域共同推進機構・北海道大学大学院水産科学研究院・北海道大学大学院医学研究科，（公財）函館地域産業振興財団，（公財）神奈川科学技術アカデミー，共和コンクリート㈱

（1）目的

アカバギンナンソウ（*Mazzaella japonica*）は，本州北部や北海道に生息する紅藻で，北海道の一部地域では食用として収穫されている。近年，紅藻類を健康食品の原料として利用する研究が進められており，アカバギンナンソウも対象とされている。健康食品に利用する場合，安定的に大量の原料を確保する必要があることから，海域を利用した養殖が考えられているが，アカバギンナンソウの養殖に関する知見は乏しく，養殖適地や養殖手法について検討する必要がある。

本研究ではアカバギンナンソウの群落が確認されている地域を対象に調査・試験を実施し，群落が形成される場所の特徴から養殖適地となる条件を明らかにすることを目的とした。

（2）経過の概要

ア　調査地点の概要

調査対象には 2015，2016 年に調査を実施している忍路湾に加え，アカバギンナンソウの群落が確認されている臼尻港近傍の岩礁域とした（図 1）。

イ　調査・試験の項目と方法

アカバギンナンソウの群落が形成される場所の特徴を把握するため，各調査地のアカバギンナンソウ群落およびその周辺において調査を行った。調査には本研究で製作した，遊漁用の魚群探知機（Lowrance 製）とインターバルカメラ（SONY 製）を装備したラジコンボートを用い，位置情報が付帯した海底写真と，その場所の水深を連続的に取得した。海底写真よりアカバギンナンソウが海底面積に占める割合（被度）を求め，水深との関係を調べた。

得られた海底地形データを用いて臼尻港周辺の海底流速を数値解析ソフトウェア Delft 3 D により推算した。解析に使用した沖波条件は臼尻に最も近いナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）の観測点である苫小牧の波浪データを使用した。

忍路湾でアカバギンナンソウ群落が確認されている場所（試験区）と水深などの地形的な特徴は類似しているがアカバギンナンソウが確認されない場所（対照区）にアカバギンナンソウの種苗を付着させたプレートを 2016 年 1 月 27 日に設置し，生育状況の観察を同年 4 月 4 日に実施した。

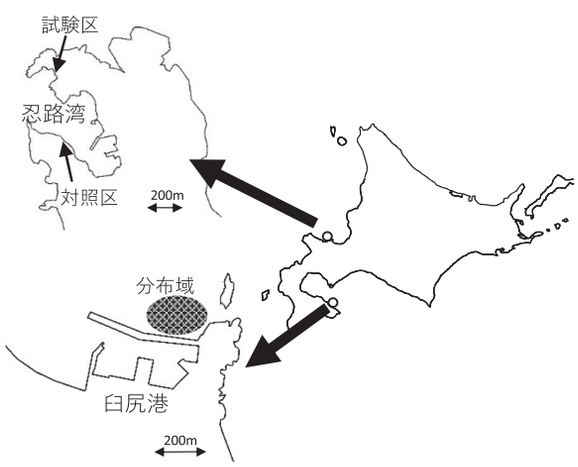


図 1　調査地点

（3）得られた結果

ア　アカバギンナンソウの分布と水深

ラジコンボートを使用した調査で得られたデータからアカバギンナンソウの被度と水深の関係を調べた。忍路湾と臼尻では潮汐による水位の変動が大きく異なるため，最低水面（これよりも下がることがないと考えられる水位）を基準として整理した（図 2）。その結果，アカバギンナンソウは最低水面よりも高い場所，すなわち干出する場所にはほとんど分布しないことがわかった。また，最低水面から水深 0.5 m 程度の範囲に

多く分布し，1 m 以上深い場所にもほとんど分布しないことがわかった。これより，アカバギンナンソウはきわめて浅いが干出しない場所に限定的に分布することが明らかとなった。

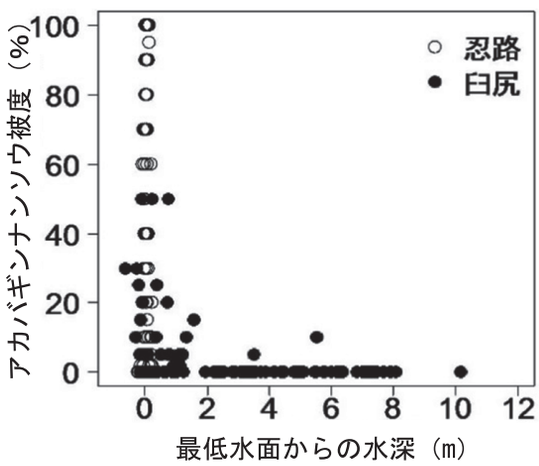


図 2　アカバギンナンソウの被度と水深

イ　海底流速

2016 年度には忍路湾を対象に解析を実施し，冬季の海底流速が試験区よりも対照区で小さいことが確認された。臼尻についても冬季の海底流速を推算した結果，臼尻港は東側の岬によって波から遮蔽されるため，アカバギンナンソウ分布域は静穏であり海底流速は 0.1 m/s 以下と非常に小さいことがわかった。

ウ　現地育成試験

アカバギンナンソウの種苗を付着させたプレートを設置した時期が天然発生の時期よりも遅かったため，育成試験では初期成長までしか確認できなかったが，試験区，対照区ともに数 mm 程度まで成長しており，両者に違いは見られなかった（図 3）。初期成長には問題がないことから，対照区には群落を形成するまでの成長を阻害する要因があると考えられた。

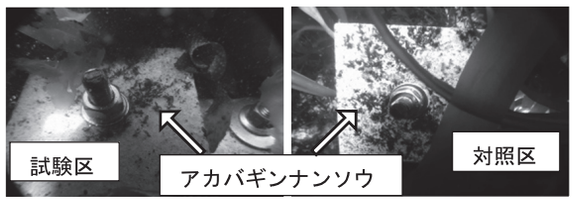


図 3　アカバギンナンソウの被度と水深

エ　養殖適地の条件

2017 年度は忍路湾内でホソメコンブの生育が非常に良く，例年アカバギンナンソウ群落が形成されていた試験区の一部がホソメコンブ群落に変わっていた。調査ではそのホソメコンブ群落の下にわずかにアカバギンナンソウが確認された。これより，ホソメコンブがアカバギンナンソウよりも優先的に群落を形成することがわかった。一般的にホソメコンブは冬季に波あたりの強い岩礁域の浅場に群落を形成することが知られている。この理由として，波あたりが強い場所は海底流速が大きいため，栄養塩フラックスが大きくなることや，ホソメコンブの食害生物であるキタムラサキウニの摂食行動が抑制されることが指摘されている。これらのことから，ホソメコンブが群落を形成しにくい場所は冬季でも静穏で海底流速の小さい場所であり，そのような場所であればアカバギンナンソウが群落を形成できると考えられた。これは，忍路湾や臼尻で群落が確認された場所の特徴と一致する。

以上の結果より，水深が最低水面から 1 m までの浅海域で，冬季の海底流速が小さくホソメコンブが群落を形成しにくい場所がアカバギンナンソウの養殖適地になると推察された。

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

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**高橋和寛　園木詩織**
資源増殖部　資源増殖グループ　**中島幹二**
加工利用部　加工利用グループ　**菅原　玲　武田忠明　三上加奈子**
協力機関　国立研究開発法人水産研究・教育機構北海道区水産研究所

(1) 目的

北海道東部沿岸では，古くからコンブ漁が地域の重要な産業となってきた。しかし，コンブ類のような有用海藻だけでなく，スジメ，アイヌワカメ，ウガノモクなど利用価値の低い「雑海藻」も多く，それらはコンブ類と競合して生育を阻害すると考えられている。近年は流氷の接岸が減ったため，雑海藻が優勢となってコンブ漁場が荒廃する傾向にある。多くの浜ではこの状況を人為的に改善するため，毎年，膨大な手間と経費をかけて雑海藻の駆除を行っている。

一方，日本海沿岸では磯焼けによる大型藻類の減少が深刻になり，ウニの種苗生産や蓄養に必要な生海藻の不足が問題となっている。乾燥海藻や配合飼料が代用品として用いられることもあるが，餌料価値も餌持ちも生海藻には及ばないため，現場からは生海藻に匹敵する餌の開発が切望されている。

不要な雑海藻を水産無脊椎動物の餌料として利用するため，北海道区水産研究所（以下，北水研）を中核として釧路水産試験場，函館水産試験場とともに雑海藻餌料の開発を目指す。中央水産試験場は，このうち北水研で行われる小規模なスクリーニング試験結果を1トン水槽規模の試験で検証し，海面養殖施設で行われる実証試験につなげるための中規模飼育試験を担当した。

(2) 経過の概要

ア　飼育試験

2017年5月12日に岩内町沖の磯焼け漁場から採集したキタムラサキウニを用いて，5月15日から8月9日まで飼育試験を行った。

開始から終了まで生鮮マコンブで飼育した区（試験区①）を対照区とし，当初湯通し乾燥スジメ（以下，湯乾スジメ）を与えていた個体を，6週後の6月26日に生鮮マコンブまたはハクサイに切り替える区（試験区②または③），さらに同日以降無給餌とする区（試験区④）を設け，下に記す計4つの餌料条件（図1）で飼育試験を行った。

餌料に用いた湯乾スジメは，北水研が道東海域で採集し湯通し乾燥処理されたものである。また生鮮マコンブは鹿部町の養殖業者から，ハクサイは小売店から購入した市販品を用いた。湯乾スジメの給餌に際しては，水道水に約30分浸漬し，柔らかくなった状態のものを飽食給餌した。給餌頻度は各区とも週2回とし給餌前に残餌を取り上げ秤量し，新しい餌と交換した。

飼育には昨年と同じ小割りカゴ（中央に仕切り，各44×36×50 cm，前年に準じて片側にのみ収容，図2）を用い，当初各カゴに35個体ずつ収容し，餌料切り替え後に各区30個体ずつになるように再収容した。

飼育水温については，無調温水で試験を開始した後，15℃を上回った時点から調温海水に切り替え，一定の水温（約14℃）とした。換水率は10回/日を目安に調

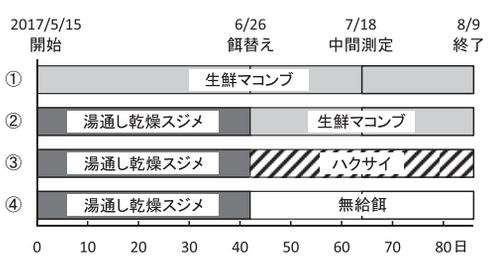


図1　試験区毎の餌料条件

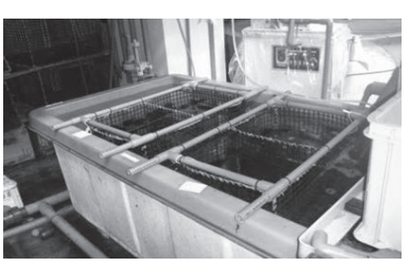


図2　試験に使用した小割りカゴと1トン水槽

整し，底掃除は原則毎日行った。

試験開始時（5 月 12 日）に 30 個体，以降餌替え時（6 月 26 日），中間測定時（7 月 18 日）および終了時（8 月 9 日）に，各試験区 15 個体を取りあげ，殻径，体重および生殖巣重量の測定を行った。これらの測定後，生鮮状態で個体別に分光測色計により色調［明度（L* 値）および彩度（C*値）］測定を行った。また，個体別に生殖巣の一部を組織観察（北水研にて成熟度を判定）用にダビットソン液で固定したほか，成分分析用に凍結保存した。

イ　官能評価

測定時に取り出した生殖巣の一部を，試験区毎に 3 %食塩水で洗浄後，水試関係者 15 名で，色調と食味について，表 1 に示す官能評価を実施した。

ウ　成分分析

雌の生殖巣（卵巣）を試料とし，餌替え時，中間測定時，終了時，それぞれで組織観察により判定した成熟度がステージ 2 の個体を選別し，4～5 個体別に水分，グリコーゲン，遊離アミノ酸について分析を行った。なお，これらの分析には，各選出個体の卵巣から調製した凍結乾燥粉末を用いた。分析方法は，水分が常圧加熱（105℃）乾燥法で，グリコーゲンがアンスロン硫酸法で，遊離アミノ酸が 6% 過塩素酸で抽出後，中和液を高速アミノ酸分析計（日立 L-8900）で分析した。また，遊離アミノ酸の個々の成分について，甘味，苦味，旨味の呈味別に分類（岸ら 2007）し，それぞれのアミノ酸の合計量を卵巣の無水物中の値で示した。

（3）得られた成果

ア　飼育試験

（ア）殻径・体重

試験期間中に斃死した個体はなかった。開始時の平均殻径は 51.3 mm，平均体重は 57.6 g であった。殻径および体重の試験終了時までの増加率を図 3 に示した。殻径に大きな増加は見られず 8% 未満で推移した。終了時の平均殻径は試験区① 52.0，② 53.7，③ 53.9，④ 52.3 mm であった。体重の増加率は生鮮マコンブを給餌した試験区①は試験を通して低く，6.2% 以下で推移した。これに対し餌替え時まで湯乾スジメを給餌した区の増加率は 15.7% と高く，その後も湯乾スジメ給餌由来の試験区②③は中間測定時でそれぞれ 23.5 および 19.2 %，終了時にも同じく 19.7 および 16.2% と高い値を示したが，無給餌とした試験区④は中間測定時に 13.0%，試験終了時には 2.4% と大きく低下した。試験終了時の平均体重は① 59.7，② 69.3，③ 67.3，④ 61.0 g であった。

表 1　官能評価の方法

評価点（点）	試験区①との比較	
	色調	食味
+2	明るい	甘い
+1	やや明るい	やや甘い
0	同じ	同じ
−1	やや暗い	やや苦い
−2	暗い	苦い

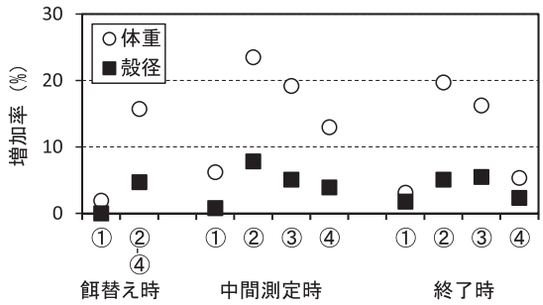


図 3　殻径および体重の試験区別増加率

（イ）生殖巣指数

開始時の生殖巣指数（以下，GI）の平均値は 11.2 であったが，餌替え時には試験区①および試験区②～④の値はそれぞれ 14.9 および 19.5 で，開始時よりもいずれも増加し，試験区①より試験区②～④の方が有意に高かった（$p<0.01$）。中間測定時でも試験区① 17.3 に対して，湯乾スジメ由来の試験区② 21.8, ③ 21.9, ④ 19.2 といずれも高かったが，終了時には試験区① 19.6 に対して試験区② 24.5 および③ 25.5 が有意に高かった（$p<0.01$）のに対し，無給餌の試験区④は 18.4 と低下し，試験区①，②および③に対して有意に低くなったものの，餌替え時より 1.1 の減少にとどまった（図 4）。

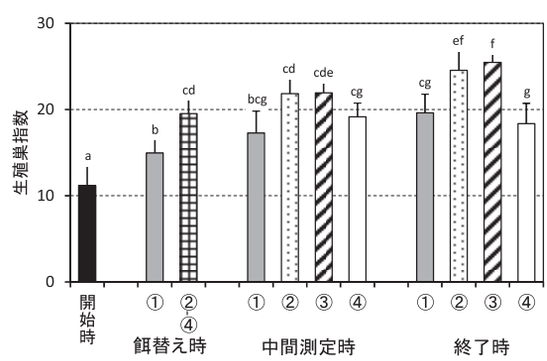


図 4　試験区別の生殖巣指数の推移
注）同じアルファベット間に有意差なし
（$p<0.05$，Tukey-Kramer 法）

（ウ）生殖巣の色調

開始時のL*値は37.6であったが，終了時の最高は試験区②48.7，最低は試験区④45.2で，全体を通して大きな変化は見られなかった。C*値は開始時36.3であったが，終了時の最高は試験区④の32.6，最低は試験区①の29.2であった。C*値については終了時の値が中間測定時に比べて4区とも低下する傾向がみられたものの，同一期間内では試験区間で大きな違いはみられなかった（図5）。

イ　官能評価

餌替え時の色調では，湯乾スジメを給餌した試験区②～④が対照の生鮮マコンブを給餌した試験区①に比べて有意に評価が高かった。一方，食味では試験区②～④が試験区①に比べて有意に苦かった。中間測定時には，色調には有意差がなかったが，食味には有意差があった。しかし，終了時では，色調および食味いずれも，試験区間で有意な差は認められなくなった（図6）。

ウ　成分分析

卵巣の水分は，生鮮マコンブを給餌した試験区①では餌替え時，中間測定時，終了時を通じて68%前後でほぼ一定であった。一方，湯乾スジメを給餌した試験区②～④では，餌替え時に試験区①より有意に高かったが，中間測定時にはどれも減少し，終了時には試験区②と④でさらに減少した（図7）。

卵巣のグリコーゲンは，生鮮マコンブを給餌した試験区①では餌替え時，中間測定時，終了時を通じて9%以上の高い値を示した。一方，湯乾スジメを給餌した試験区②～④では，餌替え時のグリコーゲンが4.2%で，生鮮マコンブに餌替えした試験区②では，中間測定時には7.6%，終了時には8.8%へ増加し，試験区①と有意差が認められなくなった。しかし，ハクサイに餌替えした試験区③と無給餌とした試験区④では，餌替え時から終了時までグリコーゲンはほぼ同じであった（図7）。

卵巣の遊離アミノ酸総量は，試験区①では餌替え時，中間測定時，終了時を通じてほぼ一定であった。一方，試験区②～④では餌替え時に約6,000 mg/100 gと高い値を示し，生鮮マコンブまたはハクサイに餌替え，または無給餌として中間測定時には5,000 mg/100 g前後へ，終了時には4,500 mg/100 g前後へ減少し，試験区①より高い値ではあるが，同一期間内の試験区②～④間では有意差が認められなかった（図8）。

卵巣の呈味別アミノ酸量は，旨味または甘味に分類されるアミノ酸量では，餌替え時，中間測定時，終了時を通じてどの試験区もほぼ一定であった。一方，苦

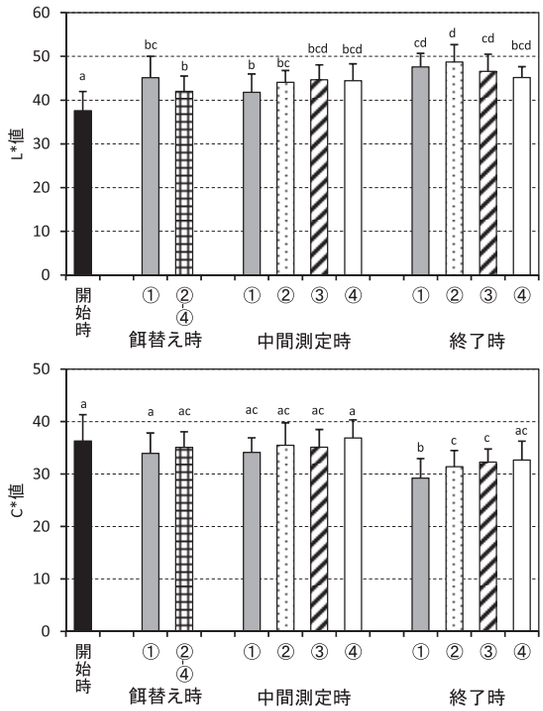


図5　生殖巣の明度（L*値）および彩度（C*値）の推移
注）同じアルファベット間に有意差なし
（$p<0.05$，Tukey-Kramer法）

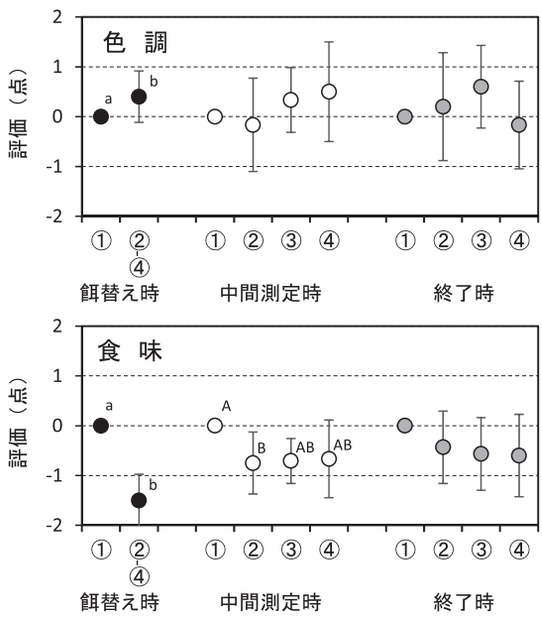


図6　色調および食味の官能評価結果
注）同じアルファベット間に有意差なし
（$p<0.05$，Tukey-Kramer法）

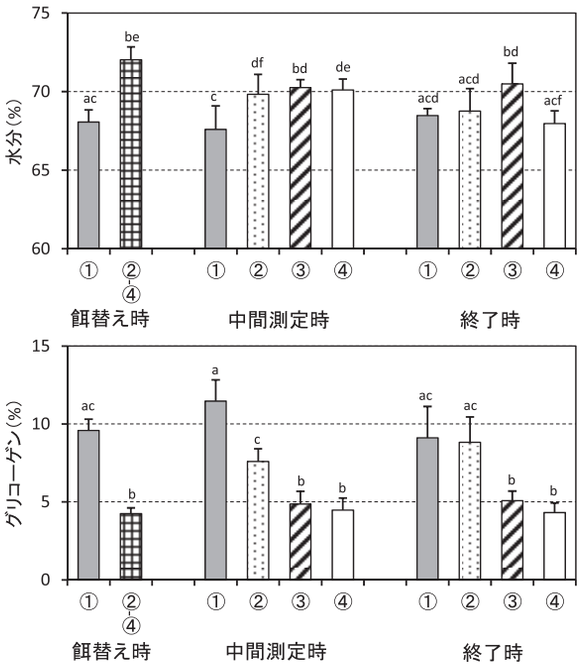


図７　各試験区の生殖巣（卵巣）の水分およびグリコーゲン量
注）同じアルファベット間に有意差なし（p＜0.05，Tukey-Kramer 法）

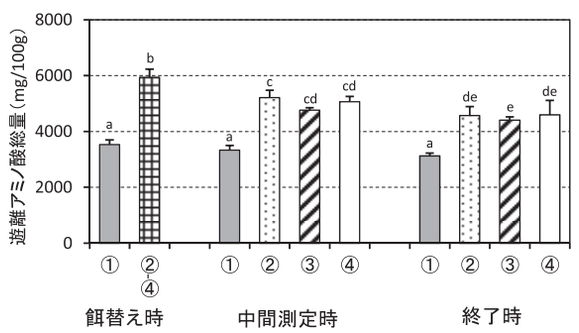


図８　各試験区の生殖巣（卵巣）の遊離アミノ酸総量
注）同じアルファベット間に有意差なし（p＜0.05，Tukey-Kramer 法）

味に分類されるアミノ酸量では，湯乾スジメを給餌した試験区②～④で餌替え時に 12,000 mg/100 g と非常に高かったが，中間測定時には 8,500 mg/100 g 前後，終了時には 7,000 mg/100 g 前後へ減少した。(図 9)。

前年度には湯乾スジメをキタムラサキウニに給餌すれば，短期間で高い身入りと良好な身色を得られるが苦味が生ずることや，生じた苦味は餌料を生鮮マコンブに切り替えれば緩和できることが明らかになった。今年度は，生鮮マコンブを入手できない場合の食味改

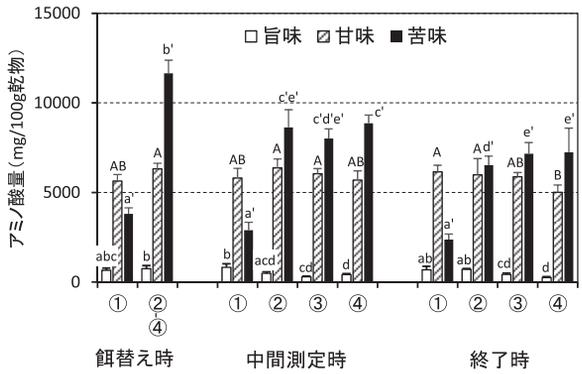


図９　各試験区の生殖巣（卵巣）の呈味別アミノ酸量
注）同じアルファベット間に有意差なし（p＜0.05，Tukey-Kramer 法）

旨味：グルタミン酸
甘味：スレオニン，セリン，グリシン，アラニン，0.5×プロリン
苦味：バリン，メチオニン，イソロイシン，ロイシン，フェニルアラニン，アルギニン，0.5×プロリン

善方法として，ハクサイおよび無給餌の効果を調べた。その結果，ハクサイには生鮮マコンブとほぼ同等の苦味緩和効果があり身入りも劣らないこと，また無給餌飼育には身入り低下や甘味減少の問題もあるが簡便に苦味を緩和できることが明らかになった。以上のことから，生鮮マコンブの利用が困難な季節・場所でもこれらの方法によりウニの食味改善が可能と考えられた。

(4) 3 年間のまとめ

- 雑海藻の利用法として稚ウニや稚アワビの成長および成ウニの身入りと色調改善には，湯乾スジメが最も優れていた。
- しかし，成ウニ用餌料として利用する場合，加工した海藻は種類や方法を問わず，食味が著しく苦くなることが判明した。
- 味の改善方法として，スジメ給餌後に生コンブを給餌することが有効であることが明らかになった。これは生コンブ給餌により苦味アミノ酸の増加が抑制されることによると考えられた。
- 生コンブ以外の食味改善方法として，①苦味アミノ酸が少ない生鮮野菜（ハクサイ）を給餌する方法，②苦味アミノ酸の供給を絶つために無給餌期間を設ける方法も有効であった。
- 雑海藻を利用したウニ養殖現場での実証試験の食味改善試験区として，生コンブに加えこれら 2 つの方法を提案した。

（5）参考文献

岸　恭一，木戸康博.「タンパク質・アミノ酸の新栄養学」講談社，東京.2007

17. 輸出重要資源増大等実証委託事業（ナマコの効果的な中間育成手法の開発）（公募型研究）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**園木詩織　金田友紀**
（主幹水試：函館水産試験場　調査研究部）
協力機関　北海道大学水産学部　北海道区水産研究所

（1）目的

北海道産のマナマコは，2004 年以降の中国などへの輸出の急増と魚価急騰のため，漁獲圧が高まり資源枯渇が懸念されている。また，2013 年に IUCN（国際資源保護連合）により絶滅危惧種に指定されるなど，今後この資源枯渇への関心が高まることは必至であり，CITES（ワシントン条約締約国会議）による本種の輸出規制への提言も懸念されている。

一方，マナマコの種苗生産技術はすでに確立されており，資源添加を目的とする種苗放流も各地で行われ，北海道日本海南西地区では，漁港などの静穏域を利用したマナマコの増養殖が検討されている。マナマコの増養殖を行う場合，放流個体の放流地への残留率を高め，短期間に育成する技術の開発が必要になる。しかし，マナマコに関するこれらの技術は開発されていない。残留率の向上および成長の促進を目指すため，マナマコの生育に適した底質や分布密度，餌料を明らかにするとともに，マナマコの行動特性を把握する必要がある。

近年，生物の行動追跡を行うためにバイオテレメトリー手法が注目されている。本手法は，小型の発信機を生物に取り付け，周辺に別途設置した受信機で信号を受け取ることで生物の滞在場所を特定するものである。しかし，本事業で用いるマナマコは，棘皮動物であり，体に固定したタグや標識が脱落しやすいことが課題となっていた。本手法をマナマコに応用するためにも，よりタグが外れにくく長期的なデータ取得が可能で，マナマコの行動に影響しにくい装着方法を検討する必要がある。

水産工学グループでは，本事業のうち，『マナマコの行動に影響を与えにくい標識方法の開発』という項目において，発信機装着方法別の脱落率の把握と，環境シミュレーション水槽でのインターバル撮影画像を用いての装着・非装着個体の行動の差異の比較検討を行う。

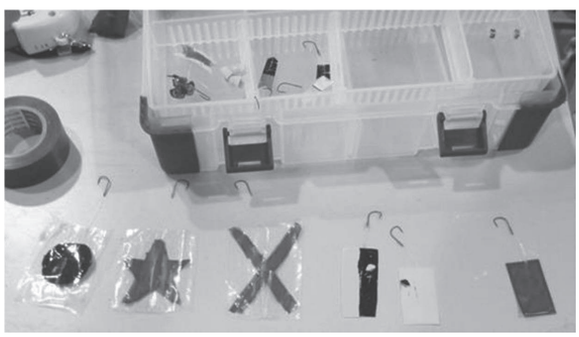


図 1　マナマコに装着した個体識別標識の一例

（2）経過の概要

ア　ダミー発信機装着方法別の脱落率の把握

マナマコへのダミー発信機装着方法は，今後の知財化を検討しているため省略する。ダミー発信機の装着試験中のマナマコには，個体ごとの行動把握を行う目的で個体識別用の標識をそれぞれの個体に装着した。標識は，水槽上部に設置したカメラから視認および識別可能な 3×4 cm 程度の大きさのビニールに油性マーカーやビニールテープなどで○や×などの模様を描いたもの等を用いた（図 1）。これらの標識は，釣り針またはアンカータグを用いてナマコの体表に固定した。脱落率が最も低かった装着方法について以後の試験を行った。

イ　インターバル撮影画像を用いての装着・非装着個体の行動の差異の比較検討

撮影試験には，水産工学実験室の環境シミュレーション水槽（内寸 200 cm×200 cm×80 cm）を用いた。水槽内部が暗色であり，水槽内にマナマコを投入した場合非常に見えづらくなることから，白色のプラスチック製のパネルを水槽壁面および底面に貼り付けた（図 2）。水槽内には排水等のための隙間があり，マナマコが隙間内部に入り込む可能性があったため，隙間を埋めるようにコンクリート製のブロック（10 cm×10 cm×5 cm）を配置した。

インターバル撮影には，アクションカメラ GoPro HERO 5 BLACK（GoPRO 社）を用いた。図 3 にカメラ設置の模式図を示す。アクションカメラは木の板に固定し，その板を水槽上部からクレーンで吊り下げることで水槽上部から撮影できるように設置した。撮影インターバルは 60 秒設定した。撮影は 1 回の試験につき最大 2 週間程度の連続撮影とし，長期間データ取得できるように常にケーブルで給電しながら撮影を行った。撮影中は夜間も明かりをつけ，常に明環境となるように設定した。撮影時の水位は 60 cm とし，海水の流れがマナマコの行動に与える影響を避けるため，止水の状態で試験を行った。

試験には，ダミー発信機装着個体（n＝4）と，非装着個体（n＝4）を準備した。すべての個体に，個体識別用のタグを装着した。解析には，ダミー発信機が脱落しなかった個体，個体識別用タグが試験終了まで残存しており画像から識別が可能であった個体を用いた（ダミー発信機装着 2 個体，非装着 3 個体）。

個体間の比較を行うために，移動比率と移動速度をそれぞれ算出した。移動比率は試験期間全体のうちマナマコが移動していた時間の割合である。マナマコが停止して動かなかった期間を「静止」，ほかの場所への移動や方向転換などの動きを見せた期間を「移動」として算出した。移動速度（mm/分）は，移動していた期間にのみ着目し，画像の座標と実際のスケールを合わせて移動速度を算出した。各個体を比較する際は湿重量の 3 乗根で標準化してから比較を行った。

図 2　プラスチックパネル貼り付け後の環境シミュレーション水槽

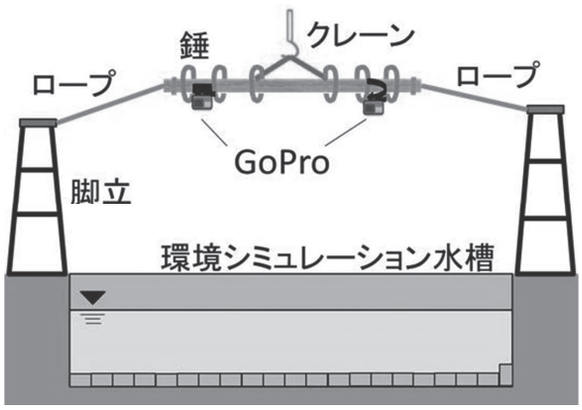


図 3　試験中の撮影環境の概略図

(3) 得られた結果

ア　タグ装着方法別の脱落率の把握

水槽での撮影試験 2 週間におけるダミー発信機装着方法については，装着場所などを工夫し 5 種類の方法について試験を行った。装着方法別の脱落率は，約 60～90% であった。脱落率が高かった装着方法では，内臓吐出等の異常行動をとる個体や，体表の重度のびらんの発生が見られた。装着方法によっては，装着時のダメージが大きく，マナマコにとって大きなストレスになっていたと推察される。なお，前述のとおり詳細なマナマコへのダミー発信機装着方法は，今後の知財化が検討されているため省略する。

イ　インターバル撮影画像を用いての装着・非装着個体の行動の差異の比較検討

脱落率が低かった装着方法について，非装着個体との行動比較を行った。試験に用いた個体のうち，ダミー発信機装着個体では 2 個体が試験途中でダミー発信機が脱落したため除外した。非装着個体では，1 個体が試験開始後に内蔵吐出を行ったため試験から除外した。撮影期間中にダミー発信機および個体識別タグが脱落しなかった個体（装着個体（A 群）2 個体，非装着個体（B 群）3 個体）について解析した。

(ア) マナマコの移動ルート

インターバル撮影によって得られた画像から解析したマナマコの 2 週間の移動ルートを図 4 に示す。投入したいずれのマナマコも，試験開始直後から移動をはじめ，水槽の壁面に到達したのち，水槽の縁辺部や角に滞在していた。しばらく滞在したのち，縁辺部を伝って移動し角に到達・滞在のサイクルを繰り返していた。この傾向は，ダミー発信機装着・非装着の個体で違いは見られなかった。

（イ）マナマコの移動比率

個体別の移動比率を図５に示す。移動比率は個体差が大きく，ばらつきが激しいことがわかった（$p<0.05$, Fisher 正確確率検定）。ダミー発信機装着個体と非装着個体の２群の間で明確な有意差は見られなかった。

（ウ）マナマコの移動速度

標準化した移動速度を図６に示す。個体間で検定を行ったところ，ダミー発信器の装着の有無にかかわらずそれぞれの個体で移動速度に有意な差はなかった（Steel–Dwass，$p<0.05$）。これにより，マナマコの移動速度には個体による差がないことがわかった。

以上から，ダミー発信機装着個体と非装着個体の間で，行動に明確な差は見られなかった。発信機の装着を行った場合でもマナマコの行動には問題がないことが示された。これにより，屋外試験やその他の行動試験に対して今回検証した装着手法を応用することが可能であると判断できた。

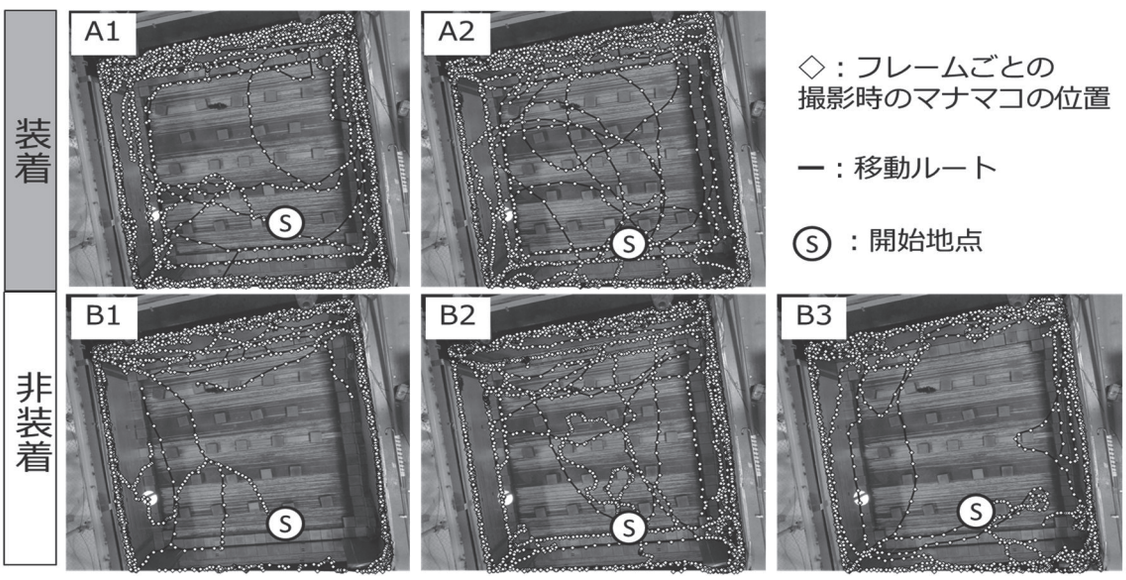


図４　試験期間２週間におけるマナマコの移動ルート

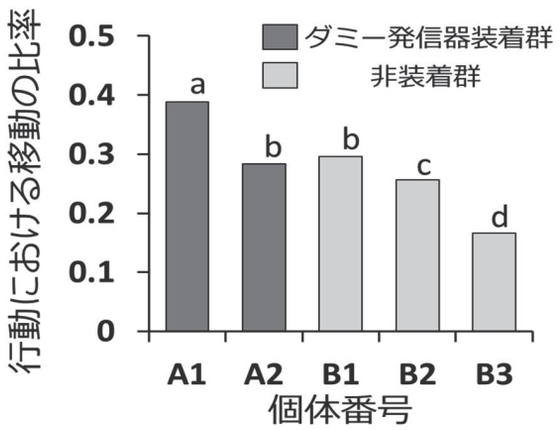


図５　マナマコの個体別の移動比率

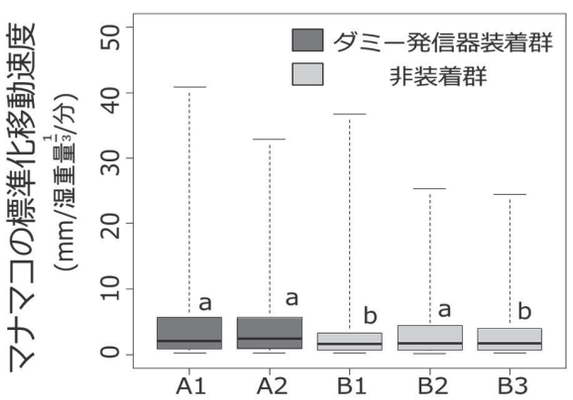


図６　マナマコの標準化移動速度
エラーバーはそれぞれ最大値と最小値，箱の上端は第三四分位数, 下端は第一四分位数，太線は中央値を示す

18. 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　**中島幹二**
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。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）では，2014年から事業化を検討する予定であったが，当海域からの放流魚の再捕が未だ確認されていないこと，また放流回帰調査は2019年まで続くことから事業化判断を先延ばしして試験放流の延長を希望した。その結果，協議会主体で2017年から3年間，地場採卵による試験放流を実施して北海道が補助を行い，さらに放流後の追跡調査などを実施することとなった。

このような経緯から，地場採卵の技術指導および放流効果向上のための調査設計と解析を協議会から受託した。本研究では後志南部海域の人工種苗放流地点における放流稚魚の摂餌状況と餌料環境および放流後の日間成長量を調査し，当海域に適した放流方法について検討する。

なお，協議会が実施した放流回帰調査については「Ⅱ．5．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

協議会が，2017年2月6日，寿都町（有戸）で漁獲されたニシン親魚から人工採卵し，北海道栽培漁業振興公社（羽幌事業所）に種苗生産を委託したニシン稚魚に放流前の同年5月26日（ふ化から90日齢），アリザリン・コンプレクソン（ALC）標識をした。ニシン種苗収容水槽（流水式25トン，種苗10万尾以上）4槽に1水槽当たりALC 200 gを溶解したアルカリ性水溶液を投入し，止水状態で約7時間置いた（ALC濃度8 ppm）。

標識した稚魚は，協議会が2017年6月2日，9日，14日，21日の4回に分けそれぞれ10万尾ずつ，合計40万尾を放流した（表1）。放流直前に100個体程度をサンプリングし，放流時の全長と体重を測定した。

表1　後志南部海域におけるニシン種苗放流の概要（2017年）

年月日	場　所	水温 ℃	尾数 千尾	平均全長（範囲） mm	平均体重 g
2017-06-02	寿都町有戸漁港	14.9	100	60.6(43.2～73.3)	1.32
2017-06-09	寿都町有戸漁港	14.6	100	63.3(46.2～76.0)	1.63
2017-06-14	寿都町有戸漁港	15.3	100	60.5(39.7～73.7)	1.34
2017-06-21	寿都町有戸漁港	16.1	100	69.3(46.6～86.4)	2.00

イ　放流効果調査

（ア）放流追跡調査

協議会，指導所とともに放流地点で5回の追跡調査を実施した。チカ釣り用のサビキ釣りでの稚魚の採集を行った。調査は放流後5～7日間隔を目安に調査日を設定し，6月7日～6月30日に実施した（表2）。採集したニシン稚魚は一度冷凍して保存し，後に解凍して全長，尾叉長，体重などの生物測定を行った。同時に全個体の耳石を摘出し，蛍光顕微鏡によりALC標識を確認した。

（イ）餌料環境調査

放流後の稚魚の摂餌状況について調べるため，放流追跡調査で再捕した稚魚の胃内容物について種の同定および計数をした。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NXX 13）を用いて，放流地点（有戸漁港）の入口岸壁突端（6月2日のみ漁港奥）で

表2　放流追跡調査・餌料環境調査，調査日等（2017年）

調査地点	調査日	再捕尾数	水温 ℃	水深 m
寿都（有戸漁港）	6月7日	0	14.6	4.2
	6月14日	14	15.3	4.7
	6月21日	42	16.1	4.5
	6月26日	11	15.4	4.1
	6月30日	17	17.6	4.3

※水温は調査日の表面水温

表３　再補した個体の調査日別全長と放流後の日間成長量

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
	6月7日	6月14日	6月21日	6月26日	6月30日
再捕尾数(尾)	0	16	42	11	17
全長(mm)	―	63.5	64.9	69.5	72.5
日間成長量(mm/day)	―	0.24	0.22	0.36	0.43

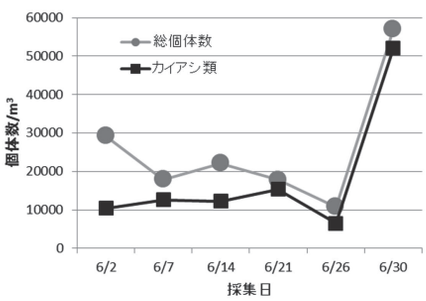


図１　採取したプランクトンの総固体数とその中に含むカイアシ類の固体数の変化

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。調査は放流追跡調査に併せて実施した（表2）。

表４　採集日別平均胃内容物重量およびプランクトン数*2

	6月14日	6月21日	6月26日	6月30日
個体数	10	10	10	10
平均全長(mm)	64.5	68.8	69	72.9
平均胃内容重量(mg)	10.9	25.7	33.7	40.9
介形類			1	
カイアシ類(含幼生)*	23	99	410	71
ﾋｹﾞﾅｶﾞｹﾝﾐｼﾞﾝｺ	*5*	*1*	*22*	*38*
ｹﾝﾐｼﾞﾝｺ	*1*		*2*	
ﾎﾟﾛｷﾛｽﾄﾑ				*4*
ﾂﾂｶﾞﾀｹﾝﾐｼﾞﾝｺ	*17*	*98*	*386*	*29*
オキアミ類		9	3	3
クーマ類				3
タナイス類			1	
端脚類			12	3
十脚類	1	26	40	27
魚卵	2	199		26

*1：カイアシ類合計（斜体はその中の種類別個体数）
*2：10個体合計

は表２に示す。すべての耳石にALC標識があり放流種苗と確認され，天然稚魚は採集されなかった。

１回目の放流時全長を基準とし放流後の全長の日間成長量を算出した（表3）。放流後再補した個体は2～5

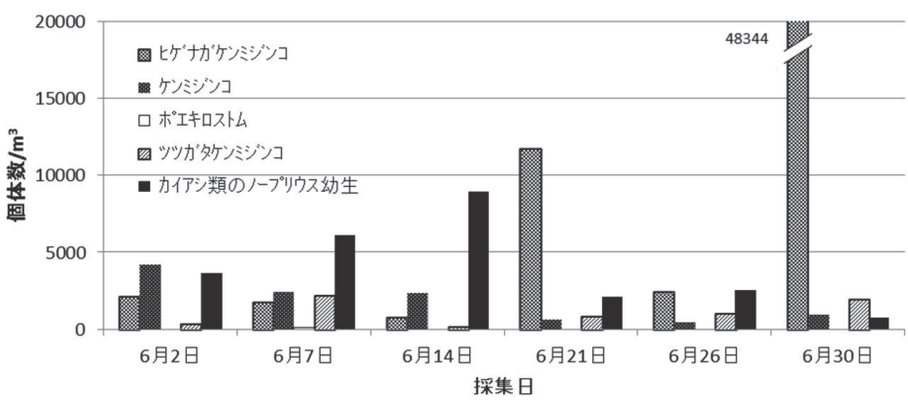


図２　カイアシ類の調査日別出現状況

得られた動物プランクトンおよび放流追跡調査で採集した稚魚の胃内容物の種同定および計数は㈱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，摂餌も良好であった。浸漬終了時に耳石を調べたところは染色が確認できた。

イ　放流効果調査

（ア）放流追跡調査

釣りによる調査の結果，採集されたニシン稚魚尾数回目には全て成長が認められた。

（イ）餌料環境調査

放流追跡調査で再捕した放流魚について胃内容物を調べた（表4）。空胃の個体は無く，平均胃内容重量は，日を追う毎に増加した。その中で，カイアシ類の摂餌量が最も多かった。プランクトン採集結果では，6月26日までは，徐々に減少の傾向があったが，6月30日に急激に増加した。また，これらの中にはカイアシ類の占める割合が高く，6月30日には91.4%がカイアシ類であった（図1）。そのカイアシ類の種組成をみると（図2），ツツガタケンミジンコが際だって多く，次はカイアシ類のノープリウス幼生であった。

19. オホーツク海海域における地まきホタテガイ漁場の時化による被害ハザードマッププロトタイプの作成（受託研究）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**福田裕毅　園木詩織**

（1）目的

ホタテガイは北海道の水産業を代表する魚種で，オホーツク海沿岸域はその主要な産地である。近年，オホーツク海では冬季に襲来する低気圧による時化が原因とされるホタテガイの大量死が発生し，その対策が急務とされている。オホーツク海沿岸では波浪観測のデータが乏しく，時化に伴う海底面の攪乱状況を把握できないため，対策を講じることが困難な状況である。また，漁場が非常に広いため，調査だけでは十分なデータが得ることが難しいという問題もある。そのような状況ではあるが，地元関係者からは今後の時化対策や漁場管理に資する技術開発が強く求められている。

オホーツク海で冬季に発生するホタテガイの大量死の要因として，波により底面流速が大きくなり，底質やホタテガイが流出することや攪乱されることが考えられる。底面流速は地形や水深，波の特性によって決定され，数値解析により求めることができる。また数値解析であれば，広域な漁場を対象とした検討も可能である。そこで，時化で被害が生じたとときの底面流速と被害状況との比較検討から被害が生じやすい漁場の特性を明らかにすることで，波浪条件からホタテ漁場の被害を広範囲に予測できるハザードマップのプロトタイプを作成する。

（2）経過の概要

作成目的としているハザードマップは，どのような波浪が，どのような場所に来襲した際にどのような被害が生じる可能性があるかを示した資料である。このため，ハザードマップの作成にはそれらの関係性を調べる必要があり，基礎資料として波の状況と場所の特徴，被害の程度がわかるデータが必要となる。本年度は，雄武を対象地域として各データを作成し，関連性を調べ，それらのデータからハザードマップの作成が可能か検討した。

（3）得られた結果

ア　底面流速データの作成

大時化によるホタテガイ大量死を引き起こす主要因として時化の高波浪が海底に強い流れを発生させることが考えられる。この観測データが無いことから，昨年度は市販の海底地形と気象予想データを用いて底面流速の推算を行ったが，市販の海底地形図はデータが粗いため，詳細な場所の違いを評価するシミュレーションには不十分であった。そこで市販の海底地形図よりも詳細な漁場図の等深線を用いて詳細な数値シミュレーションが実施できるようにした。

漁場図にトレーシングペーパーを重ねて等深線のみを手作業で書き写し，これをスキャナーでパソコンに取り込み，デジタル化ソフトウェア Didger 5（Golden Software）を用いてデジタルデータに変換した。このデータに位置情報と水深の値を付加したのち，デジタル化した等深線上に 50 m 間隔でポイントを設定して各ポイントの緯度経度と水深データを抽出した。昨年度に市販の地形図から作成したシミュレーション用地形データのうち，漁場図から作成したデータの範囲についてはこのデータと置き換えた。このデータを用いることで，昨年度はメッシュサイズ 300 m×300 m で実施していたシミュレーションを 100 m×100 m のメッシュサイズでも高い精度で実施できるようになった。そこで，昨年度と同様に，2014 年 12 月 18 日午前 3 時におけるオホーツク海沖の気象予報値（波高 9.3 m，周期 11.2 秒，波向き 40 度）を用いて当該範囲における大時化時の底面流速について再度シミュレーションを行い，得られたデータをハザードマップ作成の資料とした。

イ　底質データの作成

市販の海底地形図には底質の性状は記載されていない。そこで，底質データ作成の基礎資料として，底質の性状が記載された漁場図を使用した。ホタテガイ漁場の多くは 500 m×1000 m 程度のブロック（以下漁場ブロック）に区分けされて管理されているため，ハザードマップはこのブロックごとにデータを作成することを検討している。そのため，各ブロックを代表する底

質のデータを作成した。漁場図および漁場のブロックを示した図面の位置情報を合わせてブロックごとの底質の性状を調べ，占める面積が一番大きい成分を，そのブロックを代表する底質と見なした。雄武の漁場について得られた底質情報を図1に示した。漁場ブロックの底質は礫砂，砂礫，粗砂，細砂の4種類で，細砂の海域が60％と最も多く，礫砂，砂礫の海域はそれぞれ20％ほどであった。また粗砂の海域は1ブロックのみであったため，評価対象からは除外した。

ウ　被害情報データの作成

評価対象が2014年12月の時化被害であることから，2014年9月と2015年3月における雄武の資源量調査結果を漁場ブロックごとに比較し，この期間におけるホタテガイの減少率を被害情報データとして用いることとした。時化前後の資源調査記録があった358ブロックの合計で見ると，資源量の減少率は約57％であった。ブロックごとのデータでは，時化後にホタテガイが減少していたブロックは全体の75％，増加していたブロックは20％，変化がなかったブロックは5％であった。ホタテガイが減少した267ブロックのうち，半数以上減少したブロックは86％で，そのうちすべてのホタテガイが消失したブロックは32％であった。

エ　ハザードマップの試作

雄武地区の漁場を対象として2014年12月に生じた時化被害と底面流速，底質の関係について解析を行った。解析には空間統計ソフトArcGIS（ESRI Japan）を用いた。底質データと被害情報は漁場ブロック1つについて1つのデータが得られる。一方，底面流速は100 mメッシュで解析されているため1ブロックにつき約50のデータが得られることから，それらのデータから漁場ブロックを代表する流速データを求める必要があった。漁場ブロック内の流速データの平均値と局所的に大きな流速が被害の要因となる可能性を鑑みたブロック内の最大値の漁場ブロックを代表する2つの流速データを作成し，被害の評価に妥当な方を採用することにした。

底面流速と底質の種類でホタテガイの減少率を整理すると，同じ底面流速でも底質の種類によってホタテガイの減少率が異なることがわかった。そこで，底質の種類別に，底面流速の平均値，最大値それぞれについてホタテガイ減少率との直線回帰式を求めた（図2）。得られた回帰式を用いて2014年の時化によるホタテガイ減少率の再現計算を行った（図3）。推定されたホタテガイ減少率について精度の検証を行うため，推定値を時化被害の実測値で除した値を推定精度として漁場ブロックごとに求めた。この値が1に近いほど精度が高く，1より小さければ被害を過小評価，大きければ過大評価をしていることになる。推定精度を0.1ごとの階級で整理し，階級ごとに集計されたブロック数が推定対象とした漁場ブロック数に占める割合を図4に示した。底面流速の最大値および平均値を用いた推定について比較すると，推定されたブロック数の割合はともに推定精度1で最大であったが，推定精度1におけるブロック数の割合は平均値を用いた推定の方が高かった。また，推定精度0.8のブロック数は，底面流速の最大値を用いた場合が平均値を用いた場合の約1.6倍であり，最大値を用いた推定の方が被害を過小評価する可能性が高いことがわかった。被害を予測するハザードマップでは，被害を過小評価することは望ましくないと考え，底面流速の平均値を用いて作成した推定式のほうがハザードマップの作成に適していると判断した。

得られた推定式を用いて，2014年12月の大時化と同規模の波浪が真北および真東から来襲した場合にホタテガイ減少率が80％以上となる漁場ブロックを予想した（図5）。その結果，総ブロック数680のうち，真北から来襲した場合は352ブロック，真東から来襲した場合は150ブロックでホタテガイ減少率が80％以上と予想された。つまり，雄武地区の漁場の場合，真北から来襲した場合の方が被害が大きくなると推察される。このように，同じ規模の時化であっても，波浪の来襲する方位が異なることで被害状況に違いが現れるという漁場の時化に対する特徴を評価したハザードマップを作成することができた。

今後は雄武地区以外のデータを追加し，回帰式の更新，改変などを行いながら対象海域全域についてハザードマップを作成する予定である。

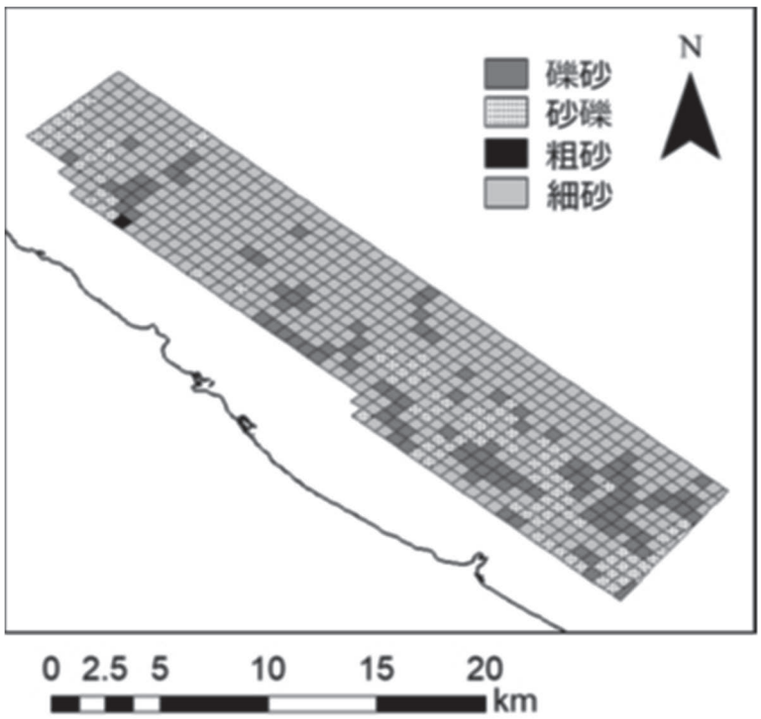


図１　漁場ブロックごとの主要な底質成分

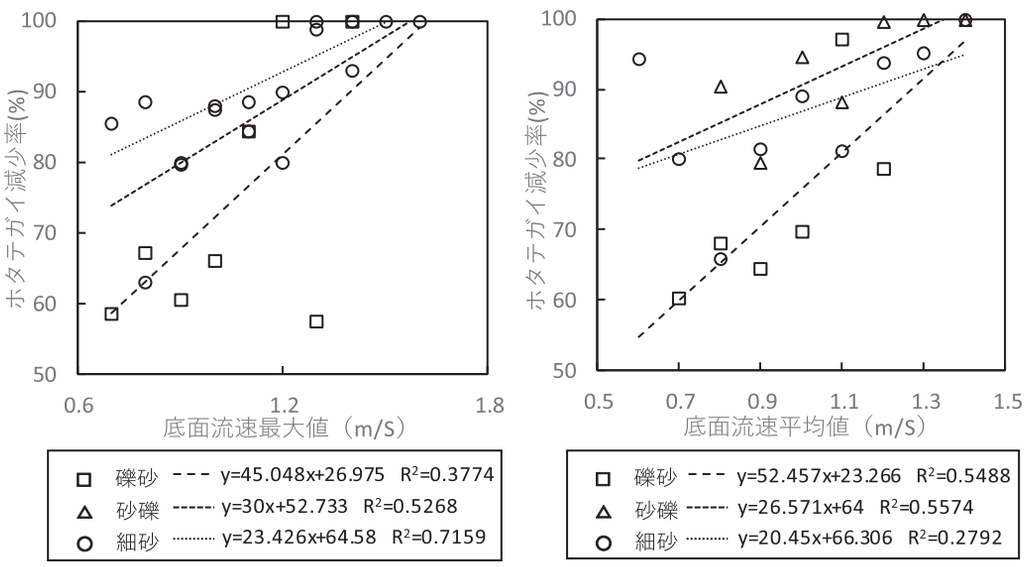


図２　底質の成分ごとに得られたホタテガイ減少率と底面流速の最大値および平均値との関係

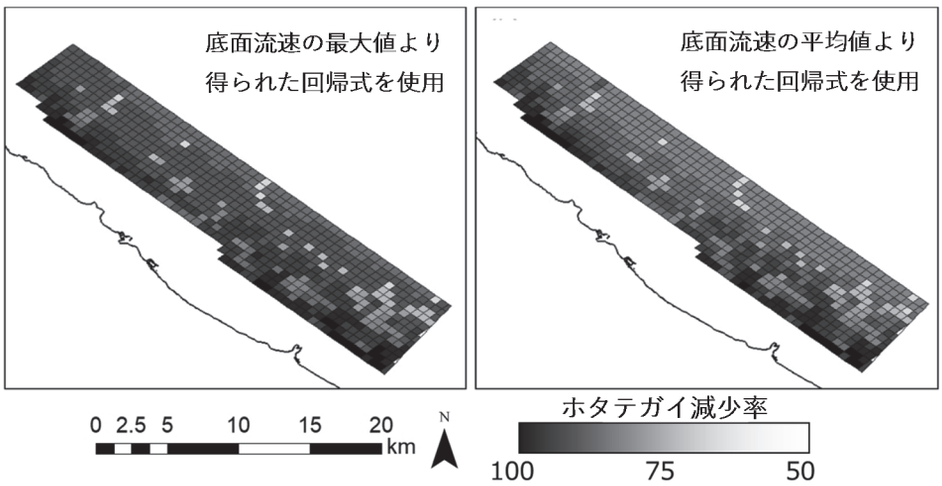


図３　図２に示した回帰式を用いて推算された 2014 年冬季時化によるホタテガイ減少率

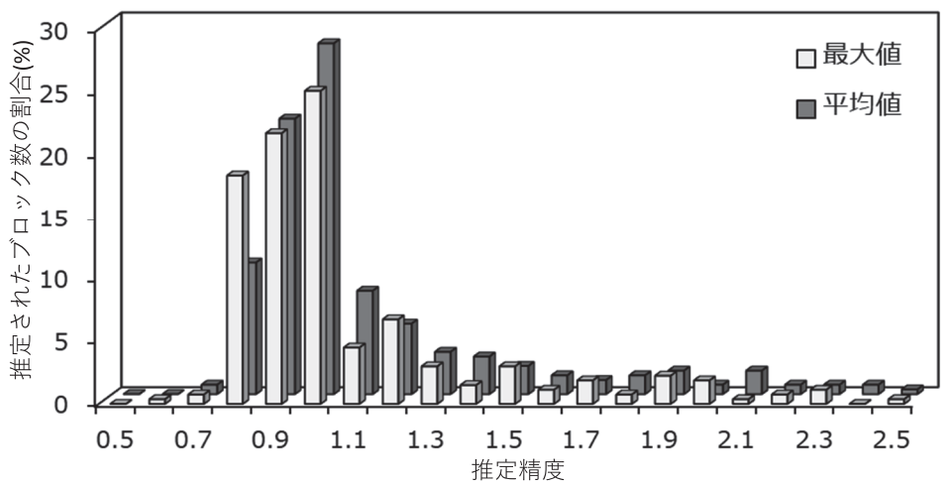


図４　底面流速の平均値および最大値によって得られた推定精度の頻度分布図（推定精度：回帰式により推定されたホタテガイ減少率を実測値で除した値）

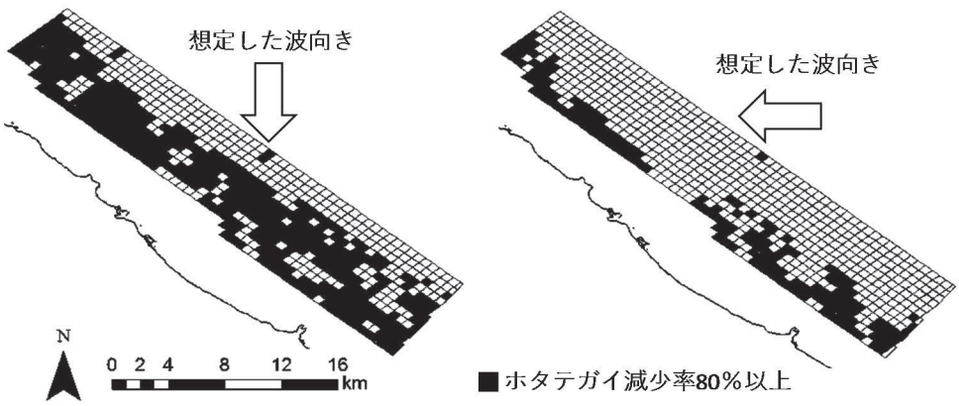


図 5　ホタテガイ減少率 80% 以上を予想したハザードマップの試作品
（2014 年冬季の大時化と同程度の波が真北，真東から来襲した場合を想定）

Ⅲ　加工利用部所管事業

１．素材・加工・流通技術の融合による新たな食の市場創成（戦略研究）

１．１　前浜資源の有効活用による水産食シーズ開発（戦略的食品開発ステージ）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**武田忠明　成田正直　菅原　玲**

（1）目的

マーケットインの市場流通分析に基づき，未低利用の前浜資源を活用した食品素材や製品開発を行う。

（2）経過の概要

平成28年度には，間引きマコンブペーストのうま味を保持する製法改良について，ラボレベルで検討した。今年度は，その製法を応用して，道内食品メーカーにて試作品の製造試験を行った。また，本年度から間引きマコンブ以外の未低利用魚を原材料とした製品開発を追加し，前浜資源の有効活用による水産食シーズ開発として実施することとした。本年度は，骨まで食べられる製品の開発として，ニシン製品の製法を検討した。

ア　間引きマコンブペーストの改良品調製と評価

（ア）試作品の製造試験

平成29年5月25日，南茅部産マコンブ約90 kgを購入し，函館市内の食品加工メーカーに搬送した。生物測定（表1）後，加熱処理別（ボイル及びスチーム）のペースト2種を調製した（図1）。得られたペーストについて，水分，遊離アミノ酸量を測定した。遊離アミノ酸量は，試料からエキス成分を熱水抽出してろ過した後，アミノ酸自動分析計（日立L-8900）にて定量した。

（イ）試作品の官能評価

ビジネスEXPO（第31回北海道技術・ビジネス交流会）に参加し，一般のパネル被験者を対象に，上記（ア）のペースト2種の官能評価を行った。評価では，現製法の市販品を対照として，各試作品のうま味の強弱を問うた[9]。評価結果は，カイ二乗検定により解析した。

イ　前浜ニシンの骨まで食べられる製品の開発

（ア）原料性状

平成30年1月から2月に，石狩湾沿岸で漁獲されたニシンについて，尾叉長を測定後，剥皮フィレーを調製し，その水分及び脂質量を測定した。

（イ）製造方法の検討

フィレー塩水浸漬後の塩分濃度について，原料の冷凍有無や塩水浸漬時間及び温度の影響を検討した。

原料は，平成30年1月30日の小樽産ニシンを用いた。3枚におろしてフィレーを採取し，その半身を等量の3%食塩水に浸漬した。また，生鮮と冷凍原料の塩分浸透の違いを調べるため，一方のフィレー半身を－40℃で18日間凍結保管して，同様に塩分浸漬した。浸漬時間及び温度条件により，以下の2つの試験を設定した。

a　浸漬時間と塩分浸透の関係

塩水浸漬したフィレーを30分，60分，120分後に取り出し，背肉部の塩分を測定した。浸漬温度は15℃に設定した。

b　浸漬温度と塩分浸透の関係

塩水浸漬したフィレーを5℃，15℃，25℃に保管し，30分及び60分後にフィレーを取り出し，背肉部の塩分を測定した。

c　塩分測定方法

背肉約5 gをるつぼに採り，105℃で乾燥後，550℃で灰化した。1%塩酸で回収後，25 mLに定容し，ろ過試料を原子吸光光度計によりナトリウム含量を測定した。得られたナトリウム含量に2.54を乗じて塩分含量とした。

（3）得られた結果

ア　間引きマコンブペーストの改良品調製と評価

（ア）試作品の製造試験

ペースト試作品は，ボイル及びスチーム処理ともに，原料コンブ50 kgから28 kg調製され，重量歩留は56%及び57%であった（表2）。各ペーストの遊離アミノ酸量は，ボイル処理が2.7 g/dry 100 g，スチーム処理が3.3 g/dry 100 gで，原料の5.7 g/dry 100 gに対して，それぞれ47%及び58%残存した（図2）。なお，現製法の市販品の遊離アミノ酸量は，0.1 g/dry 100 g以下と顕著に低い値である。

（イ）試作品の官能評価

ペースト試作品のうま味は，ボイル及びスチーム処理品ともに，現製法の市販品に対して，有意に強いという評価が得られた（図3）。

イ　前浜ニシンの骨まで食べられる製品の開発

（ア）原料性状

平成30年1月末から2月中旬までに，石狩湾沿岸で漁獲されたニシン（尾叉長28 cm前後）の脂質は，6.3％～10.7％であった（表3）。これらの水分と脂質には，負の相関関係（R 2＝0.94，n＝30）が認められた（図4）。

（イ）製造方法の検討

a　浸漬時間と塩分浸透の関係

ニシン原魚の塩分は0.23％であったが，浸漬時間が長いほど増加した。120分浸漬では生鮮原料で0.66％，冷凍原料で0.82％に達した（図5）。また，生鮮原料に比べ冷凍原料で塩分が浸透しやすい傾向がみられた。

b　浸漬温度と塩分浸透の関係

浸漬時間30分及び60分ともに，浸漬温度が高いほど，また，生鮮よりも冷凍原料で塩分が高い傾向を示した（図6）。以上より，フィレーの塩水浸漬では，生鮮原料より冷凍原料で，浸漬温度が高く，浸漬時間が長いほど，塩分が浸透しやすい傾向が認められた。

表１　間引きマコンブの生物測定値

測定項目	全長	最大幅	全重量	肥大度
試料No	m	cm	kg	mg/cm^2
1	5.7	21.2	1.1	91.0
2	5.7	22.8	1.2	89.3
3	5.1	19.6	0.9	90.0
4	6.1	25.0	1.4	91.8
5	5.8	22.9	1.3	94.1
6	5.1	19.8	1.1	104.0
平均値	5.6	21.9	1.2	93.4
標準偏差	0.4	2.1	0.2	5.5

表２　間引きマコンブペースト製造工程と重量歩留

測定項目	加熱方法	製造工程 原料	洗浄 水切	根部 除去	加熱 冷却	脱水	粉砕
湿重量(kg)	ボイル	50	45	42	37	28	28
	スチーム	50	45	42	38	29	28
重量歩留(%)	ボイル	100	90	85	74	56	56
	スチーム	100	90	85	76	58	57

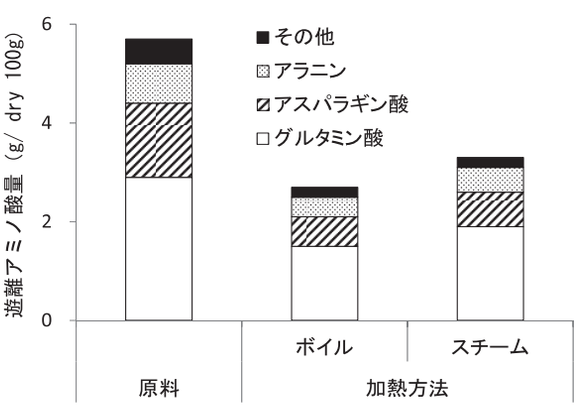


図２　間引きマコンブの原料及び加熱方法別ペーストのうま味成分量

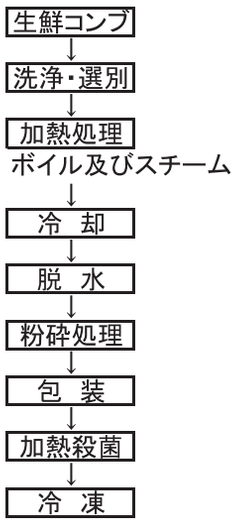


図１　間引きマコンブペースト製造方法

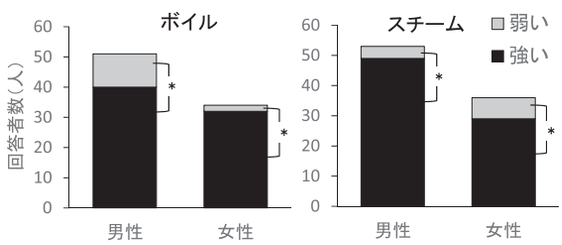


図３　間引きマコンブの加熱方法別ペーストの官能評価

現製法の市販品を対照に，試作品のうま味の強弱を評価

＊：カイ二乗検定にて有意差あり（p＜0.01）

表３　ニシン産地及び漁獲日別の脂質量

産地	漁獲年月日	検体数	尾叉長*	水分*	脂質*
			cm	%	
余市	H30.1.29	5	28.1±0.3	75.9±2.8	6.3±3.1
小樽	H30.1.24	5	28.0±1.3	72.3±1.7	9.3±2.0
	H30.1.30	5	28.5±1.6	71.1±2.4	10.7±2.8
	H30.2.18	5	27.9±1.0	74.4±2.1	7.8±2.1
厚田	H30.2.1	10	27.7±0.9	75.3±2.0	6.5±1.8

＊：尾叉長，水分，脂質は，平均値±標準偏差で示した

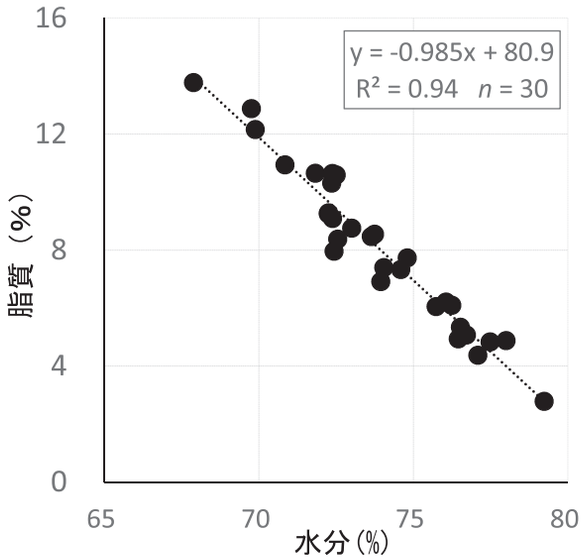


図４　ニシンの水分及び脂質の関係

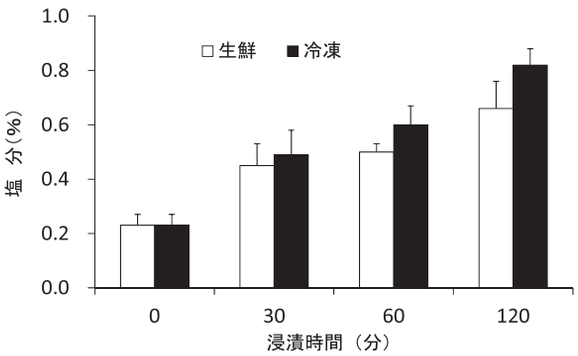


図５　浸漬時間別のニシンフィレー塩分濃度

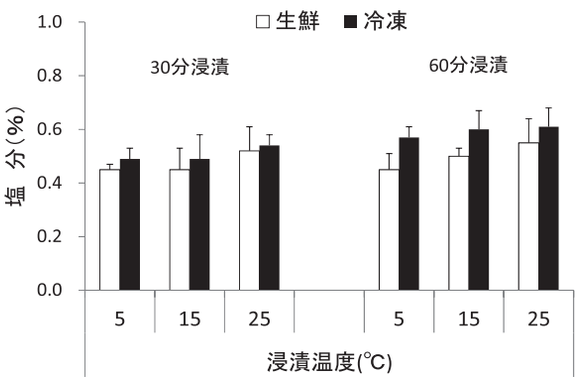


図６　浸漬温度別のニシンフィレー塩分濃度

２．ホッキガイを用いた飯寿し製品開発の技術支援（職員研究奨励事業）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**三上加奈子　成田正直　菅原　玲　飯田訓之**

（1）目的

石狩市の要望を受けて厚田区の漁業者兼加工業者にホッキガイ飯寿し製造の技術指導を行うことを目的とした。

（2）経過の概要

石狩地区においてホッキガイの漁期は夏季（7月中旬～8月中旬）である。一方，飯寿し製造時期は冬季（11月中旬以降）であることから原料の保管が必要となる。しかし，ホッキガイは生鮮で冷凍保管した場合，解凍後に著しく軟化するため，ボイル処理を行った上で冷凍する必要がある。そこで，飯寿しに適したボイル条件を検討するとともに，冷凍保管したホッキガイを用いて飯寿しを製造し，冷凍保管が飯寿しの品質に及ぼす影響について検討した。さらに，飯寿し食感への影響が大きい熟成中の加重条件を検討し，ホッキガイ飯寿しの製造方法を開発した。

ア　斧足のボイル条件の検討

平成29年6月5日，市販の生鮮ホッキガイを試料として用いた。10個体について生物測定後，内臓を除去，洗浄水切りした斧足を用いて，ボイル時間について検討した。斧足を0分（生），1分，2分，4分の4条件でボイル処理し，それぞれ真空包装後－25℃で冷凍保管した。これを約4か月後に流水解凍し，図1に示した製造工程および表2に示した配合比にしたがって，各区分毎に飯寿しを製造し，製品について水試職員6名をパネルとして，官能評価を行った。官能評価は，におい，味，食感，総合評価の各項目について0（非常に好ましくない），0.5（やや好ましくない），1.0（どちらともいえない），1.5（やや好ましい），2.0（非常に好ましい）の5段階の点数で評価し，6名の平均点を評価点とした。また，中央値である1.0を品質保持基準とした。また，4区分の飯寿しについて斧足の破断強度を測定した。測定方法は，斧足をそれぞれ1cm幅の柵状に整形しレオメーターRT 2010 JCWを用いてカミソリ刃（SchickSI-10 BL）で剪断し，そのときの最大応力を測定し破断強度とした。

イ　加重条件の検討

平成29年6月12日，市販の生鮮ホッキガイを試料として用いた。上記アと同様にボイル冷凍（ボイル時間2分）した斧足を原料として，熟成中の加重条件と飯寿し食感との関係について検討した。すなわち，解凍したホッキガイ（冷凍期間1週間）各200gを原料として，アと同様に飯寿しを3樽につけ込んだ。その際，熟成時の加重条件を表3に示した3区分で行った。また，熟成後の飯寿しの斧足および副材料（ニンジンおよび米飯）の食感の好ましさについて，水試職員6名をパネルとして官能評価を行った。

ウ　冷凍保管がホッキガイの品質に及ぼす影響

平成29年8月22日，市販の生鮮ホッキガイを試料として用いた。これをイと同様にボイル後冷凍し，約4か月後の平成30年1月11日に解凍して飯寿しを製造（加重5kg）した。また，官能評価は水試職員7名をパネルとして，アと同様に5段階の点数で評価し，7名の平均点を評価点とした。

エ　生産者への技術指導

ア～ウで得られた結果を基に，石狩市厚田区の漁業者に対し，飯寿しの製造方法について技術指導を行った。また，この技術指導で漁業者が製造した飯寿し製品について，石狩市役所厚田支所にて市役所職員および漁業組合職員22名をパネルとして，飯寿しの外観，におい，食感，味，総合評価について「好ましい」あるいは「好ましくない」の2択で試食アンケート（官能検査）を実施した。また，製品の安全性確認のため，斧足と副材料のpH，大腸菌群，大腸菌について検査を行った。

（3）得られた結果

ア　斧足のボイル条件の検討

ホッキガイ10個体分の生物測定結果を表1に示した。平均値で殻長95mm，全重量277g，軟体部重量66g，そして内臓を除去し，洗浄・水切り後の斧足重量は26gで全重量に占める割合は9.2%であった。

生の斧足を冷凍前に1分以上ボイル処理することにより，斧足の上部が黒色から鮮やかな赤紫色に変化し，

飯寿し製品においてもその色が保持され，解凍による軟化も起こらなかった（写真1および2）。官能評価の結果，1分以上ボイル処理した原料から製造した飯寿しでは生原料から製造したものに比べ，全ての項目で評価点が高く，品質基準の1.0を超えていた。さらに，2～4分ボイル処理したものでは，生原料に比べて，味，食感，総合評価において評価が有意に高かった（表4，Scheffe，$p>0.05$）。また，破断強度を測定した結果，冷凍前に1～4分ボイル処理することにより，飯寿し斧足の破断強度は有意に高く，冷凍解凍による軟化を防止できることが明らかとなった（図2，Scheffe，$p>0.01$）。以上の結果から冷凍前のボイル処理時間は2～4分とした。

イ　加重条件の検討

加重条件による，飯寿し製品食感についての官能評価結果を表5に示した。②5kg加重の斧足の食感は6人中5人が「好ましい」と答え最も評価が高かった。①2.5kgおよび③10kg加重の斧足はいずれも3人が「好ましい」，3人が「好ましくない」と回答したが，「好ましくない」理由は①では「軟らかい」「水っぽい」であったのに対し，③では「硬い」と異なっていた。また，副材料の食感については加重5kg以上の②および③の飯寿しでは5人が「好ましい」と回答した。以上の結果から加重は5kgが適当であること考えられた。一方，味やにおいについては加重による差が認められなかったことから，加重により食感が調整可能と考えられた。

ウ　冷凍保管がホッキガイの品質に及ぼす影響

図示していないが，－25℃で4か月半冷凍したホッキガイから製造した飯寿しについて官能評価を行った結果，におい，味，食感の評価点はそれぞれ1.6，1.4，1.6であり，概ね高評価であった。このことから，ホッキガイの漁期である夏季に採取したものをボイル処理することにより，飯寿し製造時期の冬季まで冷凍保管が可能になることを明らかにした。

エ　生産者への技術指導

厚田区の漁業者が製造した飯寿しについて衛生検査を行った結果，斧足および副材料いずれにおいても大腸菌群および大腸菌が陰性でpHも4.4から4.7と適正範囲であり，製品として出荷可能な状態であった（表6）。また，飯寿し製品の試食アンケート結果を図3に示した。いずれの項目においても，「好ましい」と回答した人が「好ましくない」と回答した人より多く，外観，におい，食感，総合評価において1%の危険率で有意に好ましい，味については5%の危険率で有意に好ましいと評価された。

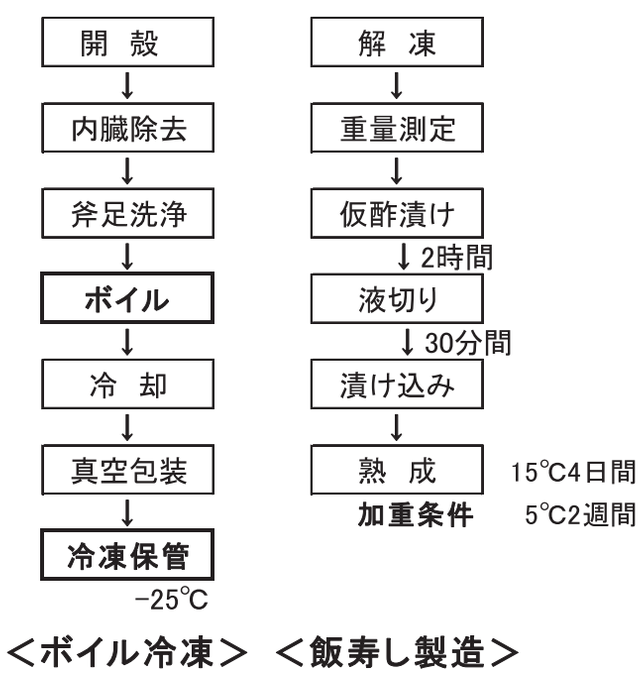


図1　ホッキガイ飯寿しの製造工程

表１　ホッキガイの生物測定結果

殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	斧足重量 (g)
95 ± 2.4	277 ± 27.7	66 ± 5.7	26 ± 2.8

平均値±標準偏差，　n = 10

表２　ホッキガイの飯寿しの配合比(g)

【飯寿し】

ホッキガイ	400
すし飯	250
ニンジン	125
塩	25
調味液	70

【調味液】

食酢	50
砂糖	20
酒	50
みりん	20
合計	140

【すし飯】

米飯	200
糀	20
調味液	35

表３　飯寿し熟成中の加重条件

加重条件	①2.5kg	②5kg	③10kg
圧力 (g/cm2)	12.4	24.9	49.8

表４　ホッキガイ飯寿しの官能評価結果

ボイル時間	におい	味	食感	総合評価
0分（生）	0.8	0.5^{b}	0.3^{b}	0.3^{b}
1分	1.3	1.3^{ab}	1.3^{ab}	1.3^{ab}
2分	1.1	1.5^{a}	1.6^{a}	1.5^{a}
4分	1.1	1.5^{a}	1.5^{a}	1.4^{a}

表中の数値はパネル６名の評価の平均値

異なるアルファベットは有意差有り（Scheffe，　$p<0.05$，　n=6）

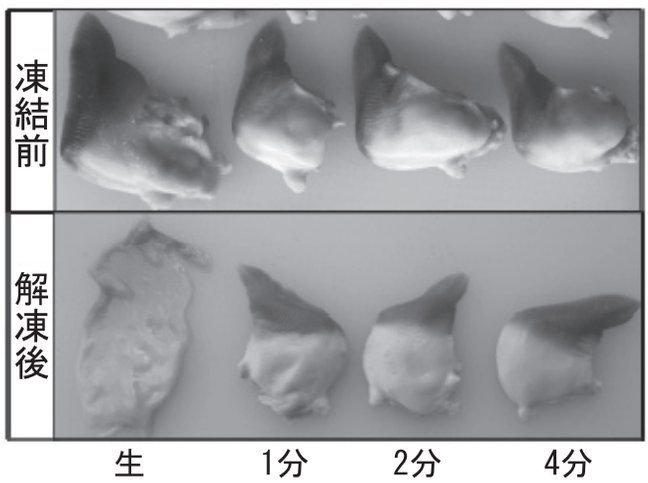


写真１　凍結前・解凍後のボイルホッキガイ
（左からボイル時間 0分（生），1分，2分，4分）

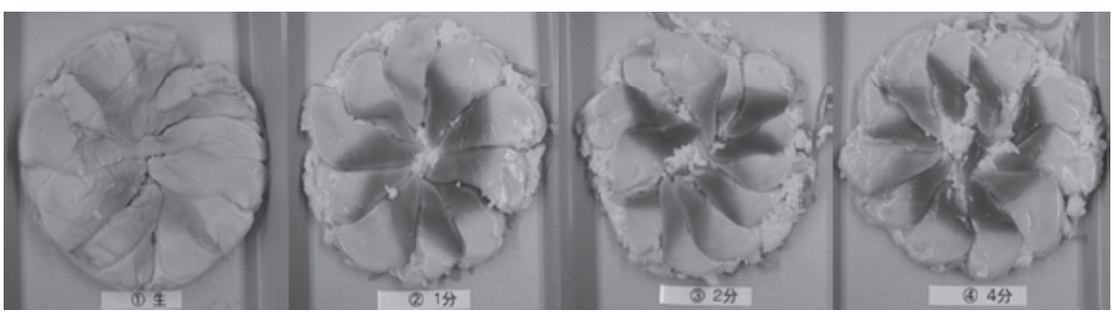
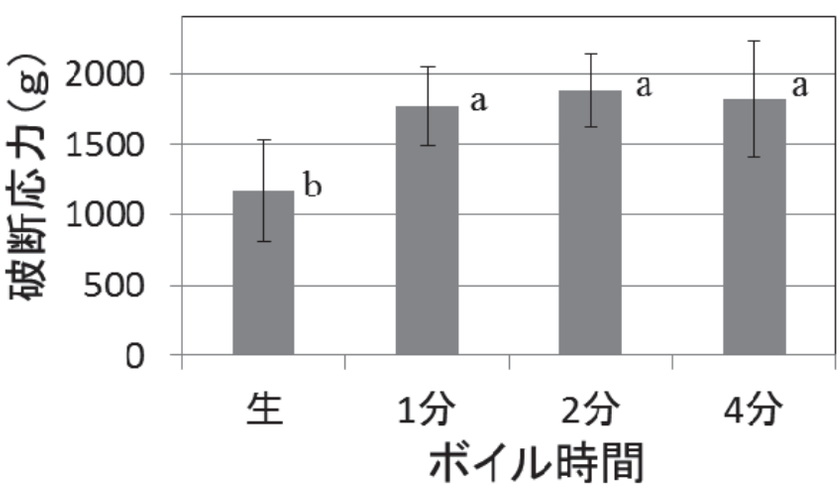


写真２　ホッキガイ飯寿し製品
（左からボイル時間 0分（生），1分，2分，4分）



異なるアルファベットは有意差あり（Scheffe, $p<0.01$,　$n=12$）

図２　飯寿し斧足の破断強度

表５　飯寿し食感の官能評価結果（加重条件）

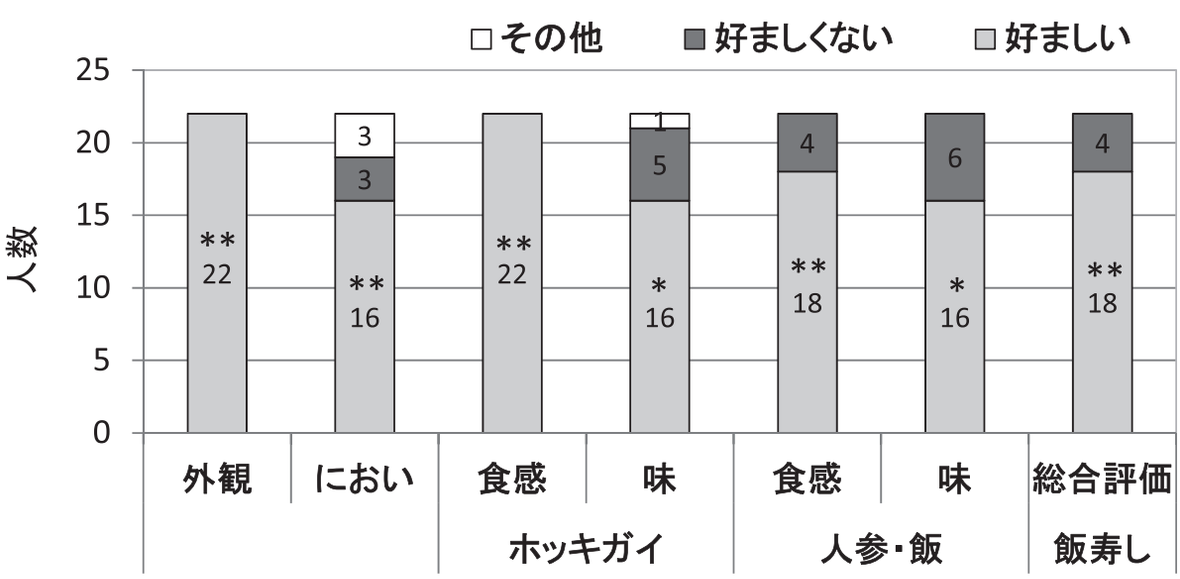
加重条件	ホッキガイ斧足		副材料		
	好ましい	好ましくない	好ましい	好ましくない	その他
① 2.5kg	3	3	4	2	
② 5kg	5	1	5		1
③10kg	3	3	5	1	

表中の数値はそれぞれの評価を選択したパネル数（n=6）

表６　飯寿し製造の衛生検査結果（厚田）

		pH	大腸菌群	大腸菌
樽1	斧　足	4.4	陰性	陰性
	副材料	4.7	陰性	陰性
樽2	斧　足	4.4	陰性	陰性
	副材料	4.7	陰性	陰性

pH の測定：試料の 10 倍ホモジネート液（蒸留水希釈）を pH メーターにて測定
大腸菌群および大腸菌陰性：酵素基質培地による推定試験陰性



表中の数値は各項目について評価したパネルの人数（n=22）

＊ ： p<0.05 で有意差有り，＊＊ ：p<0.01 で有意差有り（カイ 2 乗検定）

図３　飯寿しの試食アンケート結果（厚田）

３．魚介類の加工・保存に伴う「におい」発生要因の解明と抑制技術の開発（重点研究）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**成田正直　武田忠明**
食品加工研究センター　食品開発グループ　**吉川修司　古田智絵　五十嵐俊成**

（1）目的

近年，国内では若年層を中心に魚離れが進行しており，骨に起因する食べにくさや魚のにおいが嫌われる要因の一つとしてあげられている。本研究は，道産の魚貝類の加工や保存中に生成されるにおいについて，その発生要因を解明し，嫌われるにおいの抑制技術を開発することにより，道産水産食品の品質向上に資することを目的とする。

（2）経過の概要

一夜干しの臭気を低減する方法のひとつとして，漬け込み工程に用いる浸漬液に臭気低減物質を添加する方法が考えられる。今回は臭気低減物質として，農産加工の副産物で抗酸化作用があるとされているチーズホエー（以下，ホエーと記す）および小豆煮熟液に着目した。これらを用いてソウハチ一夜干しを調製し，臭気低減に及ぼす効果を官能評価によって調べた。また，ソウハチ凍結乾燥粉末を用いたモデル実験により，ホエーおよび小豆煮熟液の脂質酸化抑制効果について調べた。

ア　一夜干しの官能評価

試料は 2016 年 10 月 4 日，小樽機船漁業協同組合から購入したソウハチ（10 月 3 日に積丹沖で漁獲）を用いた。体重 205±15 g，体長 24.5±0.8 cm（平均値±標準偏差，n＝10）。水試に搬入後，頭部，内臓を除去し，洗浄，水切り後，試験に供するまで－30℃ にて約 6 か月保存した（含気包装）。これを室温で一晩解凍して試験に用いた。ホエー，小豆煮熟液は食品加工研究センターから冷凍状態で提供されたものを，室温で一晩解凍して用いた。なお，ホエーおよび小豆煮熟液の固形分を 105℃ 常圧乾燥法で，Brix 濃度をブリックス計 BX-1（京都電子工業）で，それぞれ測定した。

一夜干しの調製は次のように行った。ソウハチ 6～7 尾を塩水，ホエー，小豆煮熟液に浸漬した（それぞれ，塩水区分，ホエー区分，小豆煮熟液区分）。いずれも液量に対し 3% の食塩を添加，溶解して用いた（W/V）。ソウハチ 0.8～0.9 kg に対して，浸漬液はいずれも 1 L を用いた。ソウハチを浸漬液に室温で 6 時間浸漬した後，水切りして乾燥を行った。乾燥は大型除湿乾燥機（ミナト電機工業）にて 20℃ で 15 時間行い，一夜干しの臭気について官能評価を行った。官能評価は焙焼前，焙焼後の試料 10～15 g をガラス保存瓶（170 mL 容）に入れて臭気を評価した。評価結果はパネル（加工利用部員 5 名）が自由に感想を述べる方法で行った。また，焙焼は試料をアルミカップホイル（10 号）に入れ，260 ℃に予熱したスチームオーブンレンジ（パナソニック NE-BS 903）で片側 2 分 30 秒，反対側 1 分 30 秒，それぞれ加熱した。焙焼後の試料は 50～60℃ の水浴中で加温してから，官能評価に供した。

イ　ソウハチに対するホエー及び小豆煮熟液の抗酸化作用

試験試料は，2017 年 6 月 6 日に小樽機船漁業協同組合より購入したソウハチを用いた（体重 255±30 g，体長 24.3±1.1 cm，平均値±標準偏差，n＝10）。ソウハチ有眼側から背肉を採取し，細切後，真空凍結乾燥（EYELA,FDU-1110）を行った。この乾燥物をラボミール（LM-PLUS，大阪ケミカル）で粉砕し，凍結乾燥粉末（以下，粉末）を得た。粉末の水分を 105℃ 常圧乾燥法で，粗脂肪をソックスレー法で，それぞれ測定した。得られた粉末 0.5 g にホエー，小豆煮熟液それぞれ 10 mL を加え，ヒスコトロン（マイクロテック・ニチオン）にて破砕，均一化した（5,000 rpm，10 sec×1 回，10,000 rpm，10 sec×1 回）。抗酸化作用における濃度の影響をみるために，ホエー，小豆煮熟液ともに蒸留水を加えて希釈列を調製し用いた。また，腐敗防止のため，モデル系に対して 0.1% 濃度になるよう 10% クロラムフェニコールエタノール溶液（CP）を添加した。ホエーホモジネートの配合割合を表 1 に，小豆煮熟液ホモジネートの配合割合を表 2 にそれぞれ示した。これを 35℃ のインキュベータに 24 時間保管し，保管前後の TBA 値を測定した。TBA 値は，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度（532 nm）を測定する方法で行った。

(3) 得られた結果

ア　一夜干しの官能評価

試験に用いたホエーは白黄色，小豆煮熟液は褐色の懸濁液であった。固形分はそれぞれ5.4%，1.6%，ブリックス濃度はそれぞれ5.3%，1.9%であった（表3）。調製した一夜干しの色調を観察したところ，小豆煮熟液区分に浸漬した魚体は暗褐色に着色しており，塩水区分，ホエー区分に比べると，無眼側で顕著であった。一夜干しの乾燥歩留まりは，塩水区分，ホエー区分，小豆煮熟液区分それぞれ，61.7%，60.8%，59.2%であった。また，水分はそれぞれ，78.9%，77.7%，78.6%であった（表4）。

官能評価の結果，塩水区分は，ソウハチ一夜干し特有の臭気が感じられたが，不快臭との指摘はなかった。ホエー区分は塩水区分に比べ，臭気が弱くなっていた。パネルからは，生臭さは少ない一方で，一夜干しらしくないとの意見があった。小豆煮熟液区分は，小豆特有の臭気あるいは農産物の青臭い臭気が感じられ，魚の臭気とは異なるという意見があった。この臭気に対する不快感はパネルによって異なっており，個人の嗜好によるものが大きいと考えられた。焙焼後の臭気に対する感想も概ね，これらと同様であった。このことから，ソウハチ一夜干しの臭気は，6時間程度の浸漬でも浸漬液の種類によって低減が可能であると考えられる。ホエーは魚臭を和らげる効果が期待される一方で，小豆煮熟液は魚臭とは異なった臭気の付与により魚臭の低減が期待された。

イ　ソウハチに対するホエー及び小豆煮熟液の抗酸化作用

表5に粉末の水分と粗脂肪を示した。水分は3.4%，粗脂肪は11.0%であった。図1にホエーホモジネートにおける調製直後と24時間後におけるTBA値（532 nmの吸光値）を示した。また，図2に調製直後に対する24時間後の吸光値の比率を示した。ホエーを含まないH0区分の吸光値は，調製直後の0.51に対して，35℃，24時間後に1.40と上昇し，調製直後に対する比率は2.75倍となった。一方，ホエーを加えた区分の吸光値は0.88～1.06で，いずれも低かった。調製直後に対する比率は，H1区分で1.92,H2区分で1.41を示し，H0区分からH2区分まで段階的に減少した。図3に小豆煮熟液ホモジネートにおける調製直後と24時間後におけるTBA値（532 nmの吸光値）を示した。また，図4に調製直後に対する24時間後の吸光値の比率を示した。小豆煮熟液は，A0区分の吸光値が35℃，24時間保管後に3.33倍になったのに対して，A1～A4区分はいずれも吸光値の上昇が極めて小さかった。粉末のTBA値は，ホエー，小豆煮熟液いずれの存在下でも，上昇が抑制されていた。このことはソウハチの脂質酸化がホエーおよび小豆煮熟液によって抑制されることを示唆している。特に，小豆煮熟液は4倍希釈液でも，TBA値がほとんど上昇しておらず，ソウハチに対して強い脂質酸化抑制能を示した。なお，前述したとおり，本実験で用いたホエー，小豆煮熟液は原液の段階でそれぞれ白黄色，褐色を呈しており，ホエー，小豆煮熟液の割合が高くなるほど，調製直後のTBA値検液の吸光値も高くなる傾向がみられた。このことから，吸光値測定への影響が懸念されため，ホエーおよび小豆煮熟液のTBA値検液における吸収スペクトルを標準液（Tetraethoxypropane）と比較したところ，TBA値測定で用いる吸収波長532 nmにおいては，両者とも最大吸収波長を持たないことを確認した（図5）。

既往の知見から，ホエーに含まれるラクトフェリンは生体内のみならず食品においても抗酸化作用を示すことが報告されている（上野，2012）。また，小豆熱水抽出物についても，強い抗酸化作用が明らかにされており，その作用の主体はフラボノイドとその配糖体であることが報告されている（堀ら，2009）。これらの結果から，ホエーおよび小豆煮熟液を用いて調製したソウハチ一夜干しの臭気低減効果は，主としてこれらの抗酸化作用に関係する可能性が考えられる。今後，ホエーおよび小豆煮熟液を用いて調製したソウハチ一夜干しの臭気成分についても，明らかにする必要がある。

(4) 参考文献

上野　宏．機能性食品素材としての鉄・ラクトフェリンの応用．ミルクサイエンス 2012；61：105–113.

堀　由美子，村杜知美，福村基徳，鳥居塚和生，伊田喜光．アズキ熱抽出物（アズキ煮熟液）の成分とその抗酸化能．日本栄養・食料学会誌 2009；62，3–11.

表１　ホエーホモジネートの配合割合

試料区分	凍結粉末 (g)	ホエー (mL)	蒸留水 (mL)	CP (mL)
H0	0.5	0.0	10.0	0.1
H1	0.5	2.5	7.5	0.1
H2	0.5	5.0	5.0	0.1
H3	0.5	7.5	2.5	0.1
H4	0.5	10.0	0.0	0.1

CP：10%クロラムフェニコールエタノール溶液

表２　小豆煮熟液ホモジネートの配合割合

試料区分	凍結粉末 (g)	小豆煮熟液 (mL)	蒸留水 (mL)	CP (mL)
A0	0.5	0.0	10.0	0.1
A1	0.5	2.5	7.5	0.1
A2	0.5	5.0	5.0	0.1
A3	0.5	7.5	2.5	0.1
A4	0.5	10.0	0.0	0.1

CP：10%クロラムフェニコールエタノール溶液

表３　固形分および Brix 濃度

	固形分 (%)	Brix濃度 (%)
ホエー	5.4	5.3
小豆煮汁	1.6	1.9

固形分：　105℃常圧乾燥法

Brix 濃度：BX-1

表４　一夜干しの乾燥歩留りと筋肉の水分

	乾燥歩留り (%)	水　分 (%)
塩　水	61.7	78.9
ホエー	60.8	77.7
小豆煮汁	59.2	78.6

水分：　105℃常圧乾燥法

乾燥歩留り：乾燥前重量に対する乾燥後重量の割合

表５　凍結乾燥粉末の水分と粗脂肪

	水分 (%)	粗脂肪 (%)
凍結粉末	3.4	11.0

水分：　105℃常圧乾燥法

粗脂肪：ソックスレー法

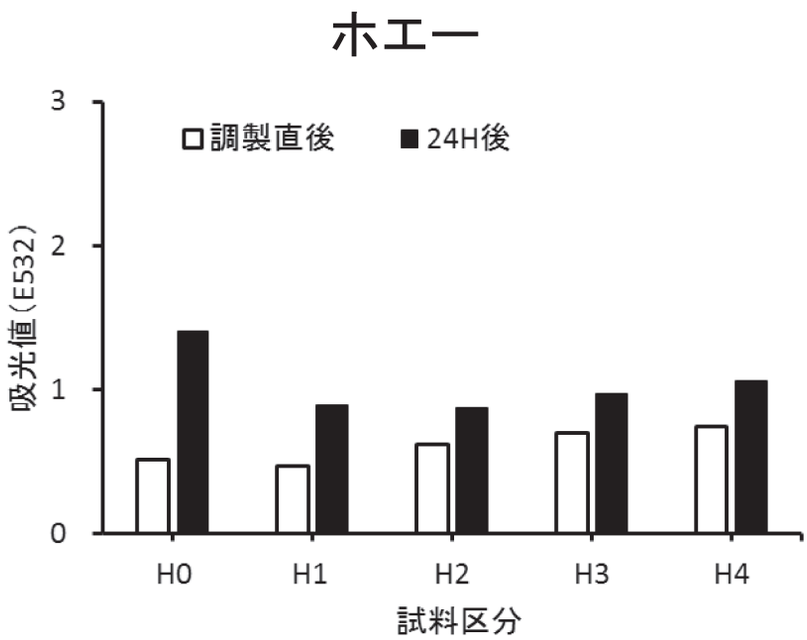


図１　調製直後と 35℃，24 時間保管後の吸光値（ホエー）
各吸光値は測定時の希釈率を乗じた値で示した

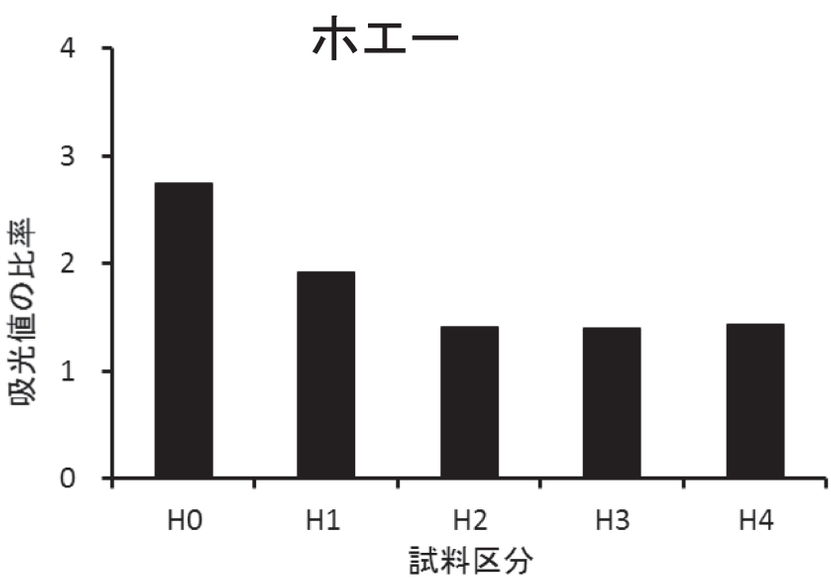


図２　調製直後に対する 24 時間保管後の吸光値の比率（ホエー）

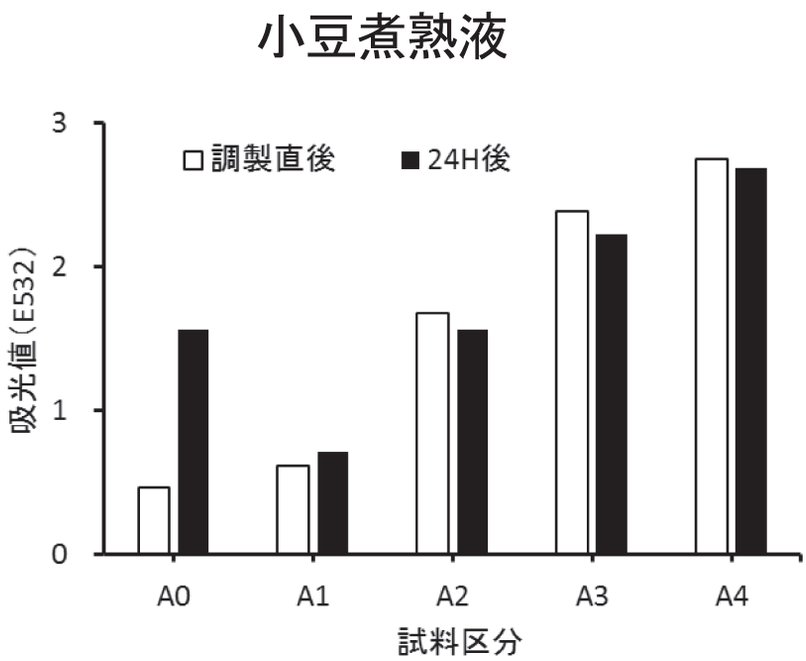


図３　調製直後と 35℃，24 時間保管後の吸光値（小豆煮熟液）
各吸光値は測定時の希釈率を乗じた値で示した

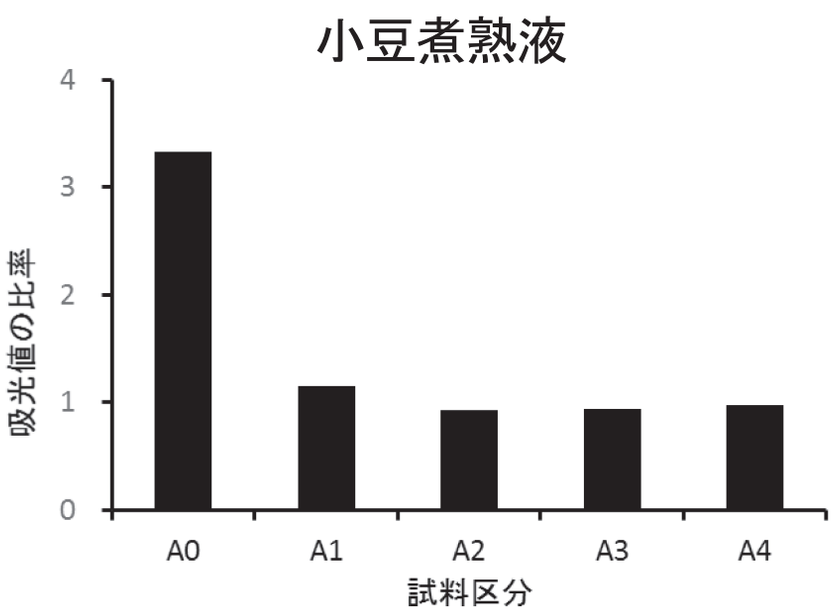


図４　調製直後に対する 24 時間保管後の吸光値の比率（小豆煮熟液）

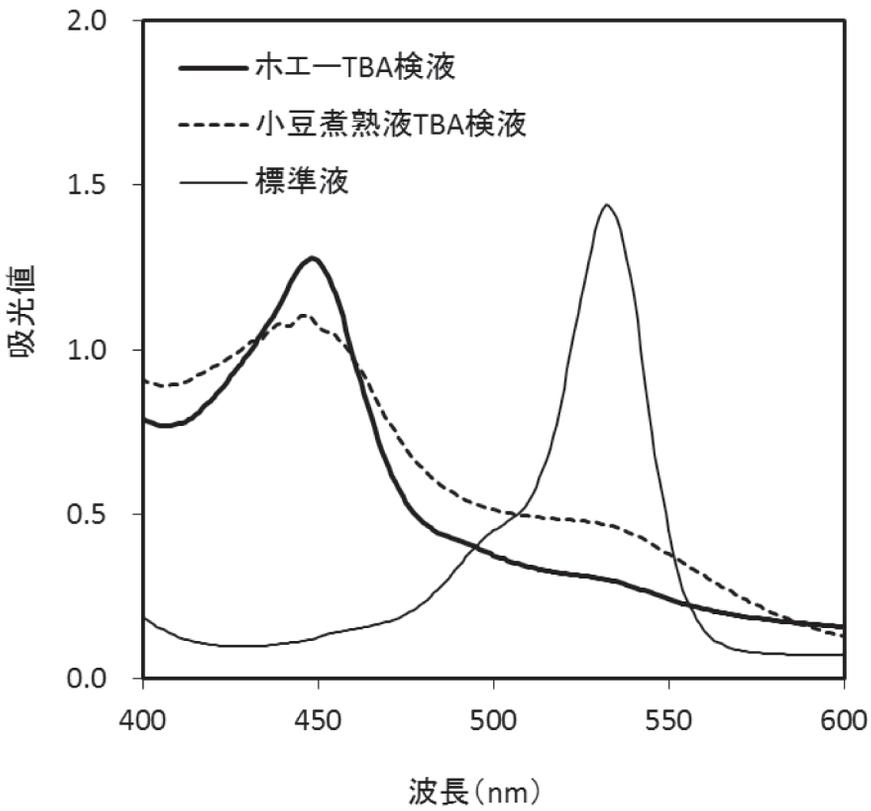


図 5　TBA 値検液の吸収スペクトル
標準液：Tetraethoxypropane

４．日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（重点研究）
４．１　儲かる養殖事業化検討調査
４．１．１　養殖製品分析

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**菅原　玲　飯田訓之**
資源増殖部　資源増殖グループ　**清水洋平**
協力機関　栽培水産試験場
檜山地区水産技術普及指導所奥尻支所
檜山地区水産技術普及指導所せたな支所

（1）目的

日本海海域における漁港静穏域を利用した新たな養殖事業を創生するため，養殖に適した漁港内環境の解明とともに漁港静穏域における二枚貝養殖技術を開発し，漁業者にとって魅力ある養殖事業化プランを提案する。中央水試加工利用部では，本研究の「儲かる養殖事業化検討調査」において，養殖製品の成分分析および官能評価を担当し，今年度は昨年度に引き続きイワガキとバカガイの時期別成分分析と，新たにムラサキイガイ（以下，ムールガイ）の時期別成分分析を行ったので以下に報告する。

（2）経過の概要

ア　イワガキ

奥尻町で養殖しているイワガキを１月，３月，５月に各月10個体ずつ採取し，生物測定（殻高，全重量，軟体部重量）後，軟体部歩留りを算出した。採取日ごとに２個体の軟体部をまとめて１検体とし，５検体分の水分，グリコーゲン，遊離アミノ酸を分析した。対照として，同町でイワガキと同時期に採取した養殖マガキについても同様に処理した後，分析した。また，イワガキについては７月にも調理テスト用試料を採取したため，上記と同様に測定して分析用試料を調製し，分析を行った。なお，分析にはそれぞれの検体から調製した凍結乾燥粉末を用い，水分は常圧加熱（105℃）乾燥法，グリコーゲンはアンスロン硫酸法，遊離アミノ酸は6% 過塩素酸で抽出後，中和液を高速アミノ酸分析計（日立 L-8900）で分析した。

イ　バカガイ

せたな町中歌漁港にて５月（採取日 5/25）に採取した養殖バカガイ（丸型のカゴに16個体収容し，約１年間垂下養殖を行った個体）について，生物測定（殻長，全重量，軟体部重量）後，軟体部歩留りを算出した。また，成分分析には，軟体部から分離した斧足を用い，２個体分をまとめて１検体とし，５検体分の水分，グリコーゲン，遊離アミノ酸を分析した。なお，分析前処理と分析方法はイワガキと同様である。

ウ　ムールガイ

余市町前浜で垂下養殖しているムールガイを４月（採取日 4/17）と５月（採取日 5/15）に，各月における小サイズおよび中サイズを10個体ずつ採取し，生物測定（殻高，全重量，軟体部重量）後，軟体部歩留りを算出した。採取日ごとに２個体の軟体部をまとめて１検体とし，５検体分の水分，グリコーゲン，遊離アミノ酸を分析した。なお，分析前処理と分析方法はイワガキと同様である。

（3）得られた結果

ア　イワガキ

時期別の養殖イワガキおよびマガキについて，昨年度得られた結果とあわせて生物測定結果を表１に，同じく軟体部歩留りを図１に示した。イワガキでは，７月から11月にかけて殻高および全重量が増加し，その後どちらもほぼ横ばいで推移し，翌年７月に全重量だけ高くなったが，軟体部歩留りは７月から11月にかけて減少する傾向を示し，３月から７月にかけて増加する傾向を示した。マガキでは，11月から翌年５月にかけて殻高および全重量が増加する傾向を示し，軟体部歩留りは７月から11月にかけて，および翌年１月から５月にかけて減少する傾向を示した。

時期別の養殖イワガキおよびマガキについて，昨年度得られた結果とあわせて軟体部の水分を図２に，同じくグリコーゲンを図３に示した。水分は，イワガキでは７月から翌年１月にかけて，マガキでは７月から翌年３月にかけて増加し，どちらもその後減少する傾向を示した（図2）。また，グリコーゲンは，イワガキ

では７月から翌年３月にかけて，マガキでは７月から11月にかけて減少し，どちらもその後増加する傾向を示した。イワガキでは７月（2016年），マガキでは５月に最も高い値であった（図3）。

時期別養殖イワガキおよびマガキ軟体部の遊離アミノ酸総量を図４に示した。遊離アミノ酸総量は，７月から翌年１月にかけてイワガキとマガキともに減少し，その後増加する傾向を示した。

表１　時期別養殖イワガキおよびマガキの生物測定結果

	採取月（採取日）	殻高（mm）	全重量（g）	軟体部重量（g）	軟体部歩留り（%）
イワガキ	2016年7月（7/12）	118.3 ± 15.0	164.1 ± 14.4	20.4 ± 3.3	12.5 ± 2.2
	2016年9月（9/15）	120.4 ± 12.3	197.7 ± 37.4	19.9 ± 4.8	10.3 ± 2.9
	2016年11月（11/30）	128.8 ± 10.7	241.7 ± 21.0	22.7 ± 7.7	9.5 ± 3.6
	2017年1月（1/17）	129.2 ± 14.4	237.6 ± 46.5	27.9 ± 4.6	11.9 ± 1.5
	2017年3月（3/22）	138.5 ± 20.6	235.1 ± 31.4	19.6 ± 6.5	8.3 ± 2.2
	2017年5月（5/19）	121.9 ± 25.2	201.3 ± 71.3	22.5 ± 5.7	12.3 ± 4.0
	2017年7月（7/27）	121.8 ± 7.2	297.9 ± 26.6	45.4 ± 15.5	15.2 ± 5.0
マガキ	2016年7月（7/15）	104.0 ± 11.3	72.7 ± 10.8	9.9 ± 3.7	13.3 ± 3.6
	2016年9月（9/15）	87.4 ± 16.0	64.1 ± 17.5	7.4 ± 1.9	11.8 ± 2.1
	2016年11月（12/5）	96.2 ± 14.1	44.1 ± 7.2	4.7 ± 1.3	10.7 ± 2.6
	2017年1月（1/17）	96.1 ± 6.7	72.5 ± 13.1	8.8 ± 2.6	12.2 ± 3.0
	2017年3月（3/22）	114.7 ± 21.3	93.6 ± 26.9	9.9 ± 3.6	10.7 ± 2.9
	2017年5月（5/18）	163.0 ± 19.7	168.5 ± 51.8	17.0 ± 6.2	10.0 ± 1.4

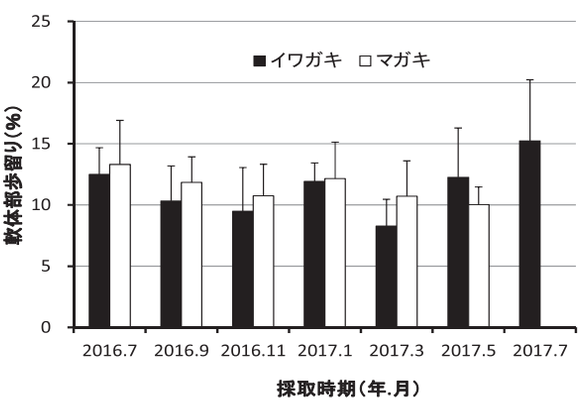


図１　時期別養殖イワガキおよびマガキの軟体部歩留り

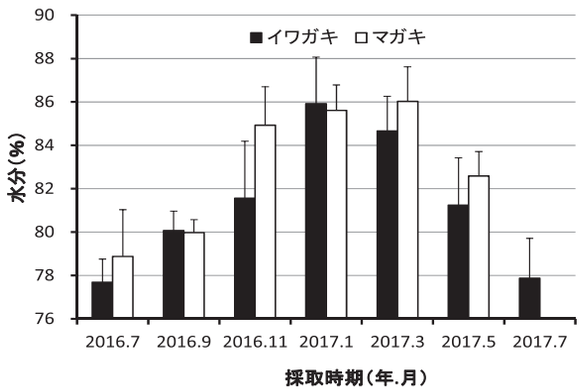


図２　時期別養殖イワガキおよびマガキ軟体部の水分

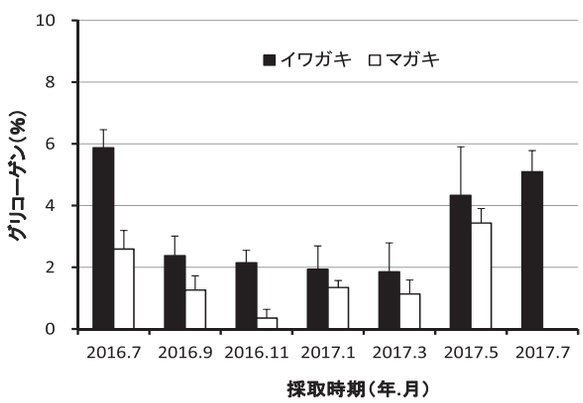


図３　時期別養殖イワガキおよびマガキ軟体部のグリコーゲン

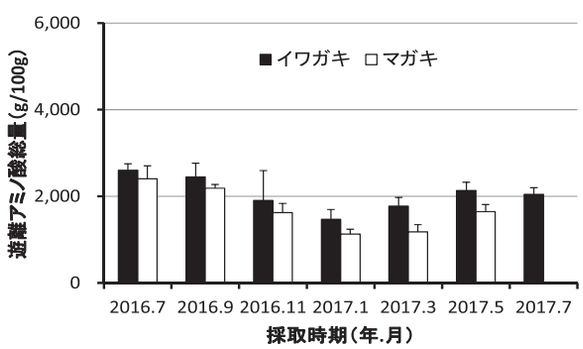


図４　時期別養殖イワガキおよびマガキ軟体部の遊離アミノ酸総量

イ　バカガイ

時期別養殖バカガイの生物測定結果を表２に，同じく軟体部歩留りを図５に示した。開始時から養殖３か月（出荷）にかけて，殻長および全重量は増加していたが，養殖３か月から６か月，12か月ではほぼ横ばいであった。軟体部歩留りも同様な傾向を示し，養殖12か月で減少する傾向を示した。

時期別養殖バカガイ斧足の水分を図６に，同じくグリコーゲンを図７に示した。水分は，開始時から養殖３か月まで同程度で，その後12か月まで増加する傾向を示した（図6）。また，グリコーゲンは，水分と同様に開始時から３か月まで同程度で，その後12か月まで水分とは逆に減少する傾向を示した（図7）。

時期別養殖バカガイ斧足の遊離アミノ酸総量を図８に示した。遊離アミノ酸総量は，開始時から６か月まで同程度で，12か月で大きく減少する傾向を示した。

表２　時期別養殖バカガイの生物測定結果

養殖期間	採取月（採取日）	殻長（mm）	全重量（g）	軟体部重量（g）	軟体部歩留り（%）
開始時	2016年6月（5/30）	69.1 ± 2.1	59.3 ± 5.7	21.6 ± 1.8	36.2 ± 5.1
3ヶ月	2016年9月（9/15）	76.4 ± 2.4	78.2 ± 9.2	21.2 ± 3.1	27.1 ± 1.8
6ヶ月	2016年12月（12/5）	77.7 ± 1.9	76.4 ± 5.9	20.9 ± 1.6	27.4 ± 1.8
12ヶ月	2017年5月（5/25）	75.6 ± 2.3	77.5 ± 6.5	17.9 ± 1.9	23.1 ± 1.9

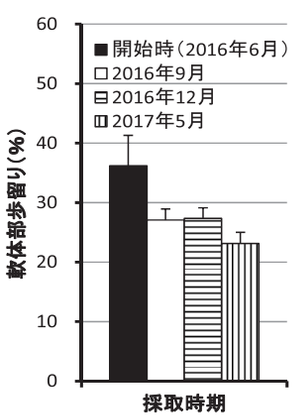


図５　時期別養殖バカガイの軟体部歩留り

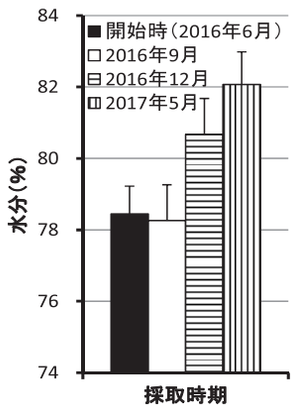


図６　時期別養殖バカガイ斧足の水分

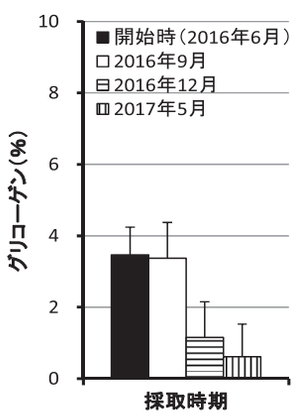


図７　時期別養殖バカガイ斧足のグリコーゲン

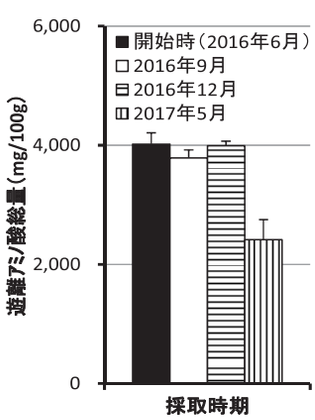


図８　時期別養殖バカガイ斧足の遊離アミノ酸総量

ウ　ムールガイ

時期別養殖ムールガイの生物測定結果を表３に，同じく軟体部歩留りを図９に示した。４月から５月にかけて小，中両サイズともに殻長および全重量は増加していたが，軟体部歩留りは減少する傾向を示し，両月とも小サイズより中サイズが低い傾向を示した。

時期別養殖ムールガイ軟体部の水分を図 10 に，同じくグリコーゲンを図 11 に示した。水分は，４月から５月にかけて小，中両サイズともに減少する傾向を示したが，サイズ間の差は小さかった（図 10）。また，グリコーゲンは，４月から５月にかけて小，中両サイズともに水分とは逆に増加する傾向を示したが，サイズ間の差は小さかった（図 11）。

時期別養殖ムールガイ軟体部の遊離アミノ酸総量を図 12 に示した。遊離アミノ酸総量は，４月から５月にかけて小，中両サイズともにわずかに増加する傾向を示したが，サイズ間の差は小さかった。

表３　時期別養殖ムールガイの生物測定結果

ｻｲｽﾞ	採取月（採取日）	殻長（mm）	全重量（g）	軟体部重量（g）
小	4月（4/17）	51.0 ± 4.1	12.5 ± 2.6	6.0 ± 1.4
	5月（5/15）	54.4 ± 3.1	16.3 ± 1.7	7.3 ± 1.2
中	4月（4/17）	58.0 ± 4.0	17.3 ± 3.0	7.3 ± 1.8
	5月（5/15）	60.5 ± 3.2	21.9 ± 2.7	8.5 ± 1.6

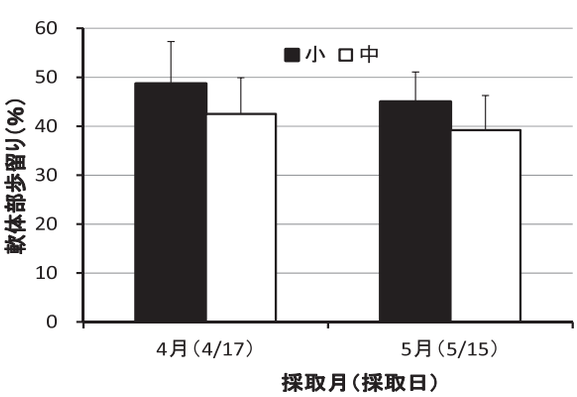


図９　時期別養殖ムールガイの軟体部歩留り

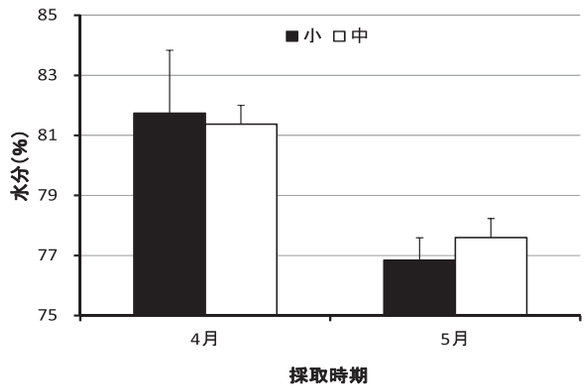


図 10　時期別養殖ムールガイ軟体部の水分

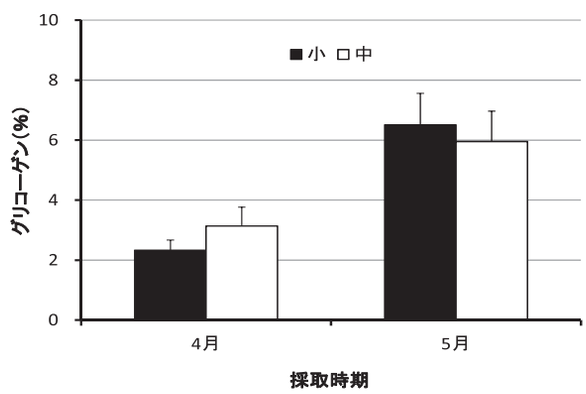


図 11　時期別養殖ムールガイ軟体部のグリコーゲン

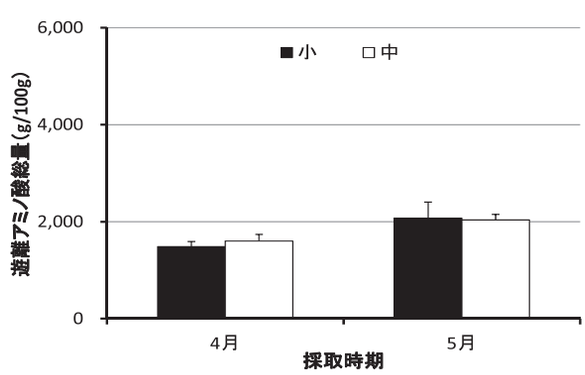


図 12　時期別養殖ムールガイ軟体部の遊離アミノ酸総量

5．カレイの冷凍加工技術開発（経常研究）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**武田忠明　菅原　玲**

（1）目的

北海道におけるカレイ類の生産量及び金額は，大きく減少している。とりわか，カレイ類は「魚離れ」が深刻な魚種であり，その要因として独特なにおいや扱いにくさなどが指摘されている。このため，業界団体からは，これらの要因を解消する技術の開発が求められている。また，道水産林務部は「日本海漁業振興基本方針」（平成26年12月）を示し，カレイ類の魚価低迷についてもその対策が求められている。本研究では，カレイ類のサイズに適する加工法や流通技術による新たな利用途開発を進め，カレイ類の価値向上と消費拡大を図る。

（2）経過の概要

ア　冷凍流通技術の開発

（ア）フィレーの冷凍条件と製品品質の関係

2016年12月から開始したアカガレイ冷凍貯蔵試験を継続し，冷凍条件と製品品質の関係を検討した。

a　原材料及び試料調製

原材料は，アカガレイ（2016年12月余市産，全長421±18 mm）を用いた。5枚におろして剥皮フィレーを調製し，真空包装後，−20℃，−30℃，−40℃，−80℃で冷凍して12か月間保存した。3，8，12か月後の試料を下記の試験に供した。

b　官能評価

冷凍解凍（5℃で16時間）後の試料（有眼側の背肉部）について，歯ごたえ，身色，におい，味の良否を6名のパネルにて5点評価（表1）し，項目別に試料ごとで合計し，4個体の平均値と標準偏差を算出した。

c　色調の測定

無眼側背肉部フィレーを白色板に置き，分光測色計（コニカミノルタ CD-700 d）にて測定した。

d　解凍ドリップの測定

有眼側腹肉フィレーの解凍ドリップ（フリー及び加圧）量を測定した。フリードリップは，冷凍フィレーを5℃で16時間解凍後に流出したドリップ重量を測定し，解凍前のフィレー重量に対する百分率で示した。また，加圧ドリップは，フリードリップ測定試料を約20 g採取し，室温で20分間1 kg加圧したときに流出したドリップ重量を測定し，加圧前の試料重量に対する百分率で示した。

（イ）フィレー脱水処理と製品品質の関係

原材料は，アカガレイ（2017年2月余市産，全長411±19 mm）を用いた。5枚におろして剥皮フィレーを調製し，冷凍前に脱水処理した。脱水は，有眼側及び無眼側の背肉部フィレーを脱水シート（オカモトXPT3201）にはさみ，5℃で3時間，6時間及び16時間処理した。脱水処理後の各フィレーは，真空包装して−20℃で保存し，3か月及び6か月後に官能評価，解凍ドリップ量及び色調を測定した。

イ　冷凍ブロック製造技術の開発

アカガレイ及びマガレイのフライ素材用の冷凍ブロック製造技術を検討した。

（ア）原材料及び試料調製

原料は，アカガレイ（平成29年9月豊浦産，全長285±15 mm）及びマガレイ（平成29年10月小樽産，全長241±10 mm）を用いた。各原料は，生鮮で処理したほか，半分量は一端冷凍（−20℃で1か月間）し，以下のミンチ肉製造に用いた。生鮮及び冷凍解凍（5℃で16時間）後の各原料について，ウロコ，頭及び内臓を除去後，採肉機（ヤナギヤ SY 100）にてミンチ肉を採取した。ミンチ肉は4 cm四方で厚さ1 cmのブロック（約25 g）に成型して−20℃にて冷凍した。

（イ）冷凍ブロックの品質評価

−20℃冷凍貯蔵（7日及び3か月）後の各ブロックについて，バッターミックス（横山製粉201）及びパン粉（横山製粉B 12）を用いてフライを調製した。フライは180℃で5分間油揚して官能評価に供した。官能評価は，食感，におい及び味の良否を被験者24名にて判定し，判定結果をカイ二乗検定にて解析した。また，各ミンチ肉について，原料由来の異物を目視観察した。

ウ　統計学的検定

統計学的検定にはエクセル統計を用い，Tukey法による多重比較検定を行った。

(3) 得られた結果

ア　冷凍流通技術の開発

(ア) フィレーの冷凍条件と製品品質の関係

官能評価の歯ごたえと目視の色調には，冷凍温度及び保存期間別の試料で相関（R^2＝0.91，p＜0.01）が認められた（図 1-A)。官能評価 0 点を刺身商材の基準としたとき，－20℃ では 3 か月未満，－30℃ では 8 か月で品質の限界に達した。また，歯ごたえと解凍ドリップ量及び Ca-ATPase 活性には，各々相関（ドリップ：R^2＝0.87，p＜0.01，ATPase：R^2＝0.90，p＜0.01）が認められ（図 1-B 及び C)，歯ごたえの低下は魚肉蛋白質の変性が一因と推察された。目視の色調は，色調 L＊値（明度）と相関（R^2＝0.71，p＜0.01）が認められ（図 1-D)，官能評価 0 点を基準としたとき，L＊値 50 以上で白色化が顕著となった。

(イ) フィレー脱水処理と冷凍後の品質の関係

脱水処理後のフィレー水分は，処理時間が長いほど減少し，16 時間後では 0 時間に対して有意差が認められた（図 2)。

官能評価では，脱水処理時間及び保存期間別の試料で歯ごたえと目視の色調に相関（R^2＝0.91，p< 0.01）が認められた（図 3)。官能評価 0 点を刺身商材の基準としたとき，脱水 6 時間では 3 か月，脱水 16 時間では 6 か月間，－20℃ 保存での品質保持効果が認められた（図 3)。また，解凍ドリップ量は，3 か月及び 6 か月保存ともに脱水 6 時間と 16 時間処理で 0 時間に対して有意な減少が認められた（図 4)。

イ　冷凍ブロック製造技術の開発

アカガレイ及びマガレイのミンチ肉の採肉歩留（原料重量比）は，原料の冷凍有無によらず約 40% で，5 枚おろし剥皮フィレーの歩留と同等であった（図 5)。フライ試作品の官能評価では，原料の冷凍の有無によらず，冷凍保存 3 か月間，食感，におい及び味ともに，有意に好ましいという評価が得られた（図 6)。なお，ミンチ肉には，ウロコなどの異物が検出されたが，骨などの硬い異物は認められなかった。

(4) 今後の課題

冷凍フィレーは，電磁波による解凍方法を組み合わせて，最適な冷凍解凍条件を確立する。

冷凍ブロックは，製品化に向けて原料の種類や漁獲時期による価格と品質について検討する。

表 1　アカガレイ背肉部の官能評価項目及び点数

評価点 項目	5	4	3	2	1
歯ごたえ	強い	やや強い	普通	やや弱い	弱い
色調	透明	やや透明	普通	やや白色	白色
味	非常に良い	良い	普通	やや不味	不味
におい	無臭	やや臭う	普通	臭い	非常に臭い

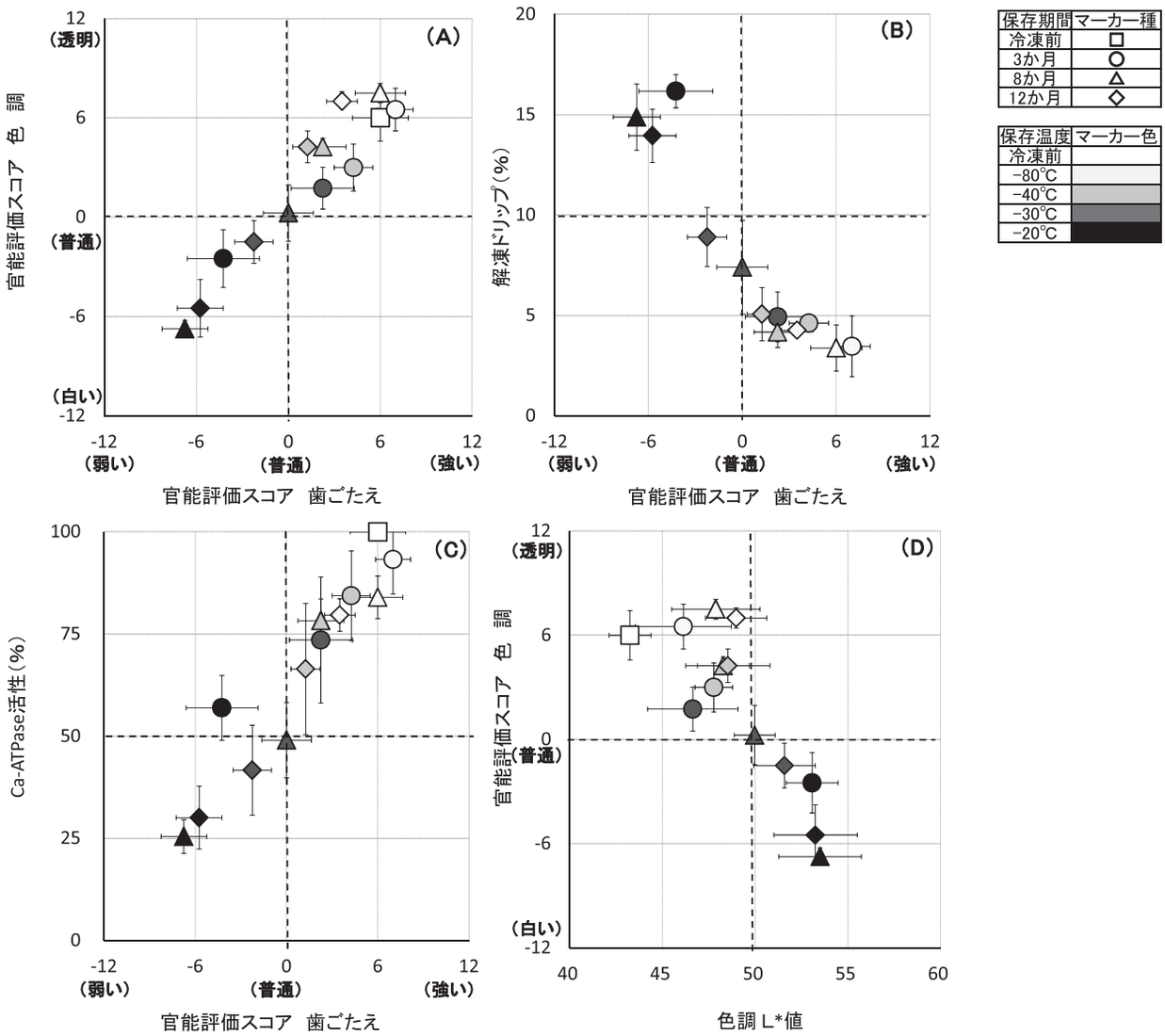


図１　アカガレイ冷凍フィレーの冷凍温度及び期間別の品質評価

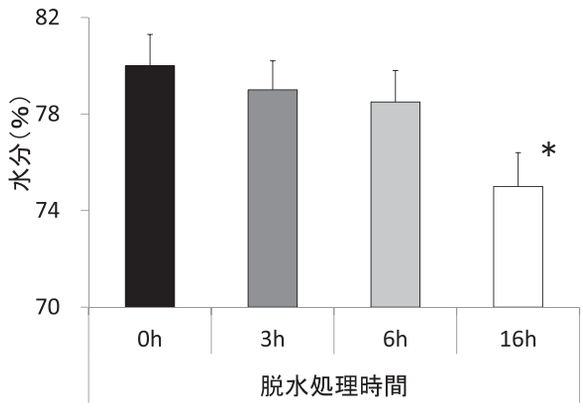


図２　アカガレイ背肉部の脱水処理後のフィレー水分

＊：0 時間に対して有意差あり（p＜0.05，n＝3）

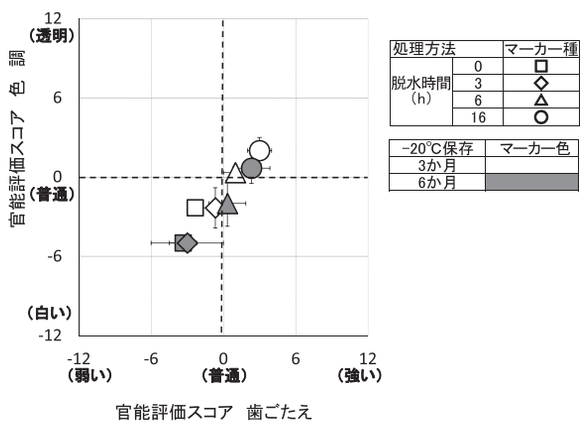


図３　アカガレイ背肉部の脱水処理フィレーの冷凍期間別の品質評価

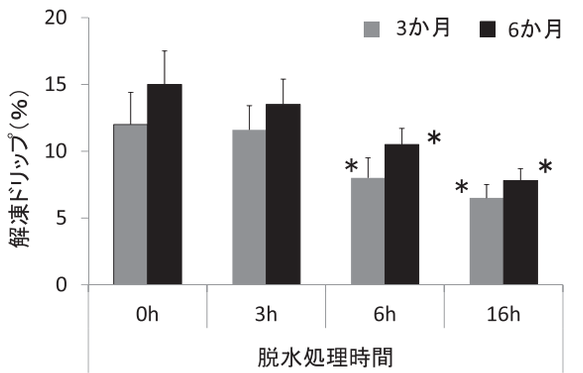


図４　アカガレイ背肉部の脱水処理フィレーの解凍ドリップ

＊：0 時間に対して有意差あり（p＜0.05，n＝3）

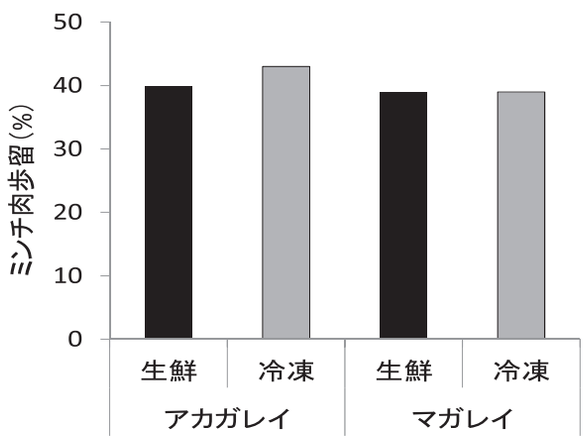


図５　生鮮及び冷凍原料からのミンチ肉の採取歩留

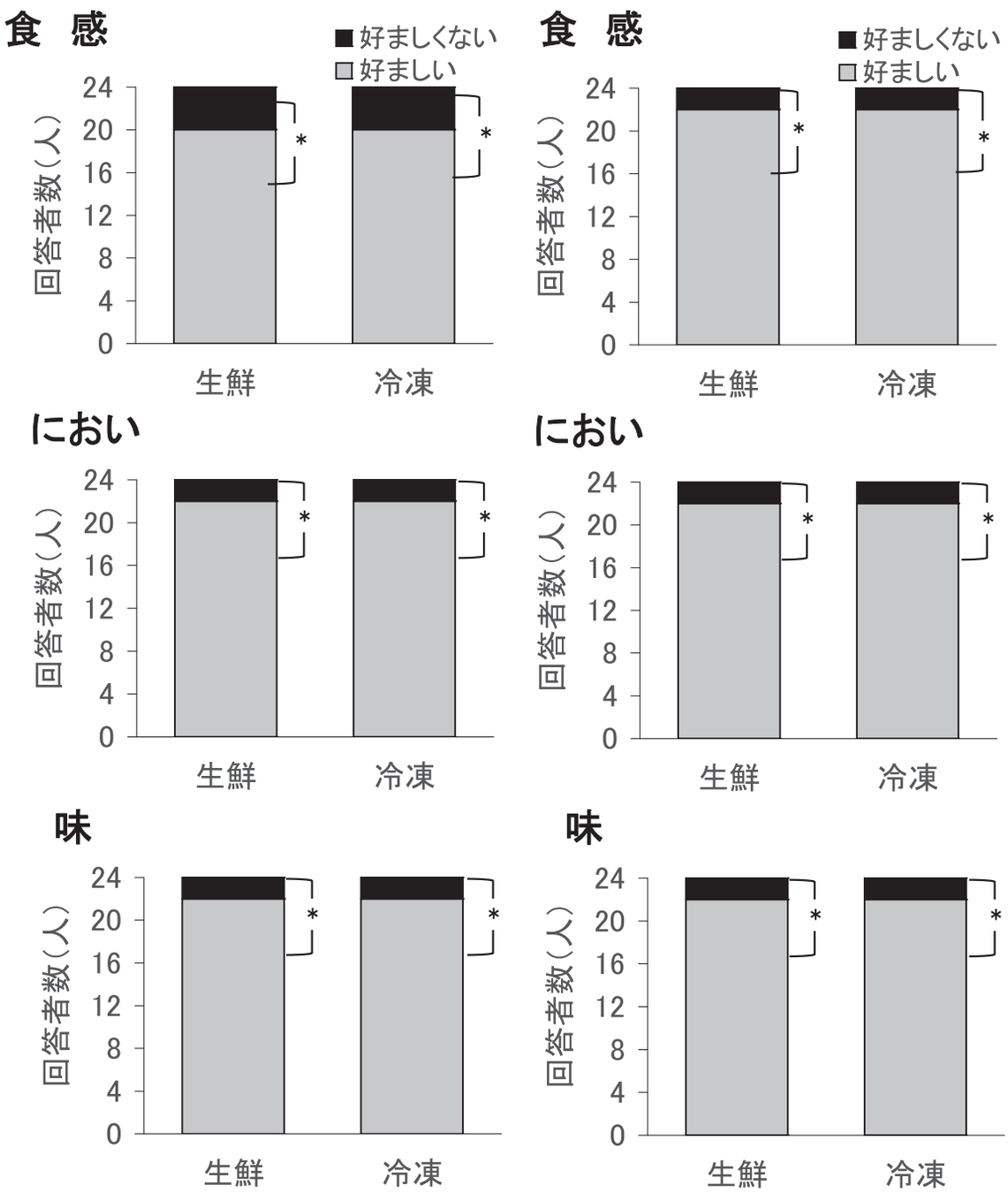


図６　生鮮及び冷凍原料のミンチ肉フライの官能評価（－20℃，３か月後）
＊：カイ二乗検定にて有意差あり（p＜0.05，n＝24）

6．マナマコの保管条件と製品品質に関する試験（経常研究）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**成田正直　菅原　玲**

（1）目的

水揚げ後の保管，輸送などマナマコの取り扱い方法について，適切な条件を明らかにする。

（2）経過の概要

北海道におけるマナマコ（以下，ナマコ）の生産量は約2,500トン/年，生産額は100億円/年に達する（北海道水産現勢より）。ナマコは，約8割が塩蔵を主体とするボイル品に加工され，主に中華圏に輸出されている。ボイルナマコや乾燥ナマコなどのナマコ加工品の品質は，原料性状に大きく影響されるといわれている。これまでの調査（桁曳き網ナマコの原料選別に関する試験，平成26～27年度，中央水試）から，ナマコの品質劣化要因は，疣（イボ）足の損傷，表皮がただれた状態となるビラン，体壁に傷が生じる裂傷に大別され，これらの比率は生産現場で異なっていることが明らかとなっている。また，これらの発生要因としては，桁曳き網よる物理的衝撃の他に，漁獲後の保管，輸送方法の影響が指摘されている。ナマコの適切な取り扱い方法を明らかにするためには，ナマコ加工品の品質を数値化した上で，取り扱い方法との関連を調べる必要がある。ナマコ加工品の品質においては特に，疣立ちが重要視されていが，疣立ちの評価は，目視による主観的な方法で行われているのが現状である。このため今年度は，ナマコの疣立ちについて画像解析による評価を試みた。

ア　試験試料

2017年6月21日，K水産（余市町）の協力を得て，画像解析用ナマコの撮影を行った。試験試料は1～2回の乾燥を経たナマコ（6月19日試料，n=31）およびボイル直後のナマコ（6月21日試料，n=30）を用いた（表1）。いずれも，疣立ちの良好なナマコ，不良なナマコを目視により選別し，上面からデジタルカメラによって撮影した（図1，2）。デジタルカメラはオリンパスE-PL2，接写レンズはパナソニックH-HS030を使用した。

イ　画像解析ソフトによるパラメーターの計測

画像解析ソフトはTouchDeMeasureを用いた。TouchDeMeasureは二枚貝やナマコなど，水産物の大きさを自動計測するために，熊本大学および新潟大学（現在は研究者が県立滋賀大学に移籍）により共同開発された計測支援システムである。このソフトを用いて，背側上面から撮影したナマコ体壁における体長Length（L），疣を含む周長Perimeter（P），疣を含まない近似楕円周長Ellipse（E）を計測した。これらパラメーターを組み合わせた下記3種の計測値を比較し，これらによる疣立ち評価の可能性を検討した（図3）。

（1）体長に対する周長の比率（P/L）
（2）疣を含まない近似楕円周長に対する周長の比率（P/E）
（3）体長に対する周長と近似楕円周長の差の比率｛(P－E)/L｝

ウ　統計処理

2群（疣立ち良好，疣立ち不良）における計測値間の有意差をWelch's *t* testにより検定した（$p<0.01$）。また，（1）～（3）の計測値においてどれが最も大きく2群の差を表しているかを判断するために，効果量Cohen's *d* を調べた。

（3）得られた結果

図4に，目視によって選別した「疣立ち良好ナマコ」および「疣立ち不良ナマコ」における各パラメーターから得られた計測値の分布を示した。6月19日試料におけるP/L，P/E，(P－E)/Lは，いずれも「良好ナマコ」と「不良ナマコ」に重複する値はなく，分布が完全に分離していた。一方，6月21日試料のP/L，P/Eは「良好ナマコ」，「不良ナマコ」に重複する計測値が存在していた。これは，6月19日試料がボイル後，1～2回の乾燥を経たナマコであることから，ボイル直後の6月21日試料に比べて，より疣の形状が明瞭になっており，これが計測値の分布に影響した可能性が考えられる。

表2，3に各パラメーターから得られた計測値の平均値±標準偏差を示した。いずれの計測値も「不良ナマコ」に比べて「良好ナマコ」の平均値が高い値を示し，これら2群間には有意水準1%で有意差がみられた（*p*

＜0.01）。P/L，P/E が有意差を示したことは，疣立ちの良好なナマコは不良なナマコに比べ疣足が長いことから周長 P が大きくなり，これが計測値の差に反映された可能性が考えられる。また，（P－E）/L が有意差を示したことは，（P-E）が疣足の長さを反映した他に，鮮度低下したナマコは経験的ではあるが弛緩して体長 L が伸びる傾向にあり，これらのことが計測値の差に反映された可能性が考えられる。

表 4 に計測値の効果量 Cohen's *d* を示した。Cohen's *d* は 2 群の平均値の差を標準偏差の平均値で除した値で，一般にこれが大きいほど 2 群の差が大きいことを示す。6 月 19 日試料，6 月 21 試料における Cohen's *d* は，それぞれ，3.83～3.95，3.17～3.19 であった。6 月 21 試料に比べ 6 月 19 日試料の方が全ての計測値で大きかった。これは，図 4 において 6 月 21 試料に比べ 6 月 19 日試料の方が，より 2 群の差が明瞭であったことと一致する。

これらの結果から，これら 3 種の計測値を用いることにより，ナマコの疣立ちを数値化することが可能と考えられる。今後は，これらの計測値を品質評価の指標として，適切なナマコの取り扱い方法を検討する必要がある。また，乾燥ナマコ製品についても同様の計測を行って，品質における数値化の可能性を検証する予定である。

表 1　画像解析に用いた試料数

	6 月 19 日試料	6 月 21 日試料
疣立ち良好	16	15
疣立ち不良	15	15

表 2　各パラメーターから得られた計算値（6 月 19 日試料）

	疣立ち良好	疣立ち不良
P/L	3.77±0.29	2.96±0.08
P/E	1.62±0.12	1.29±0.04
(P-E) /L	1.44±0.28	0.67±0.08

平均値±標準偏差，いずれの計測値も良好と不良で有意差あり　L：体長，P：疣を含む周長，E：疣を含まない近似楕円周長

表 3　各パラメーターから得られた計算値（6 月 21 日試料）

	疣立ち良好	疣立ち不良
P/L	3.65±0.27	2.99±0.15
P/E	1.59±0.12	1.3±0.07
(P-E) /L	1.35±0.28	0.68±0.15

平均値±標準偏差，いずれの計測値も良好と不良で有意差あり　L，P，E は表 2 に同じ

表 4　計算値の効果量 Cohen's *d*

	6 月 19 日試料	6 月 21 日試料
P/L	3.95	3.20
P/E	3.83	3.17
(P-E) /L	3.87	3.19

L，P，E は表 2 に同じ

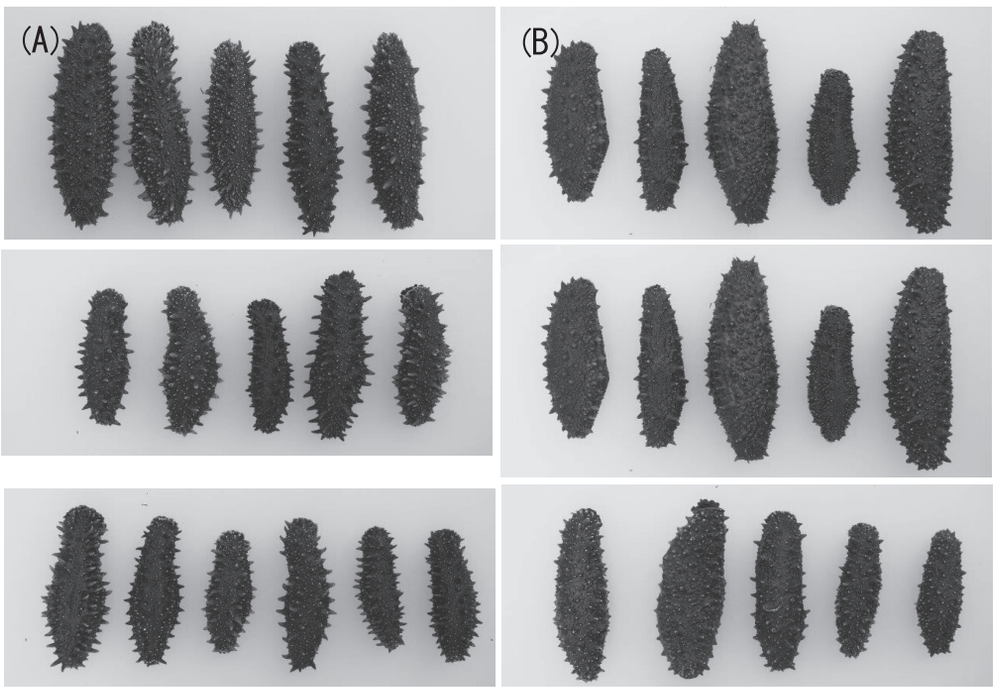


図１　画像解析に用いたナマコの画像（6 月 19 日撮影）
（A）：疣立ち良好，（B）：疣立ち不良，いずれも 1～2 回の乾燥工程を経た試料

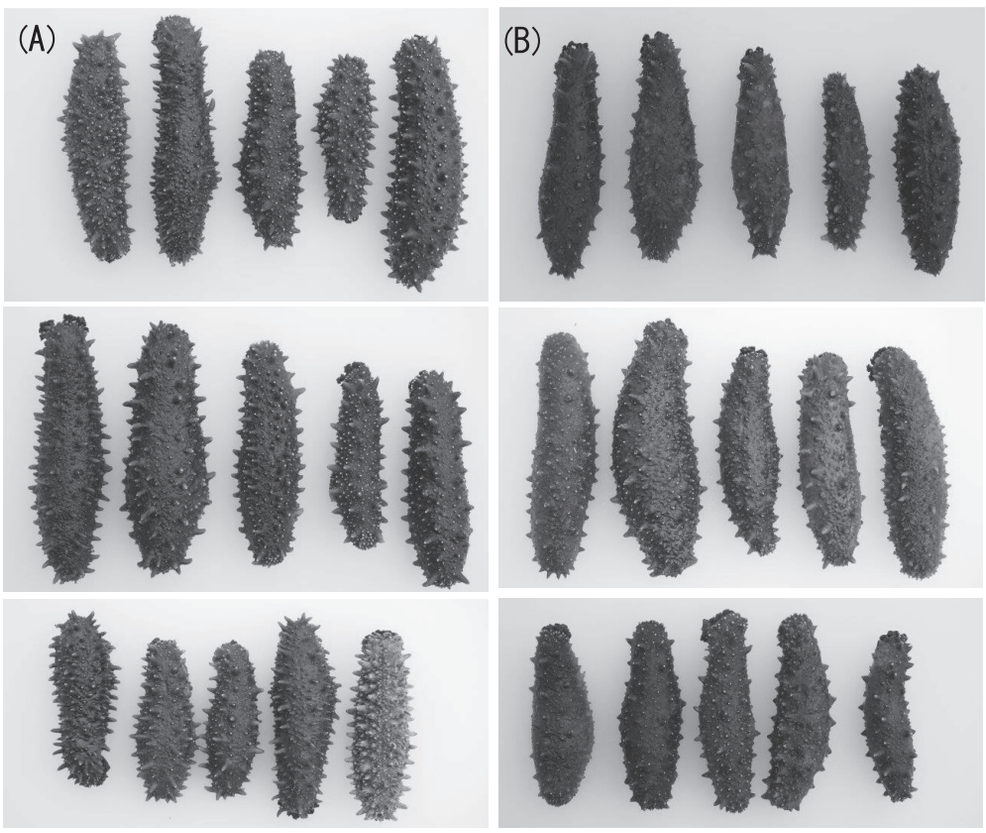


図２　画像解析に用いたナマコの画像（6 月 21 日撮影）
（A）：疣立ち良好，（B）：疣立ち不良，いずれもボイル直後の試料

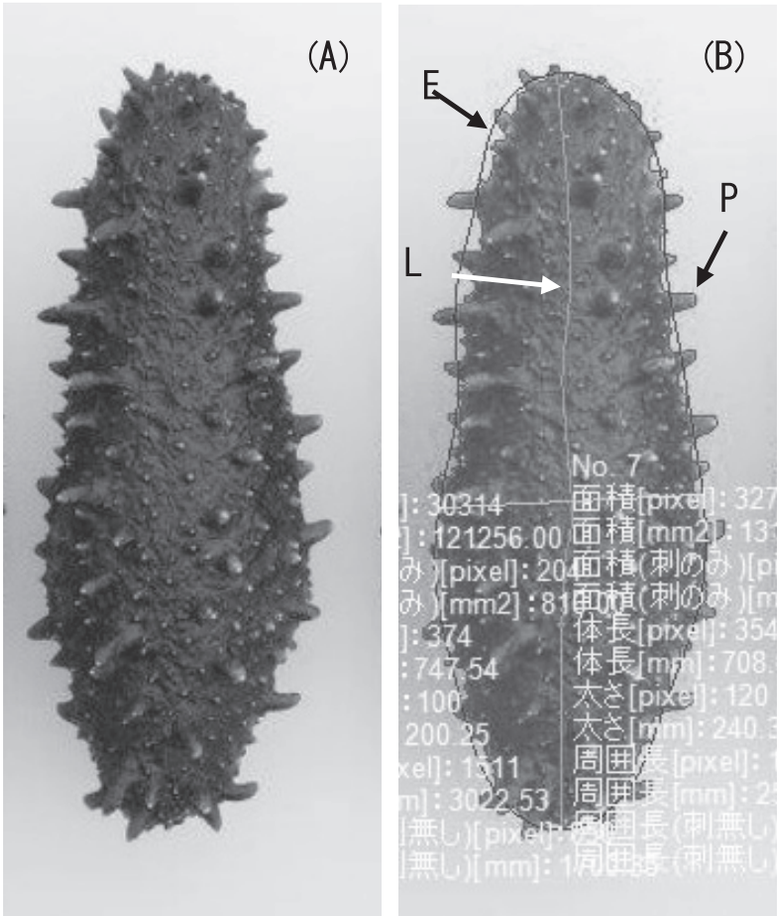


図３　ナマコの疣立ちにおける画像解析
（A）：ナマコの画像，（B）：TouchDeMeasure による解析
L：体長，P：疣を含む周長，E：疣を含まない近似楕円周長

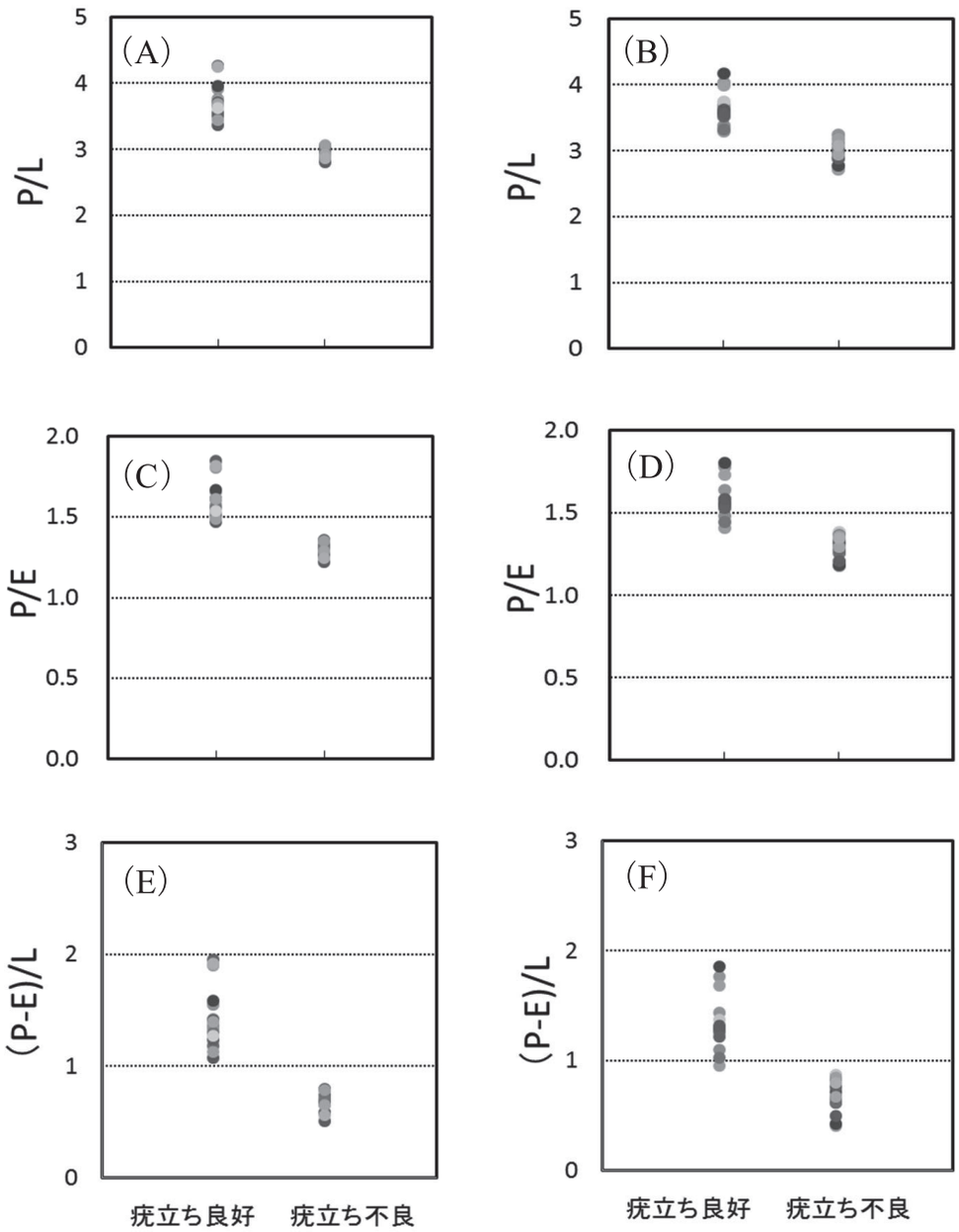


図４　各パラメーターから得られた計算値の分布
（A）：６月 19 日試料，P/L，（B）：６月 21 日試料，P/L
（C）：６月 19 日試料，P/E，（D）：６月 21 日試料，P/E
（E）：６月 19 日試料，（P－E）/L，（F）：６月 21 日試料，（P－E）/L
L，P，E は図３に同じ

７．浸漬液を用いたウニの冷凍技術開発（公募型研究）

担当者加工利用部　加工利用グループ　**三上加奈子　菅原　玲　成田正直**
飯田訓之　武田忠明　辻　浩司

（1）目的

北海道日本海海域において，キタムラサキウニの漁期は夏季に集中している。そのため，10 月以降，漁獲量は著しく減少するが，年末には著しく需要の高まることから価格は上昇する。

一方，ウニ生殖巣は折や塩水ウニといった生鮮加工品に加工され流通しているが，賞味期限がいずれも 1 週間程度と短く，また，冷凍解凍により著しく崩壊するため，生産者や加工業者により長期保存技術の開発が望まれている。

そこで，本試験では，冷凍解凍後もウニ生殖巣の形状を保ち，味を損ねない冷凍技術の開発を行った。

（2）経過の概要

平成 29 年 5 月から 8 月に，小樽および余市で漁獲されたキタムラサキウニを各種浸漬液に浸漬して冷凍し，解凍後の品質評価結果から，冷凍に適した各種条件について検討した。さらに，得られた条件をもとに，実際の加工業者において冷凍ウニを製造し，その製品についてウニ取扱い業者から評価を受けた。

（3）得られた結果

実験結果については，知的財産権等の対象となる技術情報，ノウハウ等が含まれているので公開は控える。

8．麻痺性貝毒の機器分析法の高度化及びスクリーニング法の開発（公募型研究）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**武田忠明　三上加奈子　菅原　玲**

（1）目的

日本国内の貝毒検査は，マウス試験法（以下，MBA）で実施されている。しかし，国際的にはより高精度な機器分析法の導入が進められ，国内では平成27年に下痢性貝毒の検査が機器分析法に移行した。麻痺性貝毒についても，より迅速かつ簡便な測定法の導入が求められている。

本研究では，道産ホタテガイの麻痺性貝毒の検査法について，マウス試験よりも迅速かつ簡便な測定法を開発する。

（2）経過の概要

本年度は，国内製薬メーカーが試作した簡易測定キットについて，道産ホタテガイの麻痺性貝毒の毒力判定に適した測定条件を検討した。

ア　簡易測定キットのスクリーニングレベルの検討

・MBA 毒力が既知の可食部及び中腸腺試料を用いて，簡易測定キット（写真1）の毒力判定に適した試料の希釈倍率を検討した。

・目視判定は，対照ライン（C）を基準とし，試験ライン（T）の濃淡4段階（写真2）で行った。また，C及びTのライン画像を取得し，それから各面積を定量してT/C比を算出した（図3）。

・オホーツク海域及び噴火湾海域にて採取されたホタテガイ試料27検体をキット測定した。

（3）得られた結果

ア　簡易キットのスクリーニングレベルの検討

（ア）可食部試料の検討

・MBA 毒力6 MU/g 相当の試料抽出液から希釈列を調製して簡易分析キットに供した。

・スクリーニングレベルを2 MU/gとした場合，1 MU/gと2 MU/gを区別可能な希釈倍率は，目視判定及びT/C比で明確な差が認められた50倍が妥当であった。

・上記希釈倍率にて，オホーツク海域及び噴火湾海域にて採取されたホタテガイの可食部各27検体についてキット分析を行った。目視判定において，＋＋を陰性，＋，±，－を陽性と判定した場合，MBA 毒力2 MU/g 以上の検体はすべて陽性と判定され，偽陰性は認められなかった。

（イ）中腸腺試料の検討

・MBA 毒力76 MU/g 相当の試料抽出液から希釈列を調製して簡易分析キットに供した。

・スクリーニングレベルを20 MU/gとした場合，10 MU/gと20 MU/gを区別可能な希釈倍率は，目視判定及びT/C比で明確な差が認められた600倍が妥当であった。

・上記希釈倍率にて，オホーツク海域及び噴火湾海域にて採取された中腸腺試料の各27検体についてキット分析を行った。目視判定において，＋＋を陰性，＋，±，－を陽性と判定した場合，MBA 20 MU/g 以上の検体はすべて陽性と判定された。また，MBA 毒力10－19 MU/g の5検体が偽陽性と判定された。

写真1　簡易測定キット

判定記号＋＋　＋　±　－

図1　目視判定（C：対照ライン，T：試験ライン）

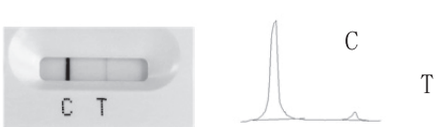


図2　C，Tラインの画像による面積定量
＊C，Tの各面積からT/C比を算出

9．ICT 技術による噴火湾養殖ホタテガイ生育状況モニター技術開発（公募型研究）

担当者　中央水試　加工利用部　**武田忠明　菅原　玲**
函館水試　調査研究部　**西田芳則**

（1）目的

噴火湾のホタテガイ養殖に，新たな管理手法を導入し，稚貝の大量へい死を低減する。

（2）経過の概要

噴火湾のホタテガイ養殖では，数年に一度，稚貝の大量へい死が発生している。本研究では，へい死要因の一つとして，養殖施設の振動に着目し，貝の活力に与える影響を検討した。

ア　養殖施設の振動が稚貝の生残率に与える影響評価

養殖施設の設置水深及び方向（波の進行方向に垂直及び平行）による 3 試験区を設定した（表 1）。各施設の養殖カゴには，加速度計，水圧計を装着し，各区の水平及び鉛直方向の振動（加速度）を観測した。また，定期的に各区の稚貝を採取して，活力（アルギニンリン酸）を測定した。

（3）得られた結果

ア　養殖施設の振動が稚貝の生残率に与える影響評価

（ア）養殖施設の振動

養殖施設が受ける振動は，波浪時の短期流速変動から，施設設置方向が波浪の進行方向に対して，垂直よりも平行で少ないことが明らかになった（図 1）。また，水平及び鉛直方向の加速度は南東風が強い時に大きく，施設を深く設置することが加速度低減に有効であった。

（イ）稚貝の活力

活力指標のアルギニンリン酸量は，試験区 2 が他区よりも調査回毎の変動が少なく，高値の傾向を示した。施設を波浪の進行方向に対して平行に設置することの有効性が示唆された（図 2）。なお，各区の死亡貝率はいずれも 1% 未満で推移した。

（4）今後の課題

養殖施設の振動が稚貝の活力や異常発生に与える影響をさらに検討し，最適な施設設置法を確立する。

表 1　試験区の水深及び施設設置方向

	水深 m	施設設置方向＊
対照区	5	垂直
試験区1	15	垂直
試験区2	5	平行

＊波の進行方向に対する幹綱設置方向

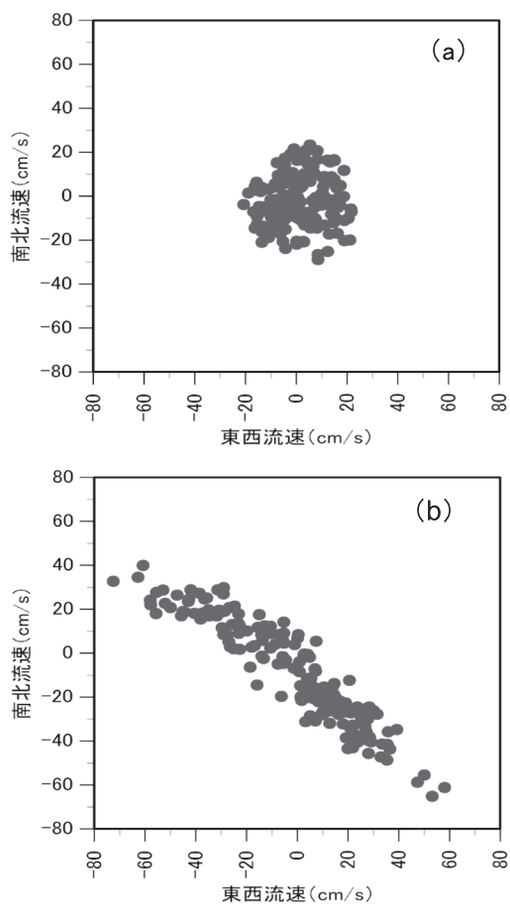


図 1　波浪時の養殖施設の短周期流速変動
(a)：波浪に垂直に設置した施設
(b)：波浪に平行に設置した施設

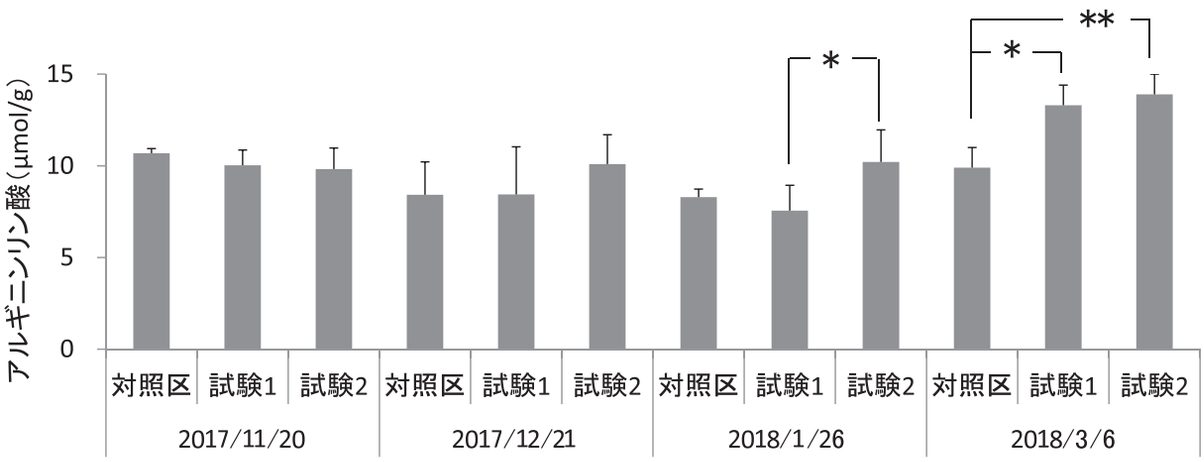


図２　稚貝貝柱のアルギニンリン酸量の時期別変化

Tukey 検定にて有意差あり（＊：$p<0.05$，＊＊：$p<0.01$　$n=5$）

10．依頼試験（依頼試験）

担当者　加工利用部　担当者加工利用部　加工利用グループ　**辻　浩司　菅原　玲　成田正直**
飯田訓之　武田忠明　三上加奈子

（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定に基づき処理した。

（3）得られた結果

以下，５件の試験依頼があり実施した。

１．ニシン製品の細菌試験
２．冷凍ヒラメ試作品の成分分析
３．ウニ加工品の細菌試験
４．ブリの成分分析
５．鮮度（Ｋ値）の分析

Ⅳ　その他

１．サハリン漁業海洋学研究所（サフニロ）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　**髙嶋孝寛**

（1）目的

ロシア・サハリン州にあるロシア連邦サハリン漁業海洋学研究所（略称：SakhNIRO　サフニロ）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。共同研究に関しては，資源管理部所管事業の水産国際共同調査（経常研究）「沿岸域における低次生物生産の日ロ比較研究」に記載し，ここでは，共同研究を円滑に推進するために実施している研究交流について記載する。

（2）経過の概要

ア　第49回研究交流

（ア）開催場所

サハリン漁業海洋学研究所（ユジノサハリンスク市）

（イ）開催日

2017年6月28日～7月1日

（ウ）出席者

サフニロ：ラプコ V.V.（副所長），ベリカノフ A.Y.（予測副部長），レピナ M.A.（秘書），フロロフ E.V.（増殖副部長），ツハイ J.R.（エンジニア），ボルテワ A.V.（主任研究員），ベガロヴァ G.V.（主任研究員），キム C.T.（予測副部長），ニキチン B.D.（調査研究副部長），アタマノワ I.A.（研究員）

道総研：佐々木義隆（団長：さけます・内水面水産試験場内水面資源部長），武田浩郁（網走水産試験場加工利用部主査），前田高志（函館水産試験場調査研究部研究職員）

通訳者：フェチソフ・アレクサンダー（サハリン国立総合大学）

（エ）日程

6月28日（水）道総研派遣団は新千歳空港から空路，ユジノサハリンスク市へ移動

6月29日（木）研究交流会議
北海道の漁業資源に関する研究発表，サハリンの漁業資源に関する研究発表，水産国際共同調査「沿岸における低次生物生産の日ロ比較研究」に関する研究発表及び今後の研究協力に関する協議

6月30日（金）研究交流会議
市内見学，フィッシュマーケット見学，郷土史博物館見学，確認書の作成・合意

7月1日（土）道総研派遣団はユジノサハリンスク市から空路，新千歳空港へ移動

（3）得られた結果

ア　第49回研究交流

（ア）北海道の漁業資源に関する研究発表

道総研水産研究本部から以下の研究発表を行い協議した。

a　北海道における内水面サケマス養殖の現状と特徴（さけます・内水面水試　佐々木義隆）

b　シロザケ筋肉タンパク質の有効活用について（網走水試　武田浩郁）

c　道南海域におけるコンブ藻場の保全：マイクロサテライトマーカーを利用したマコンブのスポアバックの効果の検証（函館水試　前田高志）

（イ）サハリンの漁業資源に関する研究発表

サフニロから以下の研究発表があり協議した。

a　衛星データからみたタタール海峡及びラ・パローセ海峡におけるクロロフィルa量の季節変動の比較（ツハイ J.R. ほか）

b　サハリンふ化場における魚病診断調査の回顧的レビュー（フロロフ E.V. ほか）

c　サハリン～クリル地域におけるタコに関する最新の資源状況（ベガロヴァ G.V.）

d　サケの人工増殖のための水域における環境収容量に関する予備調査（アタマノワ I.A. ほか）

（ウ）水産国際共同調査「沿岸における低次生物生産の

日ロ比較研究」に関する研究発表

道総研水産研究本部とサフニロは以下の研究発表を行い，第5次共同調査「沿岸域における低次生物生産の日ロ比較研究」の最終報告（案）とした。

a　北海道北部沿岸域の低次生態系に関する比較調査（品田晃良（佐々木義隆　代読））

（エ）今後の研究協力に関する協議

道総研水産研究本部とサフニロは，これからの協力に関して議論し，以下の結果を得た。

a　第49回の会議は両国研究者に有益で実のある会議となったとみなし，研究交流の継続に相互関心を確認した。

b　第6次水産国際共同研究のテーマについては，引き続き協議を継続し，双方の合意が得られた適切な時期に再開する。

c　第50回研究交流は2018年6～7月に北海道（日本）で開催する。具体的な日程は，航空機の運行日程によって確定する。

d　第50回研究交流のテーマと発表課題については，電子メールを通じて情報を交換し，決定する。

（オ）資料や情報の提供

道総研水産研究本部とサフニロは，第49回研究交流で報告された研究のプレゼンテーション資料及び両機関の職員名簿を交換した。

（カ）確認書の作成

道総研水産研究本部とサフニロは，第49回研究交流の結果を確認し，確認書を作成した。

２．技術の普及および指導
２．１．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　**辻　浩司　菅原　玲　成田正直**
飯田訓之　武田忠明　三上加奈子

（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）余市町

日　時：平成29年4月28日
対象者：後志地区水産技術普及指導所職員
内　容：ホタテガイの活力測定に関する研修会
参加人数：5名

（イ）鹿部町

日　時：平成29年8月21日～22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：5名

（ウ）余市町

日　時：平成29年9月29日
対象者：北海道立余市紅志高等学校1年生
内　容：サケフレーク製造に関する研修会
参加人数：30名

（エ）石狩市厚田

日　時：平成29年12月20日
対象者：石狩市役所，加工業者
内　容：いずしの製造について
参加人数：30名

（オ）余市町

日　時：平成30年1月25日
対象者：漁協職員および定置部会
内　容：カレイの活締め実技講習
参加人数：10名

（カ）小樽市

日　時：平成30年2月20日
対象者：小樽市漁業協同組合およびホタテ部会
内　容：ホタテガイの韓国輸出に向けて
参加人数：20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。

小樽市，石狩市，函館市，余市町，岩内町，羽幌町

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，連絡会議を開催した。

日　時：平成29年7月25日
場　所：釧路水産試験場
参集機関：根室市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，岩内町地場サポートセンター，十勝圏地域食品加工技術センター，オホーツク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

エ　加工技術相談

48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）食品加工研究センター成果発表会講演

平成29年4月26日に札幌市（東京ドームホテル札幌）で，「宗谷モズクを用いた冷凍食品の開発」について口頭およびポスター発表を行った。

（イ）北海道水産加工促進連絡協議会総会に伴う研修会

平成29年6月1日に札幌市（北海道庁第一会議室）で，「ブリ・サバ鮮度保持マニュアル」について講演を

行った。

（ウ）第２回新製品開発・販路拡大支援セミナー講演

平成 29 年 7 月 3 日に札幌市（北海道経済センター）で，「道産真昆布ペーストを活用した製品開発」について講演を行った。

（エ）サイエンスパーク出展

平成 29 年 7 月 28 日に札幌市地下歩行空間で，小学生 98 名を対象に「コンブでイクラをつくろう」「さかなの脂をしらべよう」と題し，実験を行った。

（オ）水産物利用関係研究開発推進会議

国立研究開発法人水産研究・教育機構，中央水産研究所で，平成 29 年 11 月 16 日に北海道ブロックの情勢報告と幹事会に出席した。

（カ）北海道加工食品コンクール審査会

北海道食品産業協議会の主催で，札幌市において平成 30 年 1 月 30 日に開催され，審査を行った。

（キ）天売島応援プロジェクトに係わる「島と海の話」講演・意見交換会

留萌振興局の主催で，天売島において平成 30 年 3 月 7 日に開催され，「未低利用水産物の食材化」について講演を行った。

２．２　一般指導
２．２．１　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
資源管理グループ						
技術指導	5月	余市町	大学	4	イカナゴ生態と漁業実態指導	星野・坂口
技術指導(講師派遣)	5月	浦河町	漁業関係者	15	浦河地区におけるタコ空釣り縄漁業の漁業実態と漁場水温記録調査の結果について	星野
技術指導	5月	余市町	北海道	3	ホッケ管理の進め方指導	星野
技術相談	6月	電話	民間企業	1	スケトウダラ刺し網漁獲物のシオムシ被害について	志田
技術指導(講師派遣)	6月	札幌市	漁業関係者	50	主要魚種の資源動向ほか講演	星野
技術指導	6月	札幌市	北海道	10	ホッケ道北系の管理対策について指導	星野
技術相談	6月	電話・メール	マスコミ関係	1	羅臼漁港内で釣られたカレイの同定依頼	三原
技術指導	7月	稚内市	北海道	6	ホッケ管理対策の指導	星野
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	ブリ好調要因	星野
技術相談	8月	電話	漁業関係者	1	マメフグの正式名について	和田
技術相談	9月	電話・メール	漁業関係者	1	ヒラツメガニの産卵期，サイズ等について	和田
技術指導(講師派遣)	9月	小樽市	漁業関係者	30	主要魚種の資源動向ほか講演	星野・坂口・三原
技術指導(講師派遣)	10月	小樽市	漁業関係者	18	えび資源状況の説明	中明
技術指導(講師派遣)	11月	倶知安町	北海道	50	被害状況，被害対策の情報共有	和田
技術相談	12月	電話	一般市民	1	クロソイ筋肉中の黒い物体	和田
技術相談	1月	電話・メール	マスコミ関係	1	ニシン好調の背景	星野
技術相談	2月	電話・メール	マスコミ関係	1	ニシン好調の背景	星野
技術相談	2月	電話・メール	マスコミ関係	1	北海道で漁獲されるタコの種類と漁獲量について	中明
技術指導(講師派遣)	2月	神恵内村・泊村・岩内町	漁業関係者	30	調査報告，被害状況等聞き取り	和田
技術指導(講師派遣)	2月	寿都町・島牧村	漁業関係者	30	調査報告，被害状況等聞き取り	和田
技術指導(講師派遣)	2月	小樽市・余市町・古平町	漁業関係者	30	調査報告，被害状況等聞き取り	和田
技術指導(講師派遣)	3月	札幌市	漁業関係者	19	えび資源状況の説明	中明
海洋環境グループ						
技術相談	4月	電話	北海道	1	貝毒プランクトン速報の配信について	品田
技術指導(講師派遣)	4月	釧路市	漁業関係者	21	道東沿岸における流れの特徴について	佐藤
技術指導(講師派遣)	4月	広尾町	漁業関係者	20	道東沿岸における流れの特徴について	佐藤
技術指導(講師派遣)	5月	広尾町	漁業関係者	20	道東沿岸における流れの特徴について	佐藤
技術相談	5月	電話	民間企業	1	ウニの畜養試験の関係で水質分析について	佐藤
技術相談	5月	電話	マスコミ関係	1	道東沿岸の水温について	佐藤
技術相談	5月	電話	北海道	1	今年度の親潮の勢力とイカの漁模様について	品田
技術指導	6月	余市町	北海道		小樽沖設置の流速結果の解析	佐藤
技術指導	7月	余市町	漁業関係者	1	厚岸湾における臨時的な貝毒プランクトンの計数	品田
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	積丹沖での透明度が夏冬に良くなる理由について	佐藤
技術相談	8月	電話	北海道	1	厚岸湾における下痢性貝毒プランクトンについて	品田
技術相談	9月	電話	一般市民	1	余市前浜水温について	品田
技術相談	9月	電話	一般市民	1	余市前浜水温について	品田
技術指導(講師派遣)	10月	厚岸町	漁業関係者	7	道東沿岸における流れの特徴と潮流の予報について	佐藤
技術相談	10月	電話・メール	マスコミ関係	1	プランクトン画像を提供願いたい	嶋田
技術相談	11月	電話	北海道	1	厚岸湾における下痢性貝毒プランクトンについて	品田
技術相談	11月	電話	北海道	1	クロロフィルの測定法について	品田
技術相談	2月	電話	マスコミ関係	1	積丹ブルーの要因について	佐藤
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	ヌタ原因プランクトンの発生について	品田
技術指導	3月	余市町	北海道	1	厚岸湾における臨時的な貝毒プランクトンの計数	品田

２．２．２　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
資源増殖グループ						
技術相談	4月	電話	国	1	ウニの人工種苗判別方法	干川
技術相談	4月	余市町	北海道	2	屋外水槽によるコンブ養殖について	秋野
技術相談	4月	電話	民間企業	1	無給餌蓄養中にウニの生殖巣は身痩せするか	秋野・高橋
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者	3	ノリ種苗の育成，提供を行った	秋野
技術指導(講師派遣)	4月	余市町	各種団体	3	磯焼け対策の講演を行った	秋野
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	4月	余市町	民間企業	24件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・伊藤
技術相談	5月	電話	地方自治体	1	ウニの移植時期について	秋野
技術相談	5月	余市町	民間企業	1	コンブのブロックについて	秋野
技術指導(委員・アドバイザー)	5月	神恵内村	地方自治体	30	磯焼け対策指導	秋野
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		マツカワ孵化仔魚のVNN調査	伊藤
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者	1	マツカワ死亡魚の診断	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	民間企業	27件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	5月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術相談	6月	電話	地方自治体	1	イワガキの見分け方について	清水
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	えらこ養殖について	清水
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	広尾町でのコンブ関係試験について2	髙谷
技術相談	6月	電話	マスコミ関係	1	ムラサキウニとキタムラサキウニの違い	髙谷
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	ノリ採苗に使うホタテの殻について	秋野
技術相談	6月	電話	民間企業	1	クロソイの観察に適した時間帯について	秋野
技術相談	6月	電話	地方自治体	1	コンブの再生を促す方法について	秋野
技術相談	6月	電話	民間企業	1	腐植酸と磯焼けについて	秋野
技術相談	6月	電話	北海道	1	津軽海峡で漁獲されているニシン稚魚について	清水
技術指導(企業指導)	6月	余市町	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	6月	余市町	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	6月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	6月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	6月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	6月	余市町	民間企業	50件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・伊藤
技術指導(企業指導)	6月	江差町	漁業関係者		ニシン地曳網調査	伊藤・中島
技術相談	7月	電話	地方自治体	1	アサリ着底方法について	清水
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	岩内でとれた白いナマコについて	中島
技術相談	7月	電話	北海道	1	津軽海峡で漁獲されているニシンの系群について	清水
技術相談	7月	余市町	一般市民	1	ホンダワラ類の査定	髙谷

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	7月	メール	地方自治体	1	アサリ着底期幼生の収容時期について	清水
技術指導(企業指導)	7月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	7月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	7月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	7月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	7月	余市町	民間企業	49件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・伊藤
技術指導(企業指導)	7月	泊村	北海道		魚病巡回指導	秋野・伊藤
技術指導(企業指導)	7月	岩内町	漁業関係者		ニシン測定会	清水・伊藤・中島
技術指導(企業指導)	7月	江差町	漁業関係者		ニシン測定会	伊藤・中島
技術相談	8月	電話	民間企業	1	北海道の種苗生産の現状について	清水
技術相談	8月	電話	一般市民	1	ミル貝の漁獲場所と購入できる組合について	清水
技術相談	8月	電話	マスコミ関係	1	今年の日本海におけるウニ身入り良好の原因について	秋野
技術指導(企業指導)	8月	余市町	各種団体		ソイ類のひれの異物の相談	清水・伊藤
技術指導(企業指導)	8月	伊達市	漁業関係者		マツカワ種苗生産不調原因についての協議	馬場・伊藤
技術指導(企業指導)	8月	余市町	漁業関係者		ヒラメ親魚の死亡相談	伊藤
技術指導(企業指導)	8月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	8月	余市町	漁業関係者	1	ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦
技術指導(企業指導)	8月	羽幌町	漁業関係者	10	ヒラメ親魚のVNN検査	三浦・伊藤
技術指導(企業指導)	8月	余市町	民間企業	45件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦
技術指導(企業指導)	8月	えりも町	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	ウニの身入りについて	秋野
技術相談	9月	電話	マスコミ関係	1	ウニの身入りについて	秋野
技術相談	9月	余市町	民間企業	2	養殖コンブについて	秋野
技術相談	9月	電話	各種団体	1	エゾバフンウニの禁漁期間について	秋野
技術指導(企業指導)	9月	余市町	各種団体		ニシン稚魚のp診断	三浦
技術指導(企業指導)	9月	余市町	民間企業	42件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・秋野・髙谷・清水
技術指導(企業指導)	9月	厚岸町	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	別海町	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	北見市	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	紋別市	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	猿払村	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	稚内市	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	9月	羽幌町	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術相談	10月	メール	北海道	1	イガイの学名について	清水
技術指導(企業指導)	10月	余市町	民間企業	55件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・清水
技術指導(企業指導)	10月	余市町	地方自治体	1	コンブ種苗の生産指導	秋野
技術指導(企業指導)	10月	積丹町	漁業関係者	3	ノリ種苗の育成，提供を行った	秋野
技術指導(企業指導)	10月	伊達市	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	10月	広尾町	北海道		魚病巡回指導	伊藤・中島
技術相談	11月	電話	地方自治体	1	養殖コンブを母藻として育てる方法	秋野
技術相談	11月	電話・FAX	民間企業	1	コンブの養殖・天然の違い，表示義務について	秋野
技術相談	11月	メール	北海道	1	重点課題の進捗について	清水
技術相談	11月	メール	北海道	1	重点課題の進捗について	清水
技術相談	11月	メール	地方自治体	1	アサリの種苗生産方法について	清水
技術相談	11月	メール	北海道	1	重点課題の進捗について	清水
技術相談	11月	メール	地方自治体	1	アサリの種苗生産方法について	清水
技術指導(企業指導)	11月	余市町	民間企業	66件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・伊藤・秋野
技術相談	12月	電話	北海道	1	コンブ雑海藻駆除について	秋野
技術相談	12月	電話	大学	1	中国のコンブ事情	秋野
技術指導(企業指導)	12月	余市町	北海道		マツカワ親魚検査	伊藤
技術指導(企業指導)	12月	余市町	民間企業	60件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・髙谷
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	北海道におけるコンブの減産要因	秋野
技術相談	1月	電話	マスコミ関係	1	北海道におけるコンブの減産要因	秋野

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(企業指導)	1月	余市町	民間企業	56件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	伊藤・三浦・清水・馬場・干川・秋野
技術相談	2月	電話・メール	地方自治体	1	クロソイの異物について	伊藤・金田・干川・三浦
技術相談	2月	メール	北海道	1	ホッケの潰瘍について	伊藤
技術指導(企業指導)	2月	八雲町熊石	北海道	1	魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	2月	せたな町大成	北海道	1	魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	2月	上ノ国町	北海道	1	魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	2月	知内町	北海道	3	魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	2月	松前町	北海道	1	魚病巡回指導	伊藤・中島
技術指導(企業指導)	2月	余市町	民間企業	44件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	清水・三浦
技術相談	3月	電話・メール	北海道	1	マボヤの漁業権切り替えに関する相談（被嚢軟化症）	伊藤
技術相談	3月	電話	国	1	ノリ，フノリの海中還元について	秋野
技術相談	3月	余市町	民間企業	1	海藻同定依頼	秋野
技術相談	3月	余市町	民間企業	1	藻場増殖礁におけるホンダワラ類造成方法について	秋野
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	コンブプレート移植の方法について	秋野
技術指導(企業指導)	3月	余市町	民間企業	21件	韓国向け輸出活ホタテガイの水産動物健康証明書の発行	三浦・清水・髙谷
	水産工学グループ					
技術相談	10月	電話	地方自治体	1	エゾバフンウニの日間摂餌量について	高橋
技術相談	10月	余市町	地方自治体	3	ドローンを使った藻場調査について	福田
技術相談	11月	電話	大学	1	ネコアシコンブとエンドウコンブの標本入手について	高橋
技術相談	12月	電話	漁業関係者	1	余市沿岸でのアカモクの分布について	高橋
技術相談	1月	電話	民間企業	1	ウニ養殖について	高橋
技術相談	1月	電話	民間企業	1	キタムラサキウニの低温耐性について	高橋
技術相談	1月	余市町	民間企業	1	藻場増殖礁の機能について	金田
技術指導(講師派遣)	1月	札幌市	漁業関係者	60	ホタテ時化被害に関する研究取り組みについて講演した	福田
技術指導(講師派遣)	1月	札幌市	各種団体	70	道内における藻場造成技術の現状について講演した	金田
技術相談	2月	余市町	民間企業	2	ウニの飼育環境について	高橋
技術相談	3月	余市町	民間企業	1	藻場増殖鋼製礁の試験結果について	金田

3．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
29. 8. 8	水産研究本部成果発表会	札幌市	278 人	最新の研究成果について，口頭発表 14 題，ポスター発表 13 題
29.12. 8	水産試験研究プラザ	石狩市	22 人	ニシンの生態と来遊の見通しの説明，意見交換

4．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）	10	140	余市町，小樽市，札幌市，北広島市
道　　内 （上記以外）	9	49	函館市，八雲町，羅臼町
道　　外	7	46	東京都，宮城県，長崎県，宮崎県
国　　外	4	30	韓国
合　　計	30	265	

５．所属研究員の発表論文等一覧（平成 29（2017）年 4 月 1 日～平成 30（2018）年 3 月 31 日）

資源管理部門

（資源管理グループ）

石狩湾におけるニシン資源の変動要因：**星野　昇（中央水試）**　月刊海洋，49(7)，357-363，2017.7

ホッケの生態に応じたサイズ選択漁獲の可能性と問題点：**星野　昇（中央水試）**，**坂口健司（中央水試）**，鈴木祐太郎（稚内水試）　月刊海洋，49(9)，497-503，2017.9

ホッケの生態に応じたサイズ選択漁獲の可能性と問題点：**星野　昇（中央水試）**，**坂口健司（中央水試）**，鈴木祐太郎（稚内水試）　日本水産学会誌，83(5)，861-862，2017.9

石狩湾系ニシンにおける刺し網の網目選択性と資源管理効果：**星野　昇（中央水試）**　北水試研報，92，1-11，2017.9

北海道周辺海域におけるマダラの年齢組成（資料）：**星野　昇（中央水試）**，田中伸幸（稚内水試），本間隆之（釧路水試），鈴木祐太郎（稚内水試）　北水試研報，92，33-42，2017.9

北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響：**坂口健司（中央水試）**，鈴木祐太郎（稚内水試），秦　安史，浅見大樹（網走水試），髙嶋孝寛（水産研究本部）　北水試研報，93，51-57，2017.9

Diets of Steller sea lions off the coast of Hokkaido, Japan: An inter-decadal and geographic comparison: Yoko Goto（稚内水試），Akihiko Wada，**Noboru Hoshino（中央水試）**，Takahiro Takashima（水産研究本部），Masaki Mitsuhashi（函館水試），Kaoru Hattori，Orio Yamamura（水産機構北水研）　Marine Ecology，38: e12477，2017.12

石狩湾系ニシン増大の背景　－未成魚保護の重要性－：**星野　昇（中央水試）**　第 3 回北海道水産海洋研究集会，―地域性ニシン資源の造成と管理―，2018.01.18，札幌市

北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響：**坂口健司（中央水試）**，鈴木祐太郎（稚内水試），秦　安史（網走水試），浅見大樹（網走水試），髙嶋孝寛（水産研究本部）　北水試研報，93，51-57，2018.3

マルチプレックス PCR 法による北海道北部に生息するイカナゴ属魚類の種判別簡易化の検討：後藤陽子（稚内水試），甲斐嘉晃（京都大学），堀本高矩（稚内水試），**坂口健司（中央水試）**，美坂　正（稚内水試）　北水試研報，93，81-88，2018.3

冬の水温で春のコウナゴ初漁日を予測：**坂口健司（中央水試）**　試験研究は今，№ 854，2018.3（道総研水産研究本部 HP）

気候変動が水産資源の変動に与える影響を理解する上での問題点と今後の展望：伊藤進一（東大大気海洋研），船本鉄一郎（水研機構北水研），**志田　修（中央水試）**，上村泰洋（水研機構中央水研），高橋素光（水研機構西海水研），白井厚太朗，樋口富彦，小松幸生，横井孝暁，坂本達也，郭晨穎（東大大気海洋研），石村豊穂（茨城高専）　海の研究，

27，59–73，2018.1

（海洋環境グループ）

Length-weight relationships and chemical composition of the dominant mesozooplankton taxa/species in the subarctic Pacific, with special reference to the effect of lipid accumulation in Copepoda:Nakamura A，Matsuno K，Abe Y（北大院水），**Shimada H（中央水試）**，Yamaguchi A（北大院水）　Zoological Studies，56，1–15，2017.5

北海道沿岸における赤潮と貝毒の長期変動（総説）：**嶋田　宏（中央水試）**2017年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会講演要旨集，116，2017.9

Inter-oceanic differences in macrozooplankton biomas and community structure in four regions around Hokkaido Island, Japan : consequences for marine ecosystem structure:Tomiyama K，Matsuno K，Abe Y（北大院水），**Shimada H（中央水試）**，Yamaguchi A（北大院水）　北大水産彙報，67，25–34，2017.9

流れを見る。「道東太平洋沖の流れ場情報」配信中：**佐藤政俊（中央水試）**　試験研究は今，№842，2017.9（道総研水産研究本部HP）

北海道沿岸（太平洋/日本海/オホーツク海沿岸）：**嶋田　宏（中央水試）**　沿岸環境関連学会連絡協議会第34回ジョイントシンポジウム「我が国における沿岸域環境の現状と問題点，および将来展望」要旨集，10，2017.12

Northward expansion of warm-water HAB species *Chattonella marina Cochlodinium polykrikoides and Karenia mikimotoi* into Hokkaido, Japan : **Shimada H（中央水試）**，Sakamoto S（瀬戸内水研），Yamaguchi M（北里大学），Kanamori M，Yoshida H（函館水試），Kakumu A，Imai I（北大院水）10 th EASTHAB Symposium Harmful Algal Blooms in East Asia Program and Abstracts，43，2017.12

プランクトンの姿を自由に眺める：**嶋田　宏（中央水試）**　日本プランクトン学会シンポジウム「プランクトン研究，感性への原点回帰と新たな価値の創出」要旨集，7，2018.3

北海道オホーツク海沿岸における麻痺性貝毒の発生予測に関する生物海洋学的研究（学位論文）：**嶋田　宏（中央水試）**北水試研報，93，1–49，2018.3

2015年夏季北海道函館湾における有害渦鞭毛藻 *Karenia mikimotoi* の初検出および2015–2016年の出現動態：各務彰記，森田航也（北大院水），**嶋田　宏（中央水試）**，山口　篤，今井一郎（北大院水）　日本プランクトン学会報，65，1–11，2018.3

資源増殖部門

（資源増殖グループ）

磯焼けの要因判定に資する規格品を用いた海藻着生基質について：**秋野秀樹，髙谷義幸（中央水試）**　平成29年度日本水産工学会学術講演会要旨集，166–167，2017.5

北海道忍路湾におけるアカバギンナンソウの群落形成に及ぼす環境要因の検討：福田裕毅，**秋野秀樹（中央水試）**　平成29年度水産工学会学術講演会論文集，17–18，2017.5

北海道におけるノリ漁業の変遷について：**秋野秀樹（中央水試）**　海苔と海藻，86，19-23，2017.11

ドローンを用いた広域藻場調査：山田充哉，渡辺一俊，南部亮元（水産機構水工研），**干川　裕，**福田裕毅，**秋野秀樹（中央水試）**，梶原瑠美子（寒地土研），桑原久実・森口朗彦（水産機構水工研）　水産工学，54(2)，121-125，2017.11

北海道東部沿岸に繁茂する雑海藻の有効利用について：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，木村　稔，**中島幹二（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成29年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料，76-77，2017.11

マツカワの卵を消毒して、病気を防ごう！：**伊藤慎悟（中央水試）**　試験研究は今，№850，2018.1（道総研水産研究本部HP）

Ⅱ－２－１）エゾアワビ分布域：**干川　裕（中央水試）**　アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖，山崎　誠・鴨志田正晃編，水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会アワビ研究会，53-55，2018.2

Ⅱ－２－３）河川改修，沿岸開発に伴う生息環境の悪化：**干川　裕（中央水試）**　アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖，山崎　誠・鴨志田正晃編，水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会アワビ研究会，57-58，2018.2

Ⅲ－２－１）エゾアワビ漁場：**干川　裕（中央水試）**　アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖，山崎　誠・鴨志田正晃編，水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会アワビ研究会，68-70，2018.2

Ⅲ－２－１）親貝集団造成：**干川　裕（中央水試）**　アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖，山崎　誠・鴨志田正晃編，水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会アワビ研究会，73-74，2018.2

加工海藻を給餌したウニの生殖巣に生ずる苦味の緩和方法の検討：鵜沼辰哉，鬼塚年弘，伊藤　明，町口裕二（水研セ北水研），菅原　玲，**中島幹二**，高橋和寛**（中央水試）**　平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集，40，2018.3

加工スジメを給餌したキタムラサキウニの無給餌及びハクサイ給餌による食味改善：菅原 玲，武田 忠明，三上加奈子，辻　浩司，高橋和寛，園木詩織，**中島幹二（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集，40，2018.3

加工スジメを与えたキタムラサキウニの生鮮マコンブ給餌による食味改善：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，木村稔，**中島幹二**，園木詩織**（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成30年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3

ラジコンボートを使ったアカバギンナンソウ養殖適地調査：福田裕毅，**秋野秀樹（中央水試）**　平成30年度日本水産学会春季大会，172，2018.3

磯焼けが回復しない！－要因の一つはコンブのタネ不足？－：**髙谷義幸，秋野秀樹（中央水試）**　育てる漁業，№481，3-7，2018.3

マツカワ放流場所の餌料環境を評価するための生化学的指標：**髙谷義幸（中央水試）**，佐藤敦一（さけます・内水試），吉田秀嗣（函館水試），村上　修（栽培水試）　水産技術，10(1)，19-26，2018.3

（水産工学グループ）

北海道忍路湾におけるアカバギンナンソウの群落形成に及ぼす環境要因の検討：**福田裕毅**，秋野秀樹（**中央水試**）　平成 29 年度水産工学会学術講演会論文集，17–18，2017.5（再掲）

外部標識放流・バイオテレメトリー手法でクロソイ未成魚の行動を追跡：**金田友紀（中央水試）**　試験研究は今，№838，2017.7（道総研水産研究本部 HP）

ドローンを用いた広域藻場調査：山田充哉，渡辺一俊，南部亮元（水産機構水工研），干川　裕，**福田裕毅**，秋野秀樹（**中央水試**），梶原瑠美子（寒地土研），桑原久実・森口朗彦（水産機構水工研）　水産工学，54(2)，121–125，2017.11（再掲）

加工海藻を給餌したウニの生殖巣に生ずる苦味の緩和方法の検討：鵜沼辰哉，鬼塚年弘，伊藤　明，町口裕二（水産機構北水研），菅原　玲，中島幹二，**高橋和寛（中央水試）**　平成 29 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，40，2018.3（再掲）

加工スジメを給餌したキタムラサキウニの無給餌及びハクサイ給餌による食味改善：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，辻　浩司，**高橋和寛**，**園木詩織**，中島幹二（**中央水試**），鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 29 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，40，2018.3（再掲）

加工スジメを与えたキタムラサキウニの生鮮マコンブ給餌による食味改善：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，木村　稔，中島幹二，**園木詩織（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3（再掲）

ラジコンボートを使ったアカバギンナンソウ養殖適地調査：**福田裕毅**，秋野秀樹（**中央水試**）　平成 30 年度日本水産学会春季大会，172，2018.3（再掲）

ラジコンボートを使った沿岸域調査：**福田裕毅（中央水試）**　北水試だより，96，6–9，2018.3

加工利用部門

北海道で採捕されるトド肉の原料特性：**成田正直（中央水試）**，小玉裕幸（釧路水試），**武田忠明**，**菅原　玲**，**三上加奈子**，**飯田訓之**，木村　稔（**中央水試**）　日本食品科学工学会第 64 回大会講演集，150，2017.8

オホーツク海に生息するアカボヤのカロテノイド組成：**成田正直（中央水試）**，眞岡孝至（生産開発研），桑原康裕（網走水試），蝦谷幸司（釧路水試）　第 31 回カロテノイド研究談話会講演要旨集，17，2017.9

二枚貝の監視に影響する毒成分の動態：**三上加奈子（中央水試）**，松嶋良次（水産機構中央水研）　水産学シリーズ 187 貝毒，恒星社厚生閣，96–108，2017.9

道産ブリの生鮮流通に向けて：**飯田訓之**，**菅原　玲（中央水試）**　北水試だより，95，17–19，2017.10

道産ブリの鮮度保持マニュアルを作成しました～活け締めで消費拡大を～：**飯田訓之（中央水試）**　試験研究は今，№846，2017.11

アカボヤの一般成分とカロテノイド組成：**成田正直（中央水試）**，眞岡孝至（生産開発研），桑原康裕（網走水試），蝦谷幸司（釧路水試）　平成 29 年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料，34–35，2017.11

北海道東部沿岸に繁茂する雑海藻の有効利用について：**菅原　玲，武田忠明，三上加奈子**，木村　稔，中島幹二（**中央水試**），鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 29 年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料，76–77，2017.11（再掲）

オホーツク海に生息するアカボヤ *Halocynthia aurantium* の一般成分とカロテノイド組成：**成田正直（中央水試）**，眞岡孝至（生産開発研），桑原康裕（網走水試），蝦谷幸司（釧路水試）　日本水産学会誌，83(6)，996–1004，2017.11

早採りマコンブのペースト製法と品質改良について：**武田忠明，三上加奈子，菅原　玲，成田正直，飯田訓之，辻浩司（中央水試）**，小玉裕幸，蛯谷幸司（釧路水試），佐々木茂文，古田智絵，吉川修司（道食加研）　平成 29 年度日本水産学会北海道支部大会講演要旨集，22，2017.12

乾燥温度の異なるソウハチ一夜干し臭気の官能評価：**成田正直，武田忠明（中央水試）**，吉川修司，古田智絵，五十嵐俊成（道食工セ）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，152，2018.3

加工スジメを与えたキタムラサキウニの生鮮マコンブ給餌による食味改善：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，木村　稔，中島幹二，園木詩織（中央水試），鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3（再掲）

加工スジメを給餌したキタムラサキウニの無給餌及びハクサイ給餌による食味改善：**菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，辻　浩司**，高橋和寛，園木詩織，中島幹二（**中央水試**），鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3（再掲）

自動貝むき機で分離したホタテガイ貝柱の特性：**成田正直（中央水試）**，雲津幸治（湧別漁組），宮崎亜希子，佐藤暁之，清水茂雅，蛯谷幸司（網走水試）　水産技術，10(1)，9–17，2018.3

異常に脆弱な物性を呈するボイルナマコの特性Ⅰ－真皮におけるコラーゲン繊維の分布状態－：水田尚志，奥村美穂，細井公富，横山芳博（福井県立大），**成田正直（中央水試）**　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，152，2018.3

異常に脆弱な物性を呈するボイルナマコの特性Ⅱ－真皮構成タンパク質の分析と熱挙動－：水田尚志，入江賢，杉浦綾美，奥村美穂，細井公富，横山芳博（福井県立大），**成田正直（中央水試）**　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，153，2018.3

ウニ餌料用海藻のアミノ酸組成：宮崎亜希子，秋野雅樹，守谷圭介（釧路水試），麻生真悟（網走水試），**菅原　玲（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3

加工海藻を給餌したウニの生殖巣に生ずる苦味の緩和方法の検討：鵜沼辰哉，鬼塚年弘，伊藤明，町口裕二（水産機構北水研），**菅原　玲**，中島幹二，高橋和寛（**中央水試**）　平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3（再掲）

道産ブリの鮮度保持マニュアルを作成しました　～活け締めで消費拡大を～：**飯田訓之（中央水試）**　試験研究は今，

№846，2017.11（道総研水産研究本部 HP）

水産研究本部（中央水試）

Estimation of heritability of vertebral number in chum salmon *Oncorhynchus keta*：**Ando D（水産研究本部）**，Murooka M，Shimoda K，Hayano H，Miyakoshi Y，Sasaki Y（さけます内水試），Nakajima M（東北大院農） Fisheries Science，83，413–423，2017.5

道西日本海におけるホッケ *Pleurogrammus azonus* 雌の成熟過程と成熟特性（平成 28 年度日本水産学会論文賞受賞論文紹介）：**髙嶋孝寛（水産研究本部）** 日本水産学会誌，83，549， 2017.7

北海道で採捕されるトド肉の原料特性：成田正直（中央水試），小玉裕幸（釧路水試），武田忠明，菅原　玲，三上加奈子，飯田訓之，**木村　稔（中央水試）**，日本食品科学工学会第 64 回大会講演集，150，2017.8（再掲）

北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響：坂口健司（中央水試），鈴木祐太郎（稚内水試），秦　安史，浅見大樹（網走水試），**髙嶋孝寛（水産研究本部）** 北水試研報，93，51–57，2017.9（再掲）

北海道東部沿岸に繁茂する雑海藻の有効利用について：菅原玲，武田忠明，三上加奈子，**木村　稔**，中島幹二**（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研） 平成 29 年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料，76–77，2017.11（再掲）

Diets of Steller sea lions off the coast of Hokkaido, Japan: An inter-decadal and geographic comparison: Yoko Goto（稚内水試），Akihiko Wada，Noboru Hoshino（中央水試），**Takahiro Takashima（水産研究本部）**，Masaki Mitsuhashi（函館水試），Kaoru Hattori，Orio Yamamura（水産機構北水研） Marine Ecology，38: e12477，2017.12（再掲）

加工スジメを与えたキタムラサキウニの生鮮マコンブ給餌による食味改善：菅原　玲，武田忠明，三上加奈子，**木村　稔**，中島幹二，園木詩織**（中央水試）**，鵜沼辰哉（水産機構北水研） 平成 30 年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169，2018.3（再掲）

北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響：坂口健司（中央水試），鈴木祐太郎（稚内水試），秦　安史（網走水試），浅見大樹（網走水試），**髙嶋孝寛（水産研究本部）** 北水試研報，93，51–57，2018.3（再掲）

平成 29 年度
道総研中央水産試験場事業報告書
平成 30 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　岩橋印刷株式会社

©2018 Fisheries Research Department
Printed in Japan

Correct citation for this publication:

Annual Report of 2017 Fiscal Year.
Central Fisheries Research Institute,
Fisheries Research Department, Hokkaido Research Organization,
Yoichi, Hokkaido, Japan 2018, 217 p.（In Japanese）