道総研

平成22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22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（経常研究費）
1．1　資源生態研究
1．1．1　ソウハチ……5
1．1．2　マガレイ……10
1．1．3　マダラ……14
1．1．4　ヒラメ……18
1．1．5　スケトウダラ……21
1．1．6　ホッケ……31
1．1．7　スルメイカ……35
1．2　北海道資源評価
1．2．1　ニシン……38
1．2．2　ハタハタ……40
1．2．3　イカナゴ……43
1．2．4　タコ類……45
1．2．5　ベニズワイガニ……47
1．2．6　エビ類……49
1．2．7　シャコ……55
1．2．8　シラウオ……58
2．海洋環境調査研究（経常研究費）
2．1　定期海洋観測……60
2．1．1　北海道周辺海域の海況に関する調査……62
2．1．2　化学環境調査……66
2．1．3　低次生産環境に関する調査……68
2．2　沿岸環境モニタリング……71
2．3　定期海洋観測以外の物理環境調査　檜山沖海流調査……74

２．４　武蔵堆周辺の流域・水質観測、低次生態系の動態把握及びモデル化に関する研究……77
３．沿岸環境調査（経常研究費）…… 79
４．漁況・海況予報調査（経常研究費）…… 81
５．ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究費）
５．１　貝毒プランクトンモニタリング調査……82
６．水産国際共同調査（経常研究費）
６．１　北海道とサハリンのコンブ漁場の環境に関する比較調査……85
７．藻場再生に関する調査研究（経常研究費）
７．１　磯焼け対策総合推進事業
７．１．１　栄養塩添加による藻場再生実証調査……89
８．資源管理手法開発試験調査（道受託研究費）
８．１　ハタハタ……97
８．２　ホッケ……99
９．胆振沿岸サケ稚魚モニタリング調査（一般共同研究費）……101
10. 漁家経営安定を推進するえびかご漁業用ロングライフ人工蝟集餌料製造システムの開発
（実用化試験）（公募型研究費）…… 105
11. マリンブロードバンドを活用したICT漁業の実現とリアルタイム水産資源評価に関する研究開発
（公募型研究費）…… 109
12. 資源評価調査（受託研究費）……112
12. １　マダラ…… 113
12. ２　スケトウダラ新規加入量調査…… 115
13. 日本海周辺国際魚類資源調査委託事業（受託研究費）
13. １　日本海周辺クロマグロ調査事業…… 118
14. 資源動向要因分析調査（スケトウダラ日本海北部）（受託研究費）……119
15. 有害生物被害軽減実証委託事業（トド出現実態・生態把握調査）（受託研究費）……120
16. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査（受託研究費）……121
17. 有害生物出現調査並びに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）（受託研究費）…… 128
18. 日本海ホタテガイ採苗不振対策研究（受託研究費）……129

Ⅱ　資源増殖部所管事業

１．漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）
１．１　岩礁域の増殖に関する研究…… 135
２．日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究費）……138
３．栽培漁業技術開発調査（経常研究費）
３．１　ヒラメ放流基礎調査…… 142
３．１．１　ヒラメウイルス性神経壊死症対策…… 148
３．２　マツカワ放流事業
３．２．１　マツカワウイルス性神経壊死症対策…… 149
３．３　養殖技術開発推進事業（マツカワ蓄養試験）……150
４．水産基盤整備調査（道受託研究費）
４．１　単位魚礁に対する蝟集量及び漁獲推定に関する試験調査…… 155
４．２　ウニ類増殖場における餌料収支モデルの開発
４．２．１　寿都地区…… 158

４．２．２　長万部地区…… 162
４．３　ホッキガイの濾水活動による水質浄化効果の評価に関する調査（道受託研究費）……166
５．魚類防疫対策調査検査業務（道受託研究費）
５．１　海産魚介類の魚病診断及び防疫対策事業…… 170
６．魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発
（低温環境馴致によるウニ出荷時期調整技術の開発）（公募型研究費）…… 171
７．漁家経営安定を推進するえびかご漁業用ロングライフ人工蝟集餌料製造システムの開発
（公募型研究費）
７．１　蝟集効果の検討…… 175
８．再生産力の向上を目的としたアワビ類の資源管理・増殖技術の開発（公募型研究費）……178
９．漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発（受託研究費）……183
10．湾・内海スケールでのアサリ稚貝の自給と干潟ゾーニングによる生産増大システムの開発
（受託研究費）…… 188

Ⅲ　加工利用部所管事業

１．北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進
（道産魚貝類の高付加価値化技術の開発）（戦略研究費）…… 190
２．環境ストレスがホタテガイの活力に与える影響の解明（職員研究奨励費）……191
３．チヂミコンブ養殖技術開発試験（重点研究費）……192
４．食用としての利用の少ない地域水産資源のすり身化技術開発（重点研究費）……196
５．ホッコクアカエビの高付加価値化技術開発試験（経常研究費）……201
６．水産物流通安全対策に関する試験研究（経常研究費）
６．１　ホタテガイの部位別毒性値検査…… 207
７．貝毒プランクトンによるホタテガイ毒化実態モニタリング試験（受託研究費）……211
８．水産バイオマスの資源化技術開発事業（原料前処理技術開発）（受託研究費）……213
９．依頼試験（技術支援費）……214

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（経常研究費））…… 215
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…… 219
２．２　　一般指導
２．２．１　資源管理部…… 221
２．２．２　資源増殖部…… 223
３．試験研究成果普及・広報活動…… 224
４．研修・視察来場者の記録…… 224
５．所属研究員の発表論文等一覧…… 225

中央水産試験場概要

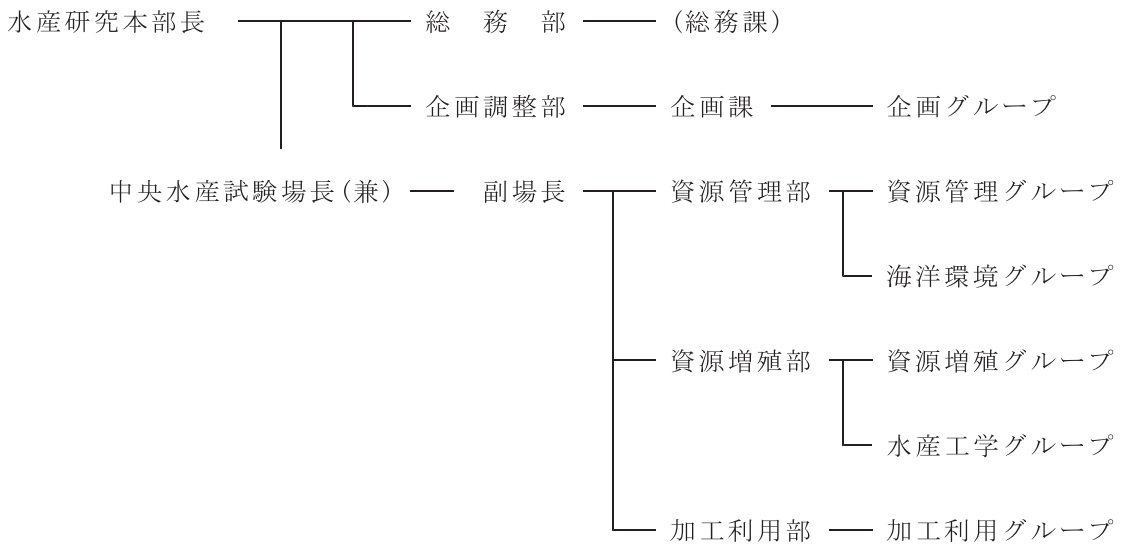
1．所在地

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23年３月31日現在）



4．職員配置

部別 / 職種別		水産研究本部		資源管理部		資源増殖部		加工利用部	計
		総務部	企画調整部	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	4							4
	技術吏員	場長1 1	1						3
研究職員		副場長1	5	部長1 9	研究参事1 6	部長1 8	4	部長1 7	44
合計		7	6	10	7	9	4	8	51

（平成23年３月31日現在）

5．経費

（平成23年３月31日現在）

区分	金額	備考
人件費	千円 398,255	
管理費	千円 91,086	
業務費	千円 75,117	研究費，研究用施設・機械等を含む
合計	千円 564,458	

6．職員名簿

平成23年３月31日現在

水産研究本部

本　部　長　吉川正基

総務部

部　長　中島和彦
総務課長(兼)　中島和彦
主　査(総務)　野田勝彦
主　査(調整)　阿部浩一
主　任　畑谷衣里
主　任　岡　泰子

企画調整部

部　長　野俣　洋
企画課長　夏目雅史

企画グループ

主査(研究企画)　奥村裕弥
主査(内水面企画)　三坂尚行
主　査(連携)　古明地恵一
研究職員　福田裕毅

中央水産試験場

場　長(兼)　吉川正基
副場長　西内修一
研究参事　田中伊織

資源管理部

部　長　髙柳志朗

資源管理グループ

研究主幹　志田　修
主査(資源管理)　星野　昇
主査(資源予測)　山口幹人
主査(管理技術)　三原行雄
研究主査　山口宏史
研究職員　髙嶋孝寛
研究職員　佐藤　充
研究職員　山口浩志
研究職員　丸山秀佳

海洋環境グループ

研究主幹	浅見大樹
主査(海洋環境)	西田芳則
主査(環境生物)	嶋田宏
研究職員	澤田真由美
研究職員	品田晃良
研究職員	栗林貴範

資源増殖部

部長	蔵田護

資源増殖グループ

研究主幹	中島幹二
主任研究員	高橋和寛
主査(栽培技術)	石野健吾
主査(資源増殖)	瀧谷明朗
主査(魚類養殖)(兼)	中島幹二
主査(魚病防疫)	三浦宏紀
研究職員	秋野秀樹
研究職員	西原豊
研究職員	伊藤義三

水産工学グループ

研究主幹	干川裕
主査(施設工学)	櫻井泉
主査(生態工学)	金田友紀
研究職員	秦安史

加工利用部

部長	今村琢磨

加工利用グループ

研究主幹	蛯谷幸司
主査(加工開発)	菅原玲
主査(利用技術)(兼)	蛯谷幸司
主査(品質保全)	武田忠明
研究職員	小玉裕幸
研究職員	三上加奈子
研究職員	臼杵睦夫
研究職員	金子博実

Ⅰ　資源管理部所管事業

1．漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）

1．1　資源生態研究

1．1．1　ソウハチ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**高嶋孝寛　星野　昇**

(1) 目的

ソウハチ資源の持続的利用を目的として，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のモニタリングを行った。

(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水試集計速報値，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，2010年の漁獲量は速報値である。

イ　漁獲物調査

2010年５月の古宇郡漁協本所（旧・泊村漁協），および6，7月の余市郡漁協において刺し網漁業により，2010年4，10月に小樽機船漁協において沖合底びき網漁業により，それぞれ水揚げされた漁獲物を標本採集し，生物測定を行った。測定方法は「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８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　調査船調査（未成魚分布調査）

2010年５月に試験調査船北洋丸を用いて，石狩湾の水深20～80mの海域（図１）でそりネット（桁幅２m，高さ１m，網長さ８m，コッドエンド網目幅５mm）による未成魚採集調査を行った。調査はすべて日中に行い，ネットモニターにより着底と離底を判断して，その位置から曳網距離を求め，採集個体数をCPUE（単位曳網距離あたりの採集個体数）で表した。年齢は耳石の輪紋数から査定した。

エ　資源評価

北海道におけるソウハチは主に２つの系群に分けられる。ひとつは日本海からオホーツク海に分布する群，もうひとつは内浦湾（噴火湾）から太平洋にかけて分布する群である。ここでは上記のア～ウの結果を用いて，日本海からオホーツク海に分布する系群について資源解析と評価を行った。

オ　普及・広報

エの結果は，水産試験場ホームページ，（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/）にて公表されたほか，2010年度北海道資源管理マニュアル[1]の資料として活用された。

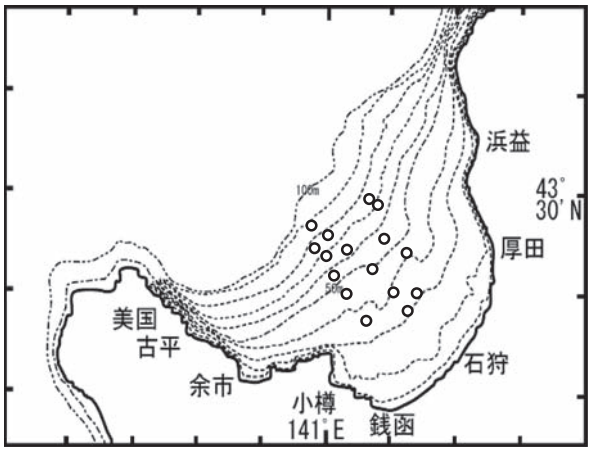


図1　そりネットによる未成魚分布調査の調査点

(3) 得られた結果

ア　漁獲統計調査

本系群は桧山振興局管内からオホーツク総合振興局管内にかけての沿岸海域に分布する。主な漁業は刺し網類（漁獲量の36％）と沖合底びき網（同55％）である（図２）。この海域のソウハチの漁獲量（年集計：１月１日～12月31日）は，1985年以降2009年まで2,000トン以上で推移していた（表1，図３）。しかし，2010年の漁獲量は前年より381トン減少し1985年以降最低の1,619トンであった。

1985年以降の石狩・後志管内におけるソウハチの漁獲量は，1,171トン（1996年）～2,119トン（1993年）の範囲で推移している（表2，図３）。2010年の漁獲量は前年より194トン減少して1,190トンで

あった。

イ　漁獲物調査

全長組成および年齢組成を図４に示す。刺し網漁業の漁獲物の全長組成をみると，古宇郡漁協では240～260mmに，余市郡漁協の６月の標本では220～240mmに，7月の標本では260～280mmに，それぞれモードが見られた。年齢組成のモードは，両漁協において４歳にみられた。沖合底びき網の漁獲物における全長組成のモードは，4月，10月とも260～280mmにみられ，年齢組成のモードは４月では４歳，10月では５歳にみられた。なお，本資源においては，未成魚保護の（体長15cm又は全長18cm未満；1995年３月20日締結）が取り組まれている。

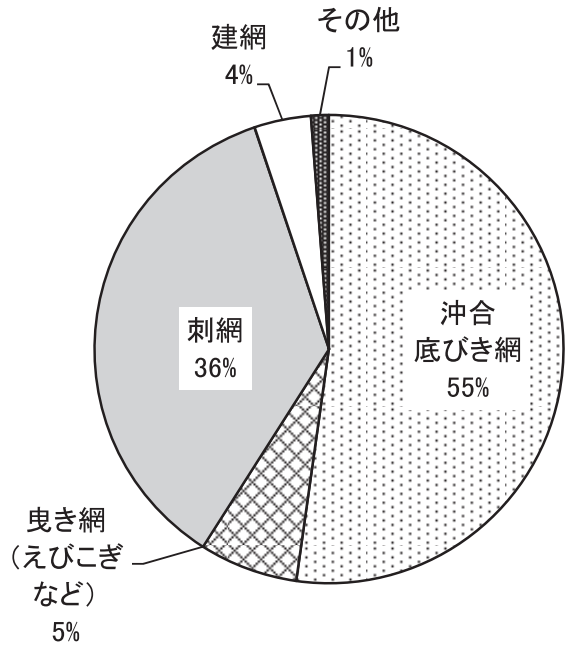


図2　ソウハチの漁業種別漁獲量の割合（日本海～オホーツク海の2006～2010年の平均）

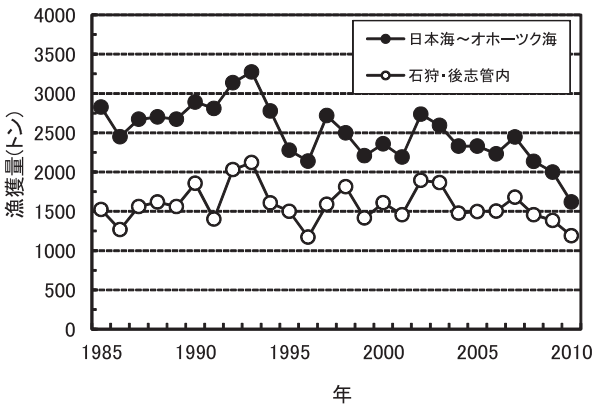


図3　日本海およびオホーツク海におけるソウハチの漁獲量の推移

ウ　調査船調査（未成魚分布調査）

2005年以降の調査で得られた年齢別水深別の採集量を調査月別に図５に示す（加齢の基準日は８月１日とした）。2005～2007年では１歳魚の分布中心が深くなったものの（水深70m台），それ以外の年では0，1歳魚とも比較的浅い水深帯（30，40m台）に分布の中心があった。2010年は0，1歳魚において水深30m台でもっとも密度が高かったが，２歳魚では60m台の密度が高かった。

調査結果を用いて推定した石狩湾における年級群ごとの現存量を図６に示した。ここで現存量は表３に示すように石狩湾の水深20～110mの範囲を水深10m間隔で層化し，その層の面積で各層のCPUEを重み付けた値（百万尾）とした。この方

表1　日本海および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	沖合底びき網漁業	計
1981		2,317	
1982		1,655	
1983		1,472	
1984		1,493	
1985	1,387	1,439	2,825
1986	1,390	1,060	2,450
1987	1,267	1,404	2,672
1988	1,597	1,104	2,701
1989	1,541	1,132	2,672
1990	1,474	1,417	2,891
1991	1,491	1,318	2,809
1992	1,828	1,308	3,136
1993	1,703	1,570	3,273
1994	1,031	1,744	2,776
1995	1,229	1,049	2,278
1996	1,146	994	2,139
1997	1,167	1,551	2,717
1998	1,151	1,346	2,497
1999	947	1,260	2,207
2000	1,070	1,290	2,359
2001	1,031	1,159	2,190
2002	1,355	1,380	2,735
2003	1,388	1,205	2,593
2004	1,117	1,212	2,329
2005	1,009	1,321	2,330
2006	982	1,249	2,231
2007	1,049	1,397	2,446
2008	1,192	945	2,137
2009	958	1,042	2,000
2010	804	815	1,619

沿岸漁業：桧山振興局からオホーツク総合振興局
沖合底びき網漁業：中海区のオコック沿岸，北海道日本海
集計：年（1月1日～12月31日）
2010年は速報値

表2　石狩，後志管内の各地区におけるソウハチの漁獲量

単位:トン

年/地区	浜益	厚田	石狩	小樽（市）	小樽（機船）	余市	古平	美国	積丹	神恵内	盃	泊	岩内	寿都	島牧	計
1985	0	0	0	200	633	169	41	40	3	8	59	115	216	18	19	1,522
1986	2	0	1	92	397	172	84	67	2	14	41	157	193	14	32	1,267
1987	0	0	1	83	804	135	64	68	3	19	38	150	120	26	49	1,561
1988	1	0	4	107	645	204	124	48	9	24	35	179	139	45	53	1,617
1989	1	0	1	94	534	191	129	38	46	36	49	202	96	53	92	1,561
1990	1	0	0	108	848	166	124	34	54	38	41	137	126	73	106	1,856
1991	1	0	0	55	440	122	173	56	56	23	28	127	84	104	132	1,402
1992	1	0	1	109	710	177	233	106	47	21	38	219	137	108	124	2,030
1993	2	0	1	109	867	264	251	99	39	14	39	147	102	73	113	2,119
1994	0	0	0	67	875	74	126	33	38	17	30	67	82	77	120	1,607
1995	0	0	1	86	559	165	143	44	46	19	46	58	93	107	134	1,500
1996	0	0	1	49	479	109	109	36	23	9	38	50	77	66	126	1,171
1997	0	0	0	75	904	125	128	37	16	13	48	67	73	38	65	1,588
1998	0	0	0	78	921	168	197	46	21	6	58	91	85	55	89	1,814
1999	0	0	1	84	688	71	186	45	19	6	38	73	85	41	77	1,414
2000	0	1	1	83	851	95	228	76	8	3	34	73	80	38	39	1,609
2001	1	1	1	76	875	75	152	61	10	8	40	50	67	15	25	1,456
2002	1	1	0	110	861	146	256	98	33	9	54	131	52	16	125	1,893
2003	11	0	1	104	864	134	245	81	39	19	48	126	98	11	85	1,866
2004	3	0	0	149	613	69	235	77	31	32	34	80	79	17	56	1,476
2005	1	1	0	106	732	69	162	110	44	17	34	72	84	11	54	1,497
2006	0	1	2	68	804	80	115	114	35	27	31	72	78	15	62	1,503
2007	1	0	0	93	893	62	161	78	30	73	38	94	81	28	47	1,681
2008	0	0	1	121	548	63	126	72	33	103	57	118	109	37	70	1,457
2009	1	1	1	140	698	31	158	43	22	32	29	72	85	26	45	1,384
2010	2	1	1	104	514	83	106	48	22	64	24	76	91	20	35	1,190

※沖合底びき網の漁獲量は，石狩湾以外の海域での漁獲も含む
集計：年（1月1日～12月31日）
2010年は暫定値

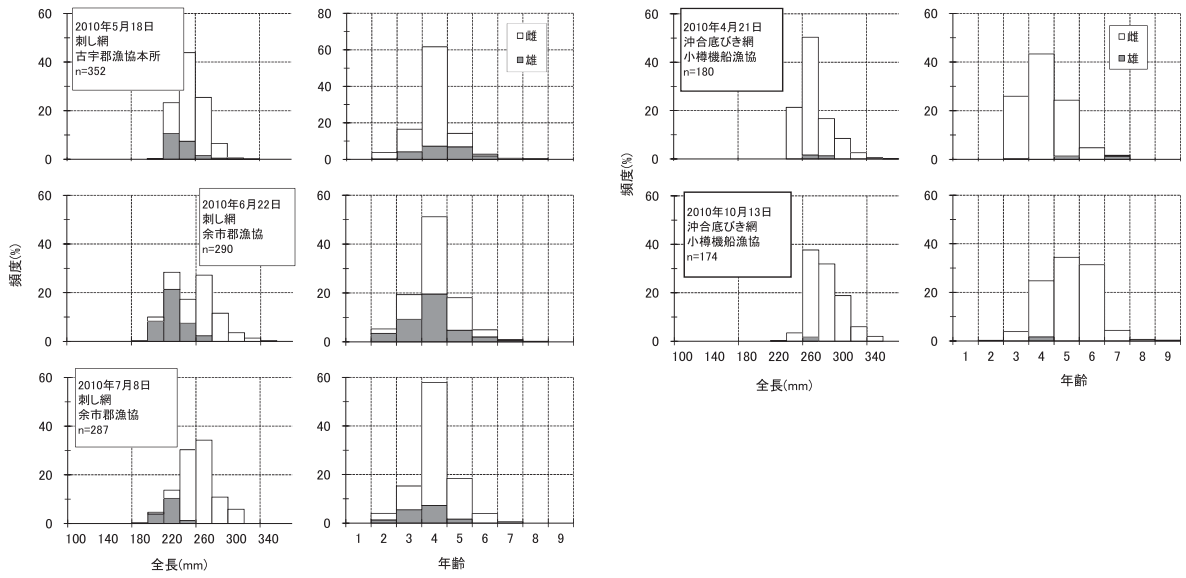


図4　各漁業種で水揚げされたソウハチの全長と年齢組成（加齢の基準日8月1日）

法は面積密度法であり，採集効率を1.0，その層には対象魚が均一密度で分布することを仮定した。1歳は2000年級群が最も豊度が高く，2006年級群の豊度が最も低かった。2008年級群は2007年級群と同様に，2003，2004年級群並みの豊度と推察される（図6）。

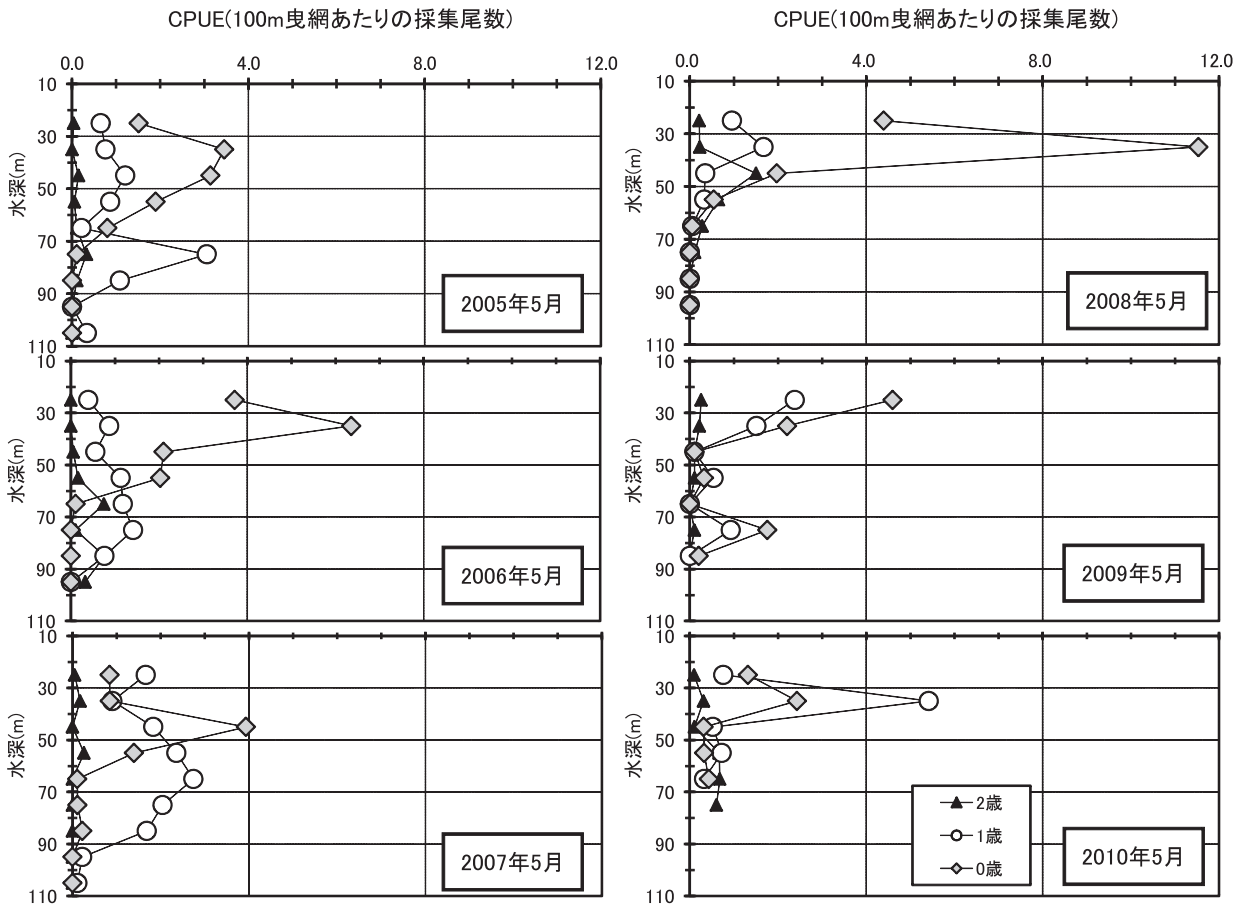


図5　そりネットによるソウハチ未成魚の水深・年齢別の採集尾数

エ　資源評価

資源解析のために，漁期年を８月１日から翌年７月31までとして漁獲量を再集計した（2009年度は2009年８月～2010年７月，図７）。さらにVPA（Popeの近似式を利用，自然死亡係数M＝0.25）を用いて資源解析を行った（図８）。なお，資源管理協定による全長制限や単価の低い小型魚の水揚げを避けることにより，雄は雌に比べて極端に漁獲されにくくなっている。この影響により，漁業情報による資源解析ではソウハチ雄の生物量を表現できなくなったと判断されたため，2008年度（漁期年）から雌のみを資源解析の対象としている。2008，2009年度の２歳の資源尾数を１歳時現存量と２歳資源尾数の関係式（図９）から推定し，2009年度の３歳の資源尾数を2008年度の２歳資源尾数から漁獲死亡と自然死亡を差し引いて求めた。

年度集計の漁獲量（雌雄込み）は1985年度以降2007年度まで，1992年の3,361トンを除き，ほぼ2千～３千トンの範囲で安定し推移していたが，2008年度に急減して1,735トンとなった。2009年度は前年度と同程度の1,826トンの漁獲だった。

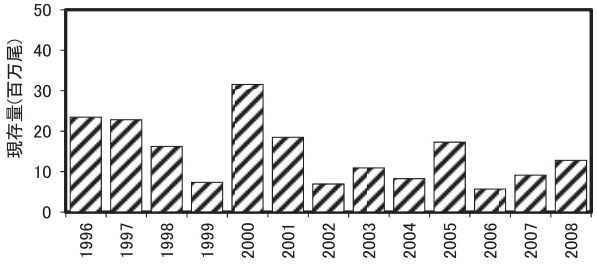


図6　年級群別の1歳時現存量

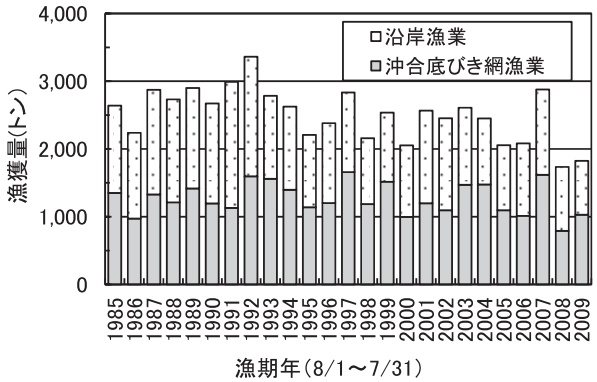


図7　漁期年集計によるソウハチ漁獲量の推移（日本海～オホーツク海）

雌の漁獲尾数は，1990年代後半以降，3歳以上の割合が増加した(図８上段)。これは前述した資源管理協定の取り組みにより，漁獲対象魚が３歳以上に変化したためと考えられる。

雌の資源尾数および重量は，1995年度以降は増加傾向を示し，尾数では2003年度に，重量では2004年度に最高値を記録した（図８中段，下段)。2009年度は主に３歳魚が減少したことにより，資源尾数，重量とも前年より減少した。

前進計算により推定した2010年度における全年齢合計の資源尾数ならびに資源重量は，2009年度と大きな差がなく，横ばいで推移するものと推察される（図８中段，下段)。

(4) 文献

1) 北海道水産林務部水産局漁業管理課：ソウハチ　日本海～オホーツク海海域．2010年度北海道水産資源管理マニュアル，北海道，19p（2011）

表3　調査海域（石狩湾）における水深範囲ごと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)	曳網点数
20-30	391	3
30-40	346	3
40-50	291	3
50-60	241	3
60-70	203	3
70-80	236	1
計20-80	1,708	16

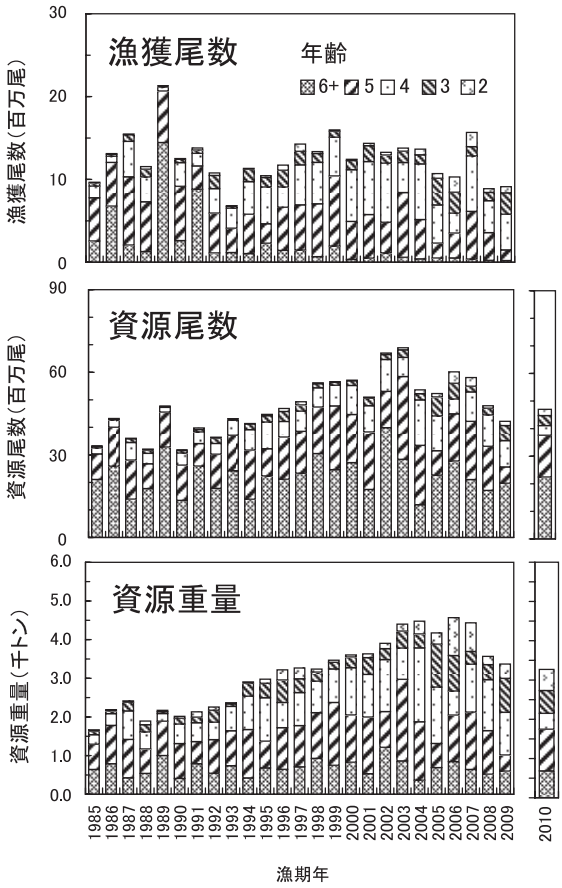


図8　ソウハチ雌の年齢別漁獲尾数とVPAにより推定された資源尾数および資源重量（日本海～オホーツク海）

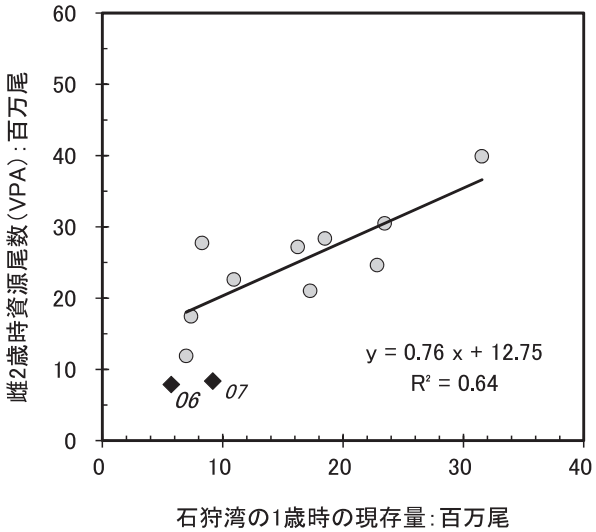


図9　1歳時現存量と単純なVPAによる雌2歳資源尾数との関係
（回帰式は1996～2005年級群から求めた。図中の数字は年級群を示す）

１．１．２　マガレイ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口浩志　星野　昇**

(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のモニタリングを行った。

(2) 経過の概要

ア　漁獲統計調査

漁獲量を北海道水産現勢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，2010年については各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水試が集計した暫定値である。

イ　漁獲物調査

2010年４月に余市郡漁協においてかれい刺し網漁業および2011年３月に小樽機船漁協において沖合底びき網漁業により水揚げされた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

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	
1981								976	742	1,718	
1982								785	963	1,749	
1983								483	442	924	
1984								333	501	834	
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	375	656	67	163	29	1,701	108	183	291	1,992

集計：年（1月1日～12月31日）
2010年は暫定値

表2　石狩・後志振興局管内におけ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 浜益	石狩湾 本所	石狩湾 石狩	小樽市	余市	東しゃこたん 本所	東しゃこたん 美国	東しゃこたん 積丹	古宇郡 神恵内	古宇郡 泊	古宇郡 本所	岩内郡	寿都町	島牧	計
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	8	14	46	83	52	15	10	1	7	2	2	5	8	7	259

集計:年（1月1日～12月31日）
2010年は暫定値

表3　2010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	3	4	0	0	0	0	0	0	0	8	2.9
	本所	0	0	0	3	5	0	1	4	0	0	0	0	14	5.3
	石狩	0	0	1	18	25	1	0	0	0	0	0	0	46	17.6
小樽市		0	0	6	49	25	2	0	0	0	0	0	0	83	31.9
余市郡		0	0	9	38	4	0	0	0	0	0	0	0	52	20.2
東しゃこたん	本所	0	0	1	3	1	1	0	0	6	3	0	0	15	5.9
	美国	0	0	1	2	1	1	0	0	5	1	0	0	10	3.9
	積丹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
古宇郡	神恵内	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	7	2.6
	泊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7
	本所	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.8
岩内郡		0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	5	2.0
寿都町		0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	8	3.1
島牧		0	0	1	2	0	0	0	1	0	1	1	0	7	2.8
	計	0	1	22	126	72	7	3	5	11	6	2	2	259	
	割合(%)	0.2	0.6	8.6	48.7	27.9	2.5	1.3	2.1	4.4	2.1	0.8	0.8		

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　調査船調査（未成魚分布調査）

1．1．1ソウハチの未成魚分布調査と兼ねて，マガレイの未成魚を採集した。調査方法はソウハチの未成魚分布調査に記載したとおりである。

エ　資源評価

上記のア～ウの結果をまとめて，マガレイの資源状態を考察した。

(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，1,637～4,101トンの範囲で推移し，2010年は前年より331トン減少し

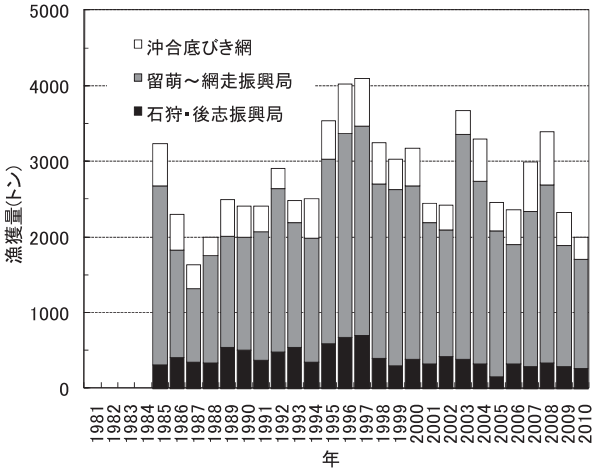


図1　日本海～オホーツク海におけるマガレイの漁獲量の推移

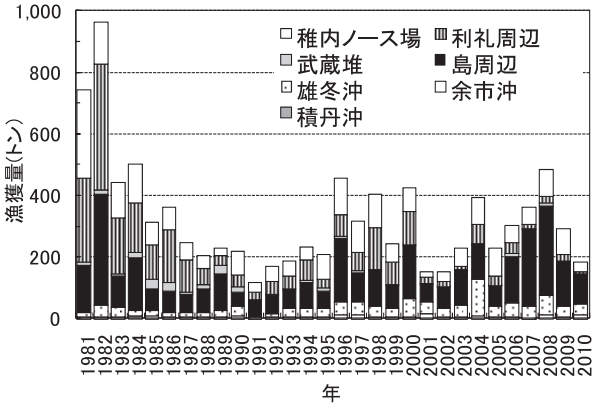


図2　沖合底びきによる日本海におけるマガレイの小海区別漁獲量

1,992トンとなった（表1，図１）。

石狩・後志振興局管内での沿岸漁業による漁獲量は157～701トンの範囲で推移し，2010年は前年より20トン減少して259トンとなった。(表2, 図１)。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群漁協，石狩湾漁協石狩支所での漁獲量が多く4，5月に集中している（表2，3)。

沖底海区大海区日本海における沖合底びき網漁業による漁獲量は，1981年以降115～963トンの範囲で推移し，2010年は前年より138トン減少し291トンとなった（表１)。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，近年は73%（2006～2010年の平均値）を占めている（図２)。

イ　漁獲物調査

生物測定調査で得られた2007～2010年の全長組成および年齢組成を図３に示す。沿岸漁業では全

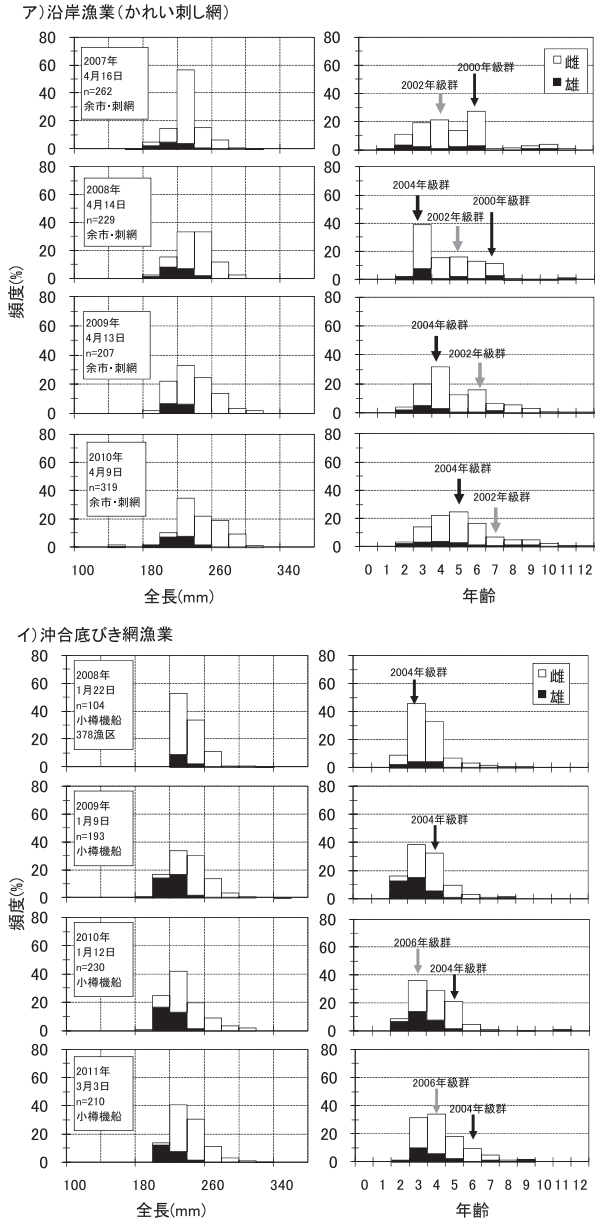


図3　余市郡漁協（かれい刺し網）および小樽機船漁協（沖合底びき網）に水揚げされたマガレイの全長と年齢組成（加齢の基準日7月1日）

長180mm以上を水揚げしており，2010年の全長組成のモードは220～240mmであった。年齢組成からみて2002年級群と2004年級群の頻度がこれまで高かったが，2010年には引き続き５歳となる2004年級群の頻度が最も高くなった。沖合底びき網漁業では全長200mm以上を水揚げしており，モードは220～240mmで，年齢組成は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15cm又は全長

18cm未満）が取り組まれている。

ウ　調査船調査（未成魚分布調査）

５月の調査で得られた各年級群の現存量を図４にまとめた。ここで現存量の算出方法はソウハチの未成魚分布調査に記載したとおりである。５月の調査における１歳魚の現存量を比較すると，1996，2000，2002年級群が高く，これらの年級群は漁業で多く漁獲された。最近では，2005年級群の推定現存量が高かったが，漁獲物には多く含まれていなかった。

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日まで，集計範囲を石狩湾（石狩湾漁協浜益支所～東しゃこたん漁協積丹支所）として漁獲量を集計した。漁獲量は1993～1996年度にかけて増加したが，1997年以降は400トン以下になり，2004年度に過去最低の140トンとなった。その後は200～300トンの間で推移している。1989年度以降の生物測定調査により得られた石狩湾における年齢別漁獲尾数を図５に示す。漁獲量が増加した1993～1996年度にかけての年齢別漁獲尾数をみると，1990，1991年級群が４～６歳として多く漁獲されており，漁獲量の増加は豊度の高い年級の加入によると考えられる。しかし，1997年度以降ではこのように非常に豊度の高い加入は見られていない。石狩湾における未成魚分布調査では，2005年級群が１歳時に多く認められ豊度が高いと期待されたが，2010年までの漁獲物には多く含まれていなかった（図４）。今後，2005年級の漁獲動向に注目する必要がある。近年は非常に高い豊度の加入は認められないものの，未成魚分布調査によると著しく加入の悪い年級は認められていない。したがって，今後も300トン前後の漁獲量水準で資源は推移するものと考えられる。

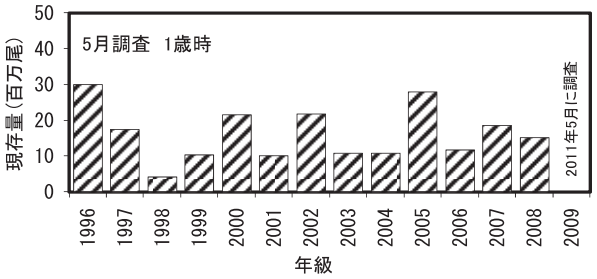


図4　カレイ類未成魚分布調査から推定された1歳マガレイの現存量

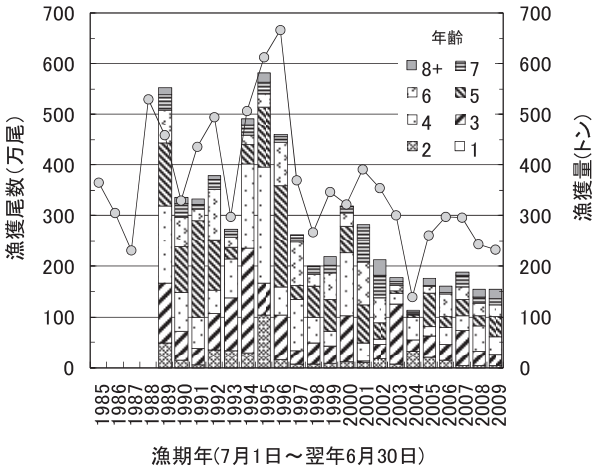


図5　マガレイの年齢別漁獲尾数と漁獲量の推移（石狩湾漁協浜益支所～東しゃこたん漁協積丹支所）

１．１．３　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

北海道におけるマダラの漁獲量は２万トン前後の水準で推移しており，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となっている。北海道におけるマダラ資源の合理的利用を図るため，主要な海域，漁業の漁獲動向や漁獲物の特徴等を把握することで，資源生態的特徴に関する情報を得ることを目的としている。

(2) 経過の概要

ア　全道の漁獲動向

全道の漁獲量を振興局別あるいは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（北海道資料）を，沖合底びき網漁業には，北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計を用いた。なお，沿岸漁業の漁獲統計値には,「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ている。2010年については水試集計速報値に基づく暫定値である。

イ　各海域の漁獲動向

日本海，えりも以西太平洋，えりも以東太平洋，オホーツク海の４海域について，漁獲動向の詳細を把握した。日本海は，稚内市～檜山振興局（八雲町熊石地区を含む）の沿岸漁業および中海区「日本海」の沖底漁業，えりも以西太平洋は渡島～日高振興局の沿岸漁業および中海区「えりも以西」の沖底漁業，えりも以東太平洋は十勝，釧路総合振興局の沿岸漁業および中海区「道東」の沖底漁業，オホーツク海は斜里町～猿払村の沿岸漁業および中海区「オコック沿岸」の沖底漁業を，それぞれの海域の集計対象とした。また，主漁期・主産地における漁獲物標本や調査船調査による採集標本の年齢組成を把握した。なお，その一部には資源評価委託事業に係る調査で得られた標本を含んでいる（本誌の当該事業の頁を参考）。

ウ　主な研究成果

漁獲量の減少傾向が続く日本海の資源について，漁獲物の年別・年齢別尾数を推定し，VPA解析により資源変動の特徴を把握した。解析方法の詳細は星野（2010）を参照。

エ　事業成果の活用

得られた事業成果を，資源評価や関係漁業者への情報提供，研究発表などに活用した。

(3) 得られた結果

ア 全道の漁獲動向（表1，図1）

全道の漁獲量のうち，根室振興局管内における沿岸漁業の占める割合が大きい。根室振興局管内の漁獲量が多かった1990年代半ばには４万トンを超える高い水準で推移していたが，その後の漁獲減により全道の漁獲量も大きく減少して，近年は２万トン程度で推移している。根室振興局管内以外の漁獲量は，1990年代までは１万５千トン以上で推移していたが，2001～2002年にかけて大きく減少した。それ以降は主として太平洋海域の増加傾向を反映して漸増傾向にある。

イ 各海域の漁獲動向

（ア）日本海

日本海海域における沿岸漁業および沖底漁業の漁獲量推移を図２に示す。1990年代半ばには沿岸漁業で４千トン，沖底漁業で６千トンを超える水準で推移していたが，1990年代後半にいずれも大きく減少した。2003～2005年にかけてさらに大幅な減少があり，その後は現在に至るまで過去最低水準で推移している。沿岸漁業は刺し網漁業，沖底漁業はかけまわし漁法による漁獲が多くを占めており，1990年代後半からは沿岸漁業の漁獲量が沖底漁業を上回っている。資源量水準を指標する値として沖底漁業（かけまわし）の一曳網あたり漁獲量（CPUE）の年変化を図３に示す。漁獲量の動向と同様に1990年代は減少傾向で推移し，さらに2005年に大きく減少して以降は低位で推移している。

（イ）えりも以西太平洋

えりも以西太平洋海域における沿岸漁業および沖底漁業の漁獲量推移を図４に示す。沿岸漁業は刺し網漁業とはえなわ漁業が多くを占め，沖底漁業はかけまわし漁法のみである。双方の漁獲量は

同様のトレンドを持って推移しており，1980年代後半と2000年前後が漁獲量の多い年代となっており，2003年以降は増加傾向で推移している。CPUEも2003年以降は顕著な増加傾向を示している（図５）ことから近年は資源量の増加が安定して続いていると考えられる。

（ウ）えりも以東太平洋

えりも以東太平洋海域における沿岸漁業および沖底漁業の漁獲量推移を図６に示す。沿岸漁業の大半は刺し網漁業，沖底漁業は70～80％がかけまわし漁法によるものである。えりも以西太平洋海域の動向と同様に，1980年代後半と2000年前後に漁獲量が多くなっており，2003年以降は沿岸，沖底とも増加傾向が続いている。CPUEもえりも以西海域と同様に2003年以降は顕著な増加傾向を示している（図７）ことから近年は資源量の増加が続いていると考えられる。

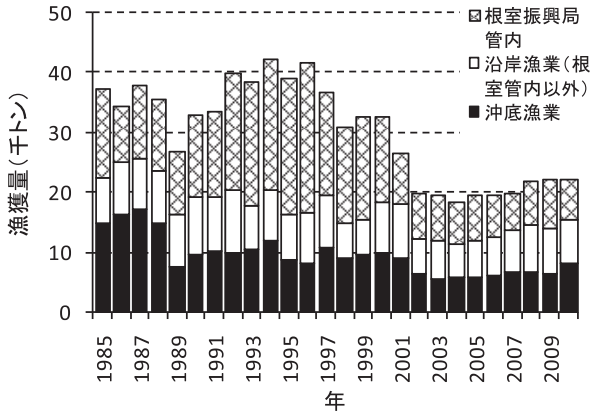


図1　北海道周辺におけるマダラの漁獲量推移

（エ）オホーツク海海域

オホーツク海海域における沿岸漁業および沖底漁業の漁獲量推移を図８に示す。沿岸漁業は刺し網とはえなわによる漁獲が多く，沖底漁業はかけまわし漁法によるものが多い。沖底漁業の全体に占める割合が大きく，その動向は他海域に比べて年間の変動幅が大きい。2000年代以降減少傾向が続いていたが，2007，2009，2010年と大幅な漁獲増となった。CPUEは漁獲動向とほぼ同様の傾向で推移している（図９）

ウ　主な研究成果

日本海海域におけるVPA解析による資源尾数の推移と，親魚重量－加入尾数の関係図を，それぞれ図９と図10に示す。1990年台前半の資源尾数は１千万尾以上と推定されるが，1990年台後半に半減した。1999年に２歳魚として加入した1997年級群と，2002年度に２歳魚として加入した2000年級群は，いずれも３歳以降の漁獲尾数が多かったことから，近年では比較的加入尾数の多い年級群として推定された（図10）。また，1994，1995，1996年級群がその親魚重量に対して，他の年級群の傾

表1　北海道周辺におけるマダラの漁獲量　（単位：kg）

	沿岸漁業												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	網走	日本海	襟裳以西	道東	オコック沿岸	
1985	1,857	234	0.0	1,227	104	700	97	864	64	1,600	14,887	744	6,998	738	3,914	3,373	37,398
1986	1,024	214	0.3	1,475	152	1,077	107	879	44	2,739	9,435	857	2,420	1,031	9,776	3,223	34,452
1987	1,452	289	0.2	1,393	271	1,600	55	1,191	219	1,326	12,343	685	4,486	730	9,373	2,589	38,001
1988	1,421	163	0.2	1,454	439	1,695	100	1,076	111	1,660	11,735	769	3,574	948	9,488	881	35,516
1989	679	121	0.2	1,219	378	2,211	137	1,636	13	2,005	10,474	248	1,799	734	4,201	880	26,738
1990	520	98	0.0	1,213	333	1,882	209	1,680	14	2,961	13,645	701	1,816	906	4,203	2,646	32,826
1991	824	177	0.1	800	257	1,904	91	649	28	3,906	14,265	330	3,844	575	3,202	2,719	33,570
1992	1,752	514	0.0	1,385	92	730	71	551	30	4,933	19,687	471	6,572	334	1,592	1,380	40,091
1993	1,792	386	0.1	1,498	48	652	51	629	30	1,502	20,569	661	6,253	489	1,856	2,077	38,492
1994	1,607	438	0.1	1,658	122	729	90	512	66	2,729	21,562	652	4,791	457	2,265	4,460	42,139
1995	1,123	290	1.5	1,677	243	778	93	592	41	2,178	22,547	631	4,139	396	1,778	2,466	38,974
1996	1,947	316	2.0	1,625	323	1,103	159	483	33	2,099	24,930	441	3,685	404	2,229	1,816	41,596
1997	2,391	386	1.4	1,658	362	1,065	198	571	67	1,577	17,363	360	4,098	377	5,245	1,101	36,823
1998	1,650	236	0.5	1,431	168	994	132	402	74	330	15,986	358	3,130	512	4,228	1,321	30,953
1999	962	186	0.0	1,247	195	1,491	298	658	50	529	17,234	320	2,584	576	5,120	1,296	32,744
2000	1,714	247	0.5	1,877	291	1,410	251	1,073	72	880	14,394	494	1,849	846	5,089	2,293	32,780
2001	1,567	339	1.2	1,555	188	1,907	533	1,143	31	1,140	8,567	556	2,632	538	4,405	1,474	26,575
2002	716	333	0.7	1,171	118	1,599	270	575	48	742	7,468	496	1,906	311	2,649	1,462	19,864
2003	1,538	486	1.9	1,104	275	1,271	223	338	58	615	7,497	404	2,641	250	1,793	961	19,456
2004	1,013	309	0.4	892	260	1,275	222	565	55	516	6,953	356	2,221	310	2,428	1,055	18,430
2005	963	198	0.2	704	336	1,343	364	916	68	885	7,477	351	1,062	496	3,272	1,029	19,464
2006	995	171	2.1	785	390	1,218	373	825	120	1,154	7,015	323	1,342	540	3,607	682	19,541
2007	1,345	189	0.3	617	393	1,761	484	672	181	1,082	5,840	267	866	659	3,557	1,815	19,727
2008	1,883	177	0.7	640	282	1,591	393	656	357	1,470	7,230	277	1,106	657	4,155	897	21,770
2009	1,185	176	1.0	812	273	1,594	479	844	447	1,221	8,110	423	815	642	3,546	1,543	22,111
2010	1,289	248	2.0	716	294	1,461	369	1,025	317	1,074	6,735	384	719	691	4,251	2,634	22,210

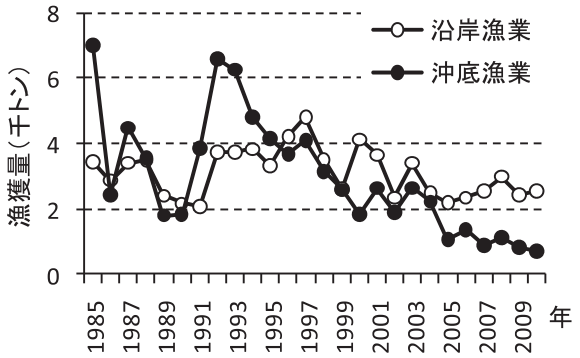


図2　日本海海域におけるマダラの漁獲量推移

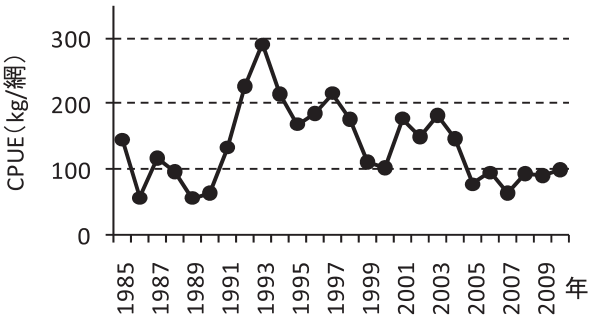


図3　日本海海域におけるマダラのCPUE推移（沖底かけまわし漁法）

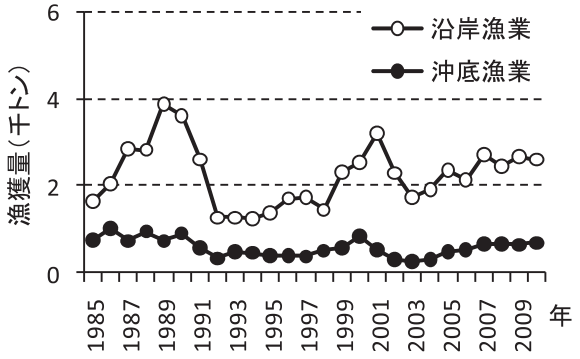


図4　えりも以西太平洋海域におけるマダラの漁獲量推移

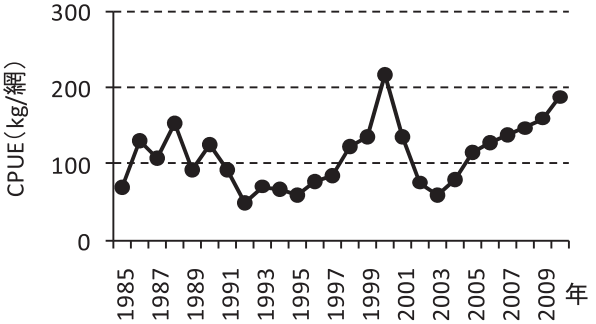


図5　えりも以西太平洋海域におけるマダラのCPUE推移（沖底かけまわし漁法）

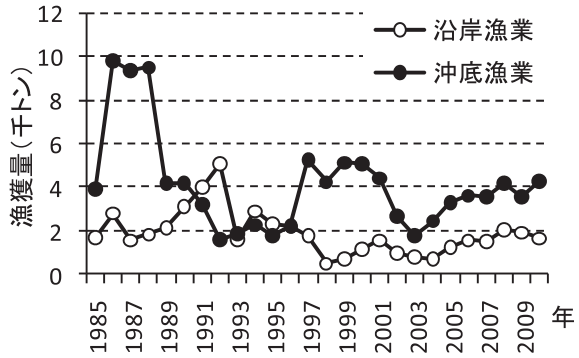


図6　えりも以東太平洋海域におけるマダラの漁獲量推移

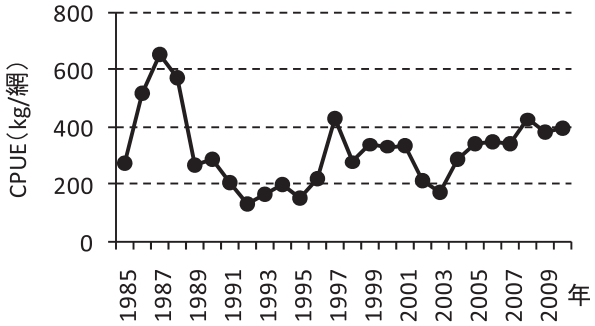


図7　えりも以東太平洋海域におけるマダラのCPUE推移（沖底かけまわし漁法）

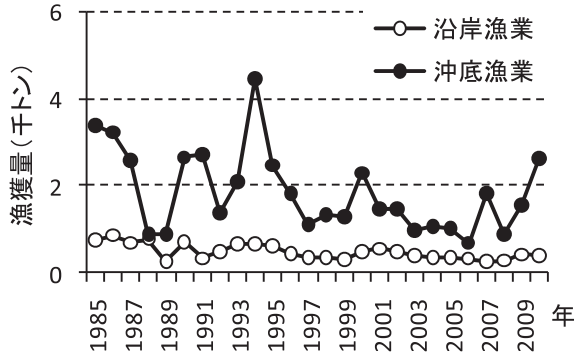


図8　オホーツク海海域におけるマダラの漁獲量推移

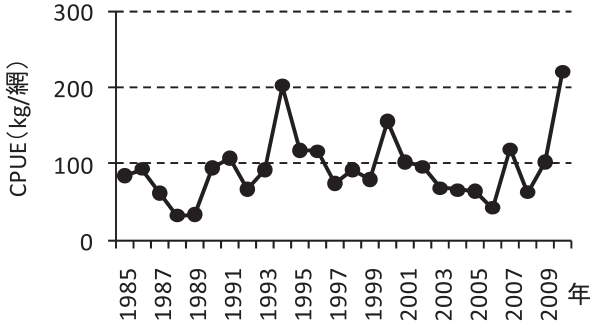


図9　オホーツク海海域におけるマダラのCPUE推移（沖底かけまわし漁法）

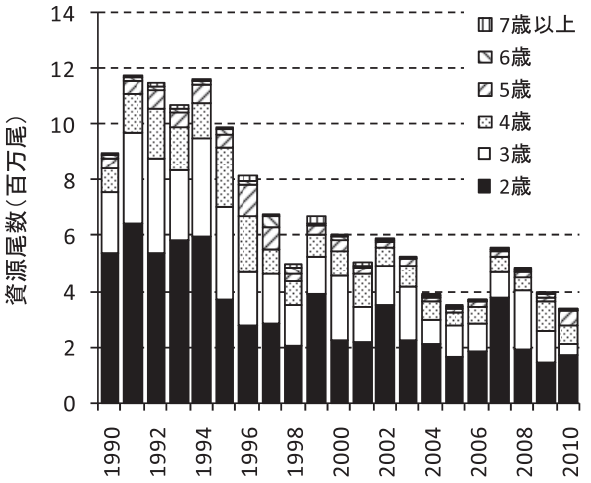


図10　VPA解析で推定された日本海海域におけるマダラの資源尾数推移（7月～翌年6月を単年度範囲として推定）

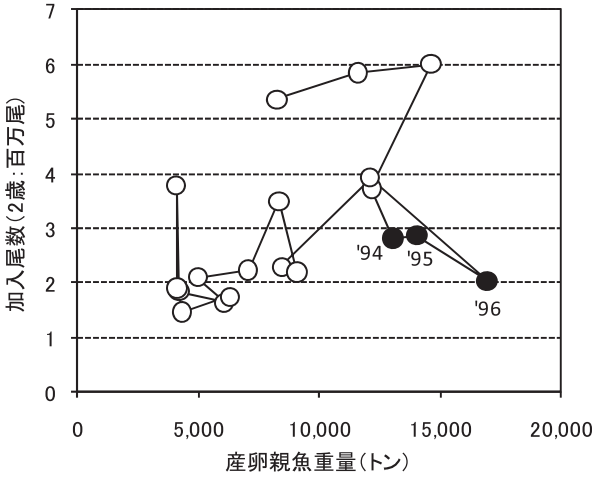


図11　VPA解析で推定された日本海海域におけるマダラの産卵親魚重量と加入尾数との関係

向より少ない加入尾数となっている（図11）。これらのことから，現在までの日本海海域における資源状態は，1994，1995，1996年級群の３年連続した加入尾数の減少により1990年代末より親魚資源量が大幅に減少し，その結果として以降の年級群の発生量が少ない状態で推移していると考えられる。1997，2000年級群が近年では比較的高豊度であったことで，2003年度頃までは水準が維持されたが，2004年度には大幅に減少し2005年度に最低水準となった。2007年度に2005年級が比較的高豊度で加入したことで水準が増加したが，その後は2010年度まで加入尾数の大幅な増加はなく，再び過去最低水準に至っていると考えられる。

エ　事業成果の活用

各海域の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。2009年時点の資源水準は日本海で低水準，太平洋海域で中水準，オホーツク海海域で中水準と評価した。評価内容の詳細は，http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/を参照。さらに評価結果は，北海道水産林務部による水産資源管理会議に係る「水産資源管理マニュアル」の基資料として活用された。

日本海海域については，2010年９月に小樽市において小樽機船漁業協同組合所属の沖底漁業関係者に，羽幌町において留萌管内たら刺し網漁業関係者に対し，現在の資源状況や生態に係る情報を提供した。

研究論文として，「北海道日本海におけるマダラの資源状態について」を，北海道水産試験場研究報告78号にとりまとめた。

１．１．４　ヒラメ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口宏史　三原行雄**

(1) 目的

北海道におけるヒラメの生態的知見は乏しく，資源管理に必要な基礎データが不足している。本年度は漁業情報を基にした資源のモニタリングを行った。

(2) 経過の概要

ア　漁獲統計調査

漁獲量を漁業生産高報告から集計した。ただし，2010年については各地区水産技術普及指導所調べに基づいて北海道立中央水試が集計した速報値である。

イ　漁獲物調査

20010年７月および12月に余市郡漁協の刺し網により水揚げされた漁獲物から，それぞれ21尾および27尾を標本採集して，生物測定を行った。測定については「北水試　魚介類測定・海洋観測マニュアル」に従った。年齢は耳石の輪紋数から査定して，加齢の基準日を８月１日とした。全長・年齢組成については銘柄別の総漁獲量に換算して引き延ばした。

ウ　資源評価

北海道におけるヒラメは日本海から津軽海峡にかけて分布し，ひとつの系群として考えられている。漁獲量を漁期年度（８月１日～翌年７月31日）で，範囲を日本海から津軽海峡海域として集計し，漁獲量の推移から本資源の状態を評価した。

(3) 得られた結果

ア　漁獲統計調査

北海道におけるヒラメは日本海から津軽海峡にかけての海域に広く分布する。刺し網類，建網類，曳網類による漁業や釣などの自由漁業により，5～７月には産卵群，10～12月には索餌群が対象に漁獲される。海域別にみると北部海域（宗谷総合振興局稚内地区～後志総合振興局積丹地区）では刺し網類，南部海域（後志神恵内地区～渡島檜法華地区）では建網類による漁獲が多く，釣などの自由漁業によっても漁獲される（図１）。1960年代前半には1,000トンを超える漁獲量があったがその後は減少し，1981年以降には600トン前後で推移し，1999，2000年に1,000トンを超えた（表１）。1981年以降の漁獲量の最高値は2000年の1,171トン，最低値は1989年の424トンである（図２）。2010年は，北部海域では前年より18トン増加し407トン，南部海域は58トン増加し370トン，合計すると76トン増加し777トンであった。石狩，後志管内で地区別に漁獲量をみると，小樽地区より東側の地区（浜益，厚田，石狩地区）では2010年漁獲量は前年を７トン上回った（表２）が，それ以西の地区での2010年合計漁獲量は前年を18トン下回った。

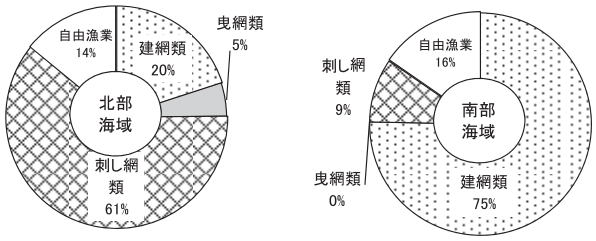


図1　各海域の漁業種別漁獲量の割合（最近5年間の平均値）

表1　日本海～津軽海峡におけるヒラメの漁獲量

単位トン

年	北部海域	南部海域	合計	石狩・後志
1958			1,235	
1959			1,346	
1960			1,250	
1961			1,372	
1962			1,724	
1963			2,038	
1964			1,728	
1965			1,021	
1966			793	
1967			816	
1968			847	
1969			992	
1970			1,271	
1971			1,159	
1972			774	
1973			958	
1974			878	
1975			1,092	
1976			752	
1977			684	
1978			806	
1979			555	
1980			525	
1981	315	310	624	295
1982	369	263	632	284
1983	217	276	493	235
1984	329	344	672	384
1985	247	268	515	202
1986	357	392	749	416
1987	377	295	672	330
1988	312	360	672	310
1989	175	249	424	173
1990	247	311	558	229
1991	455	377	832	359
1992	561	346	907	375
1993	348	249	597	219
1994	328	213	541	252
1995	283	282	565	250
1996	397	304	701	266
1997	421	308	729	291
1998	597	370	967	392
1999	634	472	1,106	534
2000	664	507	1,171	528
2001	393	413	806	342
2002	307	352	659	228
2003	486	293	779	282
2004	445	251	696	229
2005	481	249	730	250
2006	461	351	812	347
2007	530	396	926	413
2008	469	344	813	292
2009	389	312	701	277
2010	407	370	777	298

※2010年は水試速報値
北部海域：稚内から積丹地区
南部海域：神恵内から椴法華地区

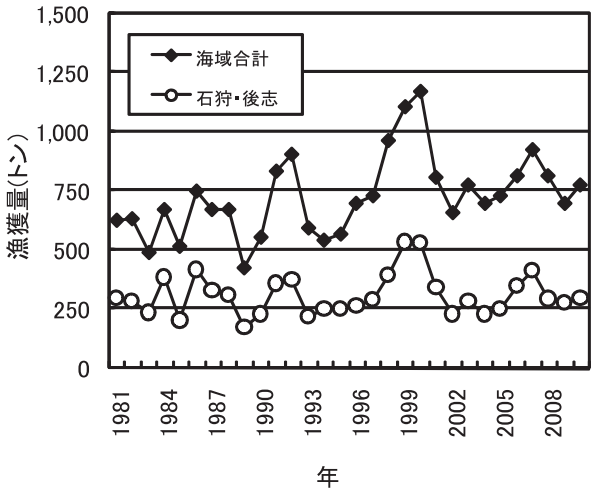


図2　日本海～津軽海峡におけるヒラメの漁獲量の経年変化

イ　漁獲物調査

生物測定により得られた過去３年の全長および年齢組成を図３に示す。これまでの測定結果では，漁獲物は全長350mm以上であり，2010年のモードは７月には510mm，12月は410mmであった。過去のモードが390mm−430mmの範囲にあった[2)]ことから，2010年は例年より大型であったと考えられる。年齢組成のモードは例年２～４歳であり[2)]，2009年も３～４歳にモードがあり例年どおりであった。

ウ　資源評価

年齢別資源解析へ向け作業を進めており，昨年まで実施していた全長によるコホート解析に用いていた，全長別漁獲尾数の算出方法についても検討中である。そのため，全長組成が大きく変わってしまう可能性もあるため今年度は漁獲量の変動で資源状態を判断した。漁獲量は1985年度から700トン前後で推移し，1999年度に1,343トンと過去最高となった。しかし，2000年度には878トンと急減し，その後緩やかに減少し2004年度には688トンとなった後，増加に転じ，2007年度には984トンになった。しかし2008年度，2009年度と減少し，2009年度は719トンとなった。漁獲量は1997年以降800トン前後で推移しており，一定の変動の範囲内で漁獲量は増減しており，2009年度の減少も小さかったことから，比較的安定していると考えられる。（図４）

現在，人工種苗につけたALC標識から，耳石と成長に関する知見も得られ始めていることから，

表2　石狩，後志支庁管内における地区別のヒラメの漁獲量

単位トン

年/地区	浜益	厚田	石狩	小樽（市）	小樽（機船）	余市	古平	美国	積丹	神恵内	歯	泊	岩内	寿都	島牧	石狩・後志計	石狩湾東部計*	石狩湾西部計**
1985	4	8	8	40	2	26	8	9	4	11	4	17	27	17	12	196	21	46
1986	9	16	12	108	1	61	15	27	7	27	10	25	43	20	25	405	36	110
1987	9	24	21	82	5	57	16	28	5	10	4	14	22	13	14	325	54	106
1988	8	16	14	62	1	44	14	24	9	16	3	21	22	22	21	297	38	92
1989	4	11	11	27	4	30	7	12	4	6	2	12	18	10	11	169	27	52
1990	4	10	11	34	11	34	10	19	5	13	5	10	22	13	17	218	25	68
1991	10	13	9	69	8	51	20	37	11	21	8	18	30	21	22	348	32	118
1992	21	12	10	87	16	41	17	23	13	19	7	25	36	16	17	361	43	94
1993	16	10	7	57	9	25	7	11	7	6	4	13	21	11	9	212	33	50
1994	18	10	12	70	10	37	11	15	5	7	3	13	20	7	8	246	40	68
1995	15	4	7	59	4	35	12	17	6	16	6	11	24	8	14	237	26	70
1996	16	13	7	61	9	37	19	17	7	12	4	13	27	7	12	258	36	79
1997	19	17	21	60	12	37	21	15	3	11	5	15	28	7	13	283	57	76
1998	26	23	20	65	14	56	42	25	3	17	7	16	40	9	20	384	70	126
1999	30	27	26	69	28	78	55	30	5	26	13	25	57	17	35	522	83	168
2000	29	37	35	124	26	52	30	19	7	17	8	21	56	15	52	528	100	108
2001	23	24	18	46	7	40	39	13	3	16	7	13	43	11	37	341	64	96
2002	14	18	11	32	12	19	14	8	3	10	5	9	30	10	31	227	43	44
2003	26	28	19	41	24	27	11	8	5	12	4	14	27	9	26	281	73	50
2004	9	8	15	45	25	22	14	5	4	10	4	10	21	9	29	228	32	45
2005	19	18	21	59	17	18	13	4	6	11	2	9	20	12	19	250	59	40
2006	17	17	27	42	16	39	43	11	13	20	7	13	32	14	35	347	62	105
2007	12	16	22	42	43	56	75	12	9	16	5	12	37	18	35	412	50	153
2008	18	9	25	48	10	29	28	6	8	12	4	13	29	18	36	292	52	72
2009	12	11	26	40	9	29	35	8	6	15	5	10	26	16	29	277	48	78
2010	13	15	30	31	18	24	19	6	11	18	7	10	31	21	45	298	57	60

※2010年は水試速報値
*石狩湾東部は浜益～石狩地区とした
**石狩湾西部は余市～積丹地区とした

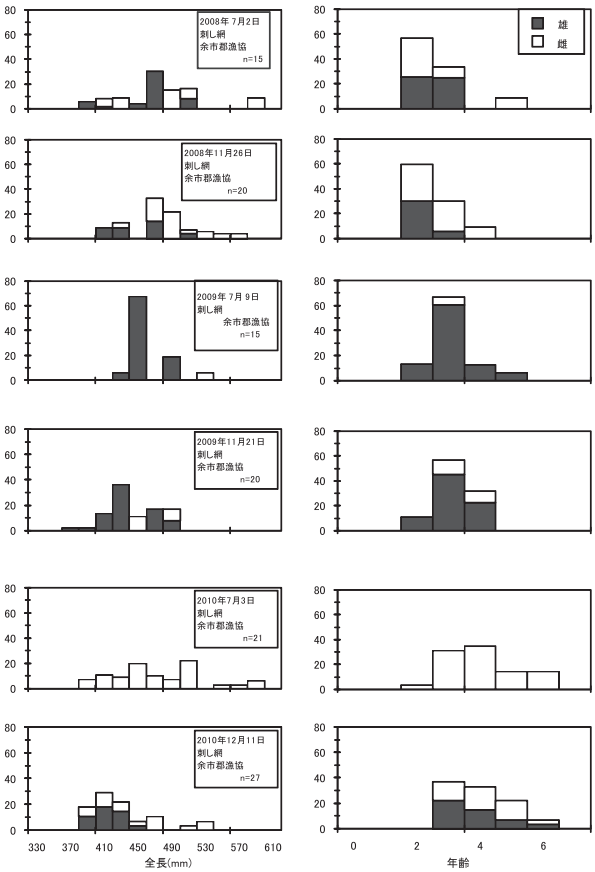


図3　余市郡漁協に水揚げされたヒラメの全長および年齢組成（加齢の基準日8月1日）

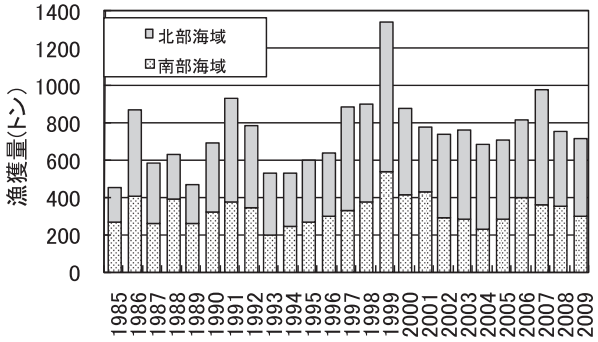


図4　日本海～津軽海峡におけるヒラメの漁獲量の推移（集計期間を8/1～翌年7/31の漁期年とした）

今後，これまでの耳石観察結果を見直し，新たに年齢と全長の関係を精査し，年齢別資源解析を行う予定である。

参考文献

1）板谷　和彦　村上　修：ヒラメ。平成15年度北海道立中央水産試験場事業報告書。19–22（2004）

2）山口　宏史　三原　行雄：ヒラメ。平成19年度北海道立中央水産試験場事業報告書。38–40（2008）

１．１．５　スケトウダラ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**志田　修　山口幹人　三原行雄　丸山秀佳**

(1) 目的

北海道西岸の日本海に分布するスケトウダラは，日本海北部系群と呼ばれる１つの系群に属すると考えられ，産卵期を中心に各種漁業によって利用されている。この資源の漁獲量は年や海域による変動が大きい。そのため海域別の漁況予測の精度向上と，産卵群の各産卵場へ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

漁獲量は,4月～翌年３月を年度として集計した（スケトウダラの誕生日を４月１日としているため）。

沖合底びき網漁業の漁獲量は北海道沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料を用いた。

沿岸漁業の漁獲量は沿岸漁業については漁業生産高報告，2009年度および2010年度については水試集計速報値（暫定値）を用いた。

また小樽根拠の沖合底びき網漁業と岩内湾のすけとうだら延縄漁業，東しゃこたん漁協の古平と積丹のすけとうだら刺し網漁業の着業隻数を北海道ぎょれん小樽支店の日報で調べた。

（イ）商業漁獲物調査

主要な沿岸漁業である岩内湾のすけとうだらはえなわ漁業（11，12月および２月，岩内郡漁協）および刺し網漁業（２月，島牧漁協），石狩湾のすけとうだら刺し網漁業（11および12月，東しゃこたん漁協古平本所），沖合底びき網漁業の主要な漁場である316海区（４月），324海区（11月）および430海区（５月，11月）の漁獲物から標本採集を行った。漁獲物が銘柄区分されている漁業およびでは，銘柄別に標本を採集した。

測定項目は体長（尾叉長），体重，性別，生殖腺重量，成熟度を基本とし，また耳石を採集して年齢査定を行った。

漁獲尾数の推定は標本ごと（銘柄別の場合は銘柄ごと）に平均体重を用いて行った。漁獲物体長組成は銘柄別標本の体長組成を上記の漁獲統計調査で得られた銘柄別漁獲量等で引き延ばして作成した。

（ウ）資源解析

a　年齢別漁獲尾数の推定

北海道日本海の沖合底びき網漁業，沿岸漁業（岩内湾，石狩湾，檜山海域，松前・福島海域の海域別：稚内の沖底漁獲物測定は稚内水試，檜山海域の漁獲物測定は函館水試が実施）それぞれの漁獲量と漁獲物の測定データから，年齢別漁獲尾数を求めた。

沖合底びき網漁業の年齢別漁獲尾数は小樽機船漁協と小樽市漁協の沖合底びき網のAge-length Key（以下ALKと略す）と漁獲物尾叉長組成を時期別に作成して，年齢別漁獲尾数を求めた。沿岸漁業では，すけとうだら延縄漁業，刺し網漁業の漁獲物尾叉長組成を作成し，ALKにより年齢別漁獲尾数を算出した。檜山海域（延縄漁業）と松前・福島海域（刺し網漁業）の年齢別漁獲尾数は，銘柄別に求めた年齢別漁獲尾数を銘柄別漁獲量で重み付けして算出した。

b　スケトウダラ日本海北部系群の資源尾数の推定

スケトウダラ日本海北部系群の資源尾数および重量は，Popeの近似式[1]を用いたチューニングVPA（ADAPT VPA）[2]により算出した。解析に用いたパラメータを表３に示す。０～２歳のMは，我が国周辺水域の漁業資源評価[3]に準じて0.3とし，3歳以上では田内・田中の方法[4]から推定した0.25とした。

９歳以下の資源尾数を（１）式から，最高齢（10歳以上のグループ）と最近年の資源尾数を（２）式から計算し，漁獲死亡係数を（３）式から求めた。10歳の資源尾数を（４）式で算出し９歳以下の計算に用いた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^{M_a} + C_{a,y} \cdot e^{M_a/2} \qquad (1)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1-e^{-F_{a,y}}} \cdot e^{M_a/2} \quad (2)$$

$$F_{a,y} = \ln\left(\frac{N_{a,y}}{N_{a+1,y+1}}\right) - M_a \quad (3)$$

$$N_{10,y} = \frac{1-e^{-(F_{10+,y}+M_{10+})}}{1-e^{-F_{10+,y}}} \cdot C_{10+,y} \cdot e^{M_{10+}/2} \quad (4)$$

ここで，aは年齢階級，yは年度をあらわす。$N_{a,y}$は資源尾数，$C_{a,y}$は漁獲尾数，Mは自然死亡係数，$F_{a,y}$は漁獲死亡係数を表す。

最高齢のFは9歳のFに等しいと仮定し，最近年の4～8歳の$F_{a,y}$に関しては，(5)式で計算した。3歳以下のFは過去5年間の平均とした。

$$F_{a,2008} = \frac{F_{a,2003}+F_{a,2003}+\ldots+F_{a,2007}}{F_{10+,2003}+F_{10+,2003}+\ldots+F_{10+,2007}} \times F_{10+,2008} \quad (5)$$

最近年の3歳のFは，2008年度から沖底の漁獲努力量が大きく減少したことを考慮して過去3年間の平均とした。また，2歳魚に関しては，2009年度以降の漁獲尾数が大幅に減少しているため，最近年の資源尾数の推定に過去の平均Fを用いることが妥当ではないと判断した。そこで，2010年度2歳魚（2008年級）の資源尾数は，次項に記述する調査船調査の春季仔稚魚分布調査5)結果とVPAにより推定した2006年級の2歳魚の資源尾数を用いて(6)式により推定した。

$$N_{2,y} = N_{2,2006} \times \frac{N_{acoust,y-2}}{N_{acoust,2006}} \quad (6)$$

チューニングには，1998～2010年に実施したスケトウダラ産卵群漁期前分布調査（計量魚群探知機を用いた調査船調査）[6-8]により推定した産卵親魚現存量を使用した。ただし，2002年のデータは調査範囲が充分にスケトウダラ分布域をカバーできていなかったため解析に用いなかった。(7)および(8)式のSSQが最小となるように最近年，最高齢のFを求めた。

$$SSQ = \sum_{1998}^{2010}(\ln(B_{acoust,y}) - \ln(q \cdot B_{VPA,y}))^2 \quad (7)$$

$$q = \exp\left(\frac{\sum_{1998}^{2010}\ln\left(\frac{B_{acoust,y}}{B_{VPA,y}}\right)}{Y}\right) \quad (8)$$

ここで$B_{acoust,y}$は漁期前分布調査で得られた親魚現存量，$B_{VPA,y}$はVPAから推定した資源量，qは比例定数，Yは調査した年数をあらわす。

産卵期が漁期の終盤にあることから，産卵親魚量は次年度の漁期はじめ資源尾数から次式により推定した。

$$S_y = \sum_{a=2}^{10+} n_{a+1,y+1} \cdot w_{a+1} \cdot m_a \quad (9)$$

ここで，S_yはy年度の産卵親魚重量，$n_{a,y}$はy年度，a歳魚の漁期はじめの資源尾数，m_aはa歳魚の成熟率，w_aはa歳魚の平均体重を表す。

イ　調査船調査

（ア）新規加入量調査･春季仔稚魚分布調査（2004年度～）

本調査はスケトウダラ仔稚魚の量的計測を目的に2004年度から稚内水試と共同で実施している。2010年度は4月に北海道周辺の日本海石狩湾以北からオホーツク海において，音響および生物採集によるスケトウダラ仔稚魚の現存量調査を行った。調査には稚内水試試験調査船北洋丸を用い，生物採集はFMTネット（網口2×2m，目合1.5mm，船速3kt，水平曳），音響調査はシムラッド社製計量魚群探知機（以降計量魚探機と略す）EK60（38,120kHz）を用いた。詳細は稚内水産試験場事業報告を参照のこと。

（イ）道西日本海底魚トロール調査（新規加入量調査・秋季新規加入量把握調査）

本調査は，0歳魚の豊度推定を目的として1995年の調査データから解析に使用している。調査は2009年度で終了した。

（ウ）未成魚分布調査（2005年度～）

夏季の武蔵堆周辺海域でのスケトウダラの魚群分布の把握と，9月15日解禁の沖合底びき網漁業への情報提供を目的に2007年度から稚内水試と共同で実施している。2010年度は8月に北洋丸による，計量魚探機EK60を用いた音響資源調査および着底トロール調査を行った。詳細は稚内水産試験場

表1　資源解析に使用したパラメータ

項目	値または式	方法
自然死亡係数	0～2歳：0.3	山下・千村[3]
	3歳～：0.25	田内・田中の方法[4]
最高齢のF	9歳魚のFに等しいとした。	平松[2]
最近年のF	4～8歳：直近5カ年（2005～2009年度）の選択率平均値に最高齢のFを乗じた。本文(5)式 最高齢のF：本文(7)式が最小となるように定めた。 9歳：最近年の最高齢のFと等しいとした。	ADAPT VPA[2]
	3歳：直近3カ年（2007～2009年度）の平均値とした。	2007年度以降，漁獲努力量が大きく減少したと判断されるため。
年齢別平均体重(g)	2歳：112.9，3歳：178.4，4歳：289.6，5歳：376.9，6歳：464.7，7歳：518.2，8歳：538.3，9歳：580.5，10＋歳：640.1	1995～2002年3～5月の沖合底曳網漁業および松前の刺網漁業の漁獲物標本測定結果。
雌の年齢別成熟割合	2歳：0.0，3歳：0.3，4歳：0.6，5歳：0.9，6歳以上：1.0	1999～2001年9～11月の調査船調査の標本および沖合底曳網漁業漁獲物標本測定結果から推定。

事業報告を参照のこと。

（エ）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。内容詳細は資源評価調査の項を参照のこと。

（オ）冬季卵仔魚分布調査（2004年度～）

本調査は2004年度に水産庁の資源動向要因分析調査の委託事業として，資源評価予算区分で始まったが，2005年度に動向要因分析調査が休止されてから，本事業予算で実施している。

2010年２月定期海洋観測時に北洋丸にて卵仔魚採集をそれぞれ実施した。

採集はノルパックネットを用いて深度150mからの鉛直曳きを実施した。いずれの調査でも海底深度が150m以浅の場合は海底直上からの鉛直曳きとした。あわせてCTDによる水温塩分の観測も行った。なお，採集した標本は５％海水ホルマリンで固定した。

ウ　研究成果の普及･広報

近年の日本海におけるスケトウダラの資源動向および2010年度の漁況予測などについて，「沖合漁業振興交流プラザ（小樽市）」，「日本海すけとうだら漁業協議会（余市町）」，「岩内郡漁協すけとうだらはえなわ部会」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と，10月の漁期前調査の結果を「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。また，これまでの結果を取りまとめ，学術論文として公表した[5-10]。

調査結果を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，その結果を水産試験場ホームページ（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kari/SigenHyoka/）にて公表した。さらに，評価結果は2010年度北海道水産資源管理マニュアル[11]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10万トン前後の漁獲で推移し，1979年度に1970年度以降では最高の15万トンに達した。その後急激に減少して1986年には８万トンを下回り，1988～1992年度に11～12万トンと回復したが，1993年度に再び７万トンに減少し，それ以降漸減傾向に

表2　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	合　計	沖合底びき網漁業	沿岸漁業	沿岸漁業の主海域の漁獲量				
				宗谷･留萌海域	石狩湾	岩内湾	檜山海域	松前･福島海域
1976	94,373	69,914	24,458	941	11,094	10,229	2,194	0
1977	102,077	51,789	50,288	6,562	18,090	18,844	6,764	28
1978	148,936	93,058	55,878	7,783	20,545	15,494	12,031	26
1979	159,827	102,903	56,924	3,312	20,710	18,277	14,602	23
1980	134,560	82,928	51,632	2,194	18,187	19,202	12,035	15
1981	110,266	54,341	55,925	1,732	19,178	18,543	16,444	28
1982	91,092	41,969	49,123	1,698	15,576	18,904	12,820	125
1983	86,614	43,278	43,335	1,347	14,147	17,778	9,961	102
1984	114,229	71,997	42,232	1,089	16,004	16,511	7,908	720
1985	110,676	68,874	41,802	828	15,641	16,355	8,615	362
1986	76,363	43,140	33,224	638	13,692	11,817	6,534	543
1987	77,254	51,936	25,318	665	6,946	7,641	9,765	301
1988	113,846	80,777	33,069	531	8,349	10,073	13,730	386
1989	122,858	94,019	28,838	1,490	5,304	8,020	13,838	187
1990	120,762	90,429	30,333	1,151	6,163	5,919	16,820	280
1991	120,605	90,502	30,103	1,849	6,266	4,179	17,179	630
1992	120,443	97,459	22,984	1,030	3,616	2,385	15,482	471
1993	70,487	47,386	23,102	519	3,329	1,338	17,770	146
1994	61,045	41,018	20,027	613	4,491	1,106	13,686	130
1995	61,033	41,116	19,917	977	3,102	863	14,910	65
1996	77,175	58,693	18,482	412	5,086	1,207	11,578	199
1997	67,265	43,158	24,107	1,053	4,418	1,537	16,754	344
1998	52,957	36,430	16,527	782	3,372	1,282	10,808	283
1999	48,535	32,482	16,053	436	2,333	1,593	11,374	317
2000	39,157	25,952	13,204	201	1,613	975	9,934	481
2001	42,603	24,646	17,957	295	901	1,864	13,707	1,190
2002	57,309	39,733	17,576	552	1,239	2,523	11,587	1,676
2003	31,267	15,209	16,058	462	2,056	2,327	9,838	1,374
2004	32,291	20,717	11,574	151	1,349	1,519	8,154	400
2005	24,646	15,134	9,511	138	612	1,392	7,331	38
2006	19,883	12,605	7,278	219	356	1,434	5,267	1
2007	16,870	8,506	8,364	247	501	2,686	4,928	2
2008	17,550	10,383	7,167	469	832	2,557	3,306	3
2009	13,971	7,894	6,077	706	704	1,432	3,230	5
2010	14,649	7,768	6,881	1,107	614	1,963	3,188	8

資料　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。年度は 4 月～翌年 3 月。2009 年度および 2010 年度は各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水試が集計した暫定値.

ある。2006年度以降は２万トン以下となり，2009年度，2010年度は，TACによる漁獲制限により1.4および1.5万トンとなった（図1，表２）。漁業別にみると，沖合底びき網漁業の1992年度以前の漁獲量は４～10万トン間で大きく変動しながら推移していたが，2007年度に8,539トンと１万トンを下回った。2008年度は10,383トンとやや増加したが，2009および2010年度はTACが８千トン（2008年度は11千トン）に設定されていたことから（表３），漁獲量はその枠内の7.9千および7.8千トンとなった。沿岸漁業の漁獲量は，1981年度の５万４千トンを最高に単調でゆるやかな減少傾向を示し，2008年度は7.1千トンとなった。2009および2010年度はTAC割当相当の6.1千および6.9千トンを漁獲した。沿岸漁業を海域別にみると，近年最も漁獲量の多い檜山海域では1988年度以降2000年度を

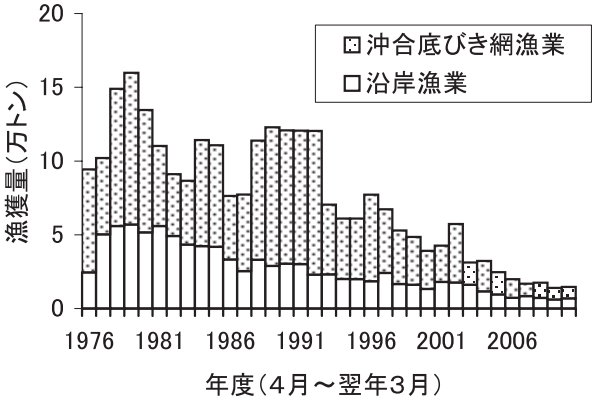


図1　北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量

除き，1万トン台で推移していた。しかし，2003年度以降は１万トンを下回り，2008年度から2010年度まで3.3千～3.2千トンと低い水準で推移している。1980年代に沿岸漁業の中心であった岩内湾と石狩湾では1990年代はじめに急激に減少し，2000年度以降は1.8～4.3千トンの間を緩やかに増減している。2010年度は石狩湾が614トンと前年度より減少したが，岩内湾は1,963トンと前年を上回った。松前・福島海域では2001～2003年度に千トン以上の漁獲があったが，これは韓国への輸出開始に伴いスケトウダラ魚価が上昇し漁獲努力が増加した為と考えられる。しかし，2004年度以降は大幅に減少し，2010年度は８トンであった。宗谷・留萌海域の漁獲は混獲が主体であり，近年は100～200トン程度で推移していたが，留萌振興局管内のえびこぎ網漁業などの漁獲増により2009年度は707トン，2010年度は1,107トンを漁獲した。

b　努力量の推移

各海域の着業隻数の推移を表４に示した。沖底漁業の着業隻数は漁場の縮小や資源の悪化に伴い1981年度以来大幅に減少してきた。1980年代には稚内，留萌，小樽で計79隻，1987年度には35隻となり，2000年度には留萌の３隻が減船し23隻となった。2008年６月までは小樽９隻，稚内８隻（内２隻がトロール）の計17隻が着業していたが，2008年９月からは小樽が３隻減船し，計14隻となった。漁獲努力量の指標となるスケトウダラを対象とした曳網回数は，1996年度の7,007回から減少し続けており，2008年度以降は減船およびTACによる漁獲制限を反映して1,000回を下回っている。また，全曳網回数に占めるスケトウダラを対象とした曳網は1997～2006年度まで2002年度を除いて20%程度で推移していたが，2007年度以降は10%前後にまで低下している。

表3　日本海海域のスケトウダラTACの推移

年度	大臣管理分（沖合底びき網）	北海道知事管理分		
		計	漁業種別配分の内訳	
			すけとうだら固定式刺し網すけとうだらはえ縄	その他漁業
1997	50,000	22,000	20,700	若干
1998	50,000	22,000	20,400	若干
1999	50,000	22,000	20,400	若干
2000	50,000	23,000	21,400	若干
2001	43,000	20,000	18,700	若干
2002a	35,000	15,000	14,100	若干
2002b	43,000	20,000	18,800	若干
2003	40,000	23,000	21,200	若干
2004	40,000	23,000	21,200	若干
2005a	36,000	20,000	18,200	若干
2005b	36,000	20,000	18,800	若干
2006	21,000	16,000	12,000	若干
2007	14,000	12,000	8,300	若干
2008	11,000	8,000	6,600	若干
2009	8,000	7,000	5,500	若干
2010	8,000	7,000	5,500	若干

単位：トン．aは当初案，bは期中改訂後の値を示す．2000年度までは暦年（1～12月），2001年度以降は年度（4月～翌年3月）の集計値である．

表4　スケトウダラ漁業着業隻数の推移

年度	沖合底びき網漁業				刺し網漁業			はえなわ漁業	
	小樽	稚内	留萌	合計	古平	積丹	合計	岩内湾	檜山
1981	22	51	6	79					270
1982	22	51	6	79					265
1983	22	51	6	79					264
1984	22	51	6	79				95	241
1985	22	51	6	79					233
1986	10	24	3	37	55	19	74	85	228
1987	10	22	3	35	54	19	73	63	227
1988	10	22	3	35	59	19	78	52	224
1989	10	22	3	35				49	217
1990	10	22	3	35	25	11	36	37	213
1991	10	22	3	35	27	12	39	33	210
1992	10	22	3	35	27	10	37	33	213
1993	10	22	3	35	28	8	36	22	188
1994	10	22	3	35	29	7	36	7	178
1995	10	22	3	35	24	7	31	6	170
1996	10	22	3	35	27	6	33	6	159
1997	9	18	3	30				6	156
1998	9	18	3	30	25	5	30	5	153
1999	9	15	3	27	28	4	32	5	144
2000	8	15	–	23	17	6	23	6	138
2001	8	11	–	19	15	4	19	6	104
2002	9	10	–	19	19	4	23	6	105
2003	9	10	–	19	20	4	24	6	120
2004	9	8	–	17	11	8	19	6	116
2005	9	8	–	17	9	5	14	6	113
2006	9	8	–	17	7	5	12	6	95
2007	9	8	–	17	8	5	13	6	93
2008	6	8	–	14	9	3	12	6	88
2009	6	8	–	14	9	2	11	6	83
2010	6	8(7)	–	14(13)	9	2	11	6	81

水産試験場資料．2010年度は、年度途中（9月）で沖合底びき網漁業・稚内のオッタートロール船1隻が減船した。はえなわ漁業の檜山海域は，許可隻数．

沿岸漁業のすけとうだら刺し網漁業では，東しゃこたん漁協古平本所が59隻（1988年度）から９隻(2009年度)，同漁協積丹支所が19隻(1986～1988年度）から２隻（2009年度），岩内湾（神恵内漁協～島牧漁協）のはえ縄漁業の着業績数は95隻（1984年度）から６隻（岩内５隻，寿都１隻:1995年度以降）へと大幅に減少した。参考までに檜山の延縄漁業の許可隻数も，1981年度の270隻から2009年度の83隻に大幅に減少している。

（イ）商業漁獲物調査

岩内湾におけるすけとうだらはえなわ漁業の大銘柄漁獲物の年齢組成は，漁期間を通じて４歳（2006年級）の割合が最も高かった（図２）。刺し網漁業の漁獲物の年齢組成は調査点によるばらつきが認められた(図２)。古平に水揚げされた標本は，はえ縄と同様に４歳魚（2006年級）の割合が高く，5歳（2005年級）がこれに次いでいた。一方，島牧の標本では，７歳（2003年級）および９歳（2001年級）が21%と最も割合が高く，４歳魚は３%程度と少なかった。小樽港根拠の沖合底びき網漁業により漁獲されたスケトウダラの年齢は，いずれの標本も４歳魚（2006年級）が52～63%と大部分を占めていた（図２）。

（ウ）資源解析

年齢別漁獲尾数を見ると，1980年代前半は４～５歳魚を中心に年間２～３億尾を漁獲していたが，1988年度から1992年度まで（1990年度を除く）５億尾前後に増加し，その後，急激に減少した。2001および2002年度に，比較的豊度の高い1998年級がそれぞれ３および４歳で漁獲されて尾数がやや増加したが，2003年度以降は１億尾を下回る極めて低い水準で推移している。2006，2007年度に４千万尾台と，1981年度以降では最低の水準となったが，2006年級の加入により2008，2009年度に6.6および5.6千万尾と増加した（図３A）。2010年度は2006年級の漁獲尾数の減少に伴い，4.2千万尾となった。2010年度を年齢別に見ると，4歳魚（2006年級）が2.3千万尾と53%を占め，次いで５歳（2005年級）が23%，6歳（2004年級）4.3%となっており2008年度以降３年連続して2006年級が漁獲の中心となった。また，2歳魚（2008年級）の推定漁獲尾数は23万尾と，1981年度以降の２歳魚の漁獲尾数としては最低であった2007年級を下回った。一方，2007年級は，2009年度（２歳）の38万尾から

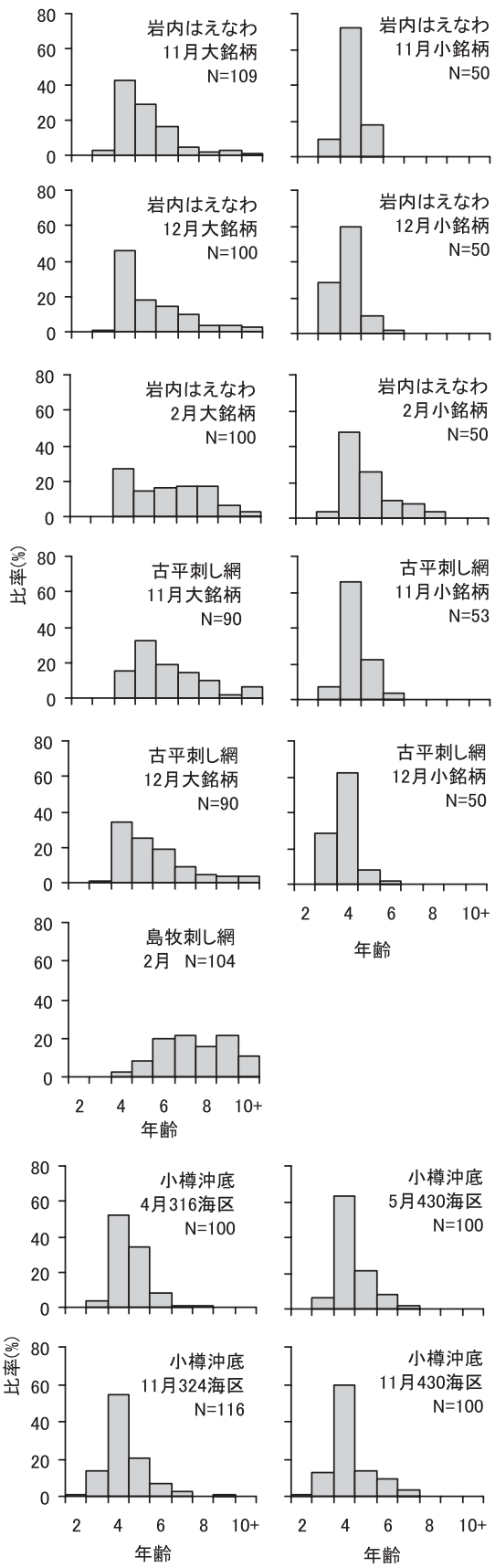


図2　2010年度商業漁獲物調査により得られた標本の年齢組成

2010年度（３歳）には183万尾に増加した。

ADAPT VPA（以降VPAと略す）で推定した２歳魚以上の資源尾数は1990年度に30.7億尾と1981年度以降で最も高い値となったが，以降は新規加入尾数（２歳魚）の減少を反映して減少傾向を示し，1999年度には9.0億尾となった（図３B）。その後，2000年度に1998年級が加入して9.9億尾に増加したが2001年度以降再び減少に転じ，2006年度に過去最低の2.6億尾となった。2008年度には2006年級の加入により6.0億尾に増加したが，それ以降は後続の2007および2008年級の加入尾数が少なく，2009年度は4.2億尾，2010年度は3.1億尾と２年連続して減少した。資源重量も資源尾数と同様の変動を示しており，1988～1991年度に豊度の高い年級が連続して加入したことにより60万トン前後の高い水準となったが，その後は一様に減少して2007年度に過去最低の7.2万トンとなった。2008年度は2006年級の加入によって10.2万トンに増加したが，2009年度には再び減少に転じ2010年度は9.4万トンと推定された（図３C）

前述のように，当該資源の変動は，新規加入量の変動に大きな影響を受けている。新規加入の２歳魚資源尾数を見ると（図４），1981年級以降では1988年級の15.1億尾が最も多く，この年級が加入した1990年度に資源重量は最大となった。その後加入尾数は減少傾向を示し，1993，94年級は３億尾台，1995～1999年級は1998年級を除き２億尾台で推移したが，2000年級以降さらに減少し,2002～2004年級は0.6～0.8億尾とピーク時の１/10以下となった。2005年級は1.6億尾とやや増加し，2006年級は4.0億尾と，1994年級以降で最も豊度の高かった1998年級と同程度と推定された。しかし，後続の2007年級は0.2億尾，仔稚魚調査とVPAから推定した2008年級は0.3億尾と過去最低の水準となった。

VPAで推定した産卵親魚重量（SSB）は1989年度の23.3万トンをピークに1996年度以降一様な減少を続けており，2007年度には過去最低の2.7万ト

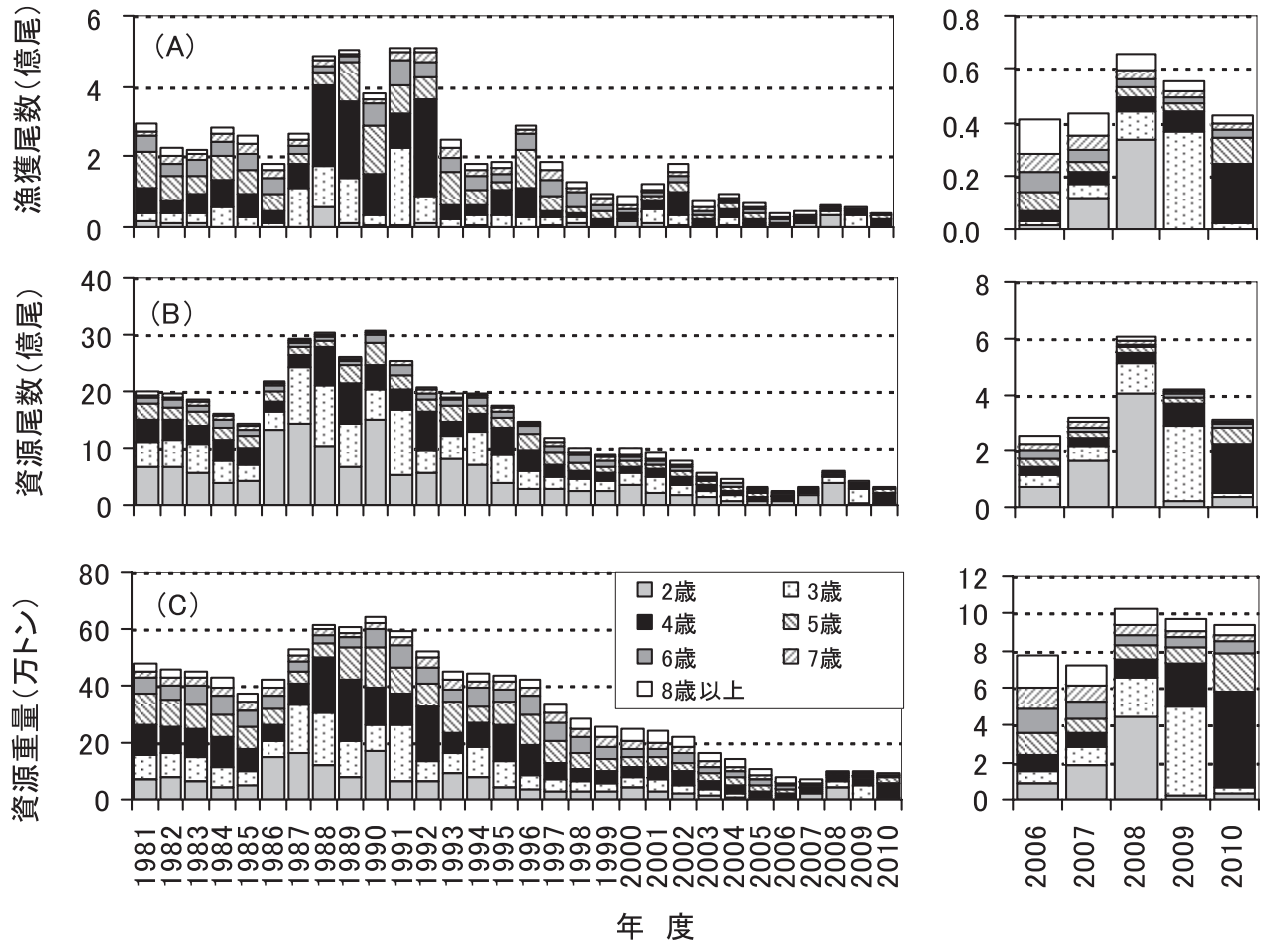


図3　北海道日本海の年齢別漁獲尾数（A）およびVPAにより推定された資源尾数（B）および資源重量（C）の推移

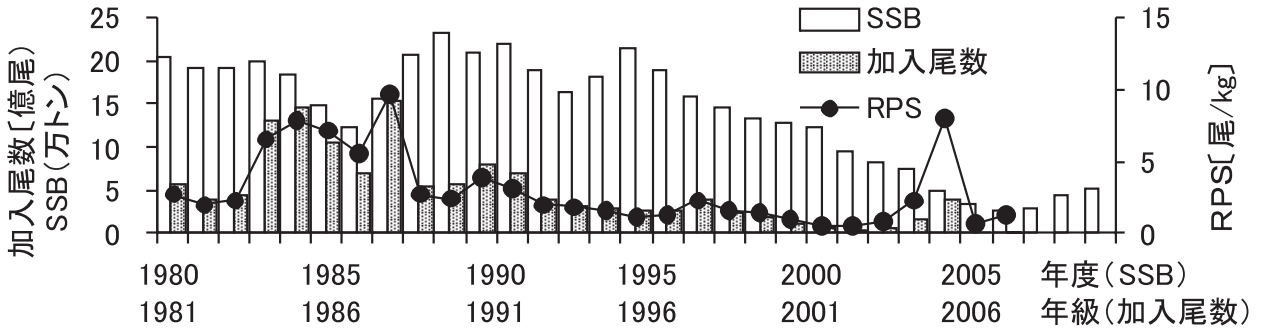


図4　日本海海域スケトウダラの産卵親魚重量（SSB），加入尾数（2歳資源尾数）および再生産成功率（RPS）の推移（VPA推定値）

ンとピーク時の11%まで減少した（図４）。2009年度は2006年級が３歳，2010年度は４歳として産卵親魚に加入したことにより，それぞれ4.4および5.1万トンに増加したが，依然低い水準にある。

イ　調査船調査

（ア）春季仔稚魚分布調査

計量魚探機による観察データから推定された石狩湾以北の北海道日本海における2006年級（仔稚魚）の分布尾数は，108億尾と調査を開始した2005年以降で最も高い値であった（図５）。後続の2007年級は調査期間中で最も少ない４億尾，2008および2009年級も９および13億尾と低い水準であった。2005および2010年級は21および47億尾と中程度の値と推定された。詳細は稚内水試事業報告を参照のこと。

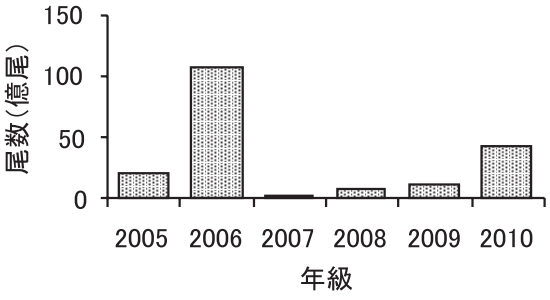


図5　春季仔稚魚分布調査で推定されたスケトウダラ仔稚魚分布量の経年変化

（イ）　道西日本海底魚トロール調査

０歳魚のCPUE（曳網距離あたり採集尾数）は年によってばらつきが大きい（図６A）が，1995年級以降のCPUEとVPAにより推定した２歳資源尾数の関係から（図６B），CPUEが0.4～3.0尾／1000m・網と低く，かつ２歳資源尾数も0.2～0.8億尾と少ないグループ（2002～2004年級および2007年級），CPUEが6.5以上かつ２歳資源尾数が1.6億

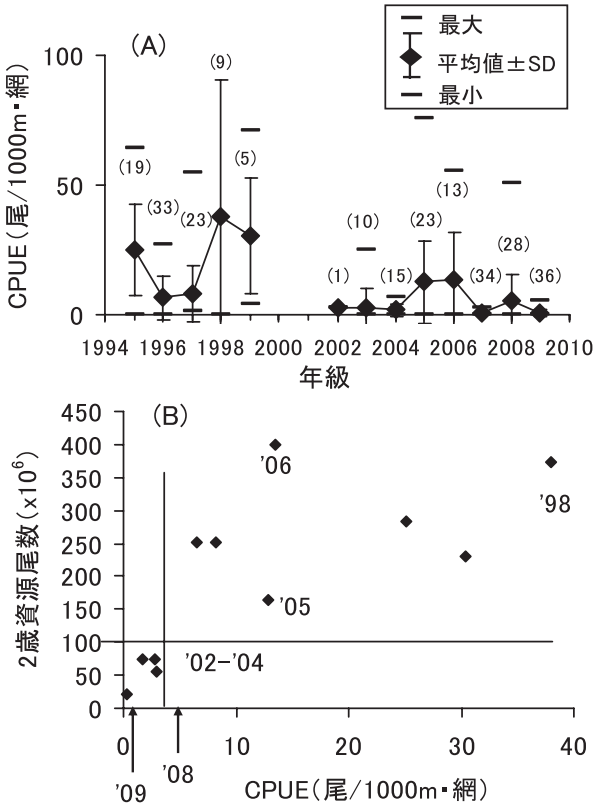


図6　道西日本海底魚トロール調査（7～11月：試験調査船おやしお丸）により得られたスケトウダラ0歳魚CPUEの経年変化（A）および平均CPUEとVPAにより推定された加入尾数（2歳資源尾数）の関係（B）
（A）：括弧内の数字は曳網回数を示す．1998年級の最大値（173）は図示していない．（B）：図中の数値は年級を，矢印は2007～2009年級のCPUEを示す．

尾以上のグループ（1995～1999および2005，2006年級）に大別することができる。2009年級のCPUEは0.7と低い値を示しており（図６B），2002～2004および2007年級と同様に豊度の低い年級の可能性が高いと考えられる。

（ウ）未成魚分布調査

未成魚分布調査により推定された１歳および２歳時における分布尾数は（図７），2006年級が4.8および13.0億尾と最も高い値を示した。一方，2004年級はそれぞれ0.3および0.9億尾と低く，2005年級は両年級の中間の値であった。これらの結果は，VPAにより推定した加入尾数（２歳資源尾数）と同様のパターンと考えられる。2007年級および2008年級の１歳および２歳時における分布尾数は2005年級の１/10程度の非常に低い水準であった。2011年度に２歳魚として加入する2009年級の１歳の値も2005年級の１/10程度の水準であった。詳細は稚内水試事業報告を参照のこと。

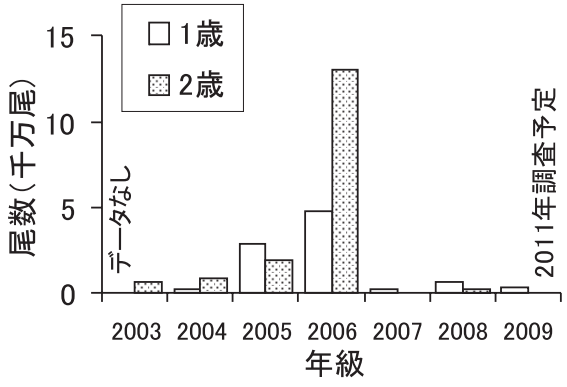


図7　未成魚分布調査により推定した武蔵堆周辺海域におけるスケトウダラ1歳および2歳魚分布量の経年変化

（ア）～（ウ）の調査船を用いた調査結果から，年級豊度に関する情報を整理すると，2006年級は比較的豊度の高い年級，2002～2004年級および2007～2008年級は豊度の低い年級，2005年級は両者の中間程度と考えられる（表５）。また，2011年度に新規加入する2009年級は2007～2008年級と同程度の豊度の低い年級である可能性が高い。一方，2010年級は2005年級と同程度かそれより高い可能性がある。しかし，現在のところ2006年級以降，これに匹敵する豊度の高い年級の出現は観察されていない。

（エ）産卵群漁期前分布調査

表5　調査船調査（北洋丸およびおやしお丸）により得られた各年級の豊度情報

調査	年齢	年　級								
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	0				1.0	5.3	0.2	0.4	0.6	2.2
2	0	－	－	－	＋	＋	－	±	－	
3	1			0.1	1.0	1.6	0.1	1.3		
3	2		0.4	0.5	1.0	7.0	0.1			

調査１：春季仔稚魚調査（４月）計量魚探機（音響）データ，調査２：道西日本海底魚トロール調査（7～11月），調査３：未成魚分布調査（８月）．値または記号は，2005年級を１または＋とした相対評価を示す．

a　産卵親魚量の推定結果

産卵群漁期前分布調査により得られた1998年度以降における産卵期はじめの産卵親魚現存量は，1999年度の25.5万トンをピークに減少傾向を示し，2008年度に4.7万トンと最低の値となった（図８）。2009年度は2006年級が一部加入したことから6.8万トンに増加した。2010年度は前年と比較して積丹半島以北（北緯43° 45分以北）の海域における分布量の増加に伴って8.9万トンとなった。しかし，親魚量としてはVPAによる評価と同様，依然低い水準にある。2010年度の調査詳細は資源評価の項を参照のこと。

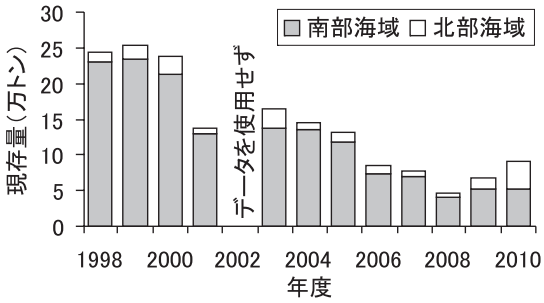


図8　産卵群漁期前分布調査により推定された産卵親魚量の推移

2002年度の漁期前分布調査結果は，荒天により調査範囲が狭いため，解析に使用しなかった．

b　漁況予報

（エ）の調査結果により関係者に配布した調査速報で，関係機関に以下のとおり報告，予報した。

・全体の産卵群分布量は2009年の1.3倍に増加した。
・特に北部海域では2009年の2.6倍に増加していた。
・石狩湾の分布量は大きく増加，岩内湾では2009

年度の６割程度に減少，桧山海域は1.2倍に増加した。
・各海域とも尾叉長35～40cmの2006年級と思われる魚が主体。

（オ）冬季卵仔魚分布調査

石狩湾周辺の定点において採集されたスケトウダラ卵の分布密度の経年変化を図９に示す。年級豊度の高かった2006年は平均値，最大値とも高かった。2007年以降はこれに匹敵する値は観察されていないが，2011年度はその中でも比較的高い値を示した。一方，仔稚魚調査で中程度の豊度と推定された2010年級の値は低かった。今後，仔稚魚調査の結果等と統合し，解析を進める予定である。

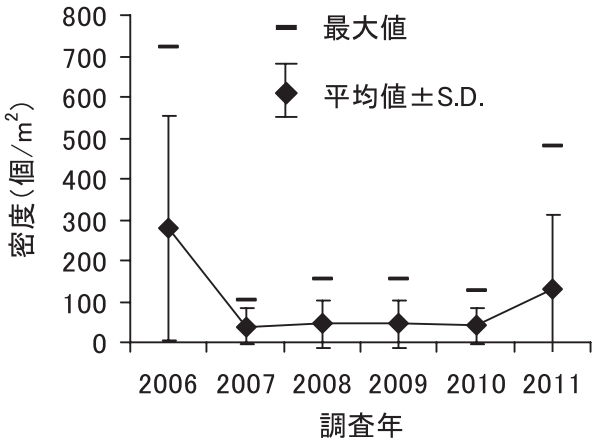


図9　石狩湾におけるスケトウダラ卵の分布密度の経年変化

（4）文献

1）Pope, J. G.: An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin.* 9, 65−74 （1972）
2）平松一彦: VPA (Virtual Population Analysis) , 平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書 －資源解析手法教科書－．東京，日本水産資源保護協会，2001，104−128.
3）山下夕帆，千村昌之：平成21年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価，我が国周辺水域の漁業資源評価（平成21年度）第1分冊．水産庁増殖推進部・独立行政法人水産研究センター，311−366（2010）
4）田中昌一：水産生物のpopulation dynamics と漁業資源管理．東海水研報，28，1−200（1960）
5）板谷和彦，三宅博哉，和田昭彦，宮下和士：北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布，水産海洋研究, 73, 80−89, (2009)
6）三宅博哉：音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究. 北海道大学博士論文, 2008, 136p.
7）北海道立中央水産試験場，北海道立稚内水産試験場，北海道立函館水産試験場　および北海道大学水産学部:平成8～10年度　共同研究報告書　計量魚群探知機を用いた道西日本海におけるスケトウダラ産卵群の来遊資源量予測基礎調査．1999，173p.
8）三宅博哉，石田良太郎，武藤卓志，安部幸樹，向井徹，飯田浩二：音響資源調査で得られた北海道西岸日本海のスケトウダラ産卵群の分布特性と現存量，北水試研報，59，11−24（2001）
9）三宅博哉，田中伊織：北海道日本海のスケトウダラ資源の変動，月刊海洋, 38, 187−191（2006）
10）三宅博哉，板谷和彦，浅見大樹，嶋田宏，渡野邉雅道，武藤卓志，中谷敏邦：卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状, 水産海洋研究, 72, 265−272 (2008)
11）北海道水産林務部水産局漁業管理課：スケトウダラ日本海海域．北海道水産資源管理マニュアル2009年度．2010，5.

1．1．6　ホッケ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**高嶋孝寛　丸山秀佳**

(1) 目的

ホッケ北部日本海～オホーツク海系群（以下，道北群）のうち，主に石狩・後志海域について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を図ることを目的とする。

(2) 経過の概要

ア　漁獲統計調査

石狩振興局～後志総合振興局管内における沿岸漁業については，漁業生産高報告ならびに水試集計速報値から漁業種別・月別漁獲量を集計した。沖合底びき網漁業（以下，沖底漁業）については，小樽機船および小樽市両漁業協同組合資料，および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漁獲物とした。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海域における月別漁獲量を集計した。道北群全体の漁獲量は稚内水産試験場資料を用いた。なお，2010年の数値はすべて速報値である。

イ　漁獲物の体長組成・年齢組成

沖底漁業については，小樽機船漁協において1

表1　道北海域（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
	北海道[1] 日本海	北海道日本海[2] のうち 石狩・後志	オコック[3] 沿岸	小計	石狩[4]・後志	留萌[5]	宗谷[6]	利礼[7]	武蔵堆[8] 知事許可刺し網	オホーツク[9]	小計	
1985	7,545	(735)	10,640	18,185	3,571	307	126	6,212	2,211	3,349	15,777	33,962
1986	12,054	(610)	17,434	29,488	2,131	335	559	4,352	1,331	7,376	16,083	45,571
1987	20,397	(1,799)	20,457	40,854	1,690	372	416	8,098	1,340	6,695	18,612	59,466
1988	23,168	(1,295)	17,908	41,076	5,095	608	484	8,607	2,628	7,034	24,455	65,532
1989	25,105	(3,987)	24,869	49,974	4,303	798	307	6,635	1,547	5,080	18,670	68,643
1990	52,699	(8,419)	22,734	75,433	4,337	528	201	9,049	1,237	5,499	20,850	96,284
1991	48,445	(4,206)	18,846	67,291	3,149	312	75	14,055	1,977	3,840	23,408	90,698
1992	35,041	(3,463)	4,749	39,790	7,398	729	100	10,929	2,127	5,399	26,682	66,472
1993	52,199	(5,208)	23,387	75,586	4,746	742	187	11,049	1,941	7,574	26,238	101,825
1994	77,369	(12,339)	16,862	94,231	7,014	727	80	10,784	893	5,751	25,249	119,480
1995	108,187	(19,326)	10,425	118,612	7,370	902	351	12,050	808	8,837	30,318	148,930
1996	81,310	(15,021)	24,529	105,839	10,281	648	215	12,975	1,263	12,380	37,763	143,602
1997	106,621	(14,304)	23,657	130,277	15,999	511	202	9,883	986	12,006	39,587	169,864
1998	124,626	(21,528)	42,930	167,556	12,014	616	66	10,773	1,039	13,020	37,530	205,086
1999	88,431	(15,326)	15,788	104,219	11,418	327	512	6,310	570	10,034	29,171	133,390
2000	86,252	(12,240)	22,979	109,230	9,893	397	93	6,638	321	10,033	27,374	136,604
2001	84,316	(14,901)	14,249	98,565	15,941	333	107	8,287	223	5,601	30,492	129,057
2002	67,324	(14,017)	17,771	85,096	13,752	304	465	8,533	245	13,480	36,780	121,876
2003	73,981	(7,948)	23,492	97,473	19,316	347	590	10,416	315	12,032	43,017	140,491
2004	84,398	(17,306)	41,205	125,603	8,567	343	263	5,447	207	10,787	25,614	151,217
2005	79,775	(12,763)	18,688	98,463	7,178	212	182	6,886	308	8,565	23,330	121,794
2006	55,560	(1,885)	12,557	68,117	12,630	261	355	6,550	298	10,407	30,502	98,620
2007	83,530	(5,985)	18,657	102,187	10,824	234	135	6,509	235	5,125	23,063	125,250
2008	85,689	(16,480)	26,803	112,492	17,691	340	488	5,683	280	10,272	34,754	147,246
2009	60,094	(10,879)	10,532	70,626	12,136	354	415	4,913	204	7,669	25,690	96,316
2010[10]	39,439	(10,274)	4,515	43,954	10,737	471	64	6,173	150	5,249	22,844	66,798

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）
資料B：「漁業生産高報告」（北海道水産林務部）ならびに「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）
1)　北海道日本海（旧：道西）海域の計（資料A）
2)　北緯43度40分以南の北海道日本海海域（資料A）
3)　オコック沿岸（旧：オホーツク）海域の計（資料A）
4)　資料Bの石狩振興局・後志総合振興局管内沿岸漁業から，資料Cの北緯43度40分以北を除いた計
5)　留萌振興局管内の沿岸漁業の計（資料B）
6)　利尻町，利尻富士町および礼文町を除く宗谷支庁沿岸漁業の計（資料B）
7)　利尻町，利尻富士町，礼文町の計（資料B）
8)　資料Cのうち北緯43度40分以北の計
9)　オホーツク総合振興局（旧・網走支庁）管内沿岸漁業の計（資料B）
10) 2010年はすべて速報値

月，4月，5月，9月，および10月に漁獲された漁獲物を購入して標本とした。沿岸漁業の刺し網については，東しゃこたん漁協において６月，10月に，底建網については寿都町漁協において４月，11月に漁獲された漁獲物をそれぞれ入手し，標本とした。

これら標本に対し,「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」に従って生物測定した。得られた体長データを漁業別の銘柄別漁獲量により引き伸ばして体長組成を作成した。

漁獲物の年齢組成については，高嶋の方法[1]により標本魚の耳石の加工と年齢査定を行い，これらに基づいて推定した。

ウ　普及・広報

アならびにイの調査結果は資源評価に使用された。さらにその結果は水産試験場ホームページ，（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/）にて公表されたほか，2010年度北海道資源管理マニュアル[2]の資料として活用された。

(3) 得られた結果

ア　漁獲量

道北群全体におけるホッケの漁獲量（表1, 図１）は, 1985年の約３万４千トンから増加を続け, 1998年には約20.5万トンに達した。翌1999年以降2008年まで，10万～15万トンで推移していた。2010年は2009年に引き続いて大きく減少し，6.7万トン（速報値）となった。近年の漁獲量の変動は，主に沖底漁業の動向に左右されているが，2010年では沖底漁業における漁獲減のため，総漁獲量に占

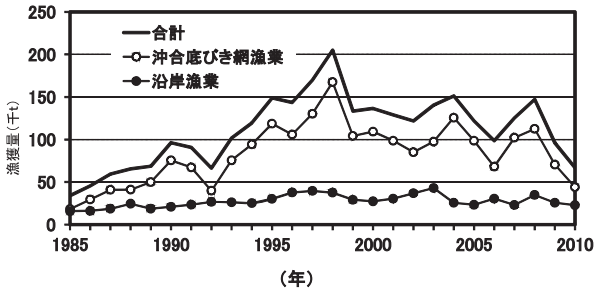


図1　道北海域（道央日本海～オホーツク海）におけるホッケ漁獲量の推移

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	沖合底びき網漁業*)	沿岸漁業				合計
		計	定置・底建網	刺し網	その他	
1985	735	3,612	1,364	2,167	41	4,347
1986	610	1,969	1,142	936	52	2,579
1987	1,799	1,794	1,067	562	62	3,593
1988	1,295	4,882	2,996	2,052	48	6,177
1989	3,987	4,282	2,183	2,005	115	8,269
1990	8,419	4,308	1,692	2,466	179	12,727
1991	4,206	3,584	1,869	1,211	69	7,790
1992	3,463	7,297	3,188	4,162	48	10,760
1993	5,208	4,883	2,824	1,869	52	10,091
1994	12,339	7,139	4,174	2,824	16	19,478
1995	19,326	7,389	3,945	3,415	10	26,715
1996	15,021	10,347	5,699	4,573	9	25,368
1997	14,304	15,992	11,448	4,549	2	30,296
1998	21,528	12,187	6,568	5,432	15	33,715
1999	15,326	11,538	8,752	2,620	46	26,864
2000	12,240	9,855	7,954	1,925	14	22,095
2001	14,901	15,870	13,200	2,709	32	30,771
2002	14,017	13,752	10,968	2,764	20	27,770
2003	7,948	19,316	17,153	2,144	19	27,265
2004	17,306	8,567	7,822	740	5	25,872
2005	12,763	7,178	6,622	546	10	19,942
2006	1,885	12,630	11,562	1,059	9	14,515
2007	5,985	10,824	9,633	1,187	5	16,809
2008	16,480	17,691	15,987	1,697	8	34,171
2009	10,879	12,136	11,228	901	7	23,015
2010	10,274	10,737	9,843	887	6	21,012

*) 北緯 43 度 40 分以南について集計
2010 年はすべて速報値

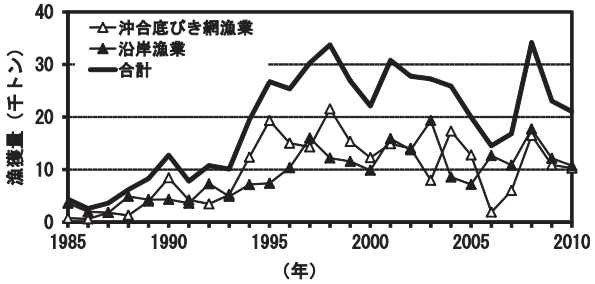


図2　石狩･後志海域におけるホッケの漁獲量の推移

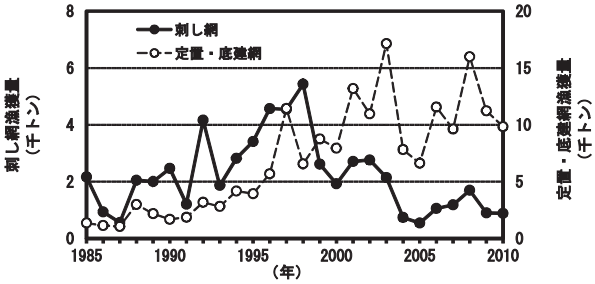


図3　石狩･後志海域における沿岸漁業によるホッケ漁獲量の推移

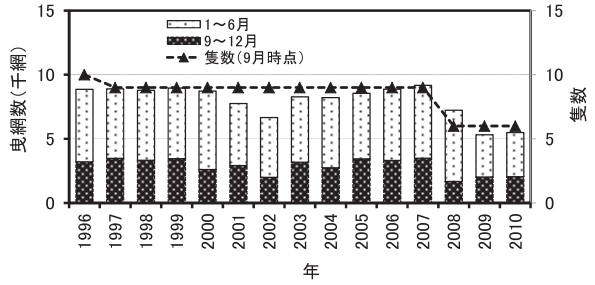


図4　小樽地区根拠沖合底びき網船の隻数および延べ曳網数の推移

表3　小樽機船･小樽市漁協所属の沖合底びき網船によるホッケの漁獲量　（2009年・2010年）

単位:トン

年	海域	1-6月	7-12月	年計	総計
2009年	43° 40' 以北	9,160	9,074	18,234	29,227
	43° 40' 以南	6,215	4,779	10,994	
2010年	43° 40' 以北	5,571	3,941	9,512	19,787
	43° 40' 以南	4,645	5,629	10,274	

資料：「沖合底びき網漁獲実績報告書」（小樽機船・小樽市漁協）

める沖底の割合が約66%と７割を下回った。

石狩・後志海域においては，2006年以降，沿岸の漁獲量が沖底漁業の漁獲量を上回る年が続き，2010年も僅差ではあるものの，沿岸漁業の漁獲量が上回った（表2，図２）。一方で，2010年は2009年に引き続き，両漁業種とも漁獲を減らしており，合計の漁獲量は約２千トン少ない21,012トンであった。

（ア）石狩・後志海域における沿岸漁業

石狩・後志海域のホッケは，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，また，刺し網によりほぼ周年にわたって大陸棚縁辺部でそれぞれ漁獲される。

2009年の定置・底建網による漁獲量は2010年に比べて1,385トン減の9,843トンであり，刺し網は14トン減の887トンであった（表2，図３）。

（イ）石狩・後志海域における沖底漁業

小樽機船漁協と小樽市漁協所属の沖合底びき網船の着業隻数ならびにこれらによる延べ曳網数の推移を図４に示した。隻数は，1997年以降2008年６月まで９隻で推移したが，2008年９月の漁期はじめから６隻に減船された。延べ曳網数もこれに応じて減少した。2010年のそれは，2009年に比べて172網減の5,483網であった。

小樽地区の沖底船による全体の漁獲量は，2003年以降2008年まで，2006年を除き４万トン前後で推移していた。2010年の北緯43度40分以南・以北両海域を合わせた漁獲量は，急減した2009年の2.9万トンからさらに減少し，約2.0万トンであった（表３）。

イ　漁獲物の体長組成・年齢組成

沖合底びき網漁業による北緯43度40分以北および以南の両海域，ならびに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５に示した。

以北海域における沖合底びき網の春期では，主モードが21cm台に，副モードが17cm台にあったが，どちらも１歳魚が多くを占めていた。秋期では26cm台にモードが観察され，1～３歳魚で占められていた。前年に引き続き０歳魚はごく僅かだった。

以南海域の春期では，24cm台に主モードが観察され，2歳魚が主体を占めていた。例年多くを占める１歳魚は割合が半分以下であったとともに，体長は裾野が広い組成であった。秋期では27cm台にモードが観察され，2歳魚と３歳魚が多くを占めていた。以北海域と同様に０歳魚は少なかった。

定置･底建網の春期では25cm台，秋期では26cm台にモードが観察され，春期は２歳魚，秋期は１歳魚と２歳魚が主体となっていた。

刺し網の春期では31cm台にモードが観察された。秋期では28cm台に主モード，30cm台に副モードが観察された。春期・秋期とも，2歳魚以上が混在して組成を構成していた。

2010年の漁獲物の特徴として，以南海域の沖合底びき網，および定置･底建網において，1歳魚（2009年級群）の割合が少なく，その一方で秋期の沖合底びき網，定置・底建網の両漁業種において，例年みられる０歳魚（2010年級群）がきわめて少なかったことが挙げられる。これらのことから，2009年級群に続き，2010年級群も低豊度の年級群である可能性が懸念される。

（4）文献

1）　高嶋孝寛：Ⅱ章　耳石による年齢査定. 北海道周辺におけるホッケの資源と漁業　－資源評価の高度化に向けて－．北海道立水産試験場技術資料　No.6, 11−25 (2010).

2）　北海道水産林務部水産局漁業管理課：ホッケ道央日本海～オホーツク海海域．2010年度北海道水産資源管理マニュアル，北海道，14p(2011).

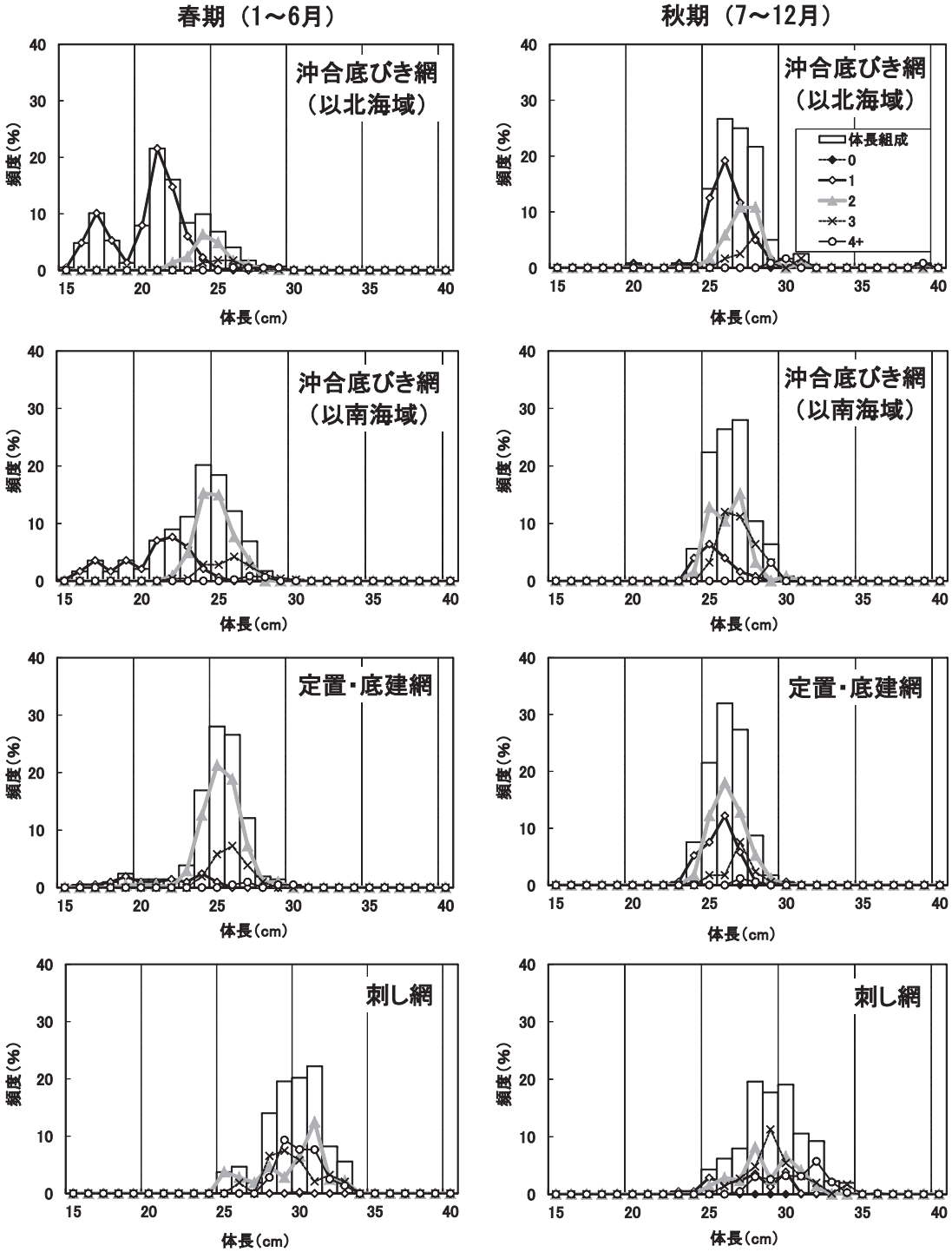


図5　ホッケ漁獲物の体長組成・体長階級別年齢組成（2010年）

１．１．７　スルメイカ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**佐藤　充　山口幹人**

(1) 目的

道西日本海に来遊するスルメイカの漁況予測精度向上を図るため，生態および資源動向に関した，調査船調査および漁業情報収集等の調査研究を行う。なお，本事業は「資源評価調査（受託研究）」と連動して実施した。

(2) 経過の概要

ア　陸上調査

（ア）漁獲統計調査

道西日本海（道北：オホーツク海を除く宗谷総合振興局および留萌振興局，道央：石狩振興局および後志総合振興局，道南：桧山振興局および渡島総合振興局の松前・福島町および八雲町熊石地区）のスルメイカ漁獲量を北海道水産現勢より，４月から翌年３月までの年度集計によって調べた(2009年度～2010年度の漁獲量については各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水試が集計した暫定値)。

余市郡漁協において，いか釣り漁船の水揚げ隻数･銘柄別漁獲重量および尾数を調べ，CPUE（１隻１日当たりの漁獲尾数）を算出した。

（イ）生物調査

岩内港および余市港において，いか釣り漁船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）に従った。

イ　調査船調査

６月と８月に函館水試試験調査船金星丸によって，自動イカ釣機による釣獲調査および海洋観測を行った。両調査は，受託試験研究である「資源評価調査」の一環で，漁場一斉調査，沖合域海洋観測調査として行った。

ウ　スルメイカ日齢解析

６月の調査船調査で採集されたスルメイカについて，日齢解析を行った。日齢解析は技術資料No.4「スルメイカの平衡石の採取および輪紋計数マニュアル」(北海道立釧路水産試験場　坂口健司，2005）に従った。推定した日齢と採集年月日から発生時期を推定した。

エ　資源評価

2009年度に日本海海域へ来遊したスルメイカについて資源評価を行い，水産試験場ホームページ，(http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/）に公表した。評価結果は2010年度北海道水産資源管理マニュアル[1)]に掲載された。

オ　普及・広報

７月に日本海区水産研究所および日本海側道府県水産研究機関と共同で，陸上・調査船調査の結果に基づき，長期漁海況予報を公表した。また，漁海況予報や調査船調査結果を内容とした「北海道浮魚ニュース」を道内各水試と連携して作成し，

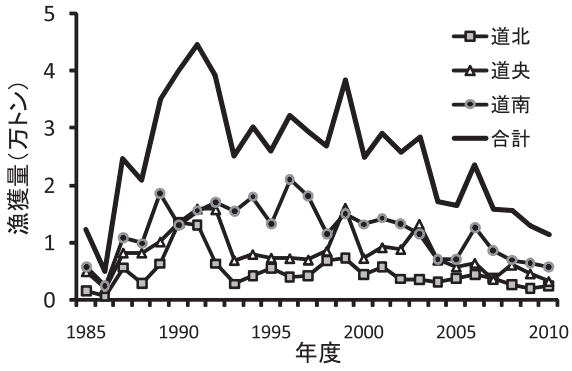


図1　道西日本海におけるスルメイカ漁獲量経年変化

表1　2010年度の道西日本海月別漁獲量

	道北	道央	道南	合計
4月	0	0	0	0
5月	0	0	0	0
6月	0	224	1,089	1,313
7月	318	945	1,831	3,093
8月	547	359	650	1,555
9月	340	320	336	995
10月	389	448	343	1,180
11月	880	377	374	1,631
12月	10	541	1,536	2,086
1月	0	32	309	340
2月	0	0	0	0
3月	0	14	0	14
4～9月	1,204	1,848	3,905	6,956
10～3月	1,278	1,412	2,561	5,252
年度計	2,482	3,260	6,466	12,208

（単位:トン）

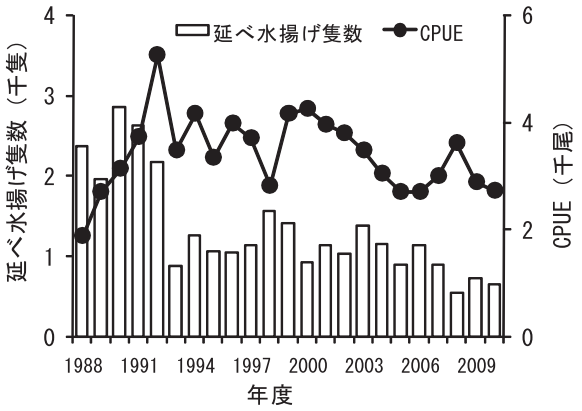


図2　余市港におけるスルメイカの延べ水揚隻数とCPUE（1隻1日当たりの漁獲尾数）の経年変化

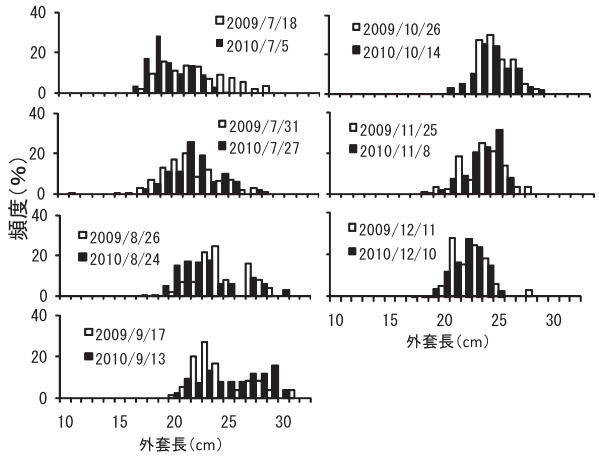


図3　余市, 岩内港に水揚げされたスルメイカの外套長組成（外套長組成は銘柄別に引き延ばして推定した）

表2　2009～2010年度の余市港におけるスルメイカの水揚隻数とCPUE（1隻1日当たりの漁獲尾数）

月	旬	2009年 隻数	漁獲尾数	漁獲重量	CPUE尾数	2010年 隻数	漁獲尾数	漁獲重量	CPUE尾数
6月	上								
	中								
	下	4	13,755	2,792	3,439				
7月	上	34	108,325	23,068	3,186	7	13,360	3,006	1,909
	中	27	73,825	17,750	2,734	51	125,195	29,170	2,455
	下	76	320,800	67,904	4,221	55	129,750	31,950	2,359
8月	上	69	268,070	55,088	3,885	60	116,590	31,066	1,943
	中	63	104,305	27,452	1,656	49	76,675	20,310	1,565
	下	46	125,445	36,200	2,727	41	55,105	14,982	1,344
9月	上	65	169,545	48,130	2,608	49	84,990	24,912	1,734
	中	60	147,435	42,726	2,457	65	272,660	74,670	4,195
	下	63	148,215	43,482	2,353	22	45,080	12,544	2,049
10月	上	49	95,415	26,994	1,947	49	120,455	33,260	2,458
	中	24	26,025	7,698	1,084	53	304,370	79,148	5,743
	下	50	205,675	58,522	4,114	35	65,255	18,858	1,864
11月	上	48	246,030	69,296	5,126	29	60,020	17,154	2,070
	中	30	40,435	11,886	1,348	40	119,785	32,984	2,995
	下	18	31,285	9,114	1,738	26	57,175	15,626	2,199
12月	上	8	8,600	2,244	1,075	6	32,750	8,982	5,458
	中	2	2,990	810	1,495	12	85,370	19,976	7,114
	下					3	18,830	4,256	6,277
6月	計	4	13,755	2,792	3,439				
7月	計	137	502,950	108,722	3,671	113	268,305	64,126	2,374
8月	計	178	497,820	118,740	2,797	150	248,370	66,358	1,656
9月	計	188	465,195	134,338	2,474	136	402,730	112,126	2,961
10月	計	123	327,115	93,214	2,659	137	490,080	131,266	3,577
11月	計	96	317,750	90,296	3,310	95	236,980	65,764	2,495
12月	計	10	11,590	3,054	1,159	21	136,950	33,214	6,521
6-9月	計	507	1,479,720	364,592	2,919	399	919,405	242,610	2,304
10-12月	計	229	656,455	186,564	2,867	253	864,010	230,244	3,415
年	計	736	2,136,175	551,156	2,902	652	1,783,415	472,854	2,735

余市郡漁協資料，中央水試調べ。　　（重量単位：kg）

FAXで関係機関に配布し,「マリンネット北海道」のホームページに公表した。

(3) 得られた結果

ア　陸上調査

(ア) 漁獲統計調査

道西日本海におけるスルメイカの漁獲量は（図1），1986年度の約5千トンから増加し，1991年度には約4万トンを超えた。その後は,3万トン前後で推移していたものの2004年度以降，2006年度を除き,2万トンを下回る漁獲となった。2010年度の漁獲量は約1万1千トンであった。海域別では,道北が2,482トン（前年:2,028トン）と前年を上回ったが，道央が3,148トン（前年：4,498トン），道南が5,687トン（前年:6,346トン）と前年を下回った。時期別にみると夏漁にあたる4～9月が

表3　2010年度に余市，岩内港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	銘柄（入尾数）	外套長組成(cm) 11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	測定尾数	♂ 成熟度(%) 10	11	20	♀ 10	11	20	21
7月5日	43° 18'N, 141° 20'E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	92	8	0	88	0	13	0
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100	0	0	100	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	15	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	90	10	0	100	0	0	0
		40	0	0	0	0	0	4	20	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100	0	0	100	0	0	0
7月27日	余市沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	3	5	3	0	1	0	0	0	0	0	20	50	50	0	75	17	0	8
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	89	0	11	100	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	0	4	8	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	0	100	0	0	0
8月24日	積丹沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	2	2	0	3	2	0	1	0	0	0	20	44	22	33	64	9	0	27
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	93	7	0	100	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	0	1	3	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	93	7	0	100	0	0	0
9月13日	積丹沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	3	3	4	1	0	0	20	0	0	100	9	82	0	9
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	13	19	69	33	0	11	56
10月14日	43° 21'N, 139° 41'E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	12	7	7	2	1	0	0	0	0	40	25	31	44	79	17	4	0
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	10	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25	46	31	23	100	0	0	0
11月8日	43° 18'N, 140° 40'E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	20	50	0	50	100	0	0	0
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	93	7	0	100	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	0	0	1	9	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	0	100	0	0	0
12月10日	岩内沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	6	1	0	0	0	0	0	0	0	20	30	60	10	100	0	0	0
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	67	25	8	100	0	0	0
		木箱	0	0	0	0	0	0	1	1	14	44	32	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	81	19	0	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。

表4　2010年度のスルメイカ調査船調査結果および生物測定結果（金星丸）

調査開始日	北緯 度	北緯 分	東経 度	東経 分	開始時刻	終了時刻	漁獲努力	漁獲尾数	CPUE	外套長組成(cm) 11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	測定尾数	♂ 成熟度(%) 10	11	20	♀ 10	11	20	21
6月22日	41	40	139	0	20:00	4:00	40.0	692	17.30	0	0	0	1	1	12	13	23	19	18	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	100	92	3	5	95	3	0	2
6月23日	42	30	139	40	20:00	4:00	40.0	1,688	42.20	0	0	0	0	2	17	34	21	10	9	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	100	98	2	0	100	0	0	0
6月25日	43	0	140	2	20:30	4:00	37.5	324	8.64	0	0	0	0	0	3	9	15	17	20	15	4	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	88	100	0	0	98	0	0	2
6月26日	43	1	138	41	20:00	4:00	40.0	647	16.18	0	0	0	0	0	1	14	27	30	20	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	100	0	0	0
6月27日	42	30	139	0	20:00	4:00	40.0	1,227	30.68	0	0	0	0	1	2	18	24	25	18	8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	96	2	2	98	0	0	2
6月28日	41	40	139	41	20:00	4:00	38.8	1,036	26.74	0	0	0	0	0	5	22	33	24	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	98	2	0	100	0	0	0
8月17日	41	50	139	25	18:30	3:30	45.0	196	4.36	0	0	0	2	10	12	11	10	4	12	17	9	6	5	2	0	0	0	0	0	0	0	100	85	15	0	89	9	0	2
8月18日	42	30	138	30	18:00	2:40	40.8	2,306	56.47	0	0	0	0	0	0	0	2	11	18	32	20	11	5	0	0	1	0	0	0	0	0	100	64	25	10	85	10	0	5
8月19日	41	39	140	37	18:00	0:00	23.6	74	3.14	0	0	1	1	2	6	7	23	14	7	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	74	86	9	6	95	0	3	3

漁獲努力：釣機台数×操業時間，CPUE：漁獲尾数／漁獲努力。
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。

6,956トン（前年：9,266トン）と前年を下回ったが，秋・冬漁にあたる10～３月が5,252トン（前年：3,571トン）と前年を上回った（表２）。

2010年度の余市港におけるいか釣り漁船の年度を通してのCPUE（１隻１日当たりの漁獲尾数）は2,735で前年（2,902）を下回った（図2，表２）。CPUEを時期別に見ると，6～９月は2,304（前年：2,919）と前年を下回り，10～12月は3,415（前年：2,867）と前年を上回った。漁期後半のCPUEの方が高い傾向であった。延べ水揚げ隻数は652隻と前年(736隻)を下回った。

（イ）生物調査

７月～12月にいか釣り漁船によって漁獲されたスルメイカ について，各銘柄別に生物測定を行った（表3，図３）。外套長組成は，水揚げ港の標本採集日前後５日間の漁獲量を集計した数量を，銘柄別に引き延ばして推定した。推定した外套長組成のモードは，7月５日が18cm，7月27日が21cm，８月24日 が23cm，9月13日 が29cm，10月14日 が23cm，11月８日が24cm，12月10日が22cmであった。なお成熟度は，「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」に従って区分および標記した。

イ　調査船調査

６月における漁場一斉調査および８月沖合域海洋観測調査結果を表４に示した。漁場一斉調査の各調査点でのCPUE（釣り機１台１時間当たりの漁獲尾数）は8.64～42.20の範囲であった。同様に外套長組成のモードは17～19cmであった。沖合域海洋観測調査の各調査点でのCPUEは3.14～56.47の範囲であった。同様に外套長組成のモードは18～21cmであった。

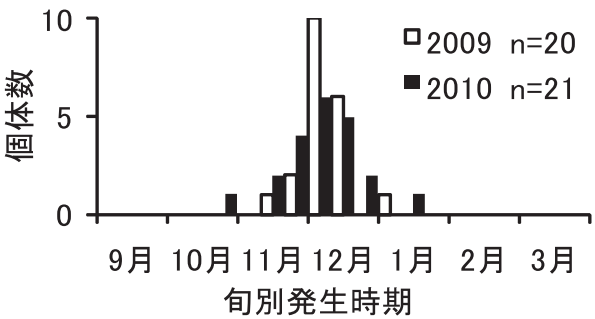


図4　おやしお丸により採集されたスルメイカの発生時期

６月と８月の両調査において，漁獲の多かった４調査点において合計3,856尾のスルメイカに標識タグをつけて放流し，移動を調べた。再捕結果は表５のとおりである。

ウ　平衡石日齢解析

2010年６月下旬に採集したスルメイカの主発生時期は，11月下旬から12月中旬にかけてであったが，前年同様12月の割合が多かった（図３）。

（4）文献

1）北海道水産林務部水産局漁業管理課：スルメイカ日本海海域．2010年度北海道水産資源管理マニュアル，47p（2011）

表5-1　スルメイカ標識放流再捕結果（6月調査）

No.	放流年月日			放流位置 北緯	放流位置 東経	放流尾数
A	2010	6	23	42° 30’	139° 40’	1,298
B	2010	6	26	43° 01’	138° 41’	500
C	2010	6	27	42° 30’	139° 00’	758

	再捕年月日			再捕位置 北緯	再捕位置 東経	経過日数	放流地点No.
	2010	8	2	43° 28’	140° 54’	40	A
	2010	8	17	45° 35’	141° 05’	52	B
	2010	9	3	43° 40’	140° 31’	68	C
	2010	11	6	34° 18’	129° 45’	132	C

表5-2　スルメイカ標識放流再捕結果（8月調査）

	放流年月日			放流位置 北緯	放流位置 東経	放流尾数
	2010	8	18	42° 30’	138° 30’	1,300

No.	再捕年月日			再捕位置 北緯	再捕位置 東経	経過日数
1	2010	8	29	43° 24’	137° 56’	11
2	2010	9	17	43° 40’	140° 31’	30
3	2010	9	29	43° 43’	138° 00’	42
4	2010	11	13	34° 12’	129° 41’	87

１．２　北海道資源評価
１．２．１　ニシン

担 当 者　資源管理部　資源管理グループ　**山口幹人　佐藤　充**

(1) 目的

石狩湾には主として沿岸性の石狩湾系ニシンが分布するが，ときには北海道・サハリン系群が優占することが知られている。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，日本海北部にしん栽培漁業推進委員会からの受託研究である石狩湾系のニシン漁況予測調査（Ⅰ．16）と連動して，主として厚田沖の漁獲物の生物調査や，石狩・後志管内の漁獲統計調査を実施している。

ここでは，従来から集計している石狩，後志管内の市町村別漁獲量と武蔵堆周辺で行われる刺し網漁業（積丹町～小樽市を根拠とするほっけ，たら，すけとうだら刺し網漁業)と小樽港を根拠とする沖合底曳網漁業による漁獲量を整理した。なお，生物調査の結果は，石狩湾系のニシン漁況予測調査（Ⅰ．16）に合わせて記載した。

(3) 得られた結果

石狩湾沿岸でのニシン漁獲量（表１）をみると，1982年以降，1985，1986年に200トン台の水揚げがあった他は数トン～数十トンで推移し，1993年には0.6トンまで減少した。しかし，1997年の26トンを契機に増加傾向に転じ，2007年には１千トンに達した。2008年には若干減少したものの，2009

表1　石狩湾沿岸の市町村別ニシン漁獲量(kg)

年	石狩市				小樽市	余市町	古平町	積丹町	合　計
	浜益区	厚田区	その他	石狩市計					
1982	4,030	16,350		20,380	40,620				61,000
1983	1,420	8,300		9,720	642				10,362
1984	200	1,700		1,900	255		13		2,168
1985	10	162,300	34,800	197,110	48,486	1,033	196		246,825
1986		116,300	71,200	187,500	21,129	1,326	17,399	379	227,733
1987	2,640	44,997	26,477	74,114	22,850	1,678	1,251		99,893
1988	81	925	1,625	2,631	1,318	1	74		4,024
1989	26	3,892	339	4,257	3,085		162		7,504
1990		4,320	430	4,750	347				5,097
1991		3,472		3,472	533		5		4,010
1992	422	801	153	1,376	186	409	821	27	2,819
1993	3	159	179	341	191		20		552
1994	111	3,901	26	4,038	1,794		110		5,942
1995	212	2,263	46	2,521	436	20	1,659		4,636
1996	27	787	263	1,077	204	3	642		1,926
1997	1,144	21,416	1,360	23,920	2,124		38		26,082
1998	1,020	36,579	1,960	39,559	3,321		10		42,890
1999	7,534	59,066	4,867	71,467	15,672	4	167		87,310
2000	25,614	47,512	11,505	84,631	29,887	55	1		114,574
2001	20,741	57,782	40,676	119,200	61,687	216	18		181,122
2002	27,041	79,940	18,093	125,074	21,415	1,142	3,456		151,087
2003	49,985	102,236	31,757	183,978	22,605	57	2,824	59	209,523
2004	133,783	507,360	113,909	755,051	104,977	360	812	9	861,208
2005	53,069	125,648	61,852	240,568	67,725	82	316	2	308,692
2006	23,673	180,639	49,858	254,170	31,080	992	1,416	67	287,725
2007	191,972	405,713	162,523	760,209	229,863	17,436	24,928	1,127	1,033,563
2008	71,884	302,719	192,194	566,797	125,402	32,403	74,431	34,668	833,701
2009	180,757	574,502	486,955	1,242,214	559,421	12,551	45,254	26,625	1,886,064
2010	188,916	576,990	270,305	1,036,211	419,480	54,675	49,807	67,076	1,627,248

資料：北海道水産現勢．ただし 1990 年および 1993～1997 年は厚田漁協資料，中央水試調べ．

沖底、ほっけ刺し網、たら刺し網、すけとうだら刺し網を除いた．

年には1,886トンと最高値となり，2010年も1,627トンが漁獲された。なお，1985年～1987年の漁獲の多くは５～６月におけるものであり，北海道サハリン系群が一時的に増大し，漁獲されたと考えられている。一方，1997年以降の漁獲の増加は，石狩湾系ニシンの資源の増大に起因するものである。

後志管内に水揚げされた沖合域でのニシン漁獲量（表２）は1982年以降，1～638トンと沿岸域同様に大きく変動してきた。その中で1987年までは100トン以上の漁獲があったが，その後1997年までは1992年の55トンを除いて漁獲量は30トン未満で推移していた。しかし，1998年には沖合底曳網によって110トンが漁獲され，その後も沖合底曳網を中心に数十トン（2002年を除く）が漁獲されるようになった。さらに2008～2010年には沖合底曳網による漁獲が100トンを超えたことに加えて，刺し網の漁獲量もそれぞれ64トン，109トン，266トンと増加し，沖合域全体の漁獲量は2010年には395トンに達した。

なお，生物調査と漁獲統計調査の結果を基に資源評価を行い，そ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/）に公表した。さらに，資源評価の結果は「2010年度北海道水産資源管理マニュアル[1)]」の資料として活用された。

表2　武蔵堆の刺し網および小樽港根拠の沖合底曳船によるニシン漁獲量(kg)

年	刺し網	沖　底	合　計
1982	35,480	189,142	224,622
1983	71,160	44,154	115,314
1984	144,202	7,108	151,310
1985	256,827	16,772	273,599
1986	245,199	393,240	638,439
1987	152,293	23,455	175,748
1988	24,033	4,685	28,718
1989	4,343	11,428	15,771
1990	51	1,924	1,975
1991	11	766	777
1992	1,850	53,376	55,226
1993	50	656	706
1994	25	3,495	3,520
1995	1,214	4,568	5,782
1996	234	2,506	2,740
1997	24	11,837	11,861
1998	20	109,779	109,799
1999	26	94,161	94,187
2000	267	20,253	20,520
2001	546	72,989	73,535
2002	3,005	5,320	8,325
2003	253	72,655	72,908
2004	2,102	93,977	96,079
2005	525	55,857	56,382
2006	2,289	38,862	41,151
2007	12,713	54,125	66,838
2008	63,646	121,643	185,289
2009	108,644	150,789	259,433
2010	266,238	128,963	395,201

資料：北海道水産現勢.

引用文献

1）北海道水産林務部水産局漁業管理課：ニシン岩内湾～宗谷湾海域．2010年度北海道水産資源管理マニュアル，北海道，25p（2010）

１．２．２　ハタハタ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

(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，漁業の漁業実態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，2010年の漁獲量については中央水産試験場速報値（暫定値）を用いた。

イ　漁獲物調査

道西日本海におけるハタハタ漁業の盛漁期は秋季であり，沖合海域では沖底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。2010年は，沖底漁業は小樽機船漁協，えびこぎ網漁業は増毛漁協，刺し網漁業は石狩湾漁協に，それぞれ水揚げされた漁獲物を標本として購入し，生物測定を行った。年齢は耳石輪紋の観察に基づき，1月１日を基準日として決定した。漁獲物標本データを漁獲量全体に引きのばす基資料として，小樽機船漁協，石狩湾漁協本所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中央水産試験場調査船おやしお丸によるトロール調査を行ってきた。おやしお丸が用途廃止となったため，2010年は稚内水試調査船北洋丸により，9月14，15日と10月14～23日に調査を実施した。調査海域は，例年，留萌市から増毛町沖合にかけての水深150～270mの海域範囲としており，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。2010年は６月５日に計６定点で行った。

(3) 得られた結果

ア　漁獲量　（表1，図1）

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低位で推移している。1995年には19トンの最低値まで減少し，その後は増加傾向となり100～300トン程度の幅で変動推移している。2010年の漁獲量は2009年に引き続いて減少し100トンであった。2002年以降の漁業種別漁獲割合は，それ以前と比べ沿岸漁業の割合が大きくなっている。

表1　留萌，石狩，後志管内におけるハタハタの漁獲量　（単位：トン）

	漁業種類					総計
	えびこぎ	沖底	刺し網類	定置類	その他	
1985	103	44	27	0	0	173
1986	108	22	23	0	0	152
1987	83	41	6	11	0	141
1988	79	36	11	6	0	132
1989	46	49	16	3	1	114
1990	126	86	25	4	0	241
1991	58	43	31	4	0	136
1992	51	0	23	3	0	77
1993	45	142	37	11	0	235
1994	20	9	9	0	0	38
1995	10	6	3	0	0	19
1996	37	6	26	0	0	69
1997	33	83	16	2	0	134
1998	92	79	19	0	0	190
1999	32	73	26	2	0	133
2000	69	88	89	10	0	256
2001	76	179	40	1	0	297
2002	24	8	72	20	2	126
2003	28	35	207	104	1	376
2004	60	47	144	31	0	281
2005	50	98	32	0	0	181
2006	35	55	49	5	0	144
2007	51	45	24	2	0	122
2008	87	23	122	22	4	257
2009	62	32	34	5	0	134
2010	24	28	43	5	0	100

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隻着業していたが，留萌根拠船の廃業，小樽根拠船の減船を経て，現在は６隻となっている。えびこぎ網漁業は1998年以降留萌管内の10隻が着業している。

イ　漁獲物調査（図2）

漁獲物調査によって推定された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歳魚の漁獲割合が大きかったが，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。2010年は２歳魚（2008年級群）が大半を占めた。

ウ　漁期前分布調査（表2）

９月14，15日に実施したトロール調査では６点，10月14～23日の調査では８点の調査点においてハタハタを採集した。その採集結果の概要を表２に示す。漁獲物調査では大半が２歳魚であった（図２）のに対し，採集物中の１歳魚（2009年級群）の割合が極端に少ないという状況ではなかった。しかし，両調査で採集された１歳魚すべてのうち雄で20%，雌で52%が未熟個体という例年にない状況があった。これらの未熟魚が漁獲加入しなかったことにより，漁獲物年齢組成は２歳魚主体となったと考えられる。

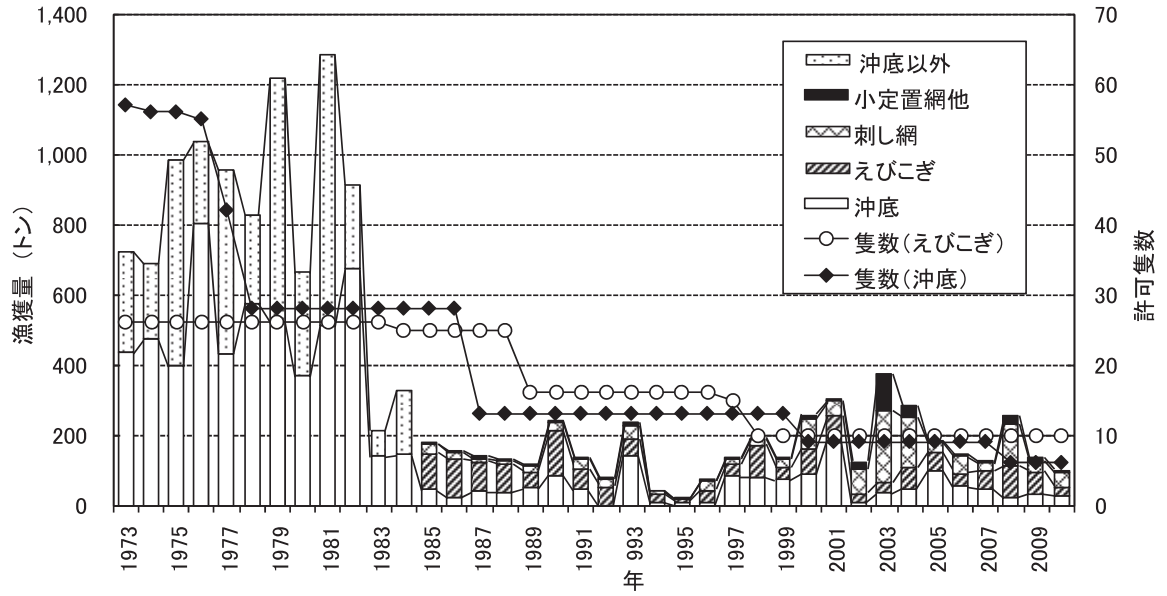


図1　留萌，石狩，後志管内におけるハタハタの漁獲量と，えびこぎ網漁業および沖底漁業の着業隻数の推移

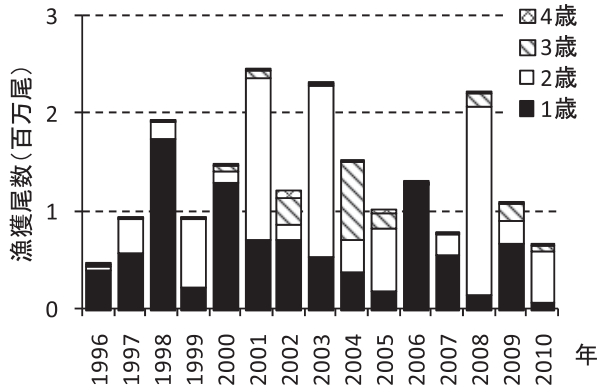


図2　年齢別漁獲尾数の推移（雌のみ）
※近年の雄の年齢組成の推定誤差が大きいと考えられたことから，雌のみを示した。

表2　北洋丸によって実施したトロール網による漁期前分布調査の結果概要（2010年）

調査期間	曳網回数（有漁のみ）	調査水深帯	採集尾数（上段：雄，下段：雌） 1歳	2歳	3歳	計	底層水温
2010/9/14, 15	6	233～272m	83	137	6	226	2.0～2.9℃
			32	24	3	59	
2010/10/14–23	8	219～363m	61	110	1	172	1.2～2.3℃
			47	91	3	141	
		計	223	362	13	598	

エ　稚魚調査（図3）

図３に1998～2010年の採集状況を示す。2010年の調査で採集された2010年級群の採集尾数は874尾，1定点あたりの平均採集尾数は145.6尾と，これまでの調査結果の中では比較的低い水準であった。

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いて来遊資源の特徴について整理し，関係漁業機関などへファックスとホームページにて情報提供した。2010年秋漁期に来遊する資源は，2歳の大型魚主体で来遊量は2009年度を若干下回る程度，沿岸への来遊時期は11月中旬以降と予測した。漁獲状況は前述のとおりで，石狩湾漁協での沿岸の初漁日（出荷日）は11月17日であった。

2010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。2009年時点の資源水準は中水準，2009年から2010年にかけての資源動向は不明と評価した。資源評価の詳細は，http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/を参照。さらに評価結果は，北海道水産林務部による水産資源管理会議に係る「水産資源管理マニュアル」の基資料として活用された。

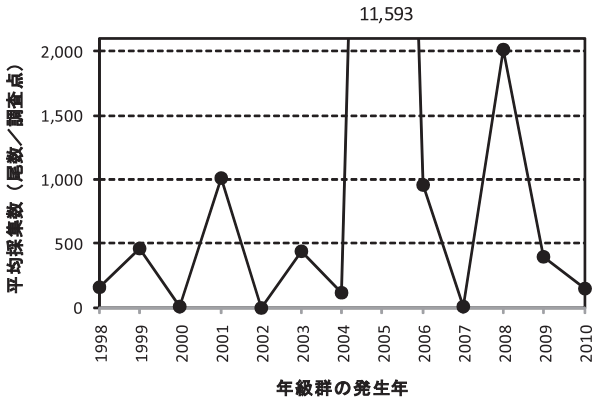


図3　石狩市厚田区沿岸における稚魚分布調査による採集数の推移

１．２．３　イカナゴ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**星野　昇**

(1) 目的

イカナゴ仔稚魚（コウナゴ）は，後志総合振興局管内における主要な漁業資源である。４～６月の期間に，管内の沿岸域一帯で灯火光を用いた敷網（知事許可漁業）によって漁獲される。

本種の調査研究では，資源の合理的利用を図るため，管内の主要産地において毎年の漁業実態や成長など資源生態的情報の蓄積・解析を進め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）から漁獲重量を集計した。集計の対象は「火光を利用する敷網漁業（知事許可)」により漁獲された「イカナゴ」とした。2010年の漁獲量については中央水産試験場が集計した暫定値を用いた。

表1　後志支庁管内のイカナゴ（コウナゴ）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
1985	545	4	93	440
1986	932	50	339	213
1987	186	146	67	147
1988	3,617	71	810	1,113
1989	626	1	180	217
1990	570	2	146	113
1991	1,636	4	83	70
1992	429	52	209	267
1993	483	6	85	118
1994	33	1	13	28
1995	457	16	193	151
1996	527	11	101	214
1997	354	5	161	195
1998	351	3	15	16
1999	60	7	41	81
2000	100	28	121	109
2001	153	10	137	64
2002	465	25	23	15
2003	208	13	44	18
2004	382	83	100	51
2005	369	47	104	107
2006	72	17	132	148
2007	81	12	59	59
2008	81	10	53	77
2009	360	38	76	77
2010	120	21	179	131

管内市町村のうち，とくに漁獲量の多い寿都町と島牧村について各漁業協同組合の荷受け資料から，日別漁獲量と有漁隻数を調べ，1隻あたり漁獲量（CPUE）を算出し，資源動向の指標とした。

イ　コウナゴ漁業漁期前調査

2010年４月17日に島牧村西部（白糸岬～千走）の沿岸域に設けた５調査点において，集魚灯を用いたたも網採集調査を行った。採集物の体長を測定し，体長組成から初漁時期の目安を予測した。

ウ　漁獲物調査

漁期中，島牧，寿都町の各漁業協同組合に水揚げされた漁獲物から標本採集を行い，各標本から100尾を上限として抽出し，標準体長（以下，体長とする）を測定した。すべて冷凍保存した後に自然解凍した状態で測定した。さらに，各標本から20尾程度を目安に抽出し，耳石日周輪を観察しふ化日を推定した。

エ　水温調査

寿都町美谷沖（歌棄ホタテ養殖場）水深20m付近に水温計測ロガーを設置し，水温を連続計測した。

(3) 得られた結果

ア　漁獲統計調査

1985年（昭和60年）以降の後志総合振興局管内におけるイカナゴの漁獲量を表１に示した。2010年の漁獲量は，寿都町では前年を大きく上回る179トン，島牧村では131トンであった。小樽市から積丹町にいたる地域（北後志地域）の漁獲量は120トンと大きく減少した。北後志地域，寿都，島牧で1988年に突出して多い漁獲量を記録して以降は，３～４年程度の間隔で増減を経ながら推移している。

島牧漁協および寿都町漁協の荷受け資料に基づく両地域のCPUE（漁獲量kg／有漁隻数）の経年変化を図１に示した。CPUEは両地区で同様の傾向で推移しており，2010年の両地区合わせたCPUEは194.5kgと，前年を大きく上回った。

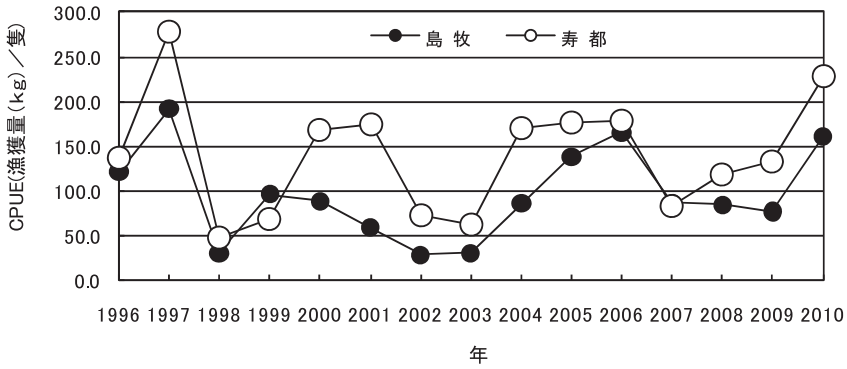


図1　島牧，寿都町各漁業協同組合におけるCPUEの推移

イ　コウナゴ漁業漁期前調査

漁期前調査で採集された標本の体長組成を図２に示す。採集物の体長組成は概観して体長階級14～20mm，22～26mm，28mm以上の３群で構成された。

この結果に基づき，これまでの知見から１日あたりの伸長を0.7mmと仮定し，14～20mmのサイズ群が漁獲開始サイズである22～23mmに達する４月末頃から漁が上向くと予測した。

ウ　漁獲物調査

2010年漁期中に漁獲物標本を採集して，各標本の体長測定を行うとともに，耳石（扁平石）の日周輪解析を行った。図３に，日周輪解析によって得られた漁獲物のふ化日組成を示す。ふ化は例年どおり３月中旬から本格的に始まったが，漁獲物は４月中旬から下旬にふ化したものが占める割合が大きく，これらが５月末から６月上旬に漁獲対象となったことで漁獲量が大きく前年を上回った。

エ　水温調査

2010年の寿都湾内の観測定点（水深20m）の水温は，4月中は水温上昇が例年に比べ低調で推移し，５月に入ってから急上昇した。

オ　事業成果の活用

以上の結果を整理して，寿都町漁協小女子部会総会（2011年３月30日）にて関係者に説明し，着業者の資源状況への理解を促した。漁期前調査や漁獲物調査結果に基づく漁期の予測は資料にとりまとめ，後志南部水産技術普及指導所との共同発信として，直ちに管内各漁協および町村役場へファックスと電子メールで情報提供し，ホームページで広く周知を図った。研究論文として，「後志北部海域沿岸におけるイカナゴ稚魚漁業の特徴について」を北水試研究報告78号にとりまとめた。

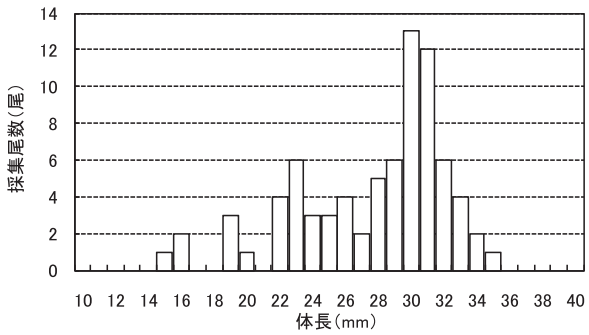


図2　漁期前調査で採集された標本の体長組成（採集日：2010年4月17日，採集尾数：78尾）

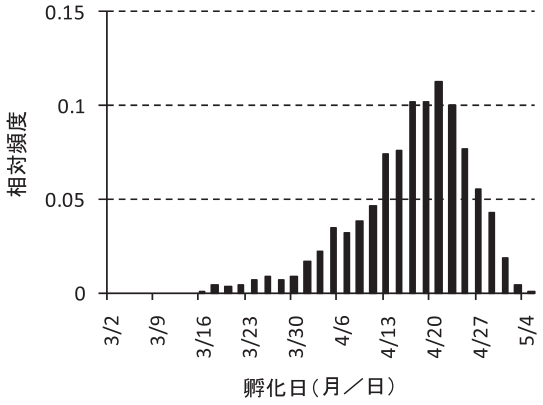


図3　2010年の漁獲物標本のふ化日組成（耳石日周輪に基づく）

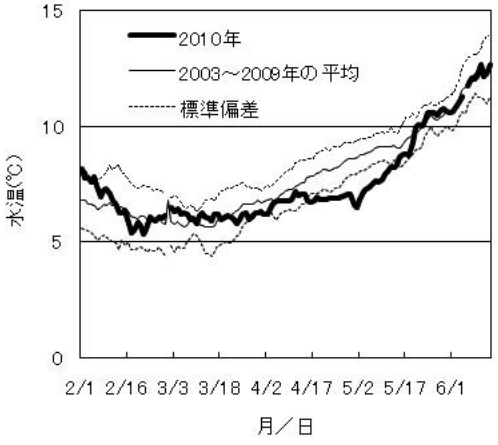


図4　寿都海域における水温推移（水深20m）

１．２．４　タコ類

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口宏史　三原行雄**

(1) 目的

北海道周辺海域のタコ類の漁獲量は近年比較的安定しており，資源管理の必要性を望む声も少ない。しかし，沿岸漁業にとって重要な漁獲対象資源のひとつであることから，モニタリングの必要性は高い。そこで，ミズダコおよびヤナギダコの漁業を通した資源のモニタリングを目的として事業を実施した。

表1　石狩・後志におけるミズダコ・ヤナギダコ漁獲量(単位：トン)

	ヤナギダコ			ミズダコ		
	石狩	後志	合計	石狩	後志	合計
1985年	0	431	431	119	1,507	1,626
1986年	0	428	428	69	1,377	1,446
1987年	0	488	488	58	1,388	1,446
1988年	0	674	674	61	1,393	1,454
1989年	0	606	606	44	1,305	1,349
1990年	0	615	615	74	1,432	1,506
1991年	0	529	529	55	1,038	1,093
1992年	0	488	488	97	1,420	1,517
1993年	0	680	680	142	1,534	1,676
1994年	0	571	571	116	1,685	1,801
1995年	0	407	407	121	1,445	1,567
1996年	0	307	307	138	1,227	1,365
1997年	0	399	399	135	1,428	1,563
1998年	0	427	427	176	1,652	1,828
1999年	0	420	420	158	1,282	1,440
2000年	0	542	542	92	960	1,052
2001年	0	466	466	154	1,090	1,245
2002年	0	527	527	207	1,573	1,780
2003年	0	696	696	232	1,768	2,001
2004年	0	415	415	154	1,358	1,512
2005年	0	580	580	137	1,074	1,211
2006年	0	637	637	158	1,369	1,527
2007年	0	571	571	160	1,619	1,779
2008年	0	349	349	148	1,285	1,434
2009年	0	418	418	172	1,255	1,427
2010年	0	273	273	122	1,037	1,159

(2) 経過の概要

道央日本海におけるタコ類の資源状況把握のために石狩振興局，後志総合振興局管内のミズダコとヤナギダコの漁獲量を漁業生産高報告から集計し，月別，漁業別などの漁獲動向を調べた。

(3) 得られた結果

石狩振興局および後志総合振興局管内のヤナギダコとミズダコの漁獲量の経年変化を表１に示した。

ヤナギダコは石狩振興局管内では漁獲されず，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300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トンと低い数値を示してからは増加傾向を示し，2003年は696トンとなり，1985年以降最高となった。2006年に637トンとなった後減少したが，2010年は273トンと前年を大きく下回り1985年以降過去最低を記録した。

ミズダコは石狩振興局管内でも漁獲されるが，大半は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１千トンから２千トンの間で推移している。1998年に1,828トンとそれまでの最高の漁獲量を記録した後，2000年まで２年間減少したが，その後増加に転じ，2003年の漁獲量は2,001トンとなり1985年以降最高となった。2007年には1,779トンとなった後減少し，2010年も1,159トンと前年を下回った。

2010年石狩，後志合計のヤナギダコ，ミズダコの漁獲量を漁法別に集計して図１に示した。ミズ

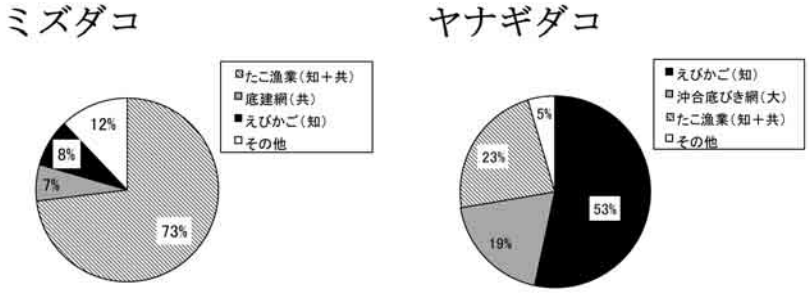


図1　石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ漁法別漁獲比率（2010年）

ダコは主に知事許可漁業および共同漁業権漁業のたこ漁業で漁獲されている（73%）。ヤナギダコは主にえびかごで漁獲されている（53%）。

ミズダコ，ヤナギダコの季節による漁獲動向を見るため，石狩・後志における月別漁法別の漁獲量を図２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５－８月と12月であった。ヤナギダコでは，6月と９月に漁獲量が多く，主体となるえびかごの休漁期間である冬期には漁獲量は少ない。

ミズダコとヤナギダコ漁獲量を地区別に見ると（図３），ミズダコでは小樽市と古平で多く，その他にも石狩，後志両管内で広く漁獲されている。一方ヤナギダコでは古平地区（東しゃこたん漁協），余市郡，小樽機船での漁獲量がほとんどを占め，他の地区での漁獲は極めて少ない。これは，ミズダコとヤナギダコの生息場所と関係があると思われる。浅海域に生息するミズダコは石狩，後志両管内で広く漁獲されているが，比較的水深の深い沖合域に生息するヤナギダコは，沖合底びき網漁業を行っている小樽市機船漁協と水深の深い沖合漁場が近く，主な混獲漁業であるえびかご漁業（図２）の盛んな古平や余市郡での漁獲が主体となるためと考えられる。

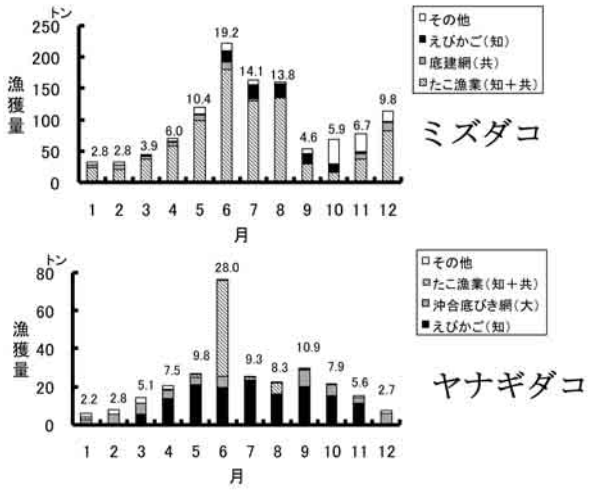


図2　石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ漁法別、月別漁獲量（2010年）図中数字は月別漁獲量（全漁法の合計）の年漁獲量に占める割合（%）

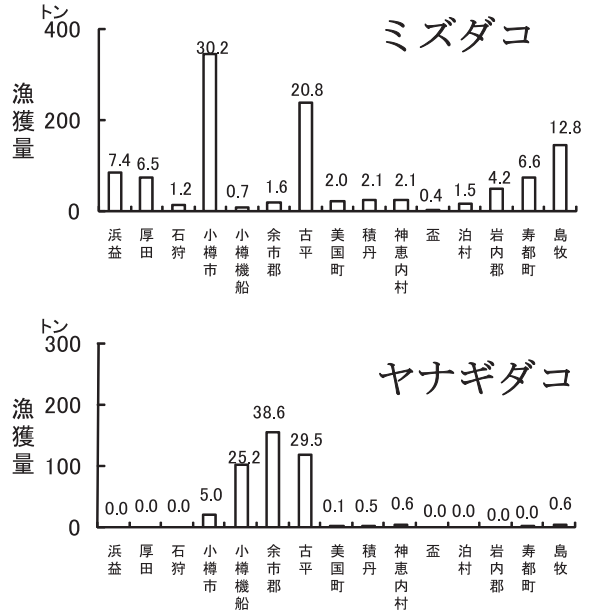


図3　石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ地区別漁獲量（2010年）
図中数字は地区別漁獲量の全漁獲量に占める割合（%）

１．２．５　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，松前さくら漁業協同組合およびひやま漁業協同組合が企業化を目的として実施している試験操業について，調査結果のとりまとめと資源評価を行う。

(2) 経過の概要

2001年以降，第38俊洋丸（松前さくら漁協127ｔ，520HP），第58宝樹丸（ひやま漁協126ｔ，370HP）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，次年度の生物学的許容漁獲量を提示している。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。

(3) 得られた結果

ア　試験操業結果

2010年の許容漁獲量は全体で1,300トン（各船650トン）で，3～８月の漁期で行われた。

（ア）漁獲量（図1）

両船合わせた総漁獲量は約1,130トン（許容漁獲量の94.2%）で，2009年をやや下回った。俊洋丸の漁獲量は535トン（許容漁獲量の89.2%）であった。型別ではLLサイズが36トン（前年比67.5%），Ｌサイズが373トン（前年比91.3%），Mサイズが126トン（前年比106.6%）と，L，LLサイズの漁獲量が前年を大きく下回った。宝樹丸の漁獲量は約595トンで，許容漁獲量の99.1%であった。型別ではLLサイズが192トン（前年比110.7%），Ｌサイズが326トン（前年比84.8%），Mサイズが77トン（前年比105.8%）と，Ｌサイズの漁獲量が前年よりやや少なかったものの，その他のサイズでは増加した。

（イ）CPUE（図2）

両船合わせたCPUE（１かご当たり漁獲量）は18.1kgと，前年に続いて減少したが，ここ数年は比較的高い水準で推移している。

（ウ）甲幅組成（図3）

2010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105mm台にモードがみられた。2005年以降は100mm未満サイズの尾数が比較的多く，同時に100mm以上サイズの尾数も安定して推移してきたが，2009年は2005年以降で100mm未満サイズの漁獲尾数が最も少なくなった。しかし，2010年は90mm台にモードのある小型個体（漁獲加入前のサイズ）の出現頻度が増加した。

（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21.5kgと近年の最高値となったが，2008～2010年は依然として高い水準で推移してはいるものの，3年連続して漸減した。2010年の資源状態は2004年以前（1999年を除く）と比べると比較的高い水準にあり，近年の漁獲圧，許容漁獲量は資源状態に対し概ね適切な水準に保たれていると考えられる。しかし，資源量は2007年以降，加入尾数が下がったことを受けてやや減少傾向にあると考えられる。

イ　事業成果の活用

以上の調査および評価結果に基づき，2011年漁期の生物学的許容漁獲量を1,250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，2010年12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。検討の結果，2011年については，許容漁獲量1,200トン（各船600トン配分）での特別採補許可方針が定められた。

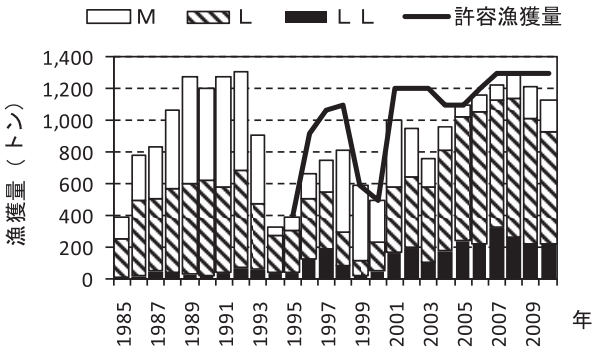


図1　日本海南部ベニズワイガニ試験操業における漁獲量の経年変化

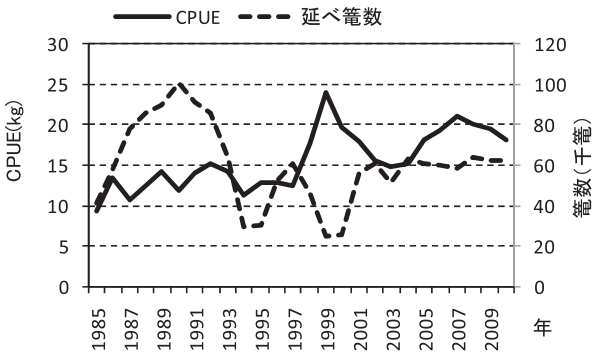


図2　日本海南部ベニズワイガニ試験操業における延べ篭数とCPUE(漁獲量／篭)の経年変化

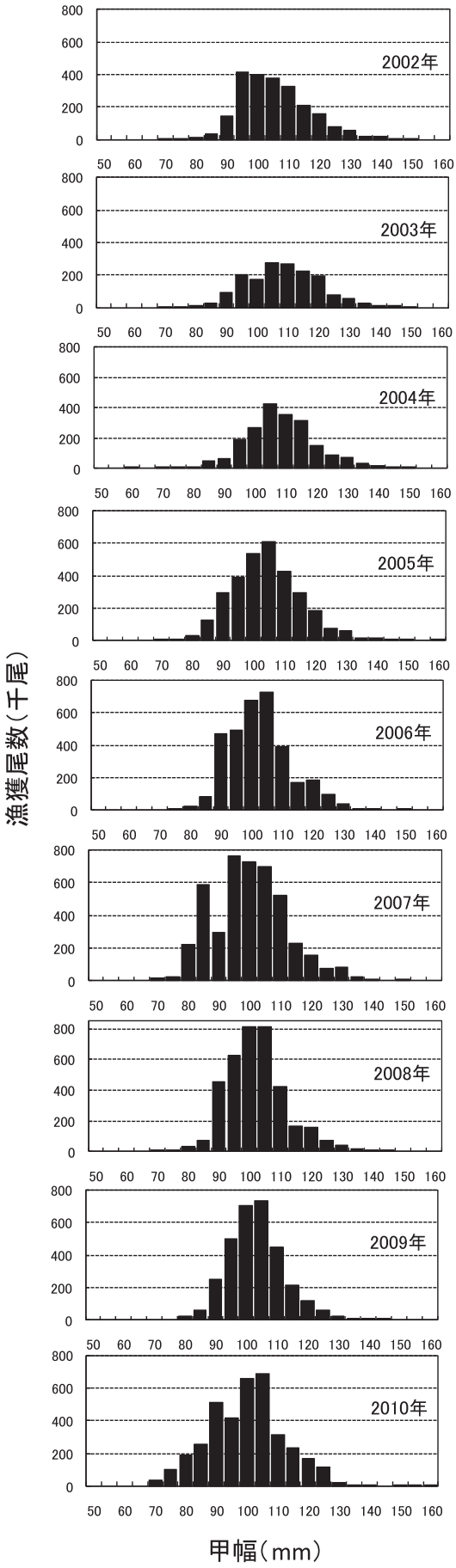


図3　日本海南部ベニズワイガニ試験操業における漁獲物甲幅組成の経年変化．小型個体を海中還元する前の入籠組成の推定値として示す．

１．２．６　エビ類

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口浩志　丸山秀佳**

(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

後志管内におけるエビ類の漁業実態と資源動向を把握することを目的に，知事許可えびかご漁業漁獲成績報告書および北海道水産現勢元資料に基づいて，漁獲量および漁獲努力量（操業日数等）を集計した。なお，2010年の値は暫定値である。日本海北部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

余市港を根拠地とする知事許可えびかご当業船によって，2010年４月19日，6月28日，10月１日，および11月４日に漁獲されたホッコクアカエビについて，銘柄別に性別，抱卵・てんらく糸の有無，成熟度を判定し，甲長（頭胸甲長：0.1mm単位），体重（0.1ｇ単位）を測定した。なお，性別は第１腹肢内肢の形状から，成熟度は生殖腺の色彩から判定した。生物測定結果を標本採集した当業船の銘柄別漁獲重量で重み付けし，それを基にホッコクアカエビの北後志海域における知事許可えびかご漁業全体の平均的な発育段階別の甲長組成を求めた。さらに，年齢－成長関係[1)]を用いてこれらを分解し，年齢組成とした。

ウ　資源評価

日本海海域のホッコクアカエビの資源状態を評価するため，CPUEを次のように標準化して求めた。操業許可海域が最も広い小型船の１日１隻あたりの漁獲量との偏差平方和を最小にする補正係数（後志管内大型船には1.85，留萌管内大型船には1.50）を年間延べ出漁隻数に乗じて標準化努力量を求めた。知事許可えびかご漁業全体の漁獲量を船型別の標準化努力量の合計値で除して標準化CPUEとした。

生物測定結果を漁獲成績報告書の銘柄組成で引き伸ばし，年齢別漁獲尾数を推定した。稚内水産試験場において得られた推定結果と合算し，資源解析に供した。

年齢別資源尾数はチューニングVPAにより推定した。方法の詳細はH18年度稚内水産試験場事業報告書を参照のこと。なお，チューニングVPAの資源量指数には，7，9，11歳の漁獲尾数のCPUEを用いた。

産卵数の推定は次のように行った。まず，6，8，10歳の全個体が抱卵し，翌年の漁期始めにふ化するとした。脱皮時期は４月頃であるため，y年のふ化尾数は，同年の7，9，11歳の資源尾数に6，8，10歳の抱卵数[2)]を乗じたものとした。

y年級のRPSは$y+4$年における加入尾数をy年におけるふ化尾数で除したものとした。

資源量の将来予測をするため，2011年以降の５歳以上の資源尾数を，VPAの前進計算で求めた。また，加入尾数には過去の加入量をランダムサンプリングし，それに基づいて加入尾数を求めた。ランダムに得られた1000個のデータセットについてVPAの前進計算を試行し，2011～2020年の資源量および漁獲量を推定した。各年齢のFは2006～2010年の平均値を用いた。

(3) 得られた結果

ア　漁業実態調査

（ア）北海道におけるエビ類の漁獲動向

北海道におけるエビ類の漁獲量（図１・表１）は1985年以降，増減を繰り返しながら，ほぼ３千～４千トンの水準で推移している。2010年は前年とほぼ同程度の3,559トンが漁獲された。振興局別にみると，現在まで後志，留萌両振興局管内の漁獲が大きな比重を占めている。1980年代は後志管内の漁獲量が北海道全体のほぼ二分の一を占めていたが，2001年以降は留萌管内の漁獲量が50%以上を占めている。2010年の後志振興局の漁獲量は前年（1,048トン）より145トン減少して903トン，留萌振興局のそれは前年（1,958トン）より57トン

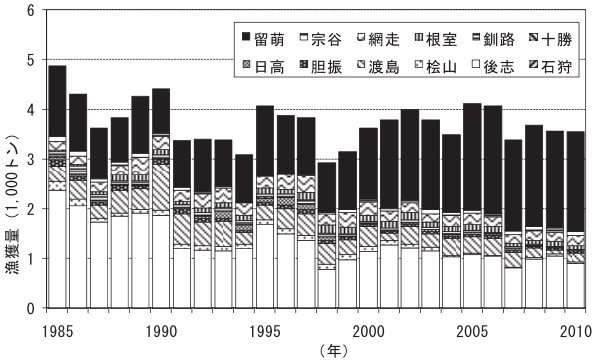


図1　北海道におけるエビ類の振興局別漁獲量

表1　北海道におけるエビ類の魚種別漁獲量

単位：トン

年	ホッコクアカエビ	トヤマエビ	ホッカイエビ	ヒゴロモエビ[3]	その他エビ	合計
1985	4,121	442	132	25	163	4,882
1986	3,451	469	206	53	139	4,317
1987 [1]	2,816	463	196	50	101	3,576
1988 [1]	2,781	586	271	48	150	3,836
1989	2,921	799	297	8	237	4,262
1990	2,721	1,131	262	47	251	4,411
1991	2,190	822	234	35	88	3,370
1992	2,121	870	249	22	135	3,397
1993	1,935	1,032	268	21	127	3,382
1994	2,051	603	271	37	132	3,094
1995	2,657	1,005	265	39	105	4,071
1996	2,613	846	260	36	133	3,886
1997	2,502	819	309	29	169	3,828
1998	1,723	643	339	41	179	2,926
1999	2,177	506	316	35	123	3,157
2000	2,487	657	302	38	144	3,628
2001	2,943	422	290	25	117	3,797
2002	2,821	622	285	15	401	4,145
2003	2,841	606	211	3	126	3,787
2004	2,547	588	257	2	103	3,497
2005	3,125	601	284	5	109	4,125
2006	3,029	682	247	3	113	4,074
2007	2,425	622	203	2	138	3,390
2008	2,821	518	227	－	126	3,693
2009	2,827	389	237	－	118	3,571
2010 [2]	2,721	499	251	－	88	3,559

出典：北海道水産現勢元資料
1)　水試調査により数値を訂正した
2)　暫定値
3)　ヒゴロモエビ漁獲量は2008年よりその他エビに含む

増加して2,015トンとなった（図１）。これら２振興局を除いた2010年の漁獲量は，前年（565トン）に比べて76トン増加し，641トンになった。

エビ類の種別漁獲量（表１）をみると，ホッコクアカエビ，トヤマエビ，ホッカイエビの順に漁獲量が多い。なお，近年，ヒゴロモエビの漁獲量は激減し，2008年より北海道水産現勢の集計魚種から外れ，その他エビに集計されている。ホッコクアカエビは1985年には４千トンを超える漁獲があったが，その後減少し，1998年には過去最低の1,723トンとなった。1999年以降，ほぼ2,177～3,125トンの範囲で変動しており，2010年は前年（2,827トン）より106トン減少して，2,721トンとなった。トヤマエビの漁獲量は1985～1987年には400トン台であったものが，1989～1997年には1994

表2　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の推移

単位：トン

	北後志				北後志	南後志				南後志	後志
年	小樽	余市	古平	積丹[1]	合計	古宇郡	岩内	寿都	島牧[2]	合計	合計
1985	597	521	753	178	2,049	47	86	73	115	322	2,371
1986	662	436	502	176	1,776	32	93	64	105	294	2,071
1987	415	474	459	144	1,492	29	80	63	76	248	1,740
1988	551	527	359	191	1,629	26	65	49	83	223	1,852
1989	511	476	517	145	1,648	34	80	55	88	257	1,906
1990	454	506	578	111	1,649	31	70	42	74	217	1,867
1991	1,083	424	276	153	1,936	34	42	30	91	197	2,133
1992	1,242	355	459	108	2,164	21	222	26	64	333	2,497
1993	148	371	258	96	873	28	140	23	82	274	1,147
1994	563	318	327	97	1,305	26	33	20	92	171	1,476
1995	646	418	266	112	1,442	35	98	19	95	246	1,688
1996	474	293	424	108	1,299	32	40	21	98	191	1,490
1997	470	206	467	49	1,193	30	36	19	80	164	1,357
1998	72	239	254	63	627	28	29	27	79	163	790
1999	82	311	303	71	766	35	43	26	104	209	975
2000	103	371	360	93	927	33	44	28	111	216	1,142
2001	136	505	339	96	1,076	35	43	29	90	196	1,271
2002	155	326	386	124	991	34	45	26	99	204	1,195
2003	130	365	364	123	981	31	41	19	91	182	1,163
2004	117	394	269	111	892	33	24	29	56	142	1,033
2005	136	435	282	149	1,002	27	7	13	36	82	1,084
2006	124	423	313	126	987	8	0	11	40	59	1,047
2007	125	258	271	107	761	6	0	9	33	48	809
2008	130	313	366	111	921	13	0	12	44	69	990
2009	126	364	362	99	951	6	0	20	22	48	999
2010 [3]	120	273	349	59	802	6	0	14	33	53	854

1)積丹，美国地区の合計値
2)島牧，西島牧地区の合計値
3)暫定値

表3　北後志えびかご漁業における漁獲努力量の推移

	大型船			小型船			合計	
	着業隻数	年間延べ操業日数	1隻当たり年間平均操業日数	着業隻数	年間延べ操業日数	1隻当たり年間平均操業日数	着業隻数	年間延べ操業日数
年	（隻）	（日）	（日）	（隻）	（日）	（日）	（隻）	（日）
1985	15	1,859	124	23	2,042	89	38	3,901
1986	8	1,819	227	22	1,986	90	30	3,805
1987	8	1,715	214	22	2,159	98	30	3,874
1988	8	1,612	202	22	2,321	106	30	3,933
1989	8	1,459	182	22	2,316	105	30	3,775
1990	8	1,241	155	22	2,489	113	30	3,730
1991	8	667	83	22	2,107	96	30	2,774
1992	8	391	49	20	2,344	117	28	2,735
1993	8	312	39	20	2,233	112	28	2,545
1994	8	834	104	18	2,192	122	26	3,026
1995	8	364	46	18	2,093	116	26	2,457
1996	5	766	153	15	1,799	120	20	2,565
1997	5	765	153	14	1,953	140	19	2,718
1998	1	142	142	14	1,719	123	15	1,861
1999	1	164	164	13	1,732	133	14	1,896
2000	1	148	148	12	1,676	140	13	1,824
2001	1	172	172	12	1,855	155	13	2,027
2002	1	162	162	12	1,644	137	13	1,806
2003	1	167	167	12	1,784	149	13	1,951
2004	1	162	162	12	1,746	146	13	1,908
2005	1	165	165	13	1,817	140	14	1,982
2006	1	171	171	13	2,071	159	14	2,242
2007	1	170	170	13	2,053	158	14	2,223
2008	1	171	170	12	2,071	173	13	2,242
2009	1	155	155	12	1,922	160	13	2,077
2010	1	162	162	12	1,857	155	13	2,019

出典：えびかご漁業漁獲成績報告書

年を除いてほぼ800～1,000トンに増加した。1998年以降，おおむね500～700トンの水準を維持していたが，2009年に大幅に減少し，過去最低の389トンになった。2010年は前年より110トン増加して，499トンになった。ホッカイエビの漁獲量は1985年の132トン，1987年の196トンを除いて200トン台で推移し，1997年以降300トン台となっていたが，2001年以降再び200トン台に落ち，2010年は251トンであった。

(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

表4　北後志えびかご漁業におけるエビ類漁獲状況

	大型船				小型船				合計			
	ホッコクアカエビ		トヤマエビ	他のエビ	ホッコクアカエビ		トヤマエビ	他のエビ	ホッコクアカエビ		トヤマエビ	他のエビ
年	漁獲量（kg）	CPUE（kg／日・隻）	漁獲量（kg）	漁獲量（kg）	漁獲量（kg）	CPUE（kg／日・隻）	漁獲量（kg）	漁獲量（kg）	漁獲量（kg）	CPUE（kg／日・隻）	漁獲量（kg）	漁獲量（kg）
1987	513,803	300	4,767	122,520	598,737	277	3,184	16,667	1,112,540	287	7,951	139,187
1988	526,601	327	108	129,745	676,709	292	16,615	11,206	1,203,310	306	16,723	140,951
1989	587,519	403	612	78,083	657,064	284	21,325	11,756	1,244,583	330	21,937	89,839
1990	545,377	439	674	58,319	699,398	281	11,425	14,434	1,244,775	334	12,099	72,753
1991	286,398	429	771	4,671	630,435	299	16,809	4,000	916,833	331	17,580	8,671
1992	186,877	478	453	228	532,100	227	24,773	14,020	718,977	263	25,226	14,248
1993	146,364	469	1,063	519	605,316	271	15,213	11,555	751,680	295	16,276	12,074
1994	395,959	475	4,257	8,014	502,751	229	12,947	1,263	898,710	297	17,204	9,277
1995	185,997	511	2,579	7,422	613,229	293	14,010	10,751	799,226	313	16,589	18,173
1996	524,716	685	2,160	8,315	466,309	259	20,748	11,522	991,025	386	22,908	19,837
1997	430,751	563	1,766	3,362	457,181	234	15,072	9,771	887,932	327	16,838	13,133
1998	79,913	563	0	0	504,003	293	19,299	2,875	583,916	314	19,299	2,875
1999	113,583	693	0	0	618,150	357	10,977	6,906	731,733	386	10,977	6,906
2000	117,242	792	0	0	742,935	443	7,685	6,866	860,177	472	7,685	6,866
2001	139,038	808	0	0	823,621	444	6,964	1,839	962,659	475	6,964	1,839
2002	163,864	1,012	0	0	703,363	428	8,153	746	867,227	428	8,153	746
2003	132,836	795	0	0	705,874	396	9,572	10,093	838,710	430	9,572	10,093
2004	118,590	732	0	0	698,028	400	8,799	5,035	816,618	428	8,799	5,035
2005	140,909	854	0	0	743,009	409	9,171	4,631	883,918	446	9,171	4,631
2006	131,908	771	0	0	759,233	367	19,366	7,895	891,141	397	19,366	7,895
2007	118,795	699	0	5,288	540,731	263	33,928	2,013	659,526	297	33,928	7,301
2008	127,719	751	0	2,580	726,849	351	14,312	4,536	854,568	381	14,312	7,116
2009	125,834	812	0	2,400	822,677	428	11,228	1,946	948,511	457	11,228	4,346
2010	119,973	741	0	1,190	691,404	372	16,457	9,310	811,377	402	16,457	10,500

出典：えびかご漁業漁獲成績報告書

の漁獲量を表２に示した。1985年には2,000トンを超える水揚げがあったが，その後減少し，1991年以降は1,500トン以下の水準で推移してきた。2010年の漁獲量は前年（999トン）より145トン減少して854トンとなった。

後志総合振興局管内における知事許可えびかご漁業のうち，日本海北部海域に操業許可を持つえびかご船（以下，北後志えびかご漁業）について，漁獲努力量の推移を表３に，漁獲量およびCPUEの推移を表４に示した。

日本海海域における大型船（30トン以上）の延べ操業日数は，1991～1993年に大幅に減少した。これは日ロ共同事業により，これら８隻の大型船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日本海海域での操業日数は再び増加し，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し，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150日前後にまで減少した（表３）。

小型船（30トン未満）の着業隻数（表３）は，1985年には23隻であったが，休業および減船によって徐々に減少し，2000年には12隻となった。2007年は前年と同じ13隻となったが，余市郡漁協所属の１隻が廃業したため，2008年は再び12隻となった。延べ操業日数は1996年以降，2,000日を割り込んでいたが，その後，増加傾向が続き2006年以降2,000日を超えている。１隻当たりの年間操業日数は減船以降増加し，1985年が89日であったが，2010年は155日になり大幅に増加している。

表5　後志総合振興局管内におけるトヤマエビの漁獲量の推移

単位：トン

年	北後志				北後志計	南後志				南後志計	後志管内計
	小樽市	余市郡	古平	積丹[1]		古宇郡	岩内郡	寿都町	島牧[2]		
1985	1	4	81	21	107	2	6	0	16	23	131
1986	3	4	13	29	50	2	7	0	38	47	97
1987	0	3	79[3]	16	98	2	6	0	16	24	123
1988	0	16	8[3]	16	39	1	4	0	12	18	57
1989	0	21	21	19	61	1	7	1	17	27	88
1990	0	12	5	5	23	1	6	0	10	17	39
1991	0	17	1	4	22	2	4	0	11	17	39
1992	0	24	1	5	30	2	3	0	14	20	50
1993	0	15	2	2	19	2	81	4	21	108	127
1994	11	14	9	3	36	5	6	1	11	24	61
1995	25	13	5	4	47	9	45	1	11	65	113
1996	5	12	9	5	31	4	2	0	15	21	51
1997	5	7	6	3	21	4	3	1	14	22	43
1998	2	10	6	3	20	4	3	1	14	22	43
1999	5	6	5	1	17	2	2	0	13	17	34
2000	1	5	3	3	12	1	2	0	11	14	26
2001	0	4	2	3	10	3	2	1	14	19	29
2002	1	5	3	5	14	2	3	1	12	18	31
2003	0	5	6	4	15	2	4	1	12	19	34
2004	0	5	4	3	13	2	2	0	7	11	23
2005	0	4	6	3	12	1	0	1	9	11	24
2006	0	10	7	10	27	3	0	2	12	16	43
2007	1	15	16 9	9	41	4	0	1	16	21	62
2008	2	3	11 4	4	20	7	0	1	20	28	47
2009	0	5	5	2	13	7	0	1	12	20	33
2010	0	8	4	4	16	7	0	1	10	17	34

出典：北海道水産現勢元資料
1)　積丹・美国地区との合計値
2)　島牧・西島牧地区の合計値
3)　水試調査により数値を訂正した。
2010年は暫定値。

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を表５に示した。1985年以降の漁獲量は，100トンを超えた年もあるが，多くの年は50トン以下である。2010年の漁獲量は前年（33トン）より１トン増加して34トンであった。

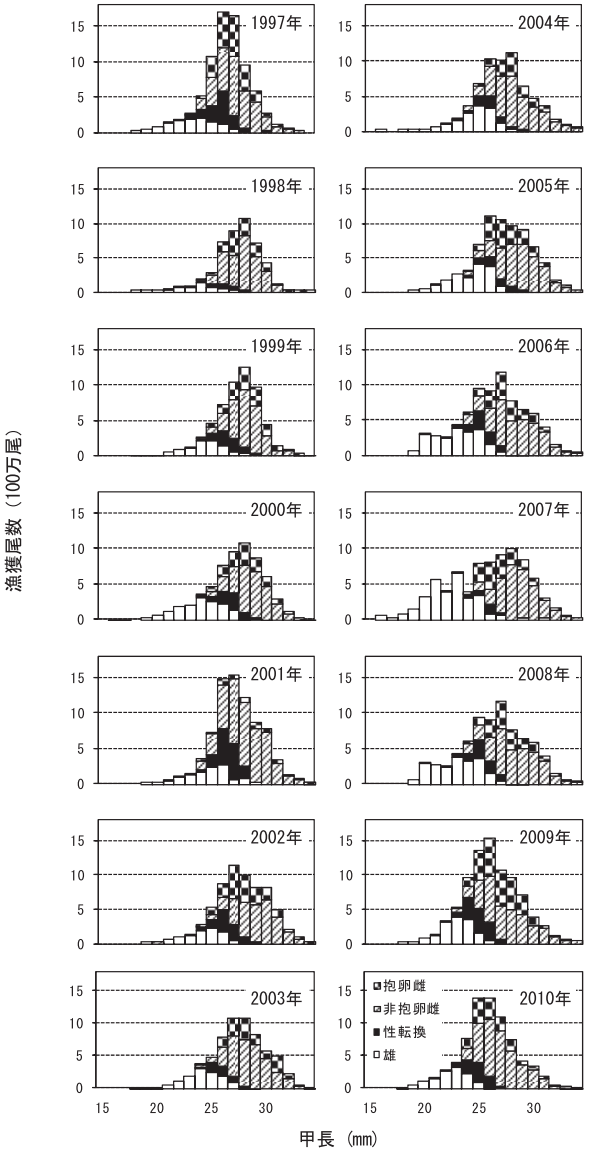


図2　1997～2010年の北後志えびかご漁業によるホッコクアカエビ漁獲物の発育段階別甲長組成

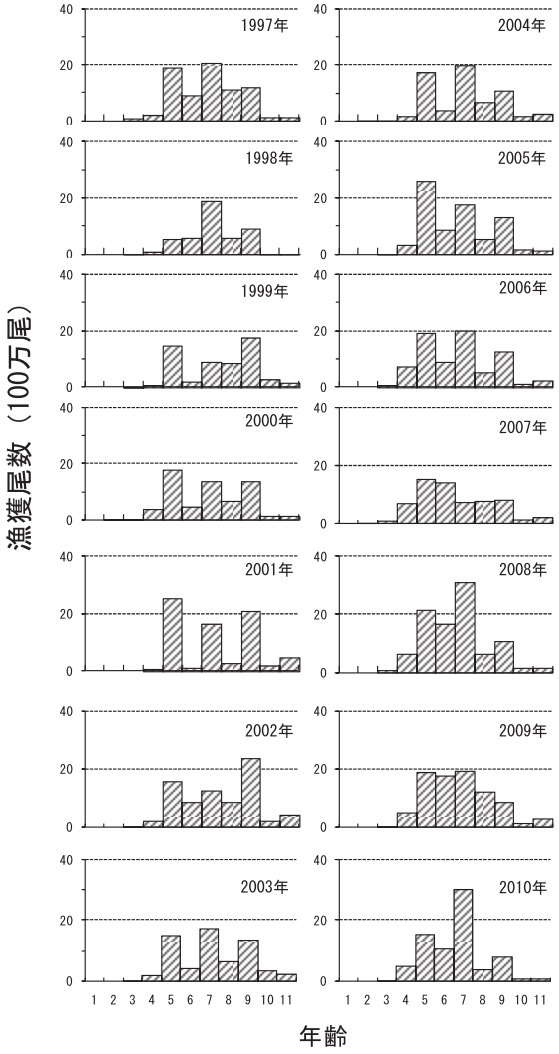


図3　1997～2010年の北後志えびかご漁業によるホッコクアカエビ漁獲物の年齢組成

イ　漁獲物調査

図２に，北後志海域における1997年以降の発育段階別の甲長組成を示した。1995年から1998年にかけて雄，性転換の比率に減少傾向が見られたが，1999～2005年は両発育段階とも組成に大きな変化が見られなかった。これらに対し，2006～2008年では雄の割合が増加した。甲長組成については，モードの位置が1996・1997年には26mm台であったものが，1998～2000年は28mm台と大きい方に移動し，2001～2008年では2005年を除き27mm台以上にあった。その後，甲長組成はやや小さい方に2010年の甲長組成のモードは25mm台にあった。

1996年以降の年齢組成（図３）には，毎年抱卵雌である6，8，10歳よりも非抱卵雌である7，9，11歳が多く漁獲される傾向がみられている。この理由は，抱卵雌の遊泳活動や摂餌活動が，非抱卵雌と比べて不活発であるためと考えられている[3)]。2010年は，7歳がもっとも多く漁獲されたが，10，11歳の高齢エビが比較的少なかった。

ウ　資源評価

標準化CPUEは，1989～1994年には250kg／日・隻前後，1995～1999年には250～300kg／日・隻で推移していたが，2000年には急激に増加して400kg／日・隻以上の高い値を示し，2005年には，過去最高の526kg／日・隻になった（図４）。2007年には365kg／日・隻になり，2000年以降初めて

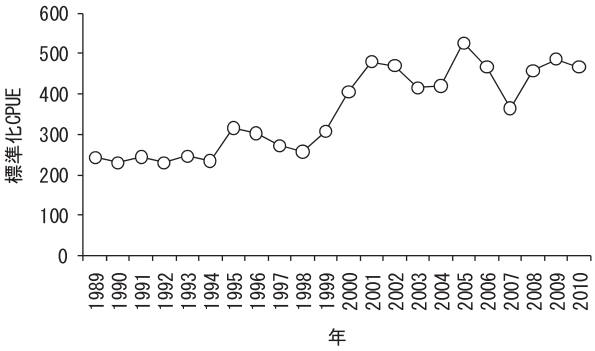


図4　知事許可えびかご漁業によるホッコクアカエビの標準化CPUEの経年変化

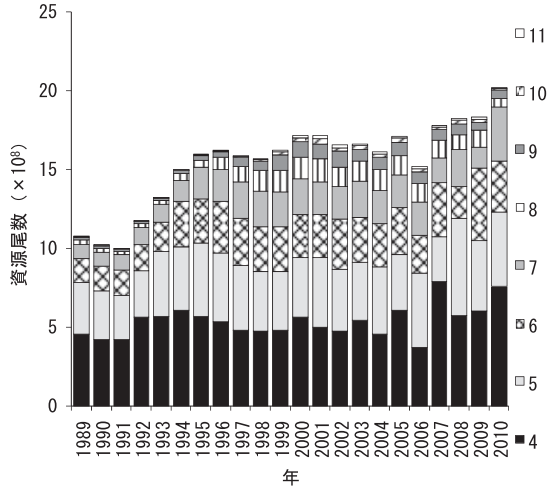


図5　日本海海域におけるホッコクアカエビの年齢別資源尾数

400kg／日・隻以下に落ち込んだが，2008年以降は再びには400kg／日・隻以上に回復した。2010年は467kg／日・隻であった。

チューニングVPAによって推定された４歳以上の資源尾数は，1989～1991年には10億尾程度であったが，1992年以降増加し，2001年には約17億尾になった。その後，15～17億尾の間で推移したが，2007年以降には再び増加傾向を示し，2010年には20億尾になった（図５）。

加入尾数（４歳の資源尾数）は1989～1991年には４億尾程度であったが，1992～1996年の５年間連続して５～６億尾の比較的高い加入が認められ，のべ操業日数の減少と相まって，その後の資源増加のきっかけとなったと考えられる（図６）。その後，加入尾数は減少し1997～2004年には５億尾前後となり，その中でも2002，2004年には５億尾以下（1998年級，2000年級），2006年には４億尾以下（2002年級）の低い加入が認められた。2007年

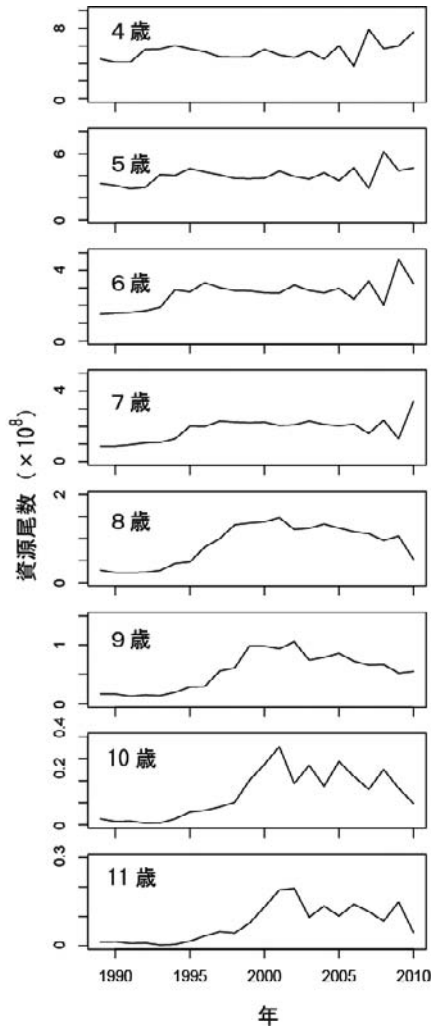


図6　日本海海域におけるホッコクアカエビの各年齢の資源尾数

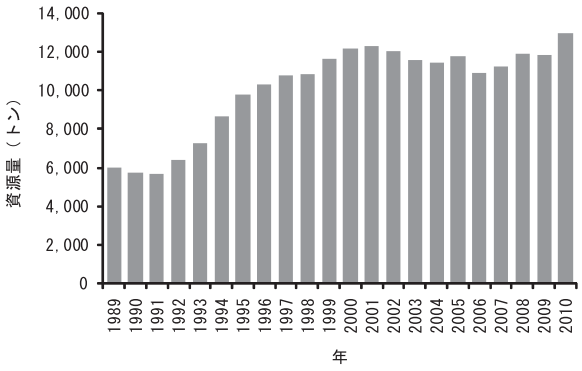


図7　日本海海域におけるホッコクアカエビの資源量の推移

は推定された資源尾数に対して漁獲量が大きく落ち込んだが，当該年の漁獲主対象となる7，9歳が，加入量が少なかった1998，2000年級群であったことによる。また，2007年（2003年級群）の加入尾数は過去最高の８億尾と推定された。2007年以降

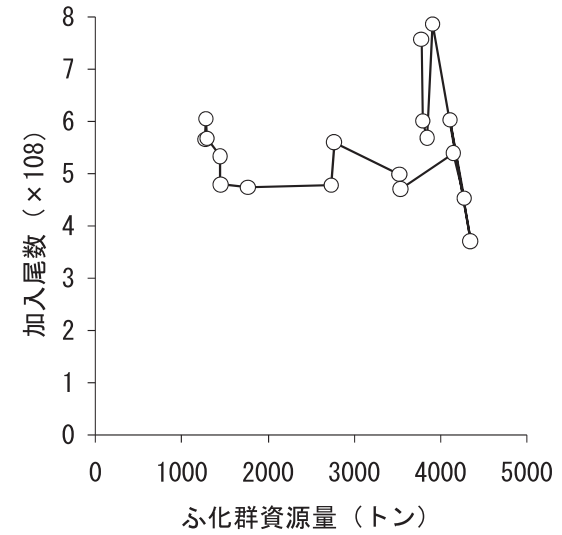


図8　日本海海域におけるホッコクアカエビの再生産関係

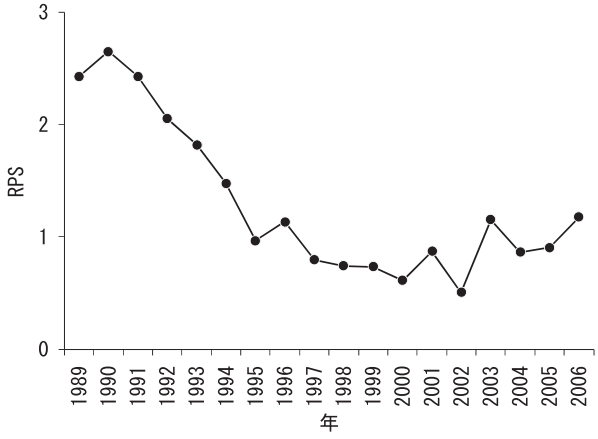


図9　日本海海域におけるホッコクアカエビのRPS

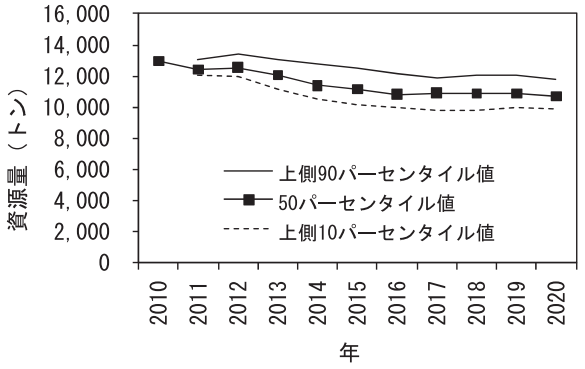


図10　日本海海域におけるホッコクアカエビの資源量の将来予測

の資源尾数が増加したのは，この2003年級の影響が大きい。

資源重量（４歳以上）は資源尾数と同様の変動を示した(図７)。1989～1992年までは５～６千トンであったが，1993年以降増加し，2001年には約１万２千トンになった。その後，資源量はやや減少傾向を示したが，2007年以降は増加傾向を示し，2010年の資源量は約１万３千トンになった。

今後の資源動向について検討した。まず，2011年以降の加入量を推定するため，現状の再生産関係について検討した。産卵数と加入量との間には明瞭な関係は認められない(図８)。RPSは1991年級の3.0尾／千粒をピークに減少し，1997年以降は0.5～1.0尾／千粒の低い水準で推移している（図９)。一方,加入量は1990年代中盤ごろまでには５億尾以上で比較的多かったが，1997年以降はおおむね５億尾前後で推移している（図６)。

そこで，将来予測に用いる加入尾数（４歳の資源尾数）の値は，VPAの性質上誤差が大きい可能性がある最近３年間の値を除いた1997～2007年の値とした。2011年の予想資源量は，上側90パーセンタイル値および10パーセンタイル値ともに１万２千トン以上と推定され，資源動向は横ばいであると予想された（図10)。その後の資源量は，多く推定された2003年級の影響がなくなる2015年以降には１万１千トンと比較的高い水準で推移すると予想された。

資源評価の結果は，水産試験場ホームページ，(http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/）にて公表されたほか，2010年度北海道資源管理マニュアルの資料として活用された。

(4) 文献

1）中明幸広：武蔵堆周辺海域におけるホッコクアカエビの生殖周期と成長.北水試研報.37，5−16(1991)

2）中明幸広：“エビ類”，平成4年度稚内水産試験場事業報告書．38−67(1993)

3）小島伊織，依田孝，上野達治：石狩湾沖のエビの漁場と生態.北水試研報.11，30−40(1969)

1．2．7　シャコ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**三原行雄　山口宏史**

(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て，年平均単価を算出した。

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が取りまとめた漁業生産高統計調査の元資料，1999～2006年については漁業生産高統計調査の元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北部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元資料を用いた。

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）に操業が行われている。2010年における漁獲物測定は春漁に１回，秋漁に１回の計２回実施した。測定項目は，性別・頭胸甲長（以下，甲長と記す）・体重・卵巣の成熟度・甲殻硬度・体重・捕脚脱落の有無とし,「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」の基準に基づいて判定・計測を行った。

春漁の漁獲物測定：下記のとおり１回実施した。

・石狩市厚田地区の刺し網漁獲物：調査は６月８日に実施した。計測尾数は計199尾, その内訳は雌雄込標本から雌雄を考慮せずランダムに抽出した雄84尾，雌115尾である。
・小樽地区においては標本の入手ができなかったため漁獲物調査は実施できなかった

秋漁の漁獲物測定：下記のとおり１回実施した。

・小樽市高島地区の刺し網漁獲物：調査は11月５日　に実施した。計測尾数は計200尾, その内訳は雌　雄込標本から雌雄を考慮せずランダムに抽出し　た雄89尾，雌111尾である。

ウ　結果の普及

取りまとめ結果は，2010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22年度春漁までの経過）」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トン前後にまで回復した。1990年代はに50～100トンの間で増減していたが, 1999～2009年には100トン前後で推移していた。2010年の漁獲量は89.2トンであり，2009年の106.5トンに比べて16％減少した（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70.4トン（前年72.5トン），石狩湾漁業協同組合本所が4.5トン（前年6.3トン），同石狩支所が14.3トン（前年27.7トン）であった。各漁協・本所支所とも，2年連続して前年を下回り，前年に対する減少率は石狩湾漁業協同組合石狩支所が大きかった（図１上）。

2010年の総水揚げ金額は，約１億３千万円となり，漁獲量が回復した1987年以降では最も少なかった（図１下）。

イ　漁獲物調査

2010年におけるしゃこ刺し網漁業によって漁獲されたシャコの雌雄別頭胸甲長組成（以下，甲長組成と記す）を調査別に図２に示した。また過去５年間（2006～2010年）の春漁の甲長組成と，同じく秋漁の甲長組成をそれぞれ図３と図４に示した。

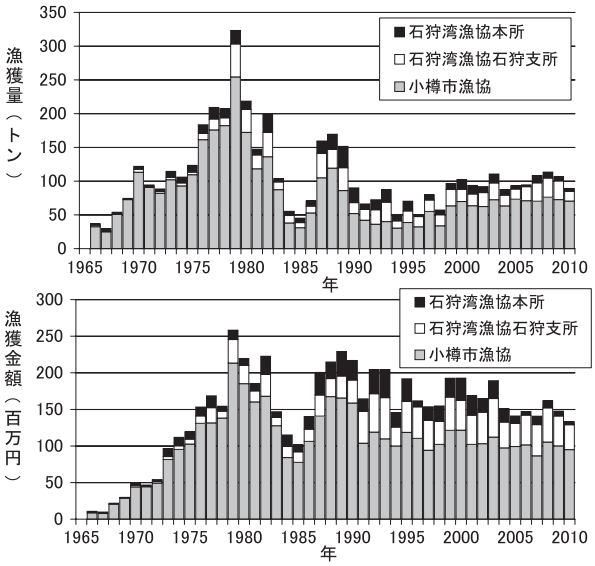


図1　石狩湾における漁協別および本所支所別のシャコの漁獲量（上図）と金額漁獲（下図）

春漁における過去５年の甲長組成の推移をみると，2004～2007年には石狩市厚田地区および小樽市張碓・銭函地区において，甲長30mm未満の個体の割合が年々増加して，それに伴い甲長組成のモードも年々小型化していた。2008年および2010年には小樽市張碓・銭函地区における甲長組成情報は得られていないが，石狩市厚田地区では甲長30mm以上の割合が増加して，小型化の傾向は認められなくなった。2010年には石狩市厚田地区では前年に引き続き増加していた（図３）。

秋漁における小樽市高島地区の過去５年の甲長組成の推移をみると，2004～2006年には甲長30mm未満の割合が増加して，春漁と同様に小型化の傾向が認められた。2007年～2008年には，甲長30mm以上の割合が増加して，小型化の傾向が認められなくなった。2010年の甲長組成は2008年および2009年と比べて顕著な変化は見られていない（図４）。

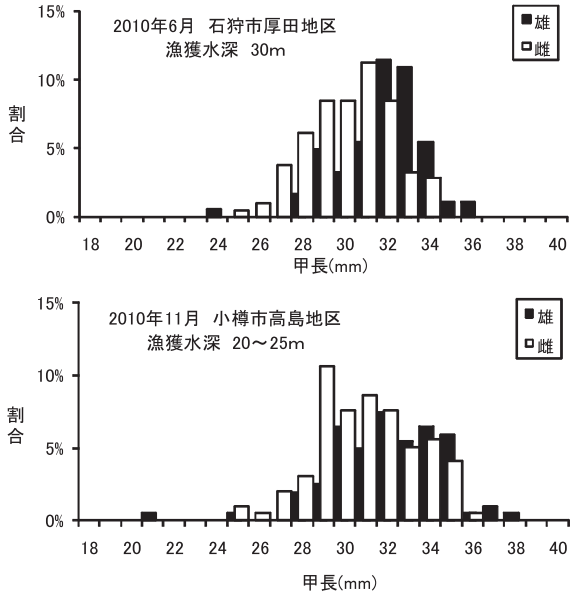


図2　石狩湾におけるシャコ漁獲物の甲長組成（2010年度）

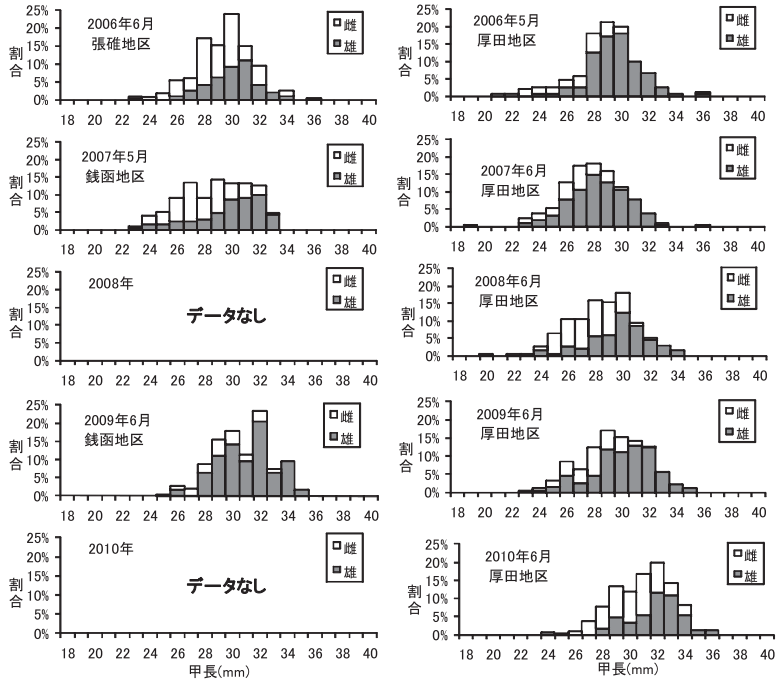


図3　過去5年の春漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成（2006～2010年5～6月,左図：小樽市張碓・銭函地区，右図：石狩市厚田地区）

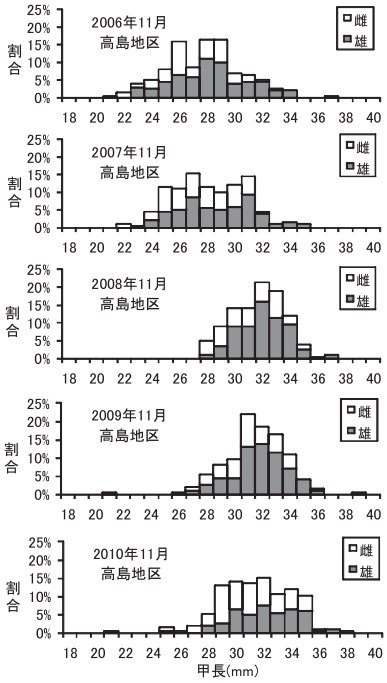


図4　過去5年の秋漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成(2006～2010年11月,小樽市高島地区）

ウ　現状におけるシャコ資源について

年間漁獲量は近年比較的安定しているが(図１),聞き取り調査によると春漁の漁模様が不安定になっているとの情報もある。漁獲物組成の推移をみると，2003年秋漁から2007年春漁まで漁獲物の小型化が認められていたが(図3，図４)，2007年秋漁以降は漁獲物組成が徐々に大きくなってきている。

春漁の漁模様の変化および漁獲物大型化の要因については，現時点では明らかになっていないが，新規加入群の減少によることも考えられるので，今後の動向を注意深く見守っていく必要がある。

2009年度からリポフスチン（老化色素と呼ばれ，細胞内に生じた変性した脂質が分解されずに蓄積したもの）によるシャコの年齢を推定することを試みるている。2009年度においては石狩湾海域で漁獲されたシャコの脳内にリポフスチンが存在していることを確認し，2010年度においてはリポフスチンの分布密度を画像解析処理によって計測した。

1．2．8　シラウオ

担 当 者　資源管理部　資源管理グループ　**山口幹人**

(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。その資源管理のための生態知見を得る目的で，平成元～３年には水産試験研究プラザ関連調査研究事業として，平成４～８年には依頼調査・研究として調査を行った。その結果，産卵場，産卵生態，成長，移動回遊経路等，多くの知見を得ることが出来た[1]。それらの知見に基づいた管理施策の実施を目指し，資源状態のモニタリングを目的として，本年も引き続き調査を行った。

(2) 経過の概要

ア　漁獲統計調査

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。

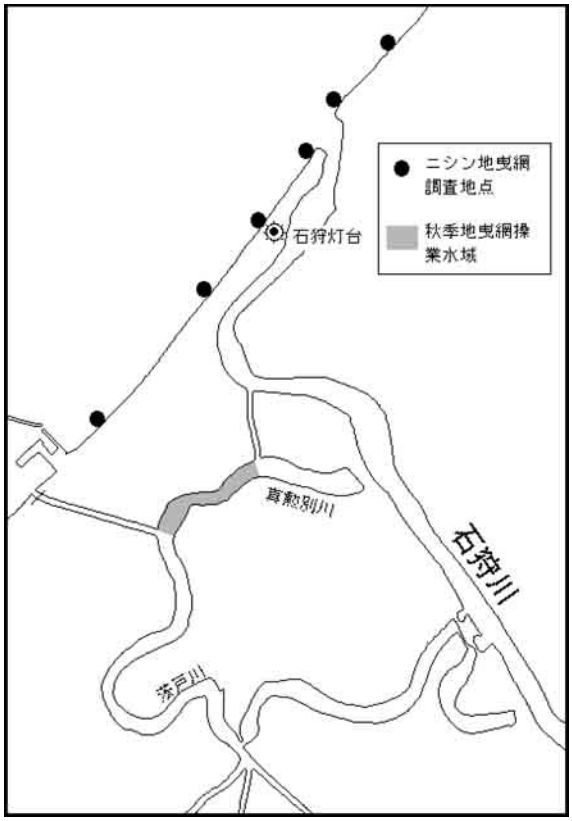


図1　ニシン地曳網調査地点および秋季地曳網操業水域

イ　生物標本の測定

本年度は，刺し網をはじめとする各種漁業からの標本を得ることが出来なかった。なお，6月15日および７月16日に実施されたニシン（仔稚魚）地曳網調査（図１）においてシラウオ成魚が４尾混獲されたため，生物測定を行った。

(3) 得られた結果

ア　漁獲統計調査

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および図２に示した。1986年～1989年には石狩川水系で30～70トンの漁獲があったが，1990年以降は10トン未満となり，本水域のシラウオ資源はごく低水準の状態が続いていると考えられる。1996年以降，資源管理施策として河口産卵場および真勲別川に保護区を設置し，同時に秋季地曳網漁業の網目合いの拡大といった漁獲制限が行われたが，漁獲量の増加はみられていない。

主漁業である春季刺網の漁獲量についてみると，2004年に近年としては多い約6.4トンの漁獲があったものの，その後低迷し，2010年も0.4トン

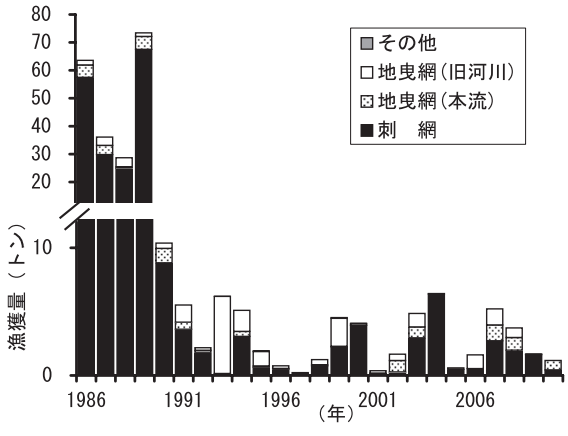


図2　漁獲量

表1　季節別漁獲量の経年変化

（単位：kg）

年	春漁（４～７月）			秋漁(8～12月)		
	刺　網	地曳網(本流)	春漁計	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

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。

にとどまった。一方，本流の河口直近で行われているワカサギを主対象とした地曳網漁業での漁獲量は0.7トンであった。なお，秋季に茨戸川を中心に行われてきた地曳網は2008年を最後に漁業者が廃業し，その後漁獲は見られていない。

イ　生物標本の測定

6月15日と7月16日にニシン稚魚調査で採集されたシラウオ4尾は，すべて雌であり，体長は65.6～67.9mm（平均66.4mm）であった。

石狩川水系のシラウオ漁獲が低迷して20年が経過し，その間に生態知見の蓄積は進んだものの，資源回復への道筋はたっていない。これに関して，資源水準が低迷しているため，管理施策を実行しても産卵親魚が十分確保できない可能性が考えられ，そのことが漁業者の意欲を削いでいると推察される。しかし，2004年や2007年のような5トン前後の漁獲がみられる年もある。特に，前述のように未成魚を対象とした秋期の地曳網漁業が終了し，漁獲圧が減少したことが資源の回復に対して貢献することも期待できる状況にあると考える。今後，資源のモニタリングを通して，資源の回復傾向を察知し，それに合わせて回復施策[1)]を再度提案して行く必要がある。

引用文献

1）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．北海道水産試験場研究報告．70，1−72（2006）

２．海洋環境調査研究（経常研究費）
２．１　定期海洋観測

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則**

(1) 目的

北海道周辺海域の沿岸から沖合域にかけての漁場環境を定期的（偶数月）かつ長期的に調査し，海洋の構造および変動についての調査研究並びに海洋の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水産資源の変動や漁場形成の予測に役立てる。

(2) 経過の概要

本道周辺海域の定期海洋観測定点を図１に示した。これらの点において，偶数月に１回，稚内，釧路，函館，中央水試が分担し定期海洋観測を行った。定期海洋観測の各水試の分担は表１に示したとおりである。また，中央水産試験場資源管理部海洋環境グループが担当した海洋観測をまとめて表２に示した。

調査内容は，図１に示した基本定点，海況用補助定点におけるCTD（型式SBE911plus）観測，ネットプランクトン採集定点における改良型ノルパックネット（NYTAL52GG網，網目幅0.335mm）によるプランクトンの鉛直採集（深度150～０m，深度500～０m），および，ナンセン採水器あるいは多筒式採水器を用いた基準層深度（0，10，20，30，50，75，100，125，150，200，250，300，400，500m）での採水である。このような調査に加え，航行中ドップラー流速計（FURUNO CI-30）による流れの連続観測を行った。

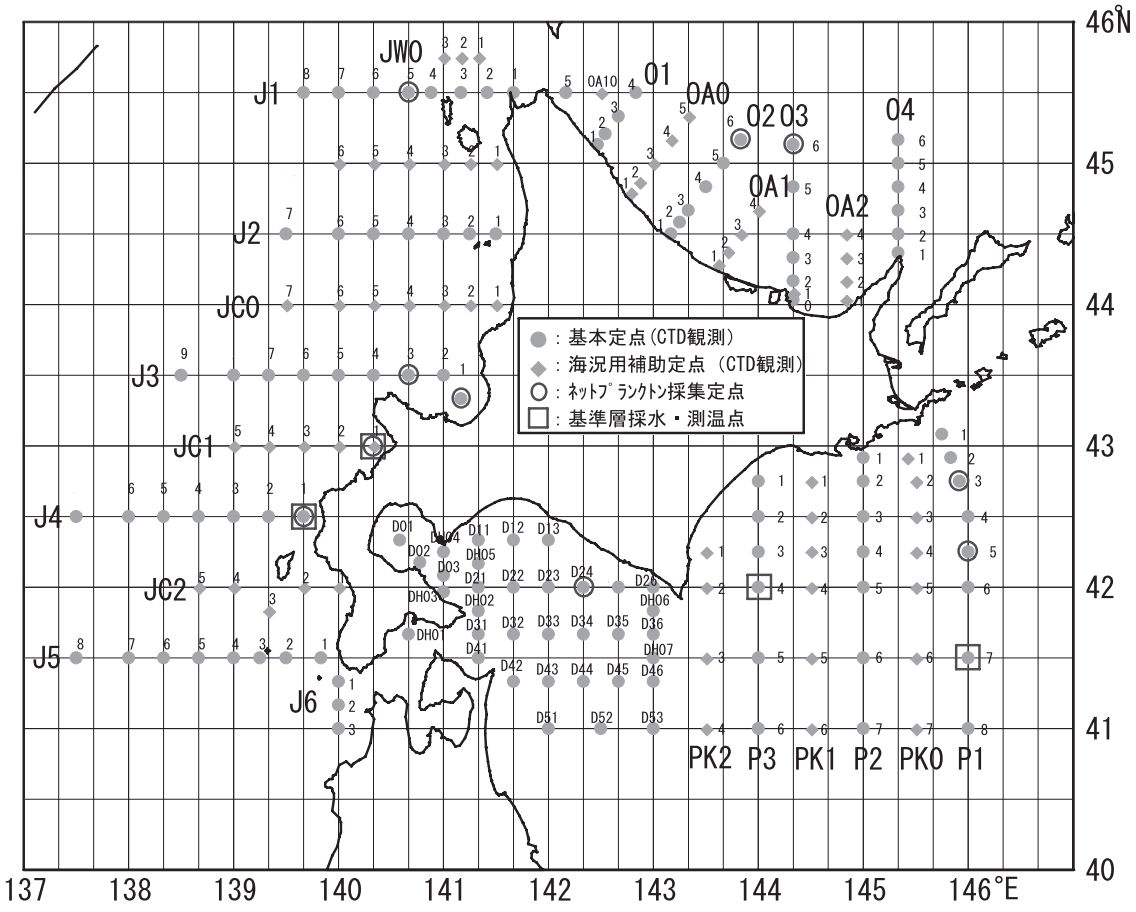


図１　北海道周辺海域における定期観測定点

表１　北海道周辺海域の定期観測の分担（平成22年度）

調査海域	単位月	調査年月日	船名	担当水試
道西日本海	4	2010/4/16-4/19	金星丸	中央水試
道西日本海	6	2010/6/7-6/9	北洋丸	中央水試
道西日本海	8	2010/8/2-8/5	北洋丸	稚内水試
道西日本海	10	2010/9/27-10/1	金星丸	中央水試
道西日本海	12	2010/12/1-12/7	北洋丸	中央水試
道西日本海	2	2011/2/9-2/20	北洋丸	中央水試
道南日本海	4	2010/4/16-4/19	金星丸	中央水試
道南日本海	6	2010/5/27-6/1	金星丸	中央水試
道南日本海	8	2010/7/30-8/3	金星丸	中央水試
道南日本海	10	2010/9/27-10/1	金星丸	中央水試
道南日本海	12	2010/12/6-12/14	金星丸	中央水試
道北日本海	4	2010/4/16-4/21	北洋丸	中央水試
道北日本海	6	2010/6/7-6/9	北洋丸	中央水試
道北日本海	8	2010/8/2-8/5	北洋丸	稚内水試
道北日本海	10	2010/10/4-10/7	北洋丸	中央水試
道北日本海	12	2010/12/1-12/7	北洋丸	中央水試
道北日本海	2	2011/2/9-2/20	北洋丸	中央水試
オホーツク海	4	2010/4/26-4/28	北洋丸	稚内水試
オホーツク海	6	2010/5/31-6/2	北洋丸	中央水試
オホーツク海	8	2010/7/26-7/28	北洋丸	中央水試
オホーツク海	10	2010/9/13-9/15	北辰丸	釧路水試
オホーツク海	10	2010/9/27-9/28	北洋丸	稚内水試
オホーツク海	2	2010/11/16-11/18	北洋丸	稚内水試
道東太平洋	4	2010/4/15-4/22	北辰丸	釧路水試
道東太平洋	6	2010/5/28-6/1	北辰丸	釧路水試
道東太平洋	8	2010/7/27-8/1	北辰丸	釧路水試
道東太平洋	10	2010/10/18-10/20	北辰丸	釧路水試
道東太平洋	12	2010/11/30-12/6	北辰丸	釧路水試
道東太平洋	2	2011/2/15-2/23	北辰丸	釧路水試
道南太平洋	4	2010/4/15-4/22	北辰丸	釧路水試
道南太平洋	6	2010/6/7-6/9	金星丸	函館水試
道南太平洋	8	2010/7/27-8/1	北辰丸	釧路水試
道南太平洋	10	2010/10/25-10/29	金星丸	函館水試
道南太平洋	12	2010/12/2-12/5	金星丸	函館水試
道南太平洋	2	2011/2/15-2/23	北辰丸	釧路水試

表２　中央水産試験場資源管理部海洋環境グループの海洋観測概要

出港地	出港年月日	入港日	調査年月日	調査定線	観測数	乗船者	事業名
	調査船名：金星丸（定繋港函館港）						
函館	2010/4/16-4/20		2010/4/16-4/19	J3-6,JC1-2,DH01	33	浅見大樹・品田晃良	定期[*1]・ホタテ[*2]
函館	2010/5/27-6/1		2010/5/27-6/1	J4-6,JC1-2	21	品田晃良・澤村正幸	定期[*1]
函館	2010/7/30-8/3		2010/7/30-8/3	J4-6,JC1-2,DH01	24	浅見大樹	定期[*1]
函館	2010/9/27-10/1		2010/9/27-10/1	J3-6,JC1-2,DH01	16	栗林貴範	定期[*1]
函館	2010/12/6-12/14		2010/12/6-12/14	J4-6,JC1-2,DH01	10	栗林貴範 志田　修・本間隆之	定期[*1]・日ロ[*5]・資源[*7]
	調査船名：北洋丸（定繋港稚内港）						
稚内	2010/5/31-6/2		2010/5/31-6/2	O1-3,OA1-2	27	嶋田　宏	定期[*1]・貝毒[*6]
小樽	2010/5/16-5/19		2010/5/16-5/19	J3	2	西田芳則	生産[*3]
稚内	2010/6/7-6/11		2010/6/7-6/9	J1-2,JW1	32	西田芳則	定期[*1]・ホタテ[*2]
稚内	2010/7/26-7/29		2010/7/26-7/28	O1-4,OA0-2	36	嶋田　宏	定期[*1]・貝毒[*6]
稚内	2010/12/1-12/8		2010/12/1-12/7	J1-3,JC1,JW1	30	浅見大樹・西田芳則	定期[*1]・日ロ[*5]
稚内	2011/2/9-2/21		2011/2/9-2/20	J1-4,JC0-1,JW1	42	西田芳則・品田晃良 栗林貴範・志田　修	定期[*1]・日ロ[*5]・資源[*7]

*1　海洋環境調査研究（定期海洋観測，漁況・海況予報調査）
*2　日本海ホタテガイ採苗不振対策研究
*3　海洋環境調査研究（石狩湾低次生産調査）
*4　武蔵堆環境調査
*5　水産技術国際交流事業（日ロ共同コンブ調査）
*6　貝毒プランクトン調査
*7　資源評価調査（スケトウダラ新規加入量調査）

２．１．１　北海道周辺海域の海況に関する調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則　田中伊織**

本道周辺海域の定期観測結果については，観測終了後「海況速報」として関係機関に公表した。公表した内容は以下のとおりである。

４月中旬～下旬の海況

☆日本海海域

奥尻島周辺海域に暖水域（指標：100m層水温６℃以上），積丹半島の北西沖には暖水渦（指標：200m層水温４℃以上）がみられます。しかし，津軽海峡付近では，対馬暖流の大部分が津軽海峡へ流入しており（指標：100m層水温６℃以上），対馬暖流の明瞭な北上流はみられません。北海道西方沖の対馬暖流の流量は例年の２割程度と極端に少なくなっています。

水温は，暖水塊が分布する海域の100m，200m層で１～３℃高い他は，おおむね例年よりも低くなっています。特に，松前西方のＪ５線では，例年よりも３℃以上低くなっている海域が多くみられています（水温偏差表*参照）。

余市における旬平均水温は，2月下旬では「かなり高い」でしたが，それ以降低下傾向にあり，５月上旬では「やや低い」になっています。

☆道東太平洋海域

前回に引き続き，沿岸親潮（*1，指標：水温２℃以下）が道東沿岸を流れています。また，道東沖は広く親潮（指標：100m深水温５℃以下）に覆われています。

水温は，沿岸親潮の上流部（根室半島沖）で例年よりも１～２℃低く，親潮域で１～２℃高くなっているところがみられます（水温偏差表*参照）。

☆オホーツク海海域

宗谷暖流がオホーツク海沿岸を順調に流れています。また，紋別沖，網走沖では暖流の幅が広くなっています（指標：100m層水温４℃）

水温は，宗谷暖流域で，例年よりも約１～３℃高いところがあります（水温偏差表*参照）。

☆道南太平洋海域

前回は，沿岸親潮が道南太平洋海域を広く覆っていましたが，今回は沿岸親潮の当海域への流入はみられません。津軽暖流は沿岸モード（*２）ですが，暖流から派生したと推察される暖水域が浦河沖にみられます（指標：100m層水温６℃以上）。

水温は，浦河沖と噴火湾湾口の100m，200m層で例年よりも１～２℃高くなっています（水温偏差表*参照）。

５月下旬～６上旬の海況

☆日本海海域

対馬暖流（指標：100m層水温６℃以上）が北海道西岸を，順調に北上しています。留萌の西方沖に冷水域があるため，石狩湾以北では，対馬暖流は例年よりも沿岸側を流れています。対馬暖流の流量は例年並みになっています。

水温は，松前沖Ｊ５線の表面では例年よりも１～２℃低くなっていますが，50m以深では例年よりも１～３℃高くなっています（水温偏差表*参照）。また，瀬棚沖のＪ４線では，例年よりも約１℃低い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。

余市における旬平均水温は，4月下旬から５月下旬まで「平年並み」よりも低くなっていましたが，６月中旬では「かなり高い」になっています。

☆道東太平洋海域

前回に引き続き，道東沖は広く親潮（指標：100m深水温５℃以下）に覆われています。また，黒潮系北上暖水の影響は例年よりも小さくなっています。

水温は，道東沖の南方の海域で，例年よりも１～５℃低くなっています（水温偏差表*参照）。

☆オホーツク海海域

オホーツク海表層をオホーツク表層水が広く覆っています（水塊分析の結果から）。このため，宗谷暖流は，紋別沖からは潜流となって流れています。宗谷暖流の表面水温は例年よりも２℃程度低く，オホーツク表層水が接岸している紋別沖では，表面水温が例年よりも６℃以上低くなっています（水温偏差表*参照）。

☆道南太平洋海域

前回と同様に，津軽暖流は沿岸モード（*２）で，

また，津軽暖流から派生したと推察される暖水域が浦河沖にみられます（指標：100m層水温６℃以上）。

表層の水温は，親潮の影響が見られる浦河沿岸では例年よりも２℃前後低く，白老沖では例年よりも１～３℃高くなっています（水温偏差表*参照）。

７月下旬～８上旬の海況

☆日本海海域

松前沖と積丹半島沖には暖水域（指標：100m層水温８℃以上），せたな沖には沖合冷水の本道側への張り出しがみられます（指標：100m層水温３℃以下）。対馬暖流（指標：100m層水温６℃以上）は，暖水域の西側，冷水域の東側を流れており，蛇行した流路になっています。対馬暖流の流量は例年並みになっています。

水温は，暖水域が沖合まで広がる松前沖，積丹沖で例年よりも１～４℃高くなっています（水温偏差表*参照）。また，道北のJ１線では，例年よりも約１～２℃高い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。

余市における旬平均水温は，6月下旬と７月上旬に「非常に高い」になりましたが，7月下旬と８月上旬では「平年並み」になっています。

☆道東太平洋海域

前回に引き続き，道東沖は広く親潮（指標：100m深水温５℃以下）に覆われています。また，黒潮系北上暖水の影響は，前回同様，例年よりも小さくなっています。

水温は，例年よりも１～２℃低い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。

☆オホーツク海海域

宗谷暖流がオホーツク海沿岸を順調に流れています。

水温は，沖側の表層と知床沖の沿岸側で，1～３℃高くなっています（水温偏差表*参照）。

☆道南太平洋海域

えりも岬から津軽海峡東口に至る広い海域を親潮（指標：100m深水温５℃以下）が覆っています。津軽暖流は，例年ですと渦モード（*２）になりますが，前回と同様に，沿岸モードのままです。

水温は，親潮の影響が見られる海域で例年よりも，50m深で８℃前後，100m深で５～６℃低いところがみられます（水温偏差表*参照）。これとは対照的に，尻屋埼沖の東方沿岸側では，例年よりも１～５℃高くなっています（水温偏差表*参照）。

９月下旬～10下旬の海況

☆日本海海域

岩内湾西方に暖水渦（指標：50m層水温14℃以上）がみられます。このため，対馬暖流（指標：100m層水温６℃以上）は暖水渦の西側を流れ，沖合の流路をとっています。また，道北の武蔵堆周辺海域にも暖水域（指標：100m層水温９℃以上）があり，対馬暖流はこの暖水域の西側を流れています。対馬暖流の流量は例年並みと推定されます。

表面水温は，ほぼ例年なみです（水温偏差表*参照）。Ｊ２線（北緯44°30′）以北では，50m層から100m層にかけ，例年に比べ水温の高低が大きくなっています（水温偏差表*参照）。

余市における旬平均水温は，8月下旬から９月下旬にかけて「かなり高い」あるいは「非常に高い」状態でしたが，10月下旬からは例年よりも低く推移しています。

☆道東太平洋海域

道東沖では，親潮（指標：水温５℃以下）が広く覆っています。また，Ｐ１線南端のP18地点では黒潮系北上暖水がみられます。道東沿岸では道東沿岸流（指標：50m層水温10℃以上）が流れています。

水温は，親潮が分布している海域で例年よりも１～３℃低く，Ｐ３線（東経144°00′）の沿岸寄りの深度50～100mでは，道東沿岸流が沖側に張り出しているため，例年よりも２～６℃高くなっています（水温偏差表*参照）。

☆オホーツク海海域

宗谷暖流がオホーツク海沿岸を順調に流れています。

水温は，表面から50m層を中心に例年よりも１～８℃高くなっています（水温偏差表*参照）。この高水温化は観測時期が例年よりも半月ほど早かったことが一つの要因と考えられます。気象庁ホームページの北海道周辺日本東方海域旬平均海面水温によれば，通常の定期観測の時期においてもオホーツク表層は，例年よりも高い状況でした。

☆道南太平洋海域

100m層水温の水平分布から，津軽暖流はやや弱

い渦モード（*２）になっています。

水温は200m層で，例年よりも１～４℃低くなっています（水温偏差表*参照）。

11月中旬～12月中旬の海況

☆日本海海域

200m層水温の水平分布から，岩内のはるか西方沖は暖水域（指標：100m層水温４℃以上）になっています。また，積丹半島以北では，沖合冷水（指標：100m層水温４℃以下）が沿岸側に張り出しており，このため，対馬暖流の流路（指標：100m層水温６℃以上）は例年よりも沿岸寄りになっています。

水温は稚内西方はるか沖合海域で例年よりも２～４℃低くなっています（水温偏差表*参照）。また，Ｊ３線の沿岸側では，深度200m層水温が例年よりも約１℃高くなっており（水温偏差表*参照），このため，対馬暖流の流量は例年よりも７割程度多くなっています。

余市における旬平均水温は，11月中旬に「かなり低い」になりましたが，それ以降は「平年並み」で推移しています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸では，道東沿岸流（*３）が流れています（指標：50m層水温７℃以上）。また，道東沖の低層（深度100m以深）では親潮（指標：水温５℃以下）がほぼ全域に分布しています。

水温は，黒潮系北上暖水の影響が少ないため，親潮が分布している海域で例年よりも１～５℃低くなっています（水温偏差表*参照）。

☆オホーツク海海域

オホーツク海の表層（深度50m以浅）を東カラフト海流（指標：50m層水温６℃以下）が広く覆っています。このため，宗谷暖流は紋別沖から潜流となって流れています。

水温は，東カラフト海流の水温が高いため，前回の観測時に引き続き，表面から50m層を中心に例年よりも１～４℃高くなっています（水温偏差表*参照）。この高水温化は観測時期が例年よりも半月ほど早かったことが一つの要因と考えられますが，気象庁ホームページの北海道周辺日本東方海域旬平均海面水温によれば，観測した時期においてもオホーツク表層は例年よりも高い状況でした。

☆道南太平洋海域

100m層水温の水平分布から，津軽暖流は沿岸モード（*２）になっています。また，200m層では，日高沖の沿岸側に親潮がみられます。

水温は，表面と50m層で，例年よりも約１℃高い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。また，200m層では，夏以降も低温傾向が継続しており，例年よりも１～３℃低い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。

２月上旬～２月下旬の海況

☆日本海海域

対馬暖流（指標：100m層水温６℃以上）が本道沿いを流れています。また，対馬暖流の流量は例年並みです。

水温は，例年並みのところが多いですが，道北海域（北緯45度30分線）で，例年よりも１～２℃高い海域が広くみられます（水温偏差表*参照）。

余市における旬平均水温は，1月上旬から「平年並み」か「やや低い」で推移していましたが，２月下旬では「やや高い」になっています。

☆道東太平洋海域

道東沖を広く親潮が覆っています。また，道東沿岸では，沿岸親潮（*1，指標：水温２℃以下）がえりも岬まで流れています。

水温は，例年並みの海域が多く，例年よりも±２℃以上差のある海域はみられていません（水温偏差表*参照）。

☆道南太平洋海域

沿岸親潮が胆振，日高の沿岸域を中心に道南太平洋を広く覆っています。津軽暖流は沿岸モード（*２）です。

水温は，沿岸親潮が分布する胆振，日高で約１℃，津軽海峡東口の100m以深で約１～２℃，例年よりも低くなっている海域がみられます（水温偏差表*参照）。

水温偏差表*：中央水産試験場海洋環境部のホームページに掲載されています
（http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kaiyou/index.htm）

*１：オホーツク海の海氷の融氷水を含む親潮として特に沿岸親潮という名前が付けられています。

＊2：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を「渦モード」と呼びます。これに対して，津軽暖流が青森県尻屋埼からすぐ岸沿いに三陸方面へ南下している状態を，津軽暖流の「沿岸モード」と呼んでいます。
＊3：夏～秋季に道東沿岸を流れるオホーツク海起源の沿岸流を道東沿岸流と呼んでいます。

北海道西岸を北上する500m（db）基準面の傾圧地衡流量の経年変化を図2に示す。今年度の特徴としては，4月の流量が，例年と比較して，極端に低下したことが上げられる。

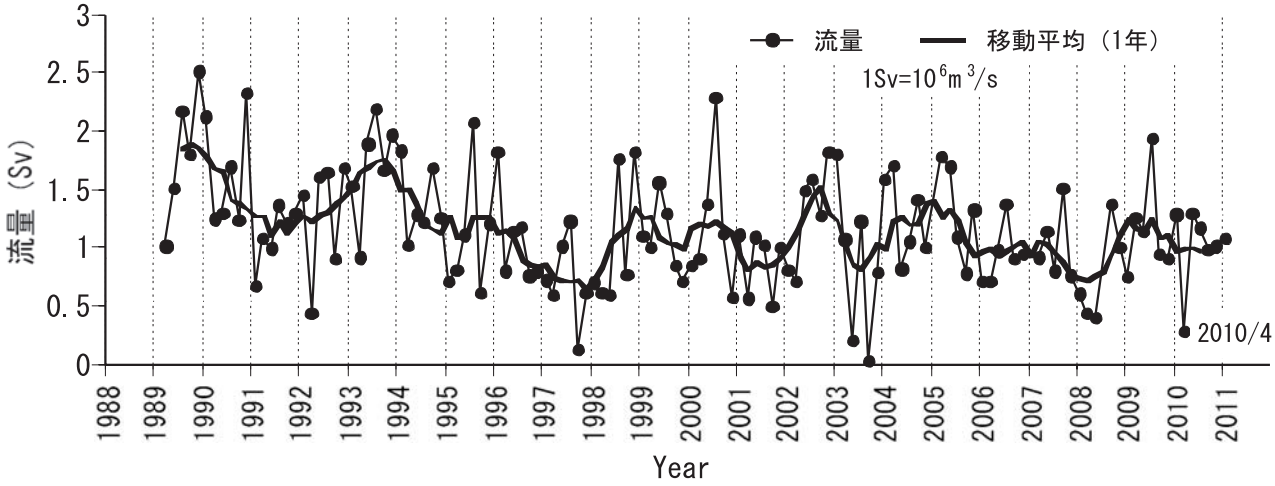


図2　対馬暖流傾圧地衡流量の経年変化

２．１．２　化学環境調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**栗林貴範**

道西日本海の定期海洋観測において，対馬暖流域の定点J41（42-30.15N，139-39.79E），沖合冷水域の定点J46（42-30.14N，137-59.80E；世界測地系）における栄養塩類およびクロロフィル*a*調査を実施した。平成22年度は，J41で4，6，8，10，12，2月の計６回，J46で4, 2月の計２回の調査をそれぞれ行った。

採水深度は，表面，10，20，30，50，75，100，125，150，200，300，400，500，600mを基準とし（クロロフィル*a*は深度200mまで），表面はバケツで，深度10m以深はナンゼン採水器または多筒式採水器により採水した。得られた海水サンプルは-30℃で凍結保存し，試験場に持ち帰った後，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）およびケイ酸態ケイ素（Si）の５項目を栄養塩自動分析計（ビーエルテック社製）により分析した。クロロフィル*a*（CHL）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（ターナーデザイン社製）により分析した。

図１に，J41における平成22年２～６月，平成21年２月，平成23年２月のNO_3-N，PO_4-P，Si濃度および平成22年２～６月，平成21年４月の深度200mまでのCHL濃度の鉛直分布をそれぞれ示す。平成22年２～６月における栄養塩濃度の鉛直分布をみると，表層（表面から深度100mまで）付近ではいずれも２月に高く，4月以降に低い値を示した。一方，同期間のCHL濃度をみると，表層付近で４月に高い値を示した。これらのことは，栄養塩が２月に有光層へ供給され，4月頃を盛期とする春季珪藻ブルームにより６月まで消費されていることを示している。また，ブルーム前である２月の栄養塩分布を平成21年，22年および23年とで比較すると，平成23年は３項目とも高濃度で分布した。

平成22年２月における表面栄養塩濃度は，NO_3-N，PO_4-PおよびSiでそれぞれ4.3，0.36，7.2 μMと過去21年間（平成元～平成21年）の平均濃度（それぞれ5.2，0.45，7.7 μM）に比べ低い値を示した（図２）。表面水温は過去21年間の平均表面水温（7.4℃）に比べて高く（7.9℃），Ｊ４線での貧栄養である対馬暖流の流量が例年より多かったた

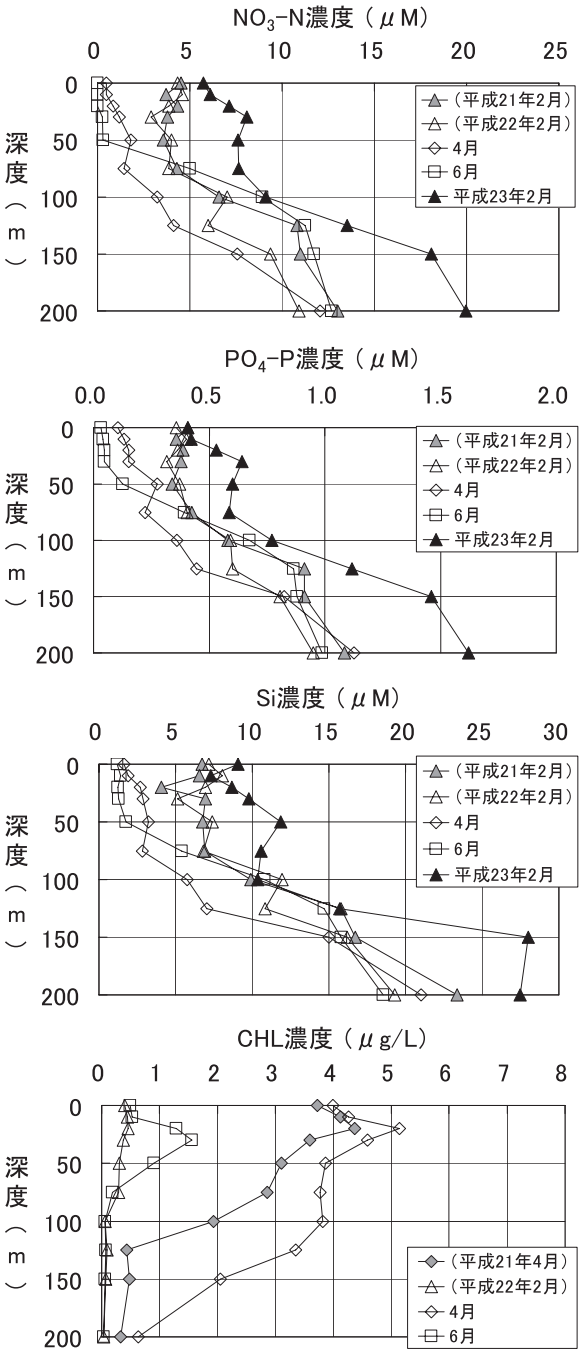


図１　対馬暖流域（J41）におけるNO_3-N, PO_4-P, SiおよびCHL濃度の鉛直分布

め，表層混合層深度が過去21年間の平均深度（109m）より深かった（123m）わりに，表層への栄養塩供給が少なかったと考えられる。

平成23年２月の表面栄養塩濃度は，NO_3-N，PO_4-Pおよびそれぞれ5.7，0.45および9.1 μMと同月の過去22年間（平成元～平成22年）の平均濃度（それぞれ5.1，0.45および7.7 μM）に比べ同程度か高い値を示した（図２）。このことは，表層への栄養塩供給機構の一つである表層混合層深度が過去22年間の平均深度（109m）より深かった（112m）こと，表面水温が過去22年間の平均表面水温（7.4℃）に比べて低く（7.3℃），貧栄養である対馬暖流の勢力が例年に比べ弱かったことにより，表層への栄養塩供給が多くなったからと考えられる。このことは，本道対馬暖流域における平成23年の春季珪藻ブルームの規模やコンブ等海藻類の繁茂状況に影響を及ぼすと考えられる。

※表層混合層深度：ここでは表面水温- １℃となる深度と定義した。

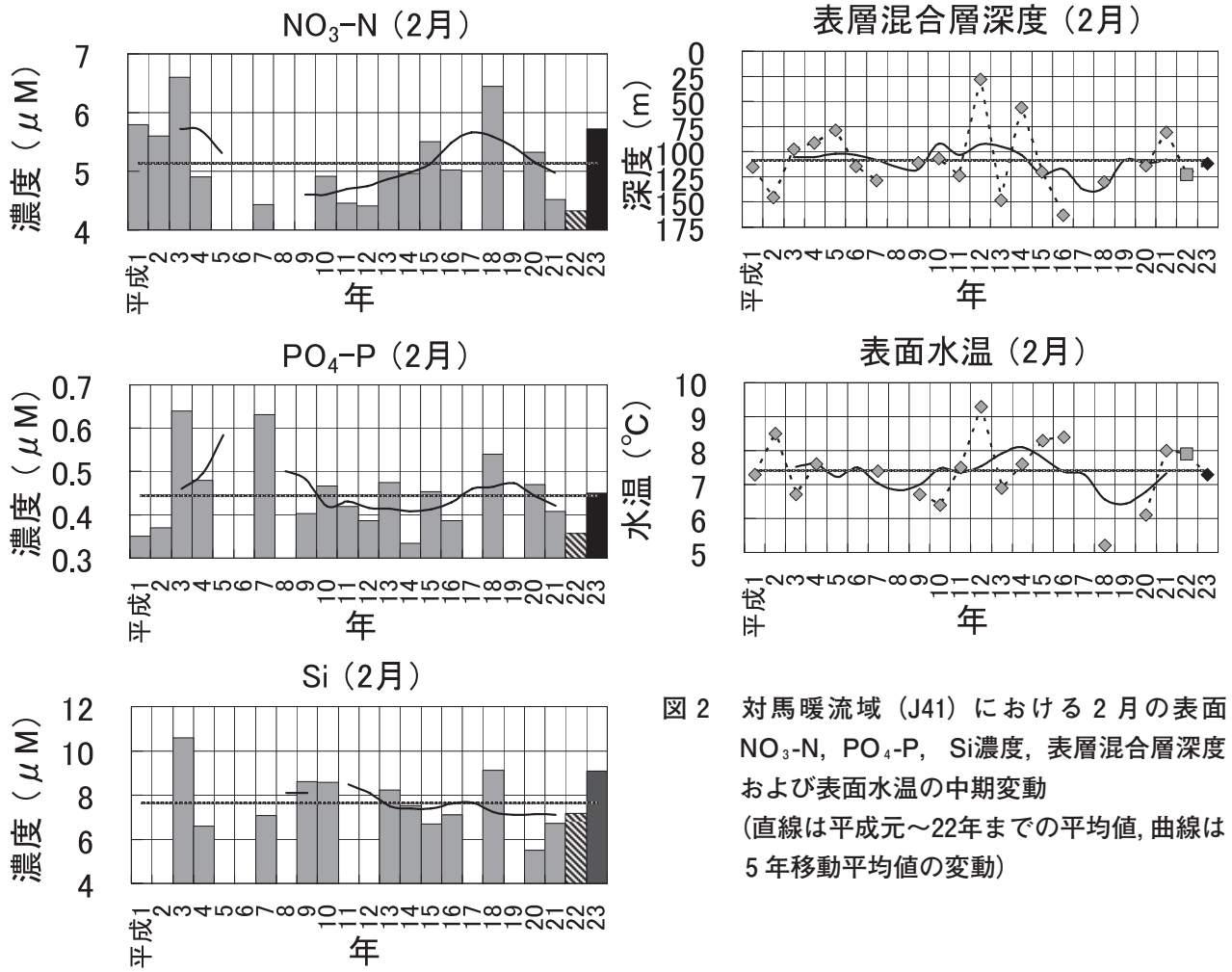


図２　対馬暖流域（J41）における２月の表面NO_3-N，PO_4-P，Si濃度，表層混合層深度および表面水温の中期変動
（直線は平成元～22年までの平均値，曲線は５年移動平均値の変動）

２．１．３　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　栗林貴範**

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（J4,J3,J1,O2,P1,P５定線上の合計13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。

2010年は，函館水試，釧路水試，稚内水試の調査研究部および中央水試資源管理部海洋環境グループが共同で，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0.33mm，口径45cm），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J33，オホーツク海O26，道東太平洋P15，道南太平洋P52）について，従来の深度150mからの鉛直曳きに加えて，深度500m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150mからの採集試料においては，夜間採集試料のほうが昼間採集試料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

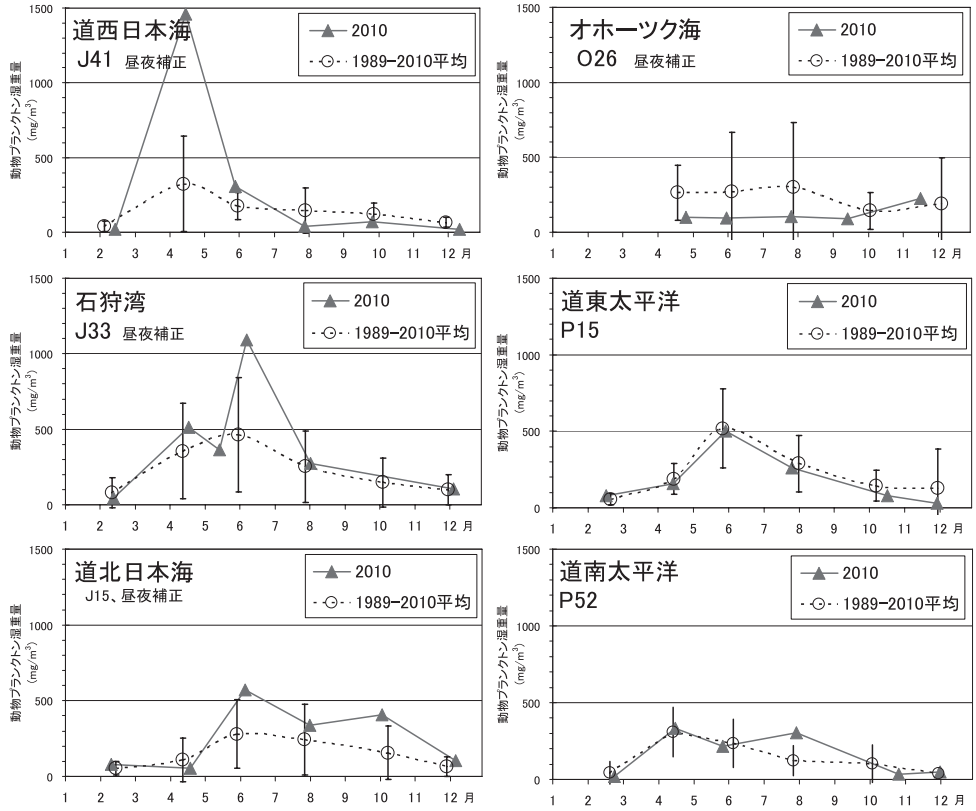


図１　2010年の海域別６定点における動物プランクトン湿重量（深度150m鉛直曳，昼夜補正済の値）および1989～2010年の平均値（誤差範囲は標準偏差）の季節変化
****は植物プランクトンを多く含んでいたことを示す。**

湿重量の平均値を海域別に求め，得られたファクター（f＝夜間採集試料湿重量／昼間採集試料湿重量，日本海海域f＝1.79，オホーツク海海域f＝3.12，太平洋海域は昼夜差なし）を適宜用いて，昼間採集試料の湿重量を夜間採集試料の湿重量に換算（昼夜補正）した後に解析を行った。

植物プランクトン現存量の指標として，表面～深度200m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200m以浅基準層の試水230ML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。

6定点（J41，J33，J15，O26，P15，P52）における昼夜補正済み動物プランクトン現存量の平均値の季節変化を図1に示す。2010年の石狩湾J33および道東太平洋P15における平均現存量は，6月にそれぞれ1093 mg/m^{3}および502mg/m^{3}の明瞭な季節ピークを示した。その他5海域における動物プランクトン現存量の季節変化をみると，道南太平洋P52では4月に，道北日本海J15では6月にそれぞれ季節ピークがみられた。道西日本海J41で4月に認められたピークは，植物プランクトンの混入によるものである。オホーツク海O26では季節変化は不明瞭であった。2010年の動物プランクトン現存量の季節ピークの値を21年間（1990～2010年）の平均値と比較すると，石狩湾および道北日本海では例年より高め，道東・道南太平洋では例年並み，オホーツク海では例年より低めであった。

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，2008～2010年に海域別の代表4定点（日本海J33，オホーツク海O26，道東太平洋P15，道南太平洋P52）の試料について動物プランクトンバイオマス組成の分析を試みた。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10mm以上，その他の分類群については体長5 mm以上）の種別の個体数および湿重量である。各定点の500m(O26では300m)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*，*Euphausia* 属）およ

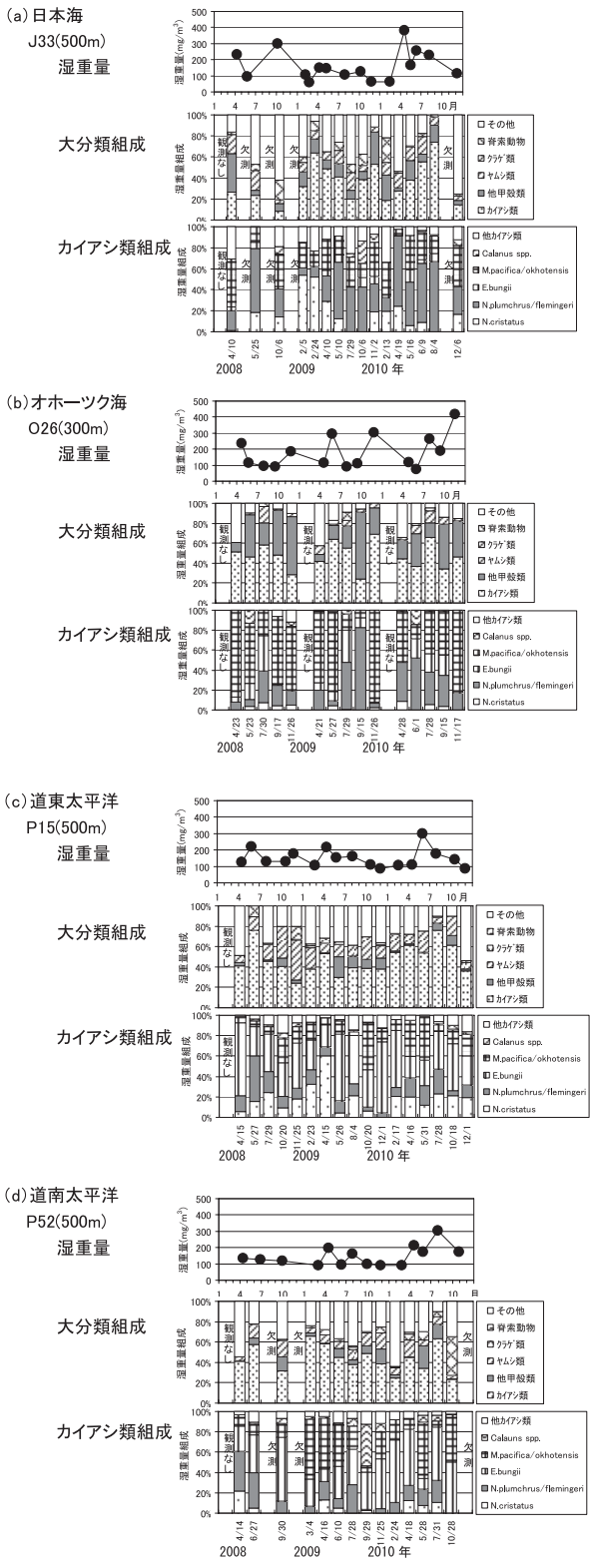


図2　2008～2010年の海域別代表4定点における動物プランクトン（深度500/300m鉛直曳）のバイオマス組成の季節変化

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４～６月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するが（例えば浅見ら2010），2010年春季は特に*Neocalanus* 属（*N. plumchrus* ）が大量に出現した。これは，2010年春季に対馬暖流が弱勢であった（*Neocalanus* 属の未成体の分布を拡大かつ成長を促進した？）ことと関係があるかも知れない。

道西日本海J41における積算クロロフィル*a* 濃度の季節変化を図３に示す。クロロフィル*a* 濃度はJ41では４月に636mg/m^{2}のピークを示した。2010年のクロロフィル*a* 濃度の季節ピークの時期と値を21年間（1990～2010年）の平均値と比較すると，2010年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・ピーク時の値は高めであった。

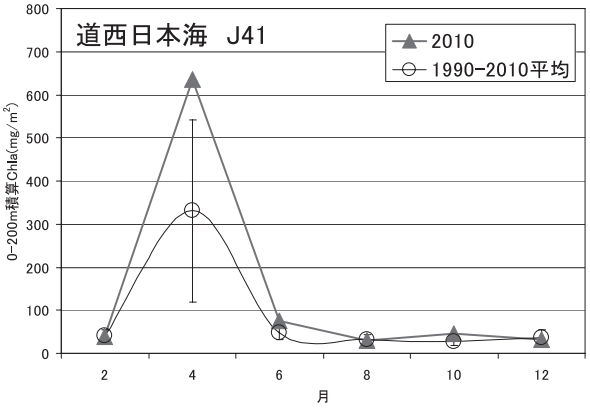


図３　2010年J41における水柱積算クロロフィル*a* 濃度および1990～2010年の平均値（誤差範囲は標準偏差）の季節変化

２．２　沿岸環境モニタリング
(1) 沿岸定置水温観測

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則**

沿岸水温の季節変化からの変動を把握するため，毎朝９時に，当水試前浜の水温を観測した。2008年１月上旬から2011年８月上旬までの旬平均水温の平年値（1971年～2000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。

2010年度の旬平均水温は，4月下旬から５月下旬が「やや低い」で推移していたが，6月中旬から10月中旬までは例年よりも高くなる傾向にあり，特に，6月下旬から７月上旬と９月上旬から９月中旬の期間では「非常に高い」を記録した。また，冬季の水温は例年よりもやや高めで推移した。

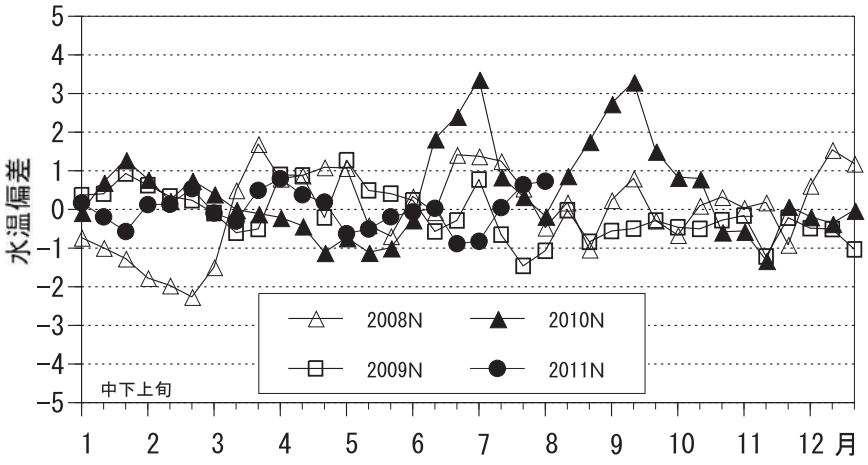


図１　余市旬平均水温の平年値からの偏差（平年値は1971-2000年の平均）

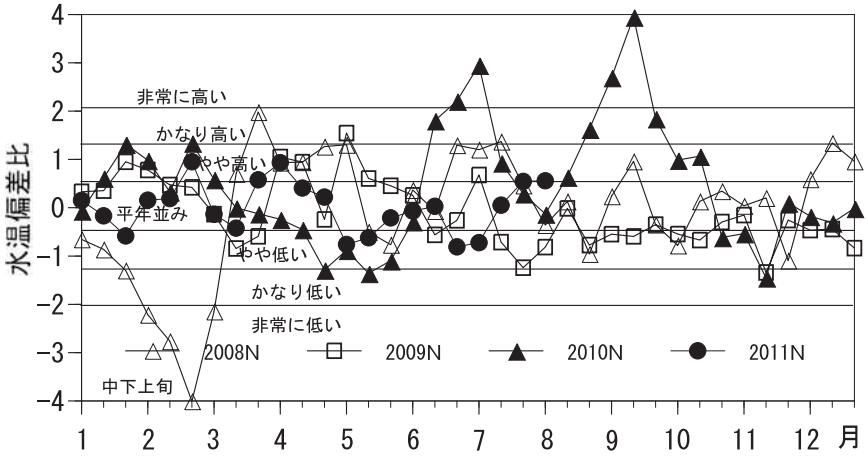


図２　余市旬平均水温の平年値からの偏差比（平年値は1971-2000年の平均）

(2) 気象観測

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則**

中央水産試験場敷地内において，毎朝９時に「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，降雪の深さ」を観測した。

2010年４月から2011年３月の期間の最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の旬変化を図２に示す。最高気温旬平均値は７月下旬から９月中旬まで25℃以上になっており，夏季が高温傾向であることが伺われる。そこで，今年度の気温の状況を詳しくみるため，最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の平年値からの偏差比を図３に示す。最高気温旬平均値は６月下旬から７月上旬と９月上旬から９月中旬にかけて「非常に高い」状態であった。また，冬季の気温は平年よりも高めで推移していたことがわかる。このような旬平均気温の旬変化は前述した旬平均水温の旬変化とほぼ一致する。

次に，当試験場敷地内における旬最大積雪量の旬変化を図４に示す。今年度は平年よりも積雪量の多かったことが判明した。

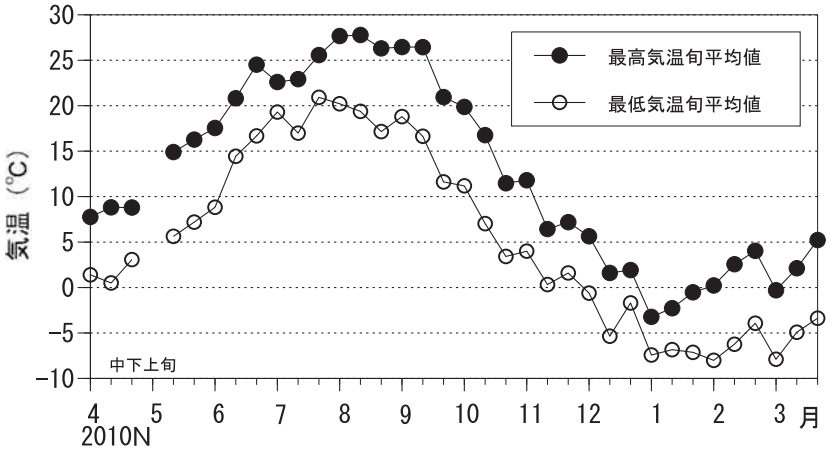


図３　試験場敷地内における最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の旬変化（2010年度）

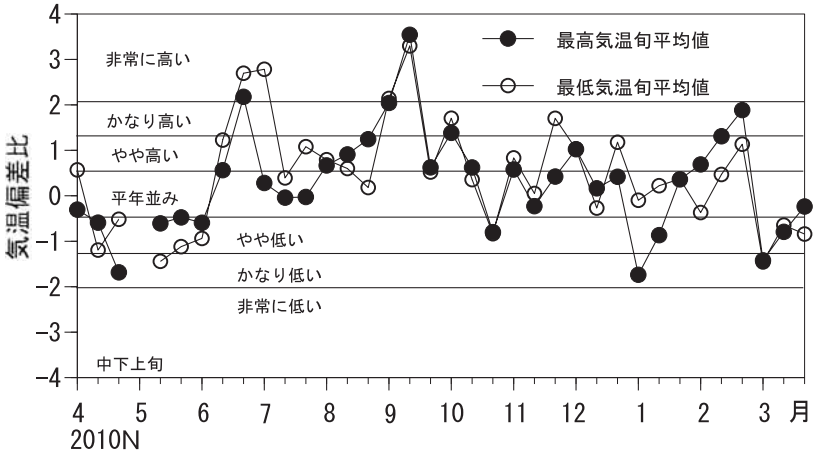


図４　試験場敷地内における最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の平年値からの偏差比（2010年度）。平年値は1971－2000年の平均。

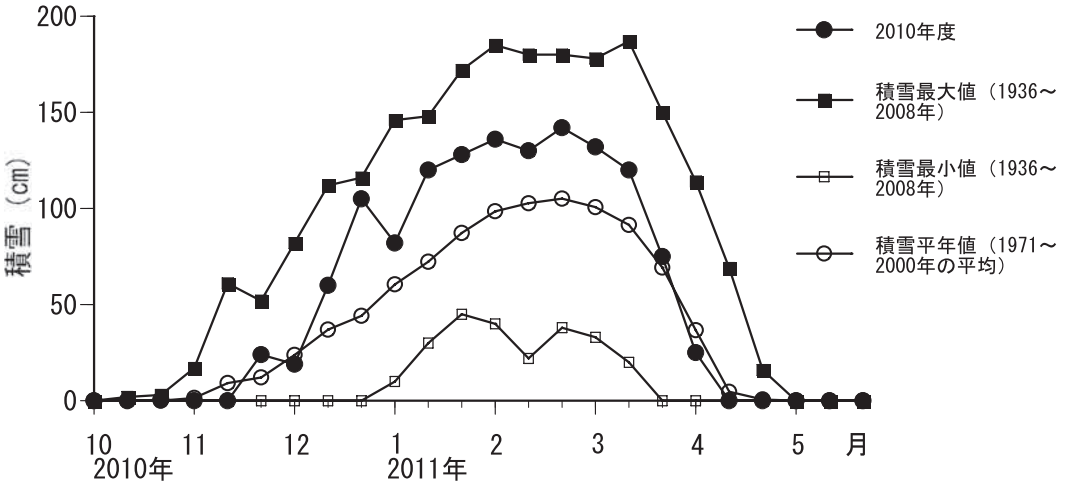


図５　試験場敷地内における旬最大積雪量の変化（2010年度）

（３）忍路沿岸環境調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則　栗林貴範**

海藻繁茂の物理化学的条件を探求するため，石狩湾に面する忍路湾の防波堤において，月に１回，海面と深度５m層の水温，塩分，栄養塩濃度，クロロフィル*a*量のモニタリングを行った。なお，このモニタリングは1992年から継続している。2010年度の深度５m層の結果を図６に示す。2010年度の大きな特徴としては，冬季12月から２月の硝酸態窒素濃度が例年よりも高く推移していたことがあげられる。特に，2月には硝酸態窒素濃度は10μmol/lに達した。このような２月の急増はリン酸態リン濃度にも認められる。同時期の塩分には大きな低下が認められないことから，この栄養塩の急増は沖合水が湾内へ流入したことによりもたらされたものと推察する。

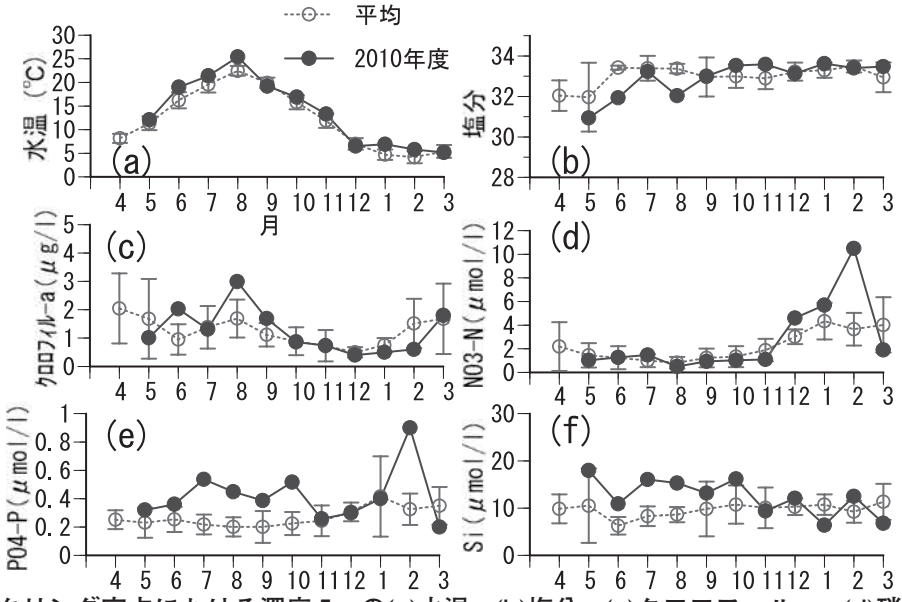


図６　忍路モニタリング定点における深度５mの(a)水温，(b)塩分，(c)クロロフィル*a*，(d)硝酸態窒素，(e)リン酸態リン，(f)ケイ酸態ケイ素の2009年度，および2001年～2008年平均値の月変化。図中の縦線は標準偏差を示す。

２．３　定期海洋観測以外の物理環境調査　檜山沖海流調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**田中伊織　西田芳則**
協力機関　函館水産試験場調査研究部

(1) 目的

現在スケトウダラ日本海北部系群の最大の産卵場となっている檜山沖海域のはえ縄漁場内の海流実態調査を行う。漁場内の海流が漁況に与える直接的な影響だけでなく，スケトウダラ産卵期における海流の年変動が再生産成功率に及ぼす影響等を検討するための基礎データを得る。また，檜山海域の産卵場で生まれたスケトウダラ卵稚仔が，津軽海峡まで輸送される可能性に関わる知見を得るため，スケトウダラ産卵場から津軽海峡までの海流の連続性についても調査を行う。

(2) 方法

陸棚上を中心とした海流調査には，函館水試所属試験調査船金星丸搭載のドップラー流速計（ADCP，RD社製多層式RD−VM150）を用い，日周潮及び半日周潮の潮汐流成分を除去した残差流を求めるため，24時間50分４往復法（加藤1988）を用いる。調査時期は，漁期およびADCPで調査可能な天候状況を考慮し，スケトウダラ初漁期の11月頃とする。本調査は，2005（平成17）年度まで単独調査航海であったが，2006年度から燃油代高騰対策として函館水試スケトウダラ産卵場調査の中に計画を縮小して組み込む形で継続している。

陸棚のすぐ沖合側にある主産卵場の隣接海域に設定されている延縄漁場内の海流実測は，調査船による往復調査法や係留系では困難である。しかし，2003年度から，ひやま漁業協同組合スケトウダラ延縄部会所属漁船の協力により，漁具の漂流情報を提供してもらうことで海流算出を試み，漁場内の海流実態の解析を行うことができるようになった。また，2005年度の漁期から，投縄前に行う海流調査のデータを提供してもらっている。投縄前海流調査時の漂流物は延縄漁具ではなく，浮きの下に，最下端におもりを付けた長さ約200尋（約360m）の縄をつり下げただけのものである。したがって，これから得られる海流情報は水平流速を鉛直方向に平均したものと考えられる。

(3) 2009年度に得られた沖合の流れの結果

2009（平成21）年度は乙部地区，豊浜地区，熊石地区の延べ７漁船から投縄前に行う海流調査情報を提供してもらうことができた。投縄前海流調査情報の解析結果から得られた地区別全海流ベクトル（2009年11月～2010年１月）を図１に示した。地区別の平均流は，北0.2ノット（乙部地区），北0.15ノット（豊浜地区），北北西0.2ノット（熊石地区）であった。漁船別平均海流ベクトルには漁船間の差が認められないことが分かっている（平成19年度事業報告書）ので，全日平均データを平均して全漁期間平均流を求めた。その結果，全漁期間平均流は北0.2ノットであった。この結果は2008年度に得られた平均流の結果（北0.2ノット）とほぼ同じであった

2009年度に乙部地区，豊浜地区，熊石地区の延べ７漁船から得られた漁場内の日平均海流時系列（2009年11月～2010年１月）を図２に示した。2009年度は周期７～10日の南北方向の振動流が卓越していた。2009年度のこの結果は，2003年度（周期７～10日），2006年度（周期７～10日），2007年度（周期８～14日）及び2008年度（周期８～14日）に観測された長周期の南北方向の振動流が，この海域では冬期間普遍的に卓越していることを示している。振幅は，2009年度の場合0.2ノット程度で，同じ方法で観測している2006年度（振幅0.3～0.4ノット），2007年度（振幅0.4ノット程度）の場合と比べて小さかったが，2008年度（振幅0.2ノット）の場合とほぼ同じだった。

(4) 2009（平成21）年度に得られた結果

ア　陸棚上の流れ

函館水試所属試験調査船金星丸搭載のドップラー流速計による調査は，他の調査を優先しているために計画できなかった。

イ　沖合の流れ

漁場内の海流の実態調査

2009年度についても乙部地区，豊浜地区，熊石

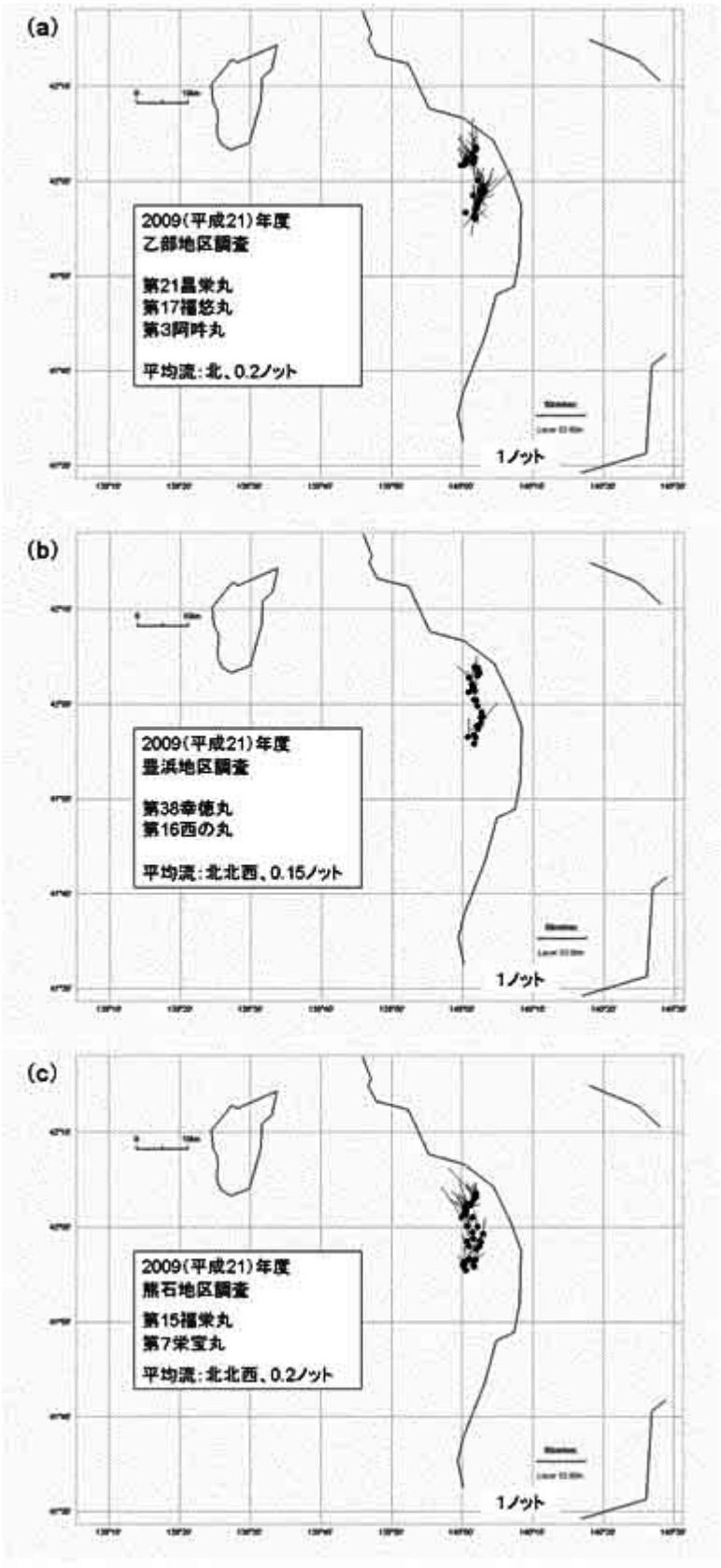


図１　投縄前海流調査情報から得られた地区別全海流ベクトル（2009年11月～2010年１月）
(a)乙部地区，(b)豊浜地区，(c)熊石地区。

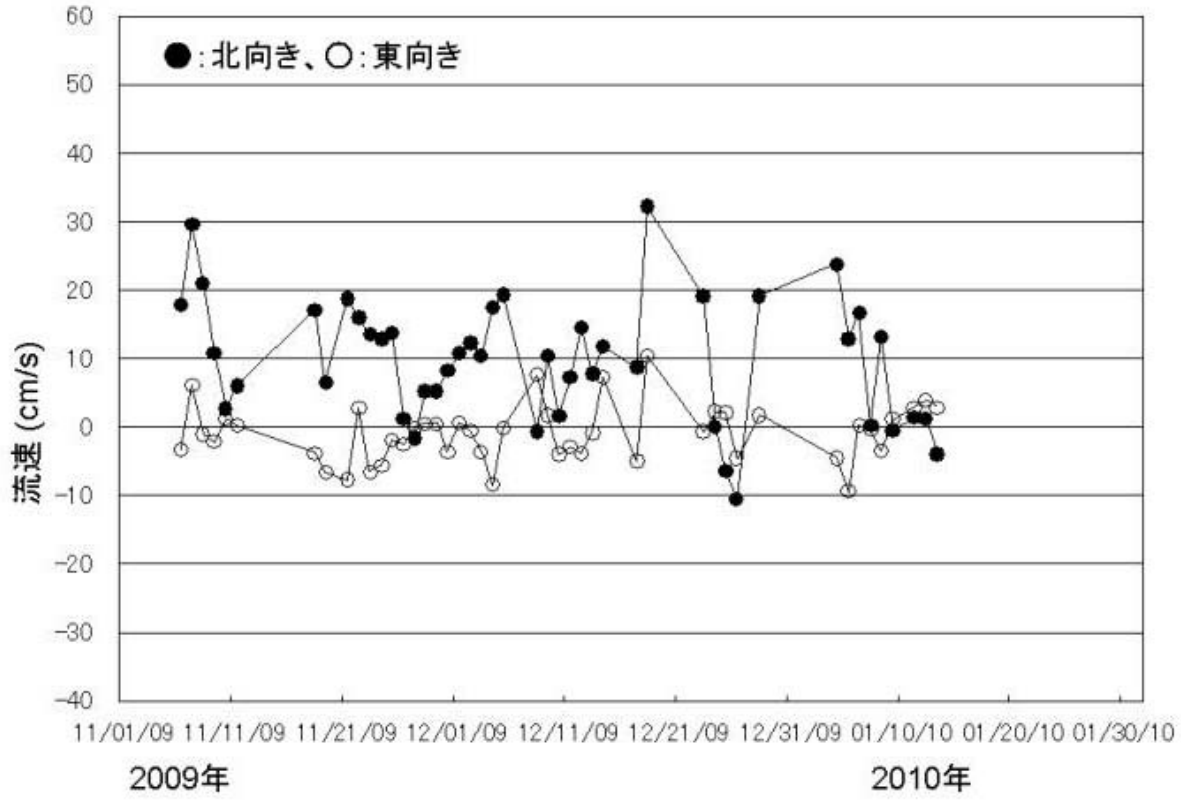


図２　漁場内日平均海流の時系列（2009年11月～2010年１月）
●：南北成分（正：北向き），○：東西成分（正：東向き）。

地区の漁船は投縄前に海流調査情報を取得しているが，現在，各地区で調査情報を集約中である。それらの情報が提供され次第，データ解析を行う予定である。

(5) 情報提供

2003（平成15）年度以降の調査結果の詳細な解析結果は，毎年檜山すけとうだら延縄漁業協議会代議員会（2009年度は2010年11月９日）で報告している。

(6) 残された課題

津軽海峡西方にしばしば形成される渦構造が，北方から津軽海峡に流入する海流に影響を与えることが考えられている。しかし，他の調査を優先していること，また調査期間に荒天が多いことで，沖合海洋観測と海流調査の同時調査はこれまで実施できていない。

江差から熊石沖の陸棚周辺の海流調査について，一貫性のある調査結果が得られていないため，ここを優先して継続調査する必要がある。しかし，燃油代高騰の影響，また他の調査を優先していることから試験調査船による海流調査に支障が生じている。

２．４　武蔵堆周辺の流域・水質観測、低次生態系の動態把握及びモデル化に関する研究

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則　栗林貴範**

(1) 目的

武蔵堆周辺海域はスケトウダラ幼魚の主な生息域であるが，沖底船の曳網で海底地形が平滑化され，当魚種の生息環境の悪化が懸念されている。このような状況から，水産庁は直轄の漁場整備事業として，武蔵堆に人工礁を設置することを計画している。この礁は，直接的には幼魚の保護効果を期待するものであるが，間接的には人工湧昇流を発生させ，プランクンなどの餌生物を増大させることで資源回復効果を期待するものである。そこで，施策の実施前に，人工礁の効果の算定に必要な当海域の流況，水塊構造などの基礎的事項を季節毎に調査する。

(2) 経過の概要

2010年10月４日から７日にかけて，図１に示した調査点において，CTD観測，調査船の船底に搭載されているADCPを用いた流れの観測（深度10m，50m，100m）を行った。なお，武蔵堆は観測点L15およびL25付近を中心とした浅海域をいう。

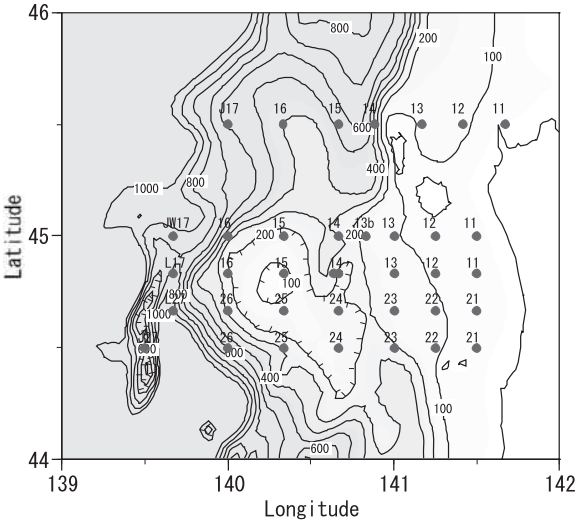


図１　調査点と水深

(3) 得られた結果

JW1，L1，L2，Ｊ２線における密度（σt）の鉛直断面を図２に示す。なお，図中，東経140度から東経141度の範囲の上に凸の海底地形が武蔵堆である。密度の等値線は，各線ともに，岸に近くなるほど深くなる傾向にある。武蔵堆周辺海域においては，等値線の形状は上に凸にはなっていない。また，武蔵堆西側の深度30m以深と沿岸側の深度50m以浅では，等値線の傾きが特に大きくなっており，この海域で流れの強いことが推察される。次に，武蔵堆を南北に横切る断面の水温，塩分，密度（σt）の鉛直分布を図３に示す。水温，密度ともに，深度30m以深では成層が発達しており，深度30～80mの範囲では，等値線がL25とJW15で上昇，L15で下降し，内部波の発生が示唆される。しかし，深度100m以深においては，水温，密度ともに，等値線が水平に分布しており，武蔵堆の南部で上昇，北部で下降する現象はみられない。以上のことから，武蔵堆周辺海域において，深度100m以深の低層水が表層まで上昇するような大

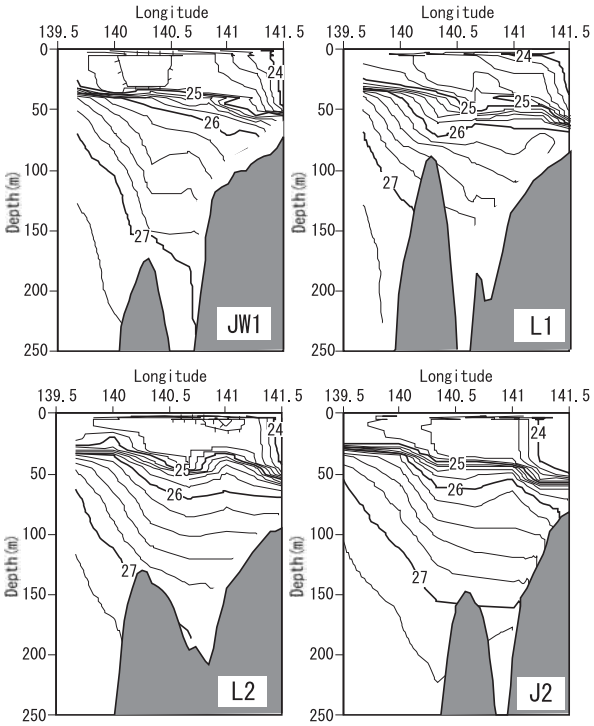


図２　JW1，L1，L2，Ｊ２線における密度の鉛直断面

規模な湧昇現象はみられなかった。

次に，調査船のADCPにより得られた深度10m，50m，100mの流速ベクトルの水平分布を図４に示す。深度10mでは，武蔵堆の中心から西側海域と沿岸側が約0.5ノット以上の強流域になっており，この強流域に挟まれる海域では弱い時計回りの循環がみられる。深度50mでは，深度10m同様，武蔵堆の西側海域が強流域になっているが，武蔵堆直上の流れは弱く，武蔵堆西側の流速ベクトルは等深線に平行になる傾向にある。また，深度10mの沿岸側でみられた強い流れは，この深度においてはみられない。深度50mでは，流速は全体的に弱くなる傾向にあるが，武蔵堆南部のJ25と西側のL16では北向きの約0.5ノットの流れがみられる。しかし，武蔵堆中心部のL25では流れが弱く，武蔵堆を迂回するように，流れが西側と東側に分枝していることがわかる。以上のことから，武蔵堆周辺海域では，表層を除き流れは等深線沿いになることがわかった。このため，武蔵堆中心部には強流域は形成されない。このことが武蔵堆周辺海域で湧昇が生じない要因であると考える。

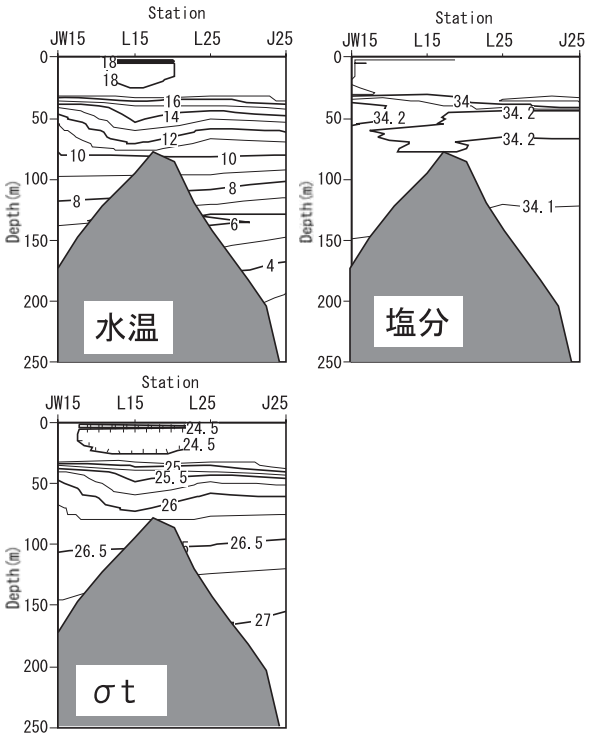


図３　武蔵堆を南北に横切る断面の水温，塩分，密度（σt）の鉛直分布

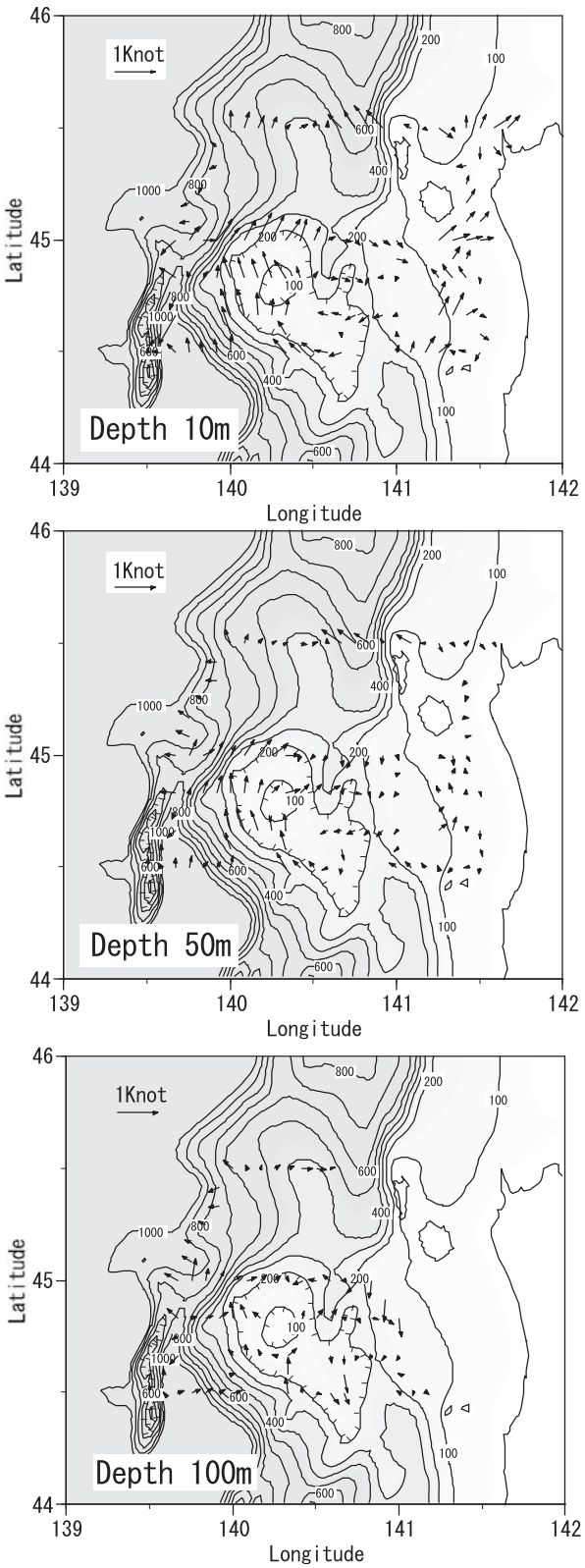


図４　深度10m，50m，100mにおける流速ベクトルの水平分布

3．沿岸環境調査（経常研究費）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**栗林貴範　浅見大樹**
全道各地区水産技術普及指導所

(1) 目的

沿岸域における海洋環境を全道で統一した手法と測定項目でモニタリングし，データを集約してデータベースを構築するとともに，関係機関にデータを還元し，水試や指導所，各漁協，市町村等で活用できる有益なデータとして共有化する。また，秋サケや，ホタテガイ，コンブなど重要沿岸資源の安定化にむけて，漁業者に情報を提供するシステムを検討し，データの活用を図る。

(2) 経過の概要

平成14年度から始められた事業で，全道24ヶ所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，設定した各定点（表）において水温，塩分およびクロロフィル*a*量の測定を全道統一的な手法で毎月１回以上行う。測定結果は中央水試資源管理部海洋環境グループに電子メールで送信する。中央水試海洋環境グループは測定結果を集約してデータベースを構築し，旬単位で関係機関に還元する。漁業者には各指導所を通じて還元し，試験研究や行政施策等の各種業務で活用できる有益なデータとして共有化する。平成17年度以降は貝毒プランクトンモニタリング調査時の採水に合わせ，月に最低２回は実施できるように努力している。

(3) 得られた結果

平成22年度も引き続きモニタリングデータの集約とデータベースの構築を実施し，関係機関に報告した。調査回数は，平成23年７月報告済みで総計681回（昨年度：750回）であった。そのうちクロロフィル *a* については，平成23年７月報告済みで280回分（昨年度：290回）のデータが得られた。また，過去のデータ（平成14～21年度）を全場共通作業用フォルダに保管し，閲覧可能とした。また，次年度に，Microsoft社製Accessソフトを用いたデータベース構築に向けた新たな取り組みを提案することとした。

表　沿岸環境調査点（H22年度）

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			23.2	0～20
				3	800			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	浜益村浜益地先	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′	3	0～3
15	渡島西部	1	松前町赤神本所地先	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（旧椴法華村椴法華地先）	1	1,000	41° 50.061′	141° 09.475′	23	0～20
		3	函館市小安町地先（旧戸井町小安地先）	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	1	根室港灯台7,100（真方位283° 20′）	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

（注 1）　大区分 12　檜山北部地区の調査定点は，平成 22 年度より，「せたな町北桧山区新成鵜泊高沖」から「せたな町大成区久遠漁港内」に変更となった。

（注 2）　大区分 16　渡島中部地区の調査定点は，平成 22 年度より，「函館市新浜町地先」距岸 0, 500, 1000, 1500, 2000m から 1000m に，「函館市小安町地先」距岸 0, 500, 1000, 1500, 2000m から 1000m に削減した。また，「函館市大澗町地先」を廃止した。

４．漁況・海況予報調査（経常研究費）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**浅見大樹**

(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を与えるか,「海洋環境調査」等の研究成果や漁業資源の調査研究結果と併せて推察し，漁海況予測の精度向上のための基礎資料とする。本事業は平成８年度で終了した漁況・海況予報調査に代わるもので，本事業の水試にかかわる部分の主な概要は，地域における漁海況情報の収集・分析・提供機関としての機能を果たすこと，隣接水産試験場とは収集データ等の情報交換を行うこと，そして，独立行政法人海区水産研究所から水研収集データおよび技術情報の提供等の支援を受けることとなっている。なお，平成13年度から，小課題名が「新漁業管理制度推進情報提供事業」から「地域レベルでの漁況海況情報の提供」に変更された。

(2) 経過の概要

平成９年４月から，北水試定線番号JC１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JC11ではノルパックネット，クロロフィル *a* ）を行っている。この観測は年６回の定期海洋観測時に一緒に行っていたが，平成13年度から本事業予算削減のため，本事業定線としては２月を除く年５回に規模を縮小した。平成22年度からは茂津田沖定線（J４線）を追加設定した。平成22年度のJC１線の観測について，4，6，8，10，２月定期観測では全観測点を完了したが，12月定期観測では２点欠測した。J４線では，4，6，8，２月定期観測では全観測点を完了したが，10月には３点欠測，12月には４点欠測した。

平成23年１月に開催された「北水試海洋グループ会議」(独立行政法人北海道区水産研究所が参加）を分析検討会議に充て，北海道周辺海域の海況等について検討した。

(3) 得られた結果

得られた結果については，JC１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133号から第138号まで作成し公報した（本事業開始は第55号）。

５．ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究費）
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　**嶋田　宏　品田　晃良**

(1) 目的

貝毒プランクトンの出現状況を調査し，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，ホタテガイなど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と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定点で原則として月２回の頻度で実施された。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された。噴火湾海域を除く15定点のうち，江差，浜益，小平(2010年４月から増毛へ変更)，猿払，常呂，サロマ湖，標津および厚岸を中央水試が，頓別，紋別，能取湖および網走を網走水試が，静内および知内を函館水試が担当して実施された。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。

年次報告書が公表される予定のため，中央水試および網走水試が担当した12海域の結果について，要約を以下に記す。

(3) 得られた結果

①北海道の日本海～オホーツク海～根室海峡～えりも以東太平洋の沿岸に12定点（江差，浜益，小平(増毛)，猿払，頓別，紋別，常呂，サロマ湖，能取湖，網走，標津，厚岸）を設け（図１），*Dinophysis* 属および*Alexandrium* 属のプランクトンの出現状況と海洋条件及び貝毒化との関係を調査した。得られた結果は逐次関係機関に電子メールで速報し，ホームページで公開した。2010年の各定点における水温とプランクトンの鉛直分布の季節変化を図２～５に示した。

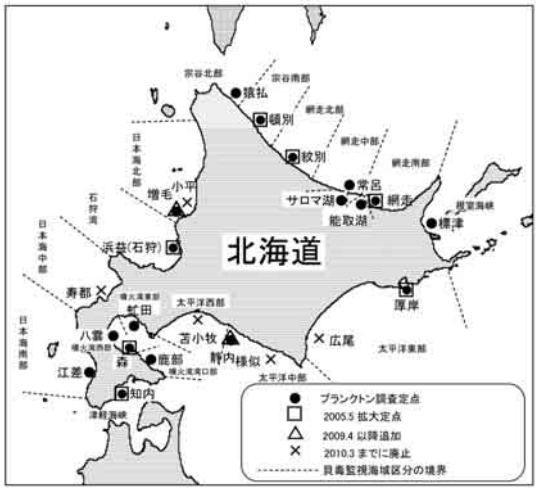
②噴火湾以外の海域では，麻痺性貝毒による生鮮ホタテガイの出荷自主規制値（４MU/g−可食部）を超える毒化は認められなかった。

③噴火湾以外の海域では，7月に根室海峡で下痢性貝毒による生鮮ホタテガイの出荷自主規制値（0.05MU/g−可食部）を超える毒化が認められた。最高毒性値は0.05MU/可食部であった。

④噴火湾以外の海域のうちオホーツク海～根室海峡では，*A.tamarense* は７月に出現した。最高出現数は７/15紋別の70細胞/L。太平洋では，*A.tamarense* は５～７月に出現し，最高出現数は６/22厚岸の100細胞/L。津軽海峡および日本海ではAtの出現は認められなかった。

⑤噴火湾以外の海域のうち，津軽海峡～日本海～オホーツク海～根室海峡では，主な出現種は*D. fortii, D. acuminate, D. infundibula* であった。*D. fortii* は８/11能取湖で最高2170細胞/L，*D. acuminata* は４/５増毛で最高280細胞/L，*D. infundibula* は７/21サロマ湖で最高140細胞/Lそれぞれ出現した。一方，太平洋では，主な出現種は*D. norvegica, D. acuminata, D. fortii* であった。*D. norvegica* は７/７厚岸で最高2370細胞/L，*D. acuminata* は８/４厚岸で最高330細胞/L，*D. fortii* は９/１静内で最高130細胞/L出現した。

図１　貝毒規制の海域区分と調査定点（2010年）



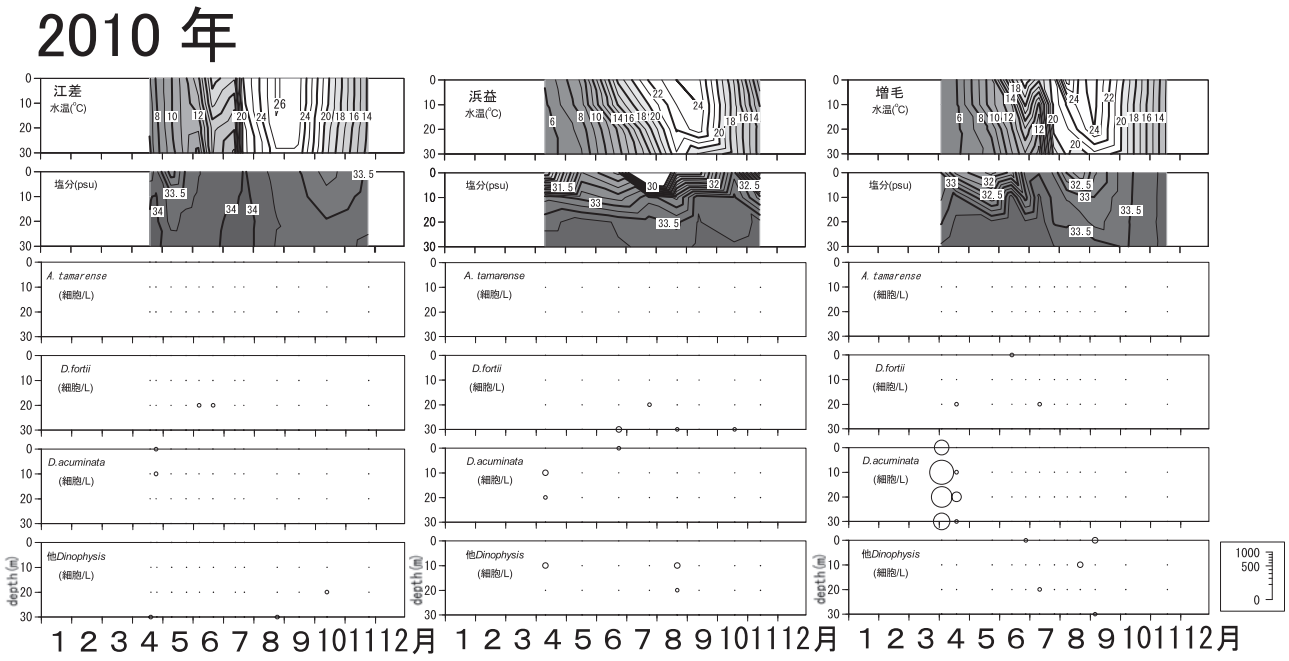


図 2　日本海南部（江差），石狩湾（浜益），日本海北部（増毛）海域における水温・塩分と *A. tamarense* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

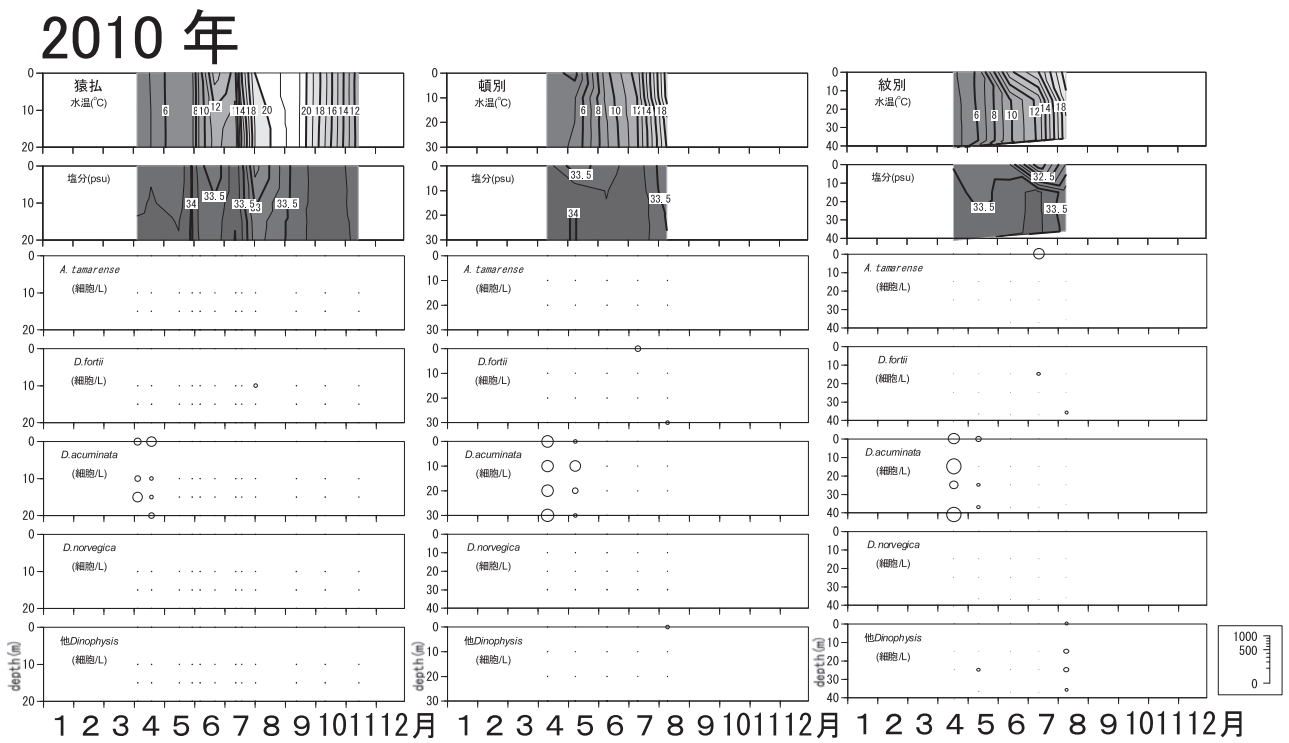


図 3　宗谷北部（猿払），同南部海域（頓別），網走北部（紋別）海域における水温・塩分と *A. tamarense* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

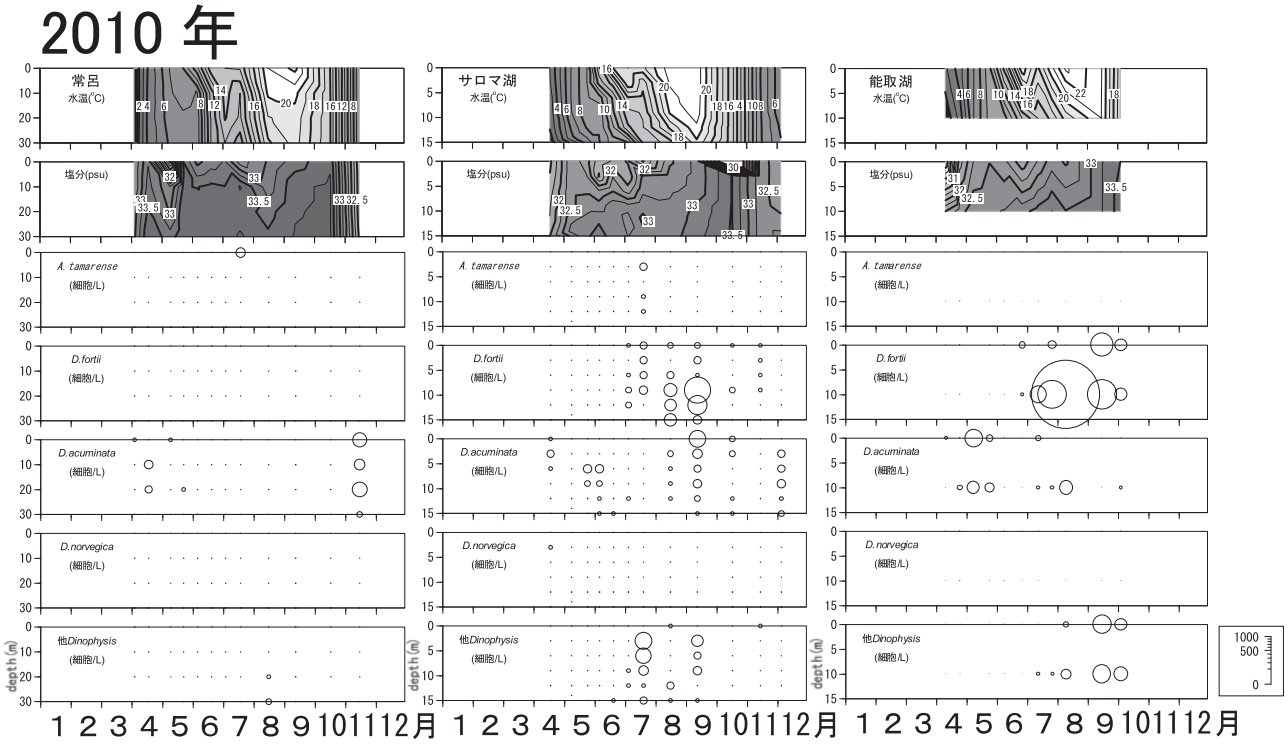


図 4　網走中部（常呂），サロマ湖，能取湖海域における水温・塩分と
***A. tamarense* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化**

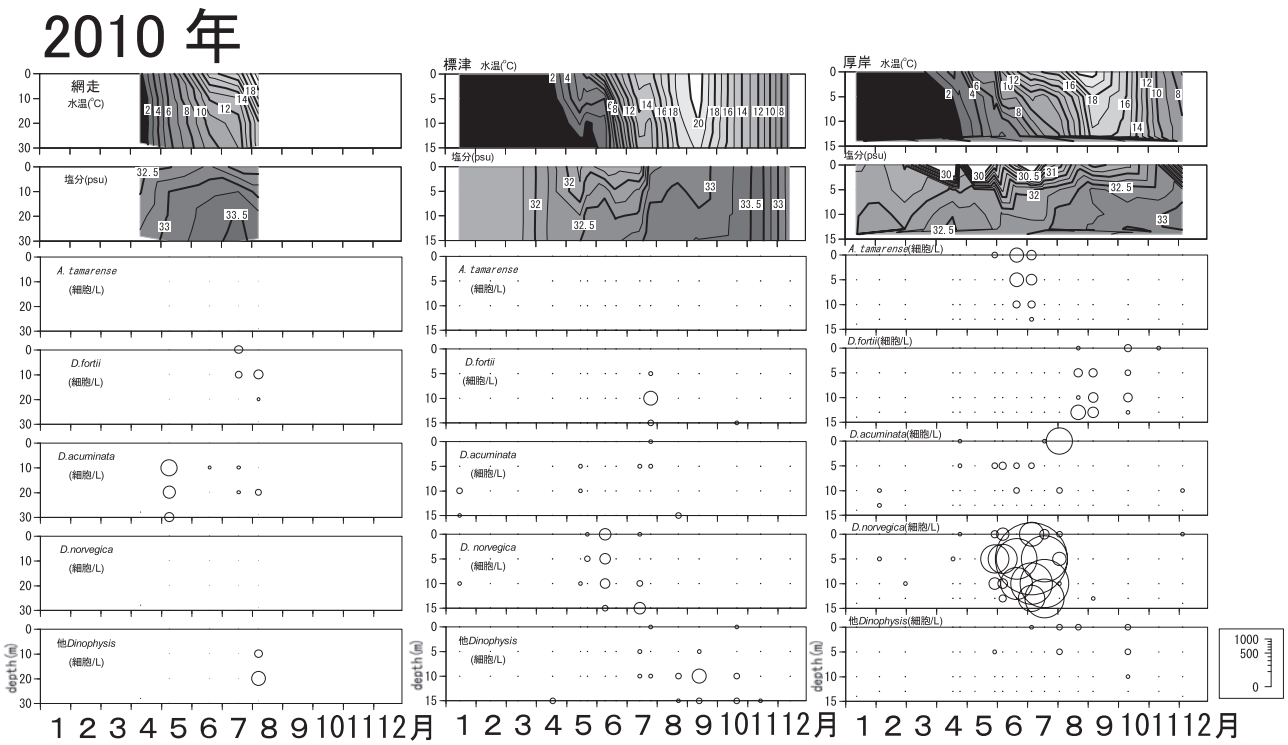


図 5　網走南部（網走），根室海峡（標津），太平洋東部（厚岸）海域における水温・塩分と
***A. tamarense* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化**

6.　水産国際共同調査（経常研究費）
6. 1　北海道とサハリンのコンブ漁場の環境に関する比較調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則　栗林貴範**

(1) 目的

日本海の沿岸域において，北部に位置する利尻，礼文島ではリシリコンブが漁業として採取されるのに対し，南部海域ではホソメコンブの繁茂量が少なく，磯焼け状態が持続している。一方，サハリン西岸においては，宗谷海峡に近い海域ではコンブ類が繁茂するのに対し，北部海域ではコンブ繁茂量は少ない。このように，対馬暖流が流れる同じ日本海沿岸でありながら，コンブの繁茂量は海域により異なっている。現在までの調査から，日本海北部海域は南部海域に比べ，冬季に栄養塩量が増加する海洋条件の多いことがわかってきた。今年度も冬季の栄養塩環境に焦点をあて，コンブが繁茂あるいは磯焼けになる条件を明らかにする。なお，本調査はサフニロとの共同研究である。

(2) 経過の概要

ア　沖合域および沿岸域の水温・塩分・栄養塩観測

2010年12月，2011年２月に図１に示した調査点を基本定点とし，調査船を用いて，図中黒丸の点においてはCTD観測および栄養塩分析のための表層採水，白抜丸の点においては栄養塩分析のための各層採水を行った。なお，時化のため，各航海ともに，全調査点での観測は実施できなかった。

日本海沿岸域において，栄養塩濃度の南北の違いを詳細に調べるため，2010年12月から2011年４月まで，利尻町ウニセンターおよびせたな町種苗センターでポンプアップしている海水を数日間隔で採取した。採水した海水は，栄養塩分析，塩分検定に供した。

イ　忍路海域における水温・塩分・栄養塩の断面観測

2010年12月から2011年３月にかけて計４回，図２に示した調査点において，バンドン採水器を用いて栄養塩分析のための採水を行った。また，同定点において海面から海底までCTD観測を行った。

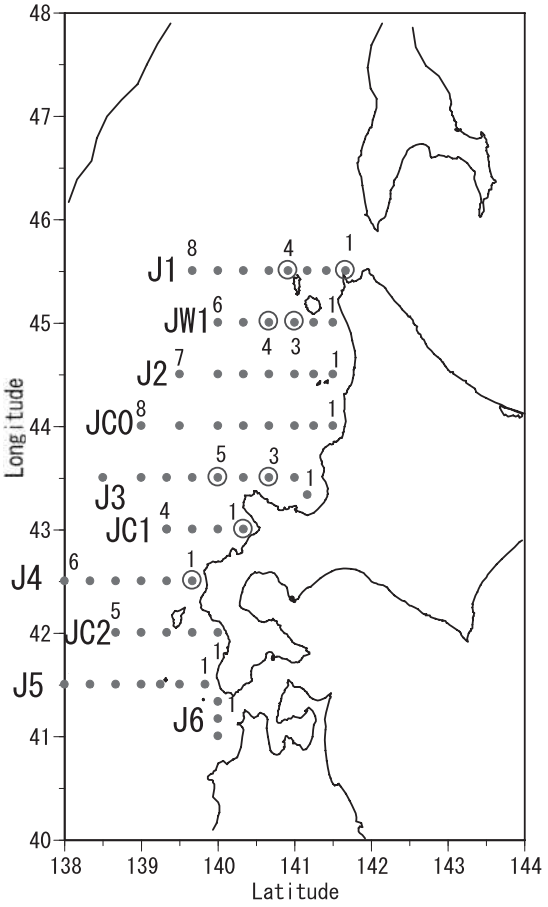


図１　CTD観測点，表層採水点（黒丸）と各層採水点（白抜丸）の位置

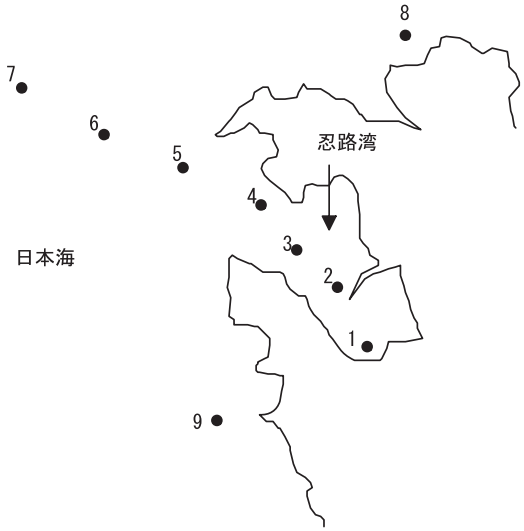


図２　忍路湾内外の観測点

(3) 得られた結果

ア　沖合域および沿岸域の水温・塩分・栄養塩観測

2010年12月，2011年２月における，日本海表層の水温，鉛直混合深度，表面の硝酸態窒素濃度の水平分布を図３に示す。なお，ここでの鉛直混合深度とは，深度５mの水温が下方にマイナス１℃まで低下する深度とした。まず，2010年12月では，水温は南部海域で12～14℃台であるのに対し，積丹半島以北の沿岸域では約10℃台と南部海域に比べ低くなっている。鉛直混合深度をみると，南部海域では約50mであるが，積丹半島以北では100m前後が多く，北部海域ほど海面冷却の影響の大きいことがわかる。しかし，硝酸態窒素濃度は，積丹半島北西沖と宗谷海峡西方沖の冷水域（水温８℃以下）を除き，2～３μmol/l以下と少ない。

次に，2011年２月では，水温は３～７℃台であり，12月に比べ水温は全域で低下している。鉛直混合深度は積丹半島以南では100m前後，積丹半島以北では150mに達する海域があり，12月に比べほぼ全域において鉛直混合は進行している。硝酸態窒素濃度は５～９μmol/lになっており，12月よりも増加している。積丹半島を挟む南北で硝酸態窒素濃度を比較すると，積丹半島以南では７μmol/l以下に対し，積丹半島以北では７μmol/l以上になっており，鉛直混合深度が増大している海域で硝酸態窒素濃度は高くなっていることがわかる。したがって，日本海において，栄養塩濃度の増加をもたらす要因の１つは冬季の海面冷却による鉛直混合であり，北部海域ほど鉛直混合が深所に達するため，表層の栄養塩濃度は高くなると考えられる。

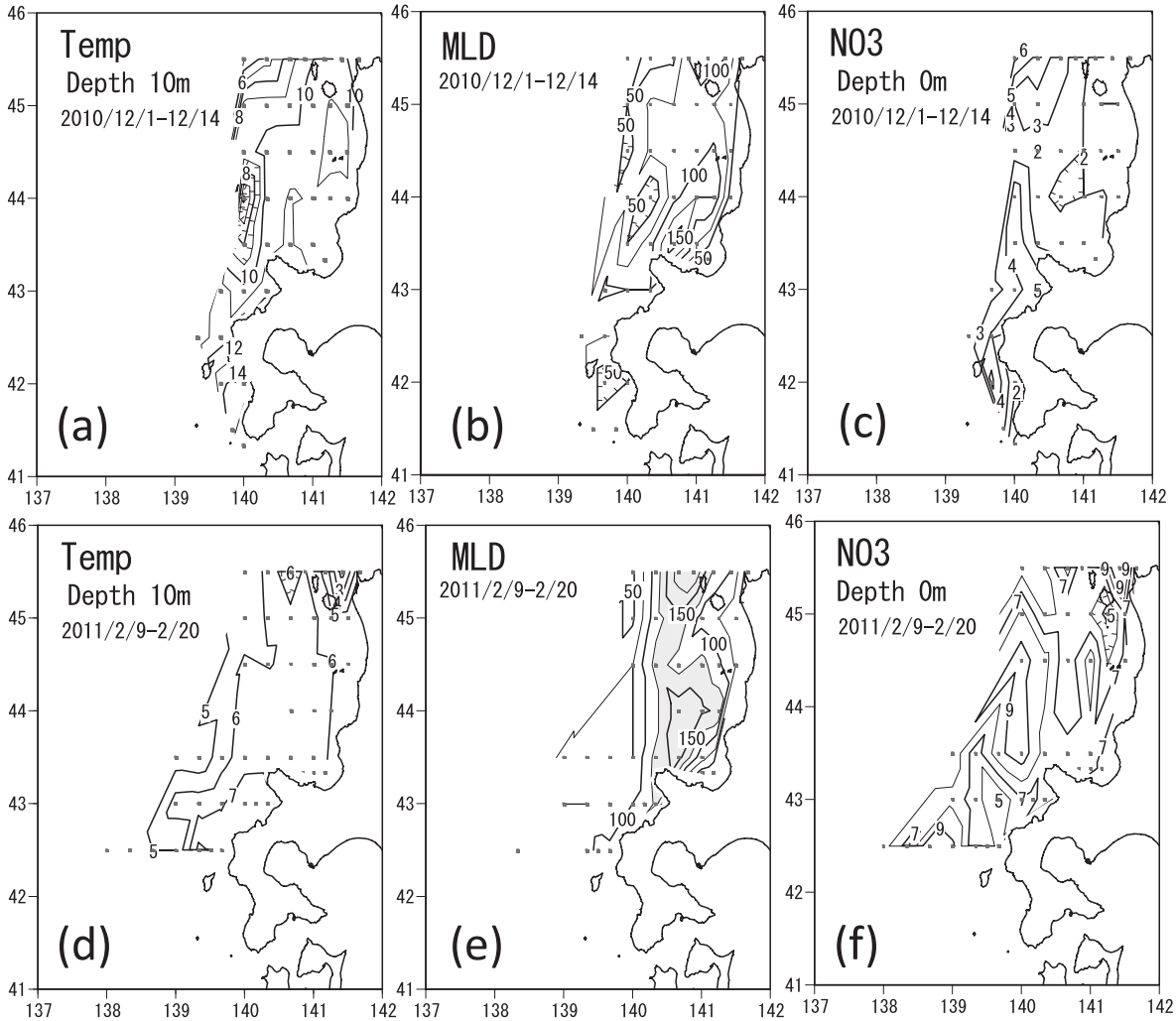


図３　2010年度冬季日本海における(a)，(d) 表層水温，(b)，(e) 鉛直混合深度，(c)，(f) 表層の硝酸態窒素濃度の水平分布。

一方，図３に示した2011年２月において，鉛直混合深度が浅いにも関わらず，硝酸態窒素濃度が９μmol/lに達する海域が，奥尻島北西沖，積丹半島北西沖と宗谷海峡西口に認められる。この高硝酸態窒素濃度のみられる奥尻島北西沖，積丹半島北西沖では，水温は４～５℃と北海道西岸沿岸域のそれよりも低い。日本海は，低温な日本海固有水と高温の対馬暖流水という大きく２つの水塊で構成されているため，鉛直混合深度が浅く，かつ水温が低いということは，暖水の影響が少ない海域であることを意味する。すなわち，高硝酸態窒素濃度の水塊は沖合冷水であることがわかる。この沖合冷水の分布を鉛直混合深度が100m以浅を指標にしてみてみると，積丹半島以北では東経140度以西，積丹半島以南では東経139度以西に分布しており，沖合冷水が本道側に接近していることがわかる。このことから，2011年２月の観測時では，本道沿岸域は対馬暖流に覆われているが，流量の低下などで暖流の勢力が弱まった場合には，沖合冷水が本道側へ侵入することが推察される。次に，宗谷海峡西口で硝酸態窒素濃度が高くなった要因は，高硝酸態窒素濃度の分布域と低塩分の海域（図は省略）が一致することから，オホーツク海水の移流によるものと考えられる。

イ　忍路海域における水温・塩分・栄養塩の断面観測

2010年12月から2011年３月までの，忍路海域における水温，塩分，密度，クロロフィル*a*量，硝酸態窒素濃度，リン酸態リン濃度，ケイ酸態ケイ素濃度の鉛直断面を図４－a,bに示す。水温，塩分，密度の各鉛直断面図から，深度約10mを境に，それ以浅では成層が発達し，それ以深では均一な水塊が分布する傾向にあることがわかる。また，断面水温は，全期間を通し，低層ほど高くなっている。密度の鉛直断面をみると，表層と底層の密度差は，2010年12月27日ではσtで0.1程度であるが，2011年３月２日には約1.4まで拡大している。この密度差が拡大した要因は，同時期の上層の塩分が強く成層化していることから，陸水の影響と考えられる。このような深度10m以浅が成層化する現象は，平成20年度と21年度に実施した調査からも共通して認められた。したがって，忍路湾は，陸水の影響のため，海面冷却による鉛直混合が下層まで達しにくい湾であると考えられる。すなわち，上層では陸水，下層では対馬暖流水の影響を受けた水塊が分布し，その水塊配置は冬期間大きく変化しないことが推察される。

次に栄養塩濃度の分布について調べる。断面内の硝酸態窒素濃度は，2010年12月27日では４～６μmol/l，2011年１月24日では５～６μmol/l程度であったが，それ以降急増し，2011年２月２日には，Sta.6の深度10mとSta.2の深度５m，2011年３月２日には，Sta.3の深度10mで８μmol/lに達した。また，このような中底層で硝酸態窒素濃度が増加

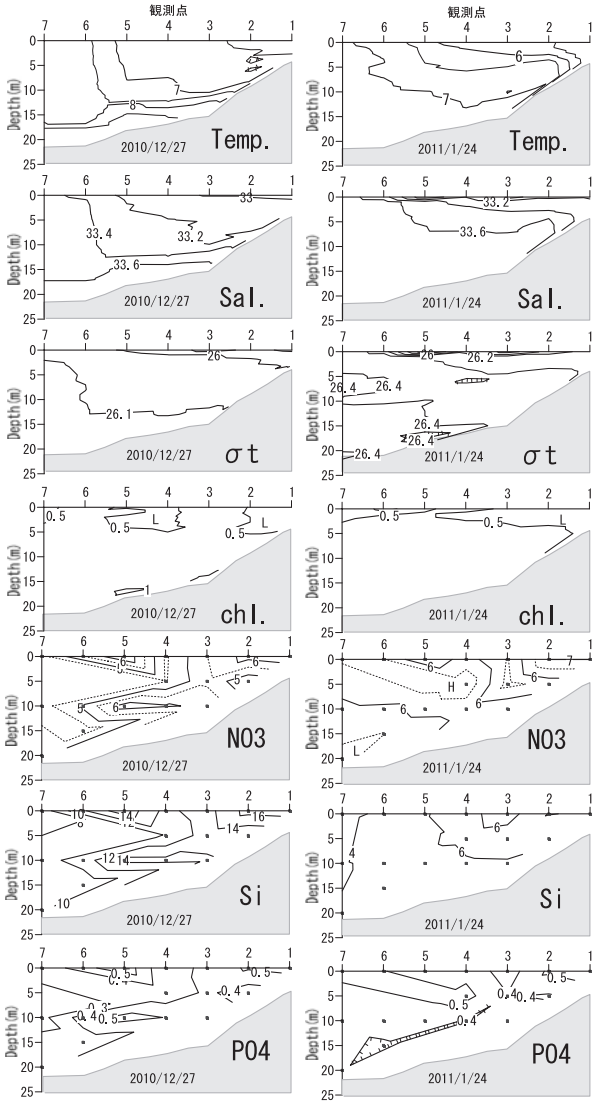


図4－a　忍路湾内外における環境調査結果。上から，水温，塩分，密度，クロロフィル*a*量，硝酸態窒素濃度，ケイ酸態珪素濃度，リン酸態リン濃度の鉛直分布。図中の日付は観測した日を示す。

している場所では，共通してリン酸態リン濃度も増加している。塩分，密度の鉛直断面から，成層の有無を指標に水塊区分すると，塩分33.6以上が対馬暖流水と判断される。したがって，上記の高栄養塩濃度の場所は，いずれの時期においても，塩分33.6以上の対馬暖流水内にあり，対馬暖流の流入により湾内中低層が高栄養塩化されたと考えられる。図３に示したとおり，2011年２月の積丹半島以北の海域の硝酸態窒素濃度は，約７～８μmol/lと例年よりも高く，忍路湾の対馬暖流水内で硝酸態窒素濃度が高かったことは，外洋の栄養塩環境が沿岸域にも影響を与えることを示している。しかし，忍路湾では成層構造が強いため，コンブが繁茂できる深度数mの潮間帯においては，対馬暖流による栄養塩添加の影響は少ないと推察する。

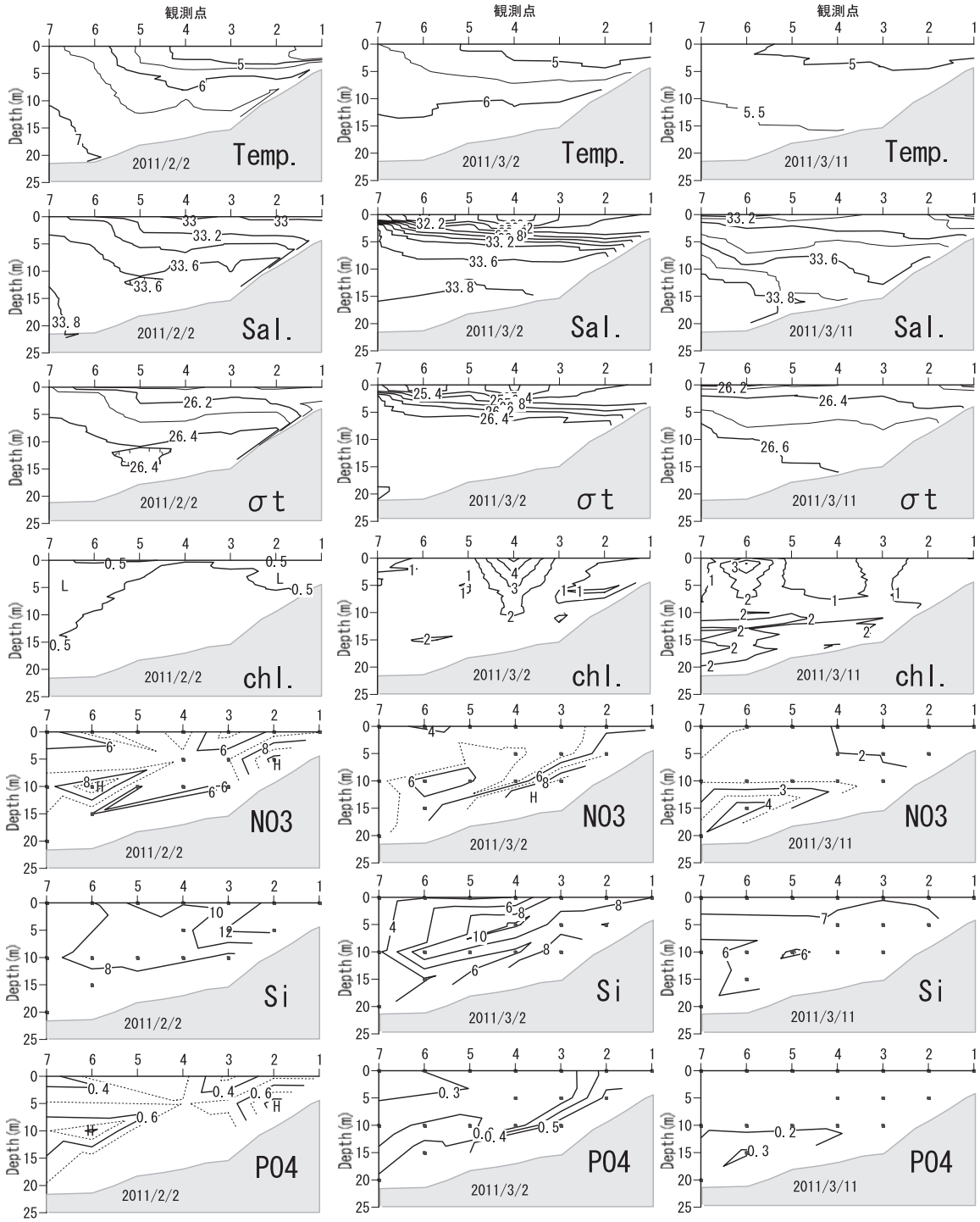


図４- ｂ　図４-aのつづき。

７．藻場再生に関する調査研究（経常研究費）
７．１　磯焼け対策総合推進事業
７．１．１　栄養塩添加による藻場再生実証調査

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**栗林貴範　品田晃良　浅見大樹**
函館水産試験場調査研究部
協力者　北海道水産林務部，檜山振興局，檜山南部地区水産技術普及指導所，上ノ国町，ひやま漁協，北海道大学

(1) 目的

北海道南西部日本海沿岸海域では，コンブ等の大型海藻類が消失し，ウニ類，エゾアワビ等の磯根資源の生産低下を招く「磯焼け」が持続している。このことは，貧栄養の状態が継続していることを示し，その解決策として，イカゴロ，魚，粕，鉄鋼スラグ等による海域への様々な「施肥」が各地で取り組まれ始めている。海藻類の生長や群落形成のための「施肥」方法やその効果を検証するための適切な評価手法の開発が望まれている中で，中央水産試験場と函館水産試験場は，貧栄養を緩和し，藻場再生への効果を把握することを目的に，平成21年度から檜山管内上ノ国町地先の海洋牧場において，栄養塩（アンモニウム態窒素）添加による施肥試験を共同で実施している。

平成21年度の調査（平成21年２月～平成22年８月）では，施肥によりアンモニウム態窒素濃度が施肥区で増加し希釈されながら拡散していること，ウニ類の摂食圧が海藻群落形成の制限要因となっていること，コンブ種苗糸や胞子付けした基質ではコンブが生長したが，海底および基質のみではほとんどコンブが着生せず，コンブの胞子不足が示唆されたこと，施肥区周辺に繁茂した海藻類や施肥区のコンブ種苗は，添加された窒素を取り込んで生長していること，施肥区のコンブ種苗は対照区のそれより顕著に大型となり，窒素不足によりコンブの生長が制限されていることが明らかとなった。

これらの結果を踏まえ，平成22年度（平成22年９月～平成23年８月予定）は施肥区および対照区を新たに設定し，平成22年10月より両区において広範囲なウニ類除去（それぞれ海岸線沿い80m×沖方向70m）および施肥試験を実施した。施肥区および対照区では,「スポアバッグ」として沖防波堤西側の消波ブロックに着生していた成熟したホソメコンブを採集し，網袋に入れて設置した。また，海底への「モアシス」によるホソメコンブ種苗糸の設置を行った。中央水試は，試験海域における栄養塩類を中心とした海洋環境について，施肥の前後で比較する調査を担当した。本報告では，

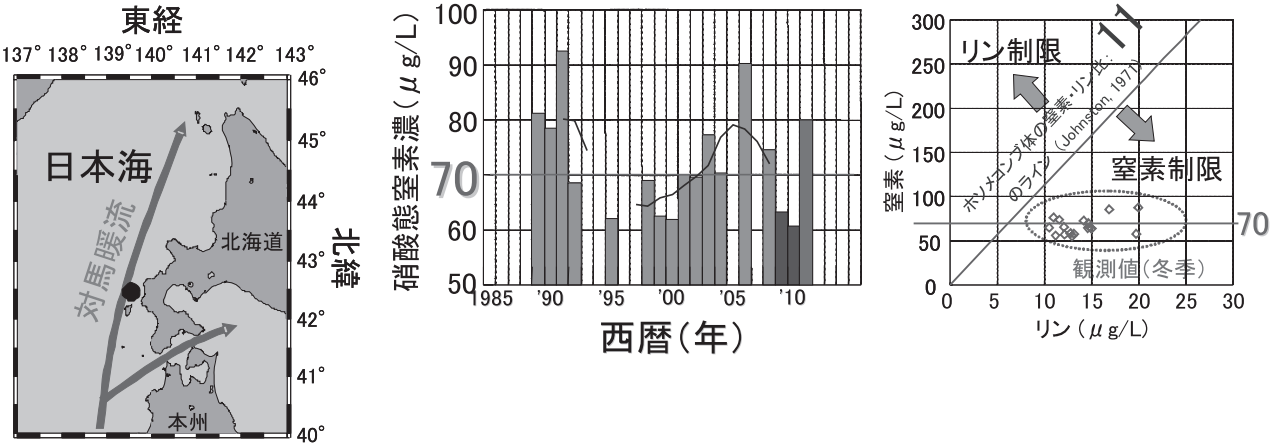


図１　北海道南西部日本海対馬暖流域（43-00N，140-00E）における冬季（２月）の表層硝酸態窒素濃度の中期変動（中央），ホソメコンブ体を構成する窒素:リン比と北海道南西部日本海対馬暖流域における冬季（２月）の表層溶存態無機窒素濃度および溶存態無機リン濃度の関係（右）

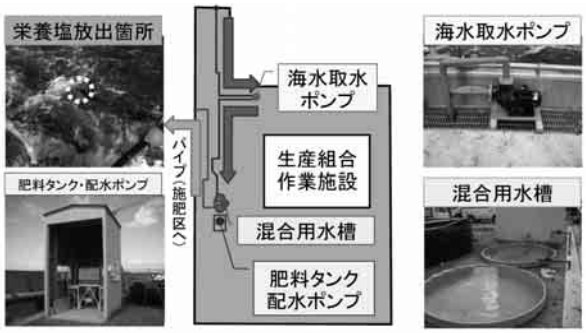


図２　施肥のしくみ

平成22年４～６月（平成21年度施肥後）および平成22年９～平成23年３月（平成22年度施肥試験の途中経過）の調査結果を示す。

(2) 経過の概要

ア　施肥実施概要

ホソメコンブが発芽する冬季には，70μg/L（＝５μM）以上の溶存態無機窒素が必要であると考えられている（Mizuta *et al*.,2001）。本海域が属する北海道南西部対馬暖流域において，冬季（２月）の表層溶存態無機（硝酸態，亜硝酸態およびアンモニウム態）窒素の約90％を占める硝酸態窒素濃度は，1990年代以降70μg/L前後で変動し（図１），最近20年間はホソメコンブにとって必ずしも良い窒素環境が継続していたとは言い難い。また，ホソメコンブ体を構成する窒素：リン比は11:１と考えられている（Johnston, 1971）が，本海域はそれより低く，窒素不足であると考えられる。そこで，海藻類の発芽と生長に大きく影響する秋～春季に，溶存態無機窒素源として硝酸態窒素同様に有効とされるアンモニウム態窒素の添加試験を実施した。

アンモニウム態窒素の添加は，北海道檜山管内上ノ国町原歌地先の海洋牧場岸壁に設置した栄養塩添加装置（図２）において実施された。まず，海水を海水取水ポンプにより混合用水槽に汲み上げ，水槽内に硫酸アンモニウム（$(NH_4)_2SO_4$）を投入して窒素濃度321mg/Lの液肥とした。次に，施肥区まで延長したパイプから液肥を４t/hで連続放出した。平成21年度の施肥は，平成21年10月24日から開始し，終了した平成22年６月18日までに，250～1,000kg/日，累計36.7t（窒素換算で7.7t）を投入した。平成22年度の施肥は，平成22年10月22日から開始し，平成23年３月31日までで，700～1,700kg/日，累計で24.7t（窒素換算で5.2t）の$(NH_4)_2SO_4$を投入した（表１）。終了予定の平成23年６月までに，累計35t（窒素換算で7.5t）の投入を予定している。

イ　平成21年度施肥試験の施肥効果調査（液肥拡散状況調査）

調査は，平成22年５月24日に，檜山管内上ノ国町原歌地先の海洋牧場において，試験海域の９点，

表１　$(NH_4)_2SO_4$の投入実績（上：平成21年度の施肥試験，下：平成22年度施肥試験の途中経過）

平成21年10月	24日(土)	28日(水)	31日(土)								計	累計
投入量(kg)	500	500	600								1,600	1,600
11月	2日(月)	4日(水)	8日(日)	14日(土)	17日(火)	21日(土)	24日(火)	26日(木)	30日(月)		計	累計
投入量(kg)	400	500	600	500	600	600	600	400	800		5,000	6,600
12月	5日(土)	8日(火)	12日(土)	14日(月)	17日(木)	18日(金)	20日(日)	25日(金)	27日(日)	29日(月)	計	累計
投入量(kg)	800	400	700	300	250	250	500	600	400	400	4,600	11,200
平成22年1月	3日(日)	6日(水)	9日(土)	14日(木)	18日(月)	20日(水)	23日(土)	27日(水)	30日(土)		計	累計
投入量(kg)	600	500	500	600	400	600	400	1,000	300		4,900	16,100
2月	4日(木)	8日(月)	16日(火)	19日(金)	22日(月)	26日(金)					計	累計
投入量(kg)	700	500	500	400	500	1,000					3,600	19,700
3月	4日(木)	11日(木)	17日(水)	24日(水)	29日(月)						計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000						5,000	24,700
4月	5日(月)	14日(水)	18日(日)	22日(木)	30日(金)						計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000						5,000	29,700
5月	5日(水)	12日(水)	17日(月)	23日(月)	29日(土)						計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000						5,000	34,700
6月	5日(土)	13日(日)	18日(金)								計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	終了								2,000	36,700

平成22年10月	22日(金)	28日(木)									計	累計
投入量(kg)	1,700	1,000									2,700	2,700
11月	4日(木)	17日(水)	23日(火)	28日(日)							計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	750	1,000							3,750	6,450
12月	7日(火)	13日(月)	19日(日)	24日(金)	31日(金)						計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	700	1,000						4,700	11,150
平成23年1月	8日(土)	18日(火)	25日(火)	31日(月)							計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	1,000							4,000	15,150
2月	7日(月)	13日(日)	21日(月)	25日(金)							計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000	1,000	700							3,700	18,850
3月	4日(金)	10日(木)	19日(土)	23日(火)	25日(金)	31日(木)					計	累計
投入量(kg)	1,000	1,150	1,000	1,000	700	1,000					5,850	24,700

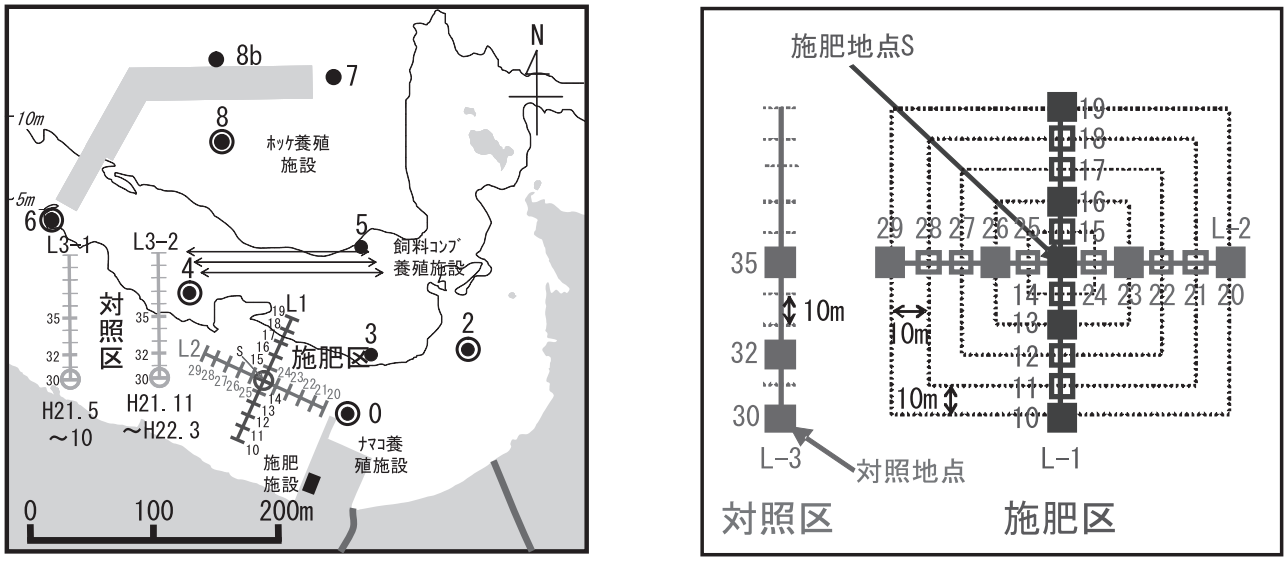


図３　平成21年度施肥試験（平成21年２月～平成22年８月）の調査定点図（左），施肥区・対照区の拡大図（右）

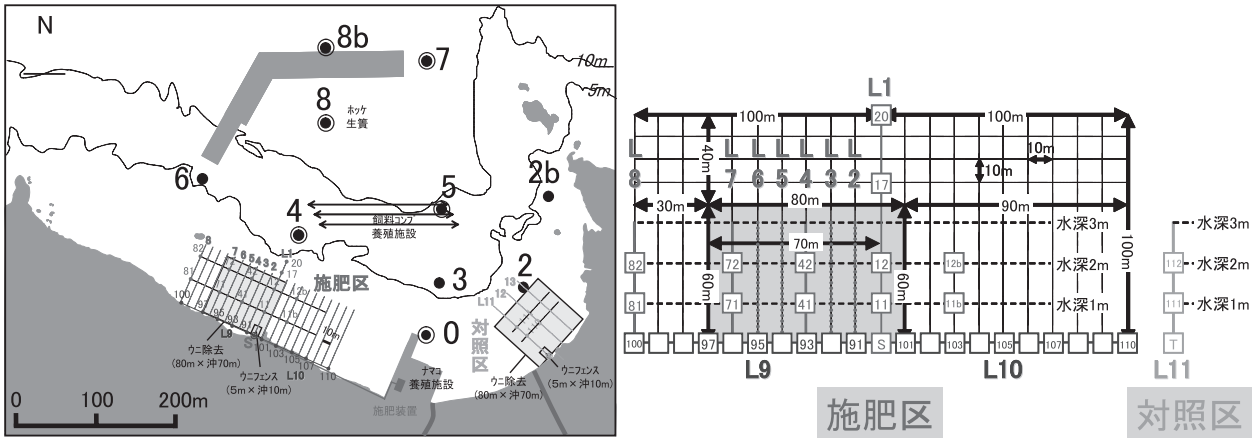


図４　平成22年度施肥試験（平成22年９月～平成23年８月予定）の調査定点図（左），施肥区・対照区の拡大図（右）

●：平成22年９月，平成23年２月に調査を実施した定点

◉：平成22年９月～平成23年３月まで原則毎月調査を実施した定点

施肥区の21点および対照区の３点で実施した（図３）。調査項目は，水温，塩分，光量，クロロフィル*a*（Chl.a）濃度，DO，pH，栄養塩類濃度，コンブなど藻類の炭素・窒素含有量およびその安定同位体比，気象（風向･風速），流れの向きである。水温，塩分，光量，Chl.*a* 濃度はSTD（アレック電子社製）により表面から底層まで観測した。また，TidBitを用いた水温の連続観測を施肥区のS，対照区の30および試験海域の0，8，8bで実施した。DOとpHは水質センサー（堀場製作所社製）により表面および底層で観測した。海水中の栄養塩類濃度は，表面水をバケツで，底層水をバンドン型採水器により採取し濾過後，濾液中の硝酸態窒素（NO_3-N），亜硝酸態窒素（NO_2-N），アンモニウム態窒素（NH_4-N），溶存態無機リン（DIP）および溶存態ケイ素（DSi）の５項目を栄養塩自動分析計（ビーエルテック社製）により分析した。コンブなど海藻類の炭素・窒素含有量およびその安定同位体比は，北海道大学大学院地球環境科学研究院の協力の下，元素分析計－質量分析計（Fisons－Finigan社製）により分析した。気象（風向・風速）は気象庁ホームページに掲載されている江差町のデータを用いた。流れの向きは，潜水により施肥区および対照区の海底から墨汁を流し，その向きから判断した。なお4，6月の調査は，施肥区Sおよび対照区30における底層の栄養塩類濃

度の分析のみとした。

ウ　平成22年度施肥試験の事前調査（施肥前調査）

調査は，平成22年９月27日に檜山管内上ノ国町原歌地先の海洋牧場において，試験海域の10点，施肥区の23点および対照区の３点の合計36定点で実施された（図４）。調査項目および方法は平成21年度施肥試験の施肥効果調査と同様である。

エ　平成22年度施肥試験の施肥効果調査（液肥拡散状況調査）

調査は，平成22年10月29日，12月１日，12月17日，平成23年１月24日,2月24日,3月23日において，事前調査と同様の定点，項目および方法で実施された。ただし，平成23年２月以外は，8定点（Stn. S, T, 0, 4, 5, 7, 8, 8b）でのみ調査を実施した。

オ　気象イベント直後の海洋環境調査

非定常時における試験海域の環境変化を把握するために，台風や大雨など気象イベント直後の定点０（図４）において，水温，塩分の観測および栄養塩類濃度の分析を行った。観測および分析方法は，事前調査と同様である。

(3) 得られた結果

ア　平成21年度施肥試験の施肥効果調査（液肥拡散状況調査）

主要定点底層における施肥前後でのNH_4-N濃度の変化をみると（図５），施肥区（Stn.S）では施肥前（平成21年２～９月）まで15μg/L未満と低濃度で推移したが，施肥開始後（平成21年10月）は急激に増加し，施肥期間は10mg/L近くと高濃度を維持して推移した。このことは，施肥によりNH_4-Nが海域に添加され続けていることを示す。また，施肥区以外のNH_4-N濃度は低い値で推移したが，対照区（Stn.30）のNH_4-N濃度は施肥後に増加し，施肥により添加されたNH_4-Nが対照区に影響を及ぼしていることが考えられた。

NO_3濃度の変化をみると（図５），平成21年２月の60～90μg/Lから5,8月の０～６μg/Lまで減少し,平成22年1,2月の40～70μg/Lまで増加した後，5月の10～30μg/Lまで再び減少する季節変化を示した。水温は，定点による顕著な差はみられなかったが，平成21年２月の７℃台から８月の22℃台まで上昇し,平成22年３月の７℃台まで再び低下した後,5月10℃台まで上昇する季節変化を示した。これらのことは，栄養塩類が夏～冬にかけて，冬季冷却の進行による鉛直混合により沖合深層から供給された後，冬～夏の昇温により植物プランクトンや海藻類等基礎生産者に消費されたためと考えらえる。一方，NO_2-N 濃度は，全月全定点において，他のDIN 濃度に比べて低濃度で推移した。

平成22年５月における試験海域の底層水温，塩分および栄養塩類の平面分布を図６に示す（比較のため，施肥前の平成21年５月の分布も示した）。水温は，10℃前後で分布し，調査定点で大きな差

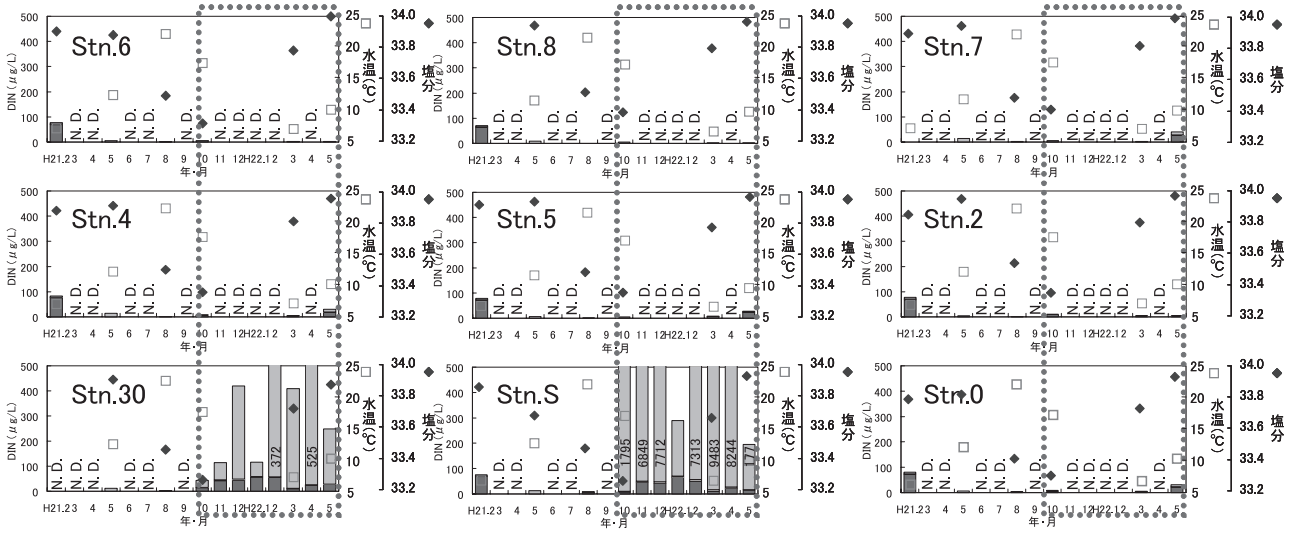


図５　試験海域の主要定点における平成21年度施肥試験の施肥前後での底層水温，塩分および形態別溶存態無機窒素濃度の変化（破線枠は施肥開始後）

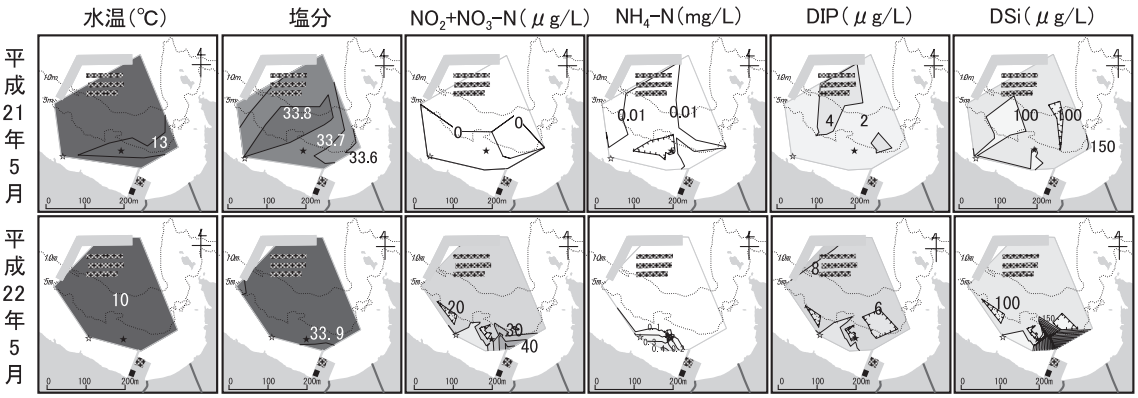


図６　試験海域における平成21年度施肥試験の施肥前後での底層水温，塩分および栄養塩類濃度の平面分布

はみられず，試験海域全域では平成21年５月の13℃前後に比べて低い分布を示した。また，塩分は33.9前後で分布し，岸側南部でやや低い値を示したが，試験海域全域では平成21年５月の33.4～33.9と比べて高い分布を示した。

栄養塩類濃度の分布をみると，NH_4-N濃度は，平成21年５月に，試験海域全域で0.01μg/L前後と低いが，施肥後の平成22年５月には，施肥区を中心に高濃度で分布し，希釈されながら南西部に拡散している状況が確認された。NO_2+NO_3-N, DIPおよびDSiはそれぞれ10～60，4～10，および70～700μg/Lを示し，塩分の低い岸側南部で高い傾向を示したが，試験海域全域では平成21年５月のNO_2+NO_3-N，DIPおよびDSiのそれぞれ０～0.6，2～７および90～170μg/Lに比べて高い分布を示した。これらのことから，平成22年５月には，昨年の同時期に比べて低温，高塩分，栄養塩類濃度が高い沖合深層の海水が試験海域に分布した可能性が考えられる。

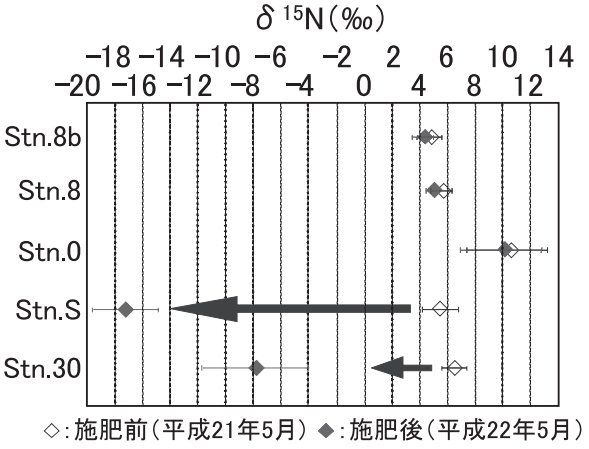


図７　試験海域における施肥前後でのホソメコンブ等海藻類のδ^{15}Nの変化

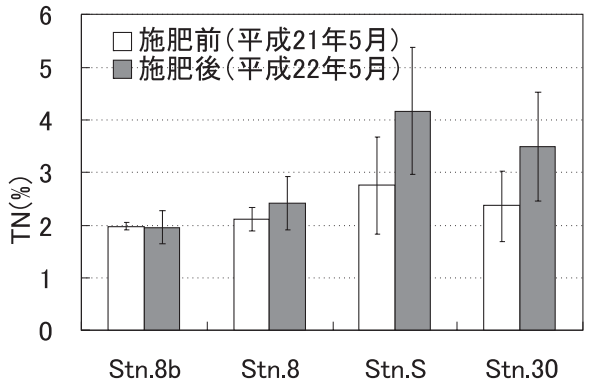


図８　試験海域における施肥前後でのホソメコンブのTN（乾重量換算）の変化

平成22年５月におけるホソメコンブ等海藻類のδ^{15}Nを施肥前の平成21年５月の値と比較すると（図７），施肥区で繁茂した海藻類のδ^{15}Nは，施肥前に比べて大きく低下した。対照区に繁茂した海藻類のδ^{15}Nも，施肥区ほどではないが，施肥前に比べて低下した。施肥区および対照区以外で繁茂した海藻類のδ^{15}Nは大きく変化しなかった。施肥によりNH_4-Nが施肥区を中心に高濃度で分布し，希釈されながら対照区にも拡散していることから，施肥区やその周辺に繁茂した海藻類は，添加された栄養塩を取り込んで生長している可能性が示唆された。また，平成22年５月におけるホソメコンブのTNを施肥前の平成21年５月の値と比較すると（図８），施肥区で繁茂した海藻類のTNは，施肥前に比べて大きく増加し，最も高い値を示した。対照区に繁茂した海藻類のTNも施肥前に比べて増加した。施肥区および対照区以外で繁茂した海藻類では大きく変化しなかった。このことは，施肥により施肥区やその周辺に繁茂したホソメコンブは，施肥により高濃度の窒素環境

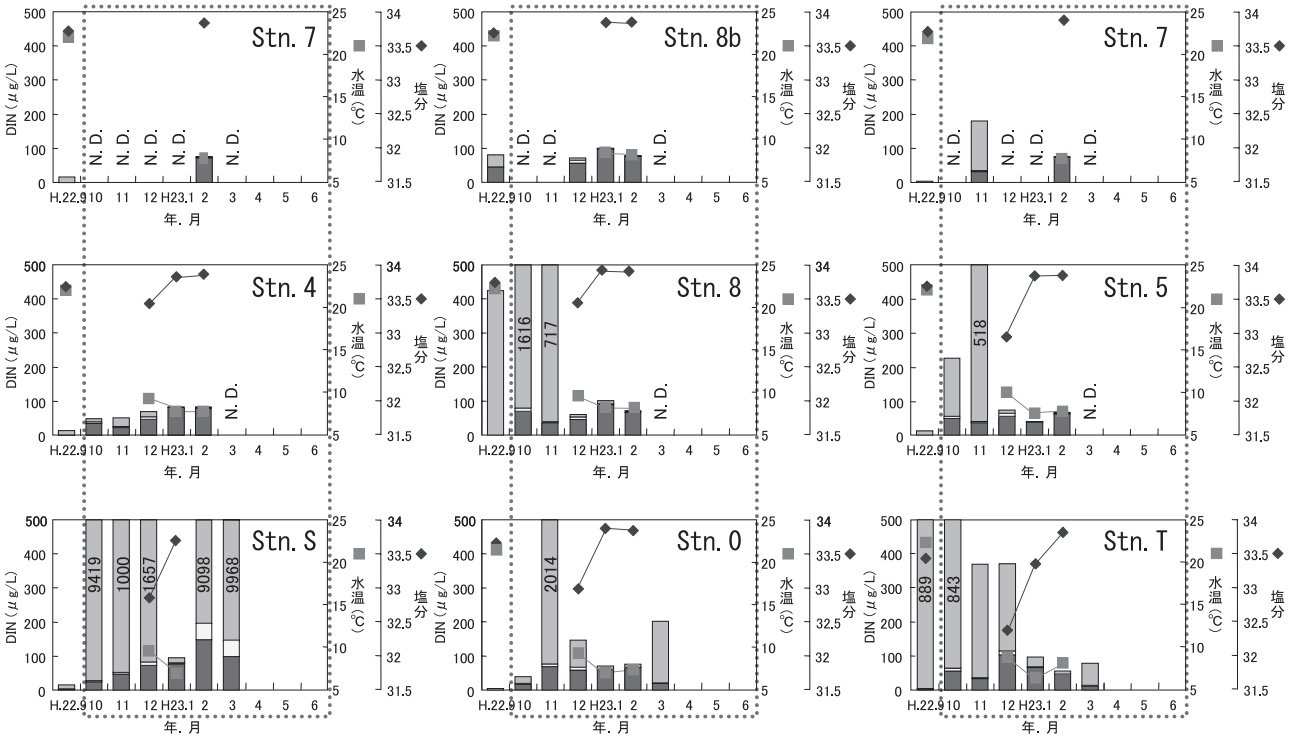


図９　試験海域の主要定点における施肥前後（平成23年３月までの途中経過）での底層水温，塩分および形態別DIN濃度の変化（破線枠は施肥予定期間）

下で生長している可能性が示唆された。

イ　平成22年度施肥試験の事前調査（施肥前調査）結果

試験海域における施肥前の底層水温，塩分および形態別DIN濃度をみると（図９），NH_4-N濃度は，施肥区（Stn.S）では施肥前（平成22年９月）に12μg/Lと低濃度であった。また，施肥区以外では，対照区（Stn.T）およびStn.8において高濃度を示した。NO_3-N濃度は，20μg/L以下と低い値を示した。NO_2-N濃度は，どの定点においても，他のDIN濃度に比べて低い濃度を示した。水温は22～22.5℃を示し，定点による顕著な差はみられなかった。

試験海域における施肥前の底層水温，塩分および栄養塩類の平面分布をみると（図10），NH_4-N濃度は，施肥前（平成22年９月）に東～南東部で高い分布を示した。NH_4-N濃度が高い南東部では，塩分が周囲に比べてやや低く，河川からNH_4-Nが供給されている可能性が考えられた。また，NH_4-N濃度が高いStn.8では，塩分は低くなく，生け簀からNH_4-Nが供給されている可能性が考えられた。

ウ　平成22年度施肥試験の施肥効果調査（液肥拡散状況調査）結果（途中経過）

試験海域における施肥前後での底層水温，塩分および形態別DIN濃度の変化をみると（図９），施肥区（Stn.S）のNH_4-N濃度は，施肥開始後（平成22年10月）に急激に増加し，平成23年３月までほぼ10mg/L近くを維持して推移した。このことは，施肥によりNH_4-Nが海域に添加されていることを示す。また，施肥区以外では，対照区（Stn.T）やStn.5，8等防波堤岸側の定点において施肥後の12月まで高濃度を示す月があった。１月以降では施肥区を除いてほぼ低濃度で推移した。

NO_3-N濃度は，９月の20μg/L以下から１～２月の50～150μg/Lまで増加する季節変化を示した。水温は，定点による顕著な差はみられず，９月の22～22.5℃から１～２月の６～8.5℃まで低下する季節変化を示した。このことは，栄養塩類が冬季冷却の進行による鉛直混合により，沖合深層から供給されたためと考えらえる。NO_2-N濃度は，全月全定点において他のDIN濃度に比べて低濃度で推移した。

試験海域における施肥後の底層水温，塩分および栄養塩類の平面分布をみると（図10），NH_4-N濃

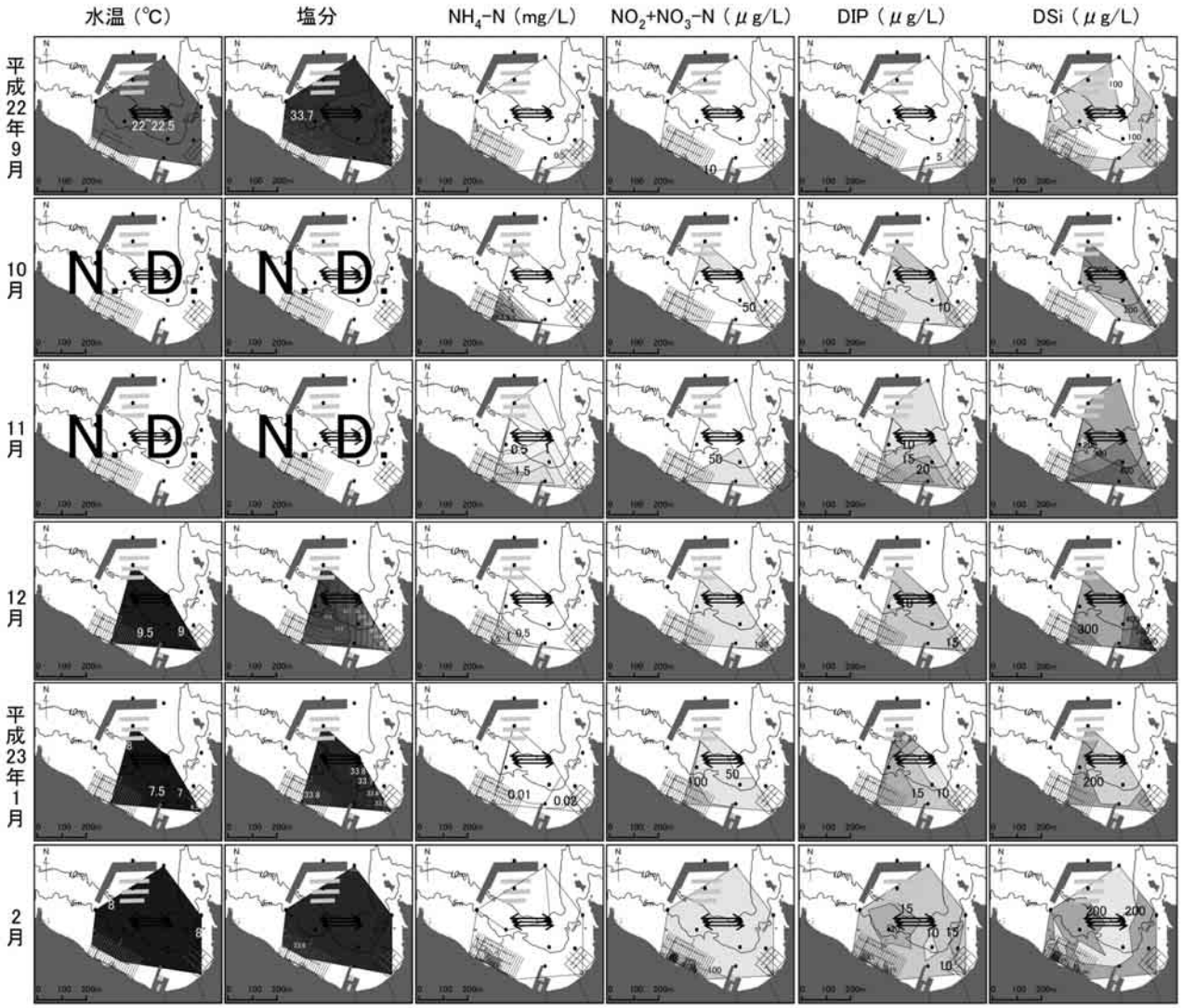


図10　試験海域における施肥前後の底層水温，塩分および栄養塩類分布の変化

度は，施肥区を中心に高濃度で分布し，希釈されながら拡散している状況が確認された。調査月日によってNH_4-N濃度の分布（拡散状況）が異なったが，現在，調査時における現地の風向・風速とも関連づけて考察を進めている。施肥区以外のNH_4-N濃度は，南東部で高い分布を示した。施肥区以外の南東部でNH_4-N濃度が高いのは，河川からのNH_4-Nが供給されたのか，添加したNH_4-Nが拡散して分布しているのか等，要因については現在考察を進めている。

施肥前の平成22年９月におけるホソメコンブ等海藻類の窒素安定同位体比（$\delta^{15}N$）をみると（図11），試験海域，施肥区および対照区おいて３～５‰の範囲を示した。ナマコ養殖施設（岸壁）付近に分布する藻類の$\delta^{15}N$は，10‰前後と高い値を示した。また，ここでは示さないが，河川に生息する底生藻類の$\delta^{15}N$は２‰前後と低い値を示した。一般に植物プランクトンや海藻類，陸上植物など基礎生産者の$\delta^{15}N$は，利用したDINの$\delta^{15}N$を反映することから，DINの起源が異なれば，基礎生産者の$\delta^{15}N$が異なることが予想される。これらのことから，施肥前に分布するDINは，少なくとも試験海域，施肥区，対照区と，ナマコ養殖施設（岸壁）付近および河川の３つで起源が異なり，海藻類は生育場所によりそれぞれ異なった起源のDINを取り込んで生長していることが考えられた。なお，施肥後における試験海域に繁茂したホソメコンブ等海藻類の$\delta^{15}N$については，次年度の事業報告書で示す予定である。

施肥前における試験海域のホソメコンブ体内の

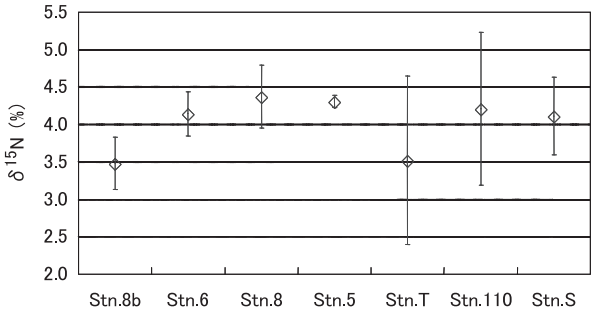


図11　施肥前における海藻類のδ^{15}N

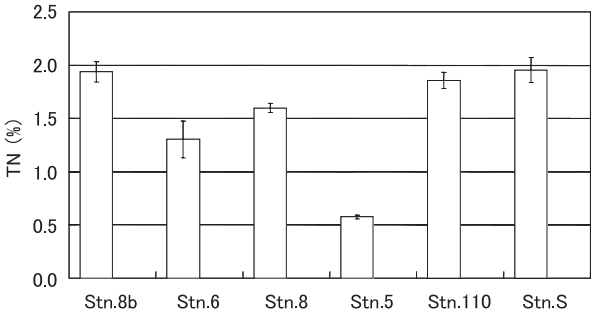


図12　施肥前における海藻類のTN（乾重量換算）

窒素含有量（TN）は，0.5～２％の範囲にあった（図12）。施肥後における試験海域に繁茂したホソメコンブのTNについては，δ^{15}Nと同様に次年度の事業報告書で示す予定である。

エ　気象イベント直後の海洋環境調査

平成22年７月30日および11月10日に，Stn.0において調査を実施した（表２）。７月30日には，調査を実施した９時45分までの24時間の降水量は34.5mmを記録し，9時45分までの24時間の平均風速は3.7m/sであった。一方，11月10日には，調査を実施した14時30分までの24時間の降水量は9.0mmと７月に比べて少なかったが，14時30分までの24時間の平均風速は12.3m/sと７月に比べて大きかった。

水温および塩分について，7月および11月で比較すると，7月の表層および底層水温は22.5および22.4℃であり，11月の両層水温の13.9℃より高かった。両月で表層および底層の水温差はほとんどなかった。また，7月の表層塩分は33.4であり，7月の底層および11月の両層塩分の33.7より低かった。11月の表層および底層の塩分差はほとんどなかった。このことは，7月は降水により河川水の流入が増加したためと考えられる。11月は，風により表層から底層まで混合が起こっていたと考えられる。

表２　Stn.0における気象イベント時の調査結果

観測年月日	平成22年7月30日		平成22年11月10日	
観測時刻	9時45分		14時30分	
観測前24時間降水量（mm）	34.5		3.7	
観測前24時間平均風速（m/s）	9.0		12.3	
深度	表面	底層	表面	底層
水温（℃）	22.5	22.4	13.9	13.9
塩分	33.3	33.7	33.7	33.7
NH_4（μg/L）	18.2	28.0	75.6	51.8
NO_2+NO_3（μg/L）	37.8	22.4	18.2	16.8
DIP（μg/L）	6.2	3.1	9.3	9.3
DSi（μg/L）	473.2	408.8	162.4	201.6

栄養塩類濃度について，7月および11月で比較すると，NO_2+NO_3およびDSi濃度は，11月より７月で高く，NH_4-NおよびDIP濃度は，7月より11月で高かった。一般に，アンモニウムイオンおよびリン酸イオンの多くは，溶存態ではなく粒子に吸着した懸濁態で存在しているため，河川水の増加は希釈を引き起こし，これらの濃度を低下させる場合がある。一方，硝酸イオンや亜硝酸イオン，ケイ酸イオンの多くは溶存態で存在しているため，河川水の増加はこれらの濃度を上昇させる場合がある。このことから，河川の影響がより大きかった７月では，多くのNO_2+NO_3およびDSiが陸上から河川を通じて試験海域に供給されていたと考えられる。特に，コンブ等海藻類には利用されず珪藻類にのみ利用されるDSiの濃度は，冬季と同じ位かそれより高かった。また，河川の影響がより小さかった11月では，栄養塩類濃度は低かったが，両層でNH_4-N濃度が高く，施肥により施肥地点で添加されたMH_4-Nが拡散されていた可能性が考えられた。

昨年度の調査から，非定常の気象イベントにより，試験海域の栄養塩類濃度が一時的に増加することが明らかにされたが，本試験海域のような比較的浅い沿岸域の場合，降水量の増加がNO_2+NO_3およびDSi濃度の増加を引き起こすことが明らかにされた。これらのことは，ホソメコンブ等生息する海藻類に影響を及ぼす可能性が考えられる。

8．資源管理手法開発試験調査（道受託研究費）
8．1　ハタハタ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**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持続的に有効利用するため，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

本年度については以下の課題に取り組んだ。

ア　漁獲統計調査

1985年以降の漁業生産高報告を集計して，海域・漁業別の漁獲状況の推移を把握した。主要産地の荷受け記録を集計し，漁期中の日別漁獲推移を把握した。

イ　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。

ウ　稚魚分布調査

当歳群の発生状況を把握するために，2010年６月５日に厚田沿岸において地びき網による稚魚分布調査を行った。

エ　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月に留萌振興局沖合で，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。

(3) 得られた結果

各調査の結果については,「Ⅰ．1漁業生物の資源・生態調査研究－Ⅰ．2．2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。

これらの結果に基づき，2010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実践協議会」における管理計画策定の検討資料として，以下のとおり提示した。

漁期前分布調査で得られた採集物は２歳魚（2008年級群）と１歳魚（2009年級群）が主体であったが，1歳魚はその多くが未熟であり（図１），成熟魚を対象とする漁業の漁獲対象となりにくいと考えられた。稚魚分布調査では2008年級群が比較的多く採集された（図２）ことから，2010年漁期は，2009年に引き続き2008年級群が２歳魚として漁獲主体となり，来遊量全体としては2009年を若干下回る程度で，魚体は大型傾向と予測した。

沿岸への来遊時期を，毎年の漁期前分布調査で得られた雌のGSI（卵巣熟度指数）と石狩市厚田区での初漁日との関係（図３）に基づき，11月中旬以降と予測した。

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，2010年秋漁期の管理計画として，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。

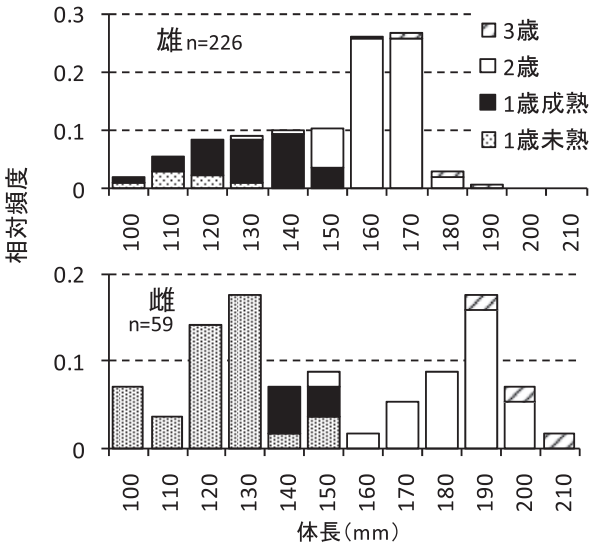


図１　漁期前分布調査（2010年９月14,15日）で採集された標本の体長- 年齢組成

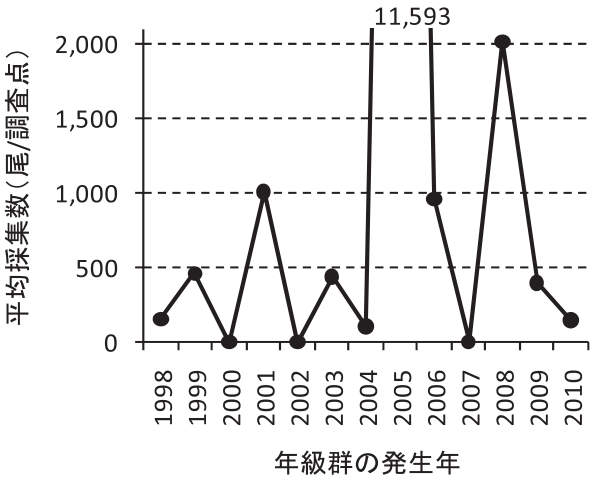


図２　稚魚分布調査による各年級群の平均採集尾数の推移

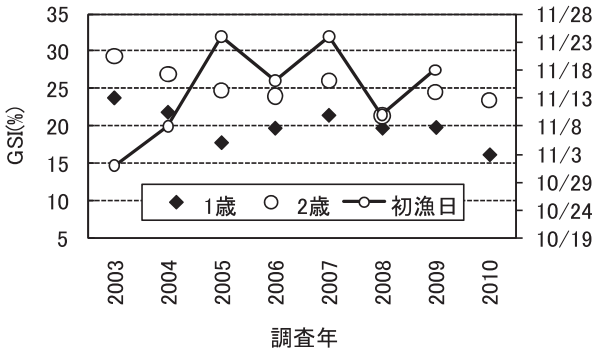


図３　漁期前分布調査（９月）で採集された雌のGSI（卵巣熟度指数：卵巣重量／内臓除去重量×100）と厚田沿岸における初漁日の推移

8．2　ホッケ

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**高嶋孝寛　星野　昇**

(1) 目的

ホッケは道西日本海海域の沿岸漁業・沖合漁業双方にとって，きわめて重要な漁業資源である。この資源を持続的に利用するため，資源評価結果などの科学的知見に基づき，関係する漁業の実態に見合った資源管理指針を策定することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア　資源管理技術開発

採集した漁獲物標本の全てについて耳石を採取し，高嶋の方法[1)]により短軸断面標本を作製して観察した。宗谷～後志沖の日本海海域について，2004～2009年に採集した漁獲物標本の体長−年齢データを用い，星野の方法[2)]により漁期・地区・漁業種類別にAge-Length Key（以下，ALK）を作成した。これらを用いて1985～2003年におけるホッケ道北群の年齢別漁獲尾数を再推定して置き換えた。再推定された2003年までの年齢別漁獲尾数と，2004年以降のそれらと併せて，半年を基準としたVPA解析を実施した。

イ　高度資源管理指針策定

アでの結果とこれまでに推定されている年齢別成熟率[3)]を利用し，再生産関係を推定して考察した。

ウ　研究成果の普及・広報

これらの解析結果に，その都度の最新情報を加え，2010年９月１日に北海道機船漁業協同組合連合会ならびに北海道漁業協同組合連合会に対して，また，20011年２月２日開催の水産資源管理総合対策事業中間報告会，および２月８日開催の小樽地区資源管理推進委員会において，最新の資源状況を説明した。

(3) 得られた結果

ア　資源管理技術開発

作成したALKの一覧（表１）ならびに一例（図１）を示す。すべてのALKについて，最高齢を４+歳とした。最若齢については上半期（１～６月）では１歳，下半期（７～12月）では０歳とした。

再推定したホッケ道北群の年齢別漁獲尾数を図２に示した。これらを用いて行ったVPA解析の結果は，平成23年度水産資源管理会議で使用された。詳細については稚内水産試験場の事業報告書を参照のこと。

イ　高度資源管理指針策定

推定された再生産関係を図３に示した。親魚量が15万トン以下の範囲では，ほぼ右上がりの関係がみられた。そのため，この範囲においては親魚量を多く確保するほど新規加入量の増加を見込むことができると考えられた。その一方で，グラフ中のプロットには，親魚量15万トンを超えるグループ，加入量が12億尾を超えるグループ，ならびにそれ以外の３つのグループが存在しているように見ることもできる。このことから，加入量が親魚量のすべての場合に対して単調増加ではない可能性，あるいは，親魚量以外の要因によっても加入量が変動している可能性が示唆された。

平成23年度は，環境要因等を考慮しつつ再生産モデルの推定を行い，資源管理のための指針策定に利用する予定である。

(4) 文献

１）高嶋孝寛：Ⅱ章　耳石による年齢査定. 北海道周辺におけるホッケの資源と漁業　－資源評価の高度化に向けて－．北海道立水産試験場技術資料　No.6, pp11−25(2010).

２）星野　昇：北海道日本海産マダラにおける漁獲物年齢組成の推定方法．北水試研報．77, 35−44（2010）．

３）高嶋孝寛・星野昇・板谷和彦・三橋正基：道西日本海におけるホッケ雌の成熟率．2008年度日本水産学会春季大会講演要旨集，8（2008）．

表１　Age-Length Key 一覧

番号	適用期間	適用海域	適用漁法
1-a	上半期（1～6月）	ノース場，利礼周辺，武蔵堆	沖底
1-b	下半期（7～12月	ノース場，利礼周辺，武蔵堆	沖底
2-a	上半期（1～6月）	島周辺，雄冬沖，余市沖，積丹沖	沖底
2-b	下半期（7～12月	島周辺，雄冬沖，余市沖，積丹沖	沖底
3-a	上半期（1～6月）	宗谷・留萌管内沿岸	建網・まき網類
3-b	下半期（7～12月	宗谷・留萌管内沿岸	建網類
4-a	上半期（1～6月）	石狩・後志管内沿岸	建網類
4-b	下半期（7～12月	石狩・後志管内沿岸	建網類
5-a	上半期（1～6月）	宗谷・留萌管内沿岸	刺し網類
5-b	下半期（7～12月	宗谷・留萌管内沿岸	刺し網類
6-a	上半期（1～6月）	石狩・後志管内沿岸	刺し網類
6-b	下半期（7～12月	石狩・後志管内沿岸	刺し網類

1-a～2-b の適用海域は沖底小海区名

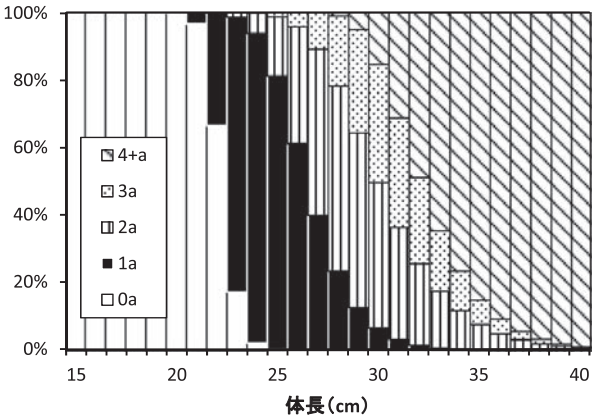


図１　Age-Length Keyの例（表１の２-b）

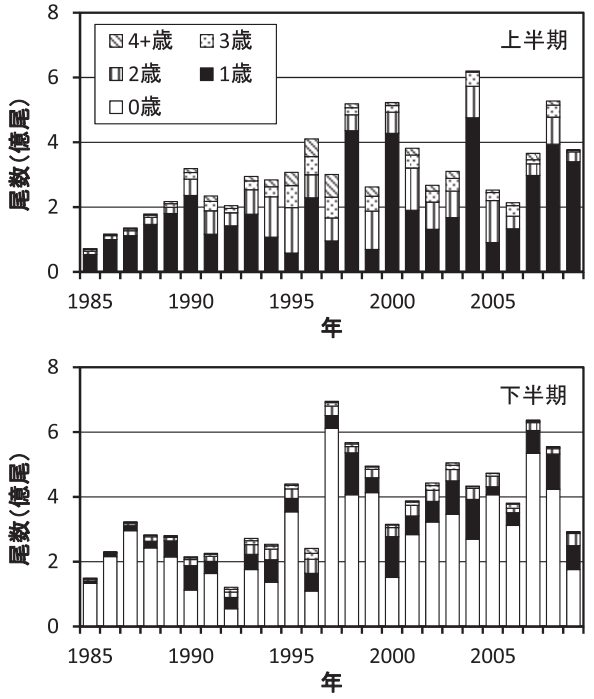


図２　再推定されたホッケ道北群の年齢別漁獲尾数
上：上半期，下：下半期

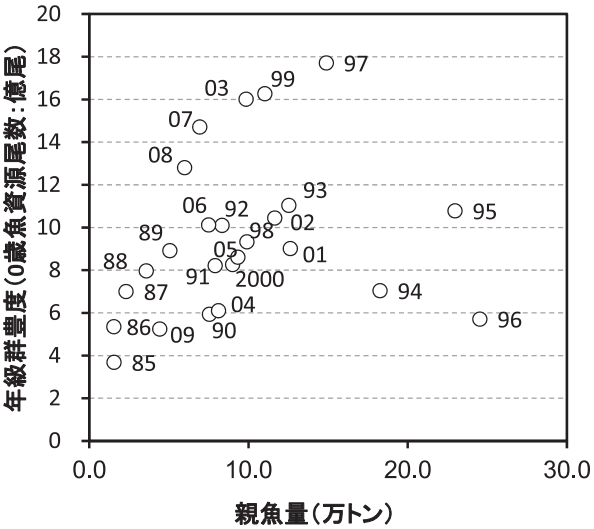


図３　ホッケ道北系群の再生産関係
点近傍の数字は子（０歳魚）の年級群を示す

9　胆振沿岸サケ稚魚モニタリング調査（一般共同研究費）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**嶋田　宏　栗林　貴範**

(1) 目的

胆振沿岸（えりも以西太平洋）における秋サケ漁獲量は，2004年（H16年）以降は高水準で推移しているが，放流魚の回帰率は年級別に大きく異なっている。年級別の資源量は漁獲量以上に大きく変動しており，安定した漁家経営を維持する上で大きな障害となっている。そこで，放流後のサケ稚魚の初期生活と沿岸環境を調べることによって，稚魚にとっての適正な沿岸環境を把握する一方，標識魚の回帰情報から，安定した資源造成を図るための増殖技術について検討する。

(2) 経過の概要

調査は，2010年の４月上旬～６月下旬に原則として旬１回，白老９定点，伊達３定点（図１）で実施した。調査項目は，水温，塩分，栄養塩濃度，クロロフィル*a* 濃度，動物プランクトン量および種組成の５項目。各定線における調査項目を表１に示した。C(敷生川)定線を重点的観測定線とし，クロロフィル*a* および栄養塩濃度分析用の採水を各層から行った。水温と塩分はアレック電子社製メモリーSTDを用いて観測した。動物プランクトンは改良型ノルパックネット（口径45cm，側長180cm，目合0.33mm）の海底直上からの鉛直曳きにより採集した。動物プランクトン現存量は，ネットの濾水率を100％と仮定し算出した。クロロフィル*a* および栄養塩濃度分析用の試水は，バケツおよび６Lバンドン採水器を用いて採水した。クロロフィル*a* 分析用の試水はWhatman GF/F

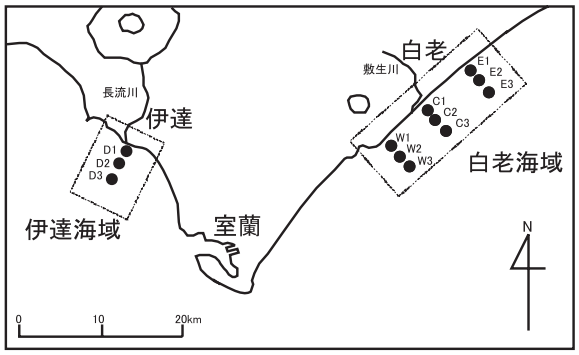


図１　調査定点図

表１　調査定点別の調査項目

	定点＼年		2009	2010	採水層(m)
白老海域	白老港 1km沖	E1	SP	SP	－
	白老港 3km沖	E2	S	S	－
	白老港 5km沖	E3	SP	SP	－
	敷生川 1km沖	C1	SCNP	SCNP	0,5,10
	敷生川 3km沖	C2	SP	SP	－
	敷生川 5km沖	C3	SCNP	SCNP	0,5,10,15,20,30
	アヨロ川 1km沖	W1	SP	SP	－
	アヨロ川 3km沖	W2	S	S	－
	アヨロ川 5km沖	W3	SP	SP	－
伊達海域	長流川 1km沖	D1	SCNP	SCNP	0,5,10,15
	長流川 3km沖	D2	S	S	－
	長流川 5km沖	D3	SCNP	SCNP	0,5,10,15,20,30

S：STDによる水温塩分観測
C：クロロフィルa濃度分析用の採水
N：栄養塩濃度分析用の採水
P：ノルパックネットによる動物プランクトン採集

でろ過，濾紙を遮光凍結保存した。これらを分析直前に約３時間90%アセトンに浸漬してクロロフィル*a* を抽出し，ターナーデザイン社製蛍光光度計を用いて分析した。栄養塩濃度は，ブランルーベ社製オートアナライザーで分析した。

(3) 得られた結果

①水温・塩分，クロロフィル*a* および栄養塩濃度

2010年の白老C1，C3，伊達D1，D３定点における水温・塩分，クロロフィル*a* および栄養塩(ケイ酸態ケイ素）濃度の鉛直分布の季節変化を図２−a,bに示す。

C１およびC３定点における表面水温の変化をみると，4月上旬には３～４℃と低く，以後昇温し，６月下旬には15～16℃に達する季節変化を示した。塩分の変化をみると，4月下旬まで全層で33前後であり，5月中旬まで32.5前後まで低下し，以後上昇傾向となる季節変化を示した。これらの結果から2010年の本海域は，4月は低温の親潮系水（水温２～４℃），5月は低温・低塩分の沿岸親潮水（塩分≦33.0）が卓越したのに対し，6月以降は高温・高塩分の津軽暖流水（塩分≧33.6）の影響が底層から徐々に現れて推移したものと考えられる。

伊達D３定点では，白老C３定点と比較して，水温は約１℃高め，塩分は約0.5psu低めに推移した（図２−b)。

C１およびC３定点におけるクロロフィル*a*および栄養塩濃度の変化をみると，4月上旬に春季珪藻ブルームに伴うクロロフィル*a*濃度のピークがあり，ブルーム終結後には栄養塩濃度が一時的に低下する傾向が認められた。一方５月中旬には底層から栄養塩の供給が一時的に認められた。自記水温計および風向風速の記録を調べたところ，南寄りまたは北寄りの風が強く吹いたときに，表面水温の低下と底層の昇温が起こっていることが示唆された（図３）。

沿岸滞泳期のサケマス稚魚にとって好適な水温範囲は，8～13℃とされる（帰山1986，入江1990）。表面水温が８～13℃の期間は，白老では５月下旬～６月上旬（２旬），伊達では５月中旬～下旬(２旬)であり，昨年（４～５旬）と比較してかなり短かった。

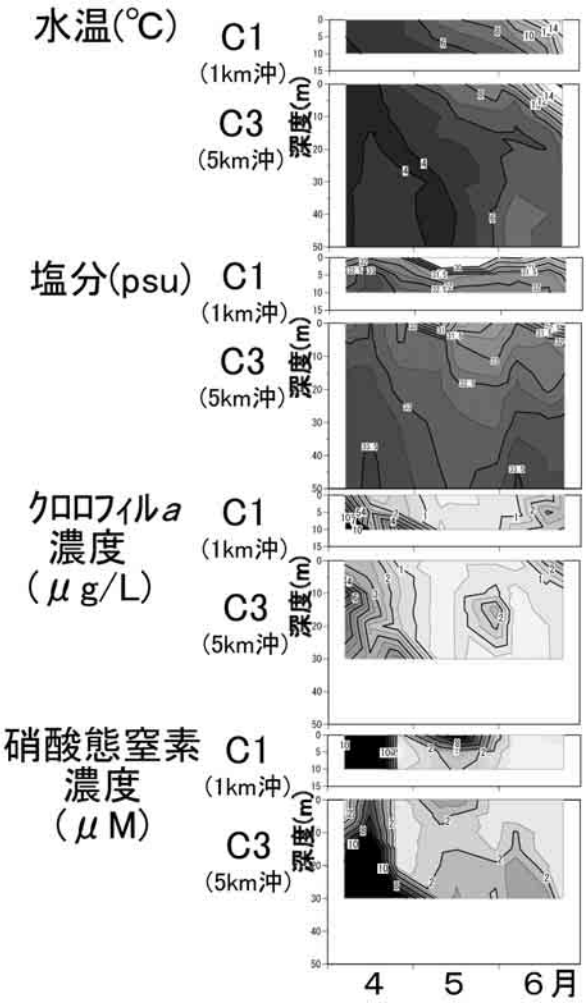


図２-b　2010年４～６月の伊達D１およびD３定点における水温，塩分，クロロフィル*a*および硝酸態窒素濃度の鉛直分布の季節変化

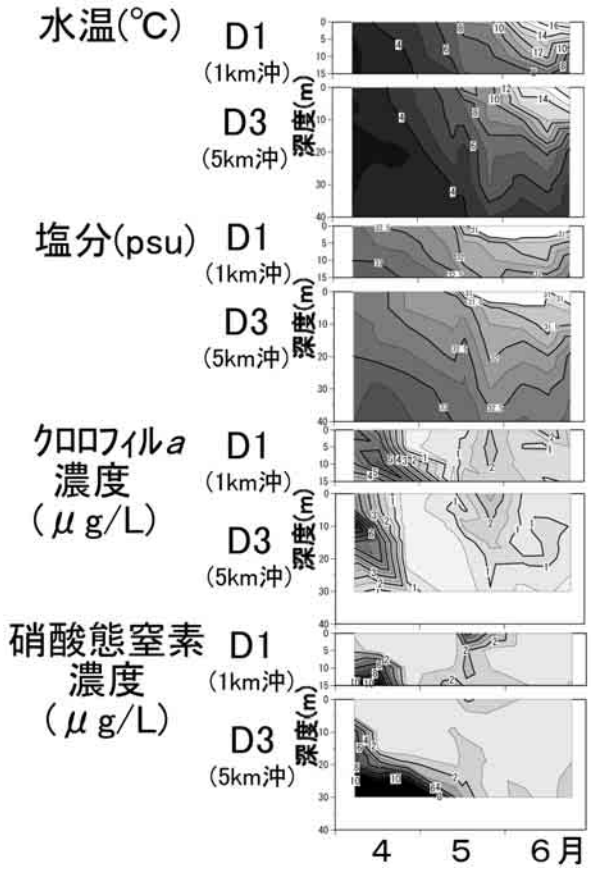


図２-a　2010年４～６月の白老C１およびC３定点における水温，塩分，クロロフィル*a*および硝酸態窒素濃度の鉛直分布の季節変化

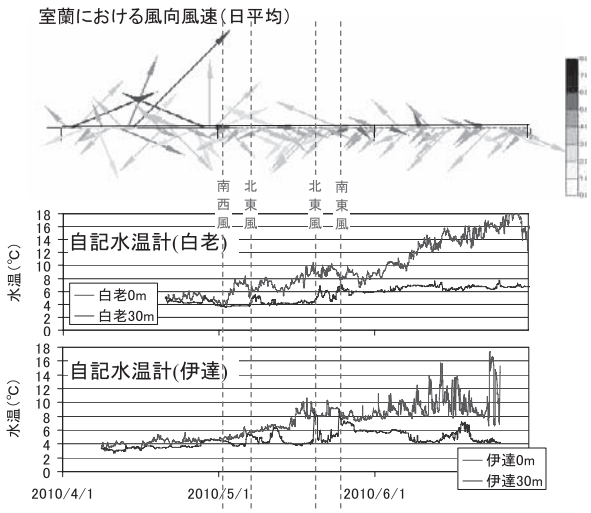


図３　2010年４～６月の室蘭における風向風速および白老と伊達における水温の時系列変化

②動物プランクトン湿重量および分類群別組成

2010年の白老C1，C3，伊達D1，D３定点における動物プランクトンの湿重量，個体数，分類群別組成の季節変化を図４−a,bに示す。

白老における湿重量の変化をみると，５月中～下旬にピークがあり，以後減少する傾向がみられた。個体数のピークは，湿重量のピークよりも遅い時期（大型種が減って小型種が増えた時期）にみられた。分類群別組成の変化をみると，期間を通じてカイアシ類が最も多く出現したほか，フジツボ類およびオキアミ類が次いで多く出現した。

伊達における湿重量のピーク時期は白老とほぼ同時期の５月下旬に認められ，湿重量，個体数ともに期間を通じて白老よりも低めに推移した。

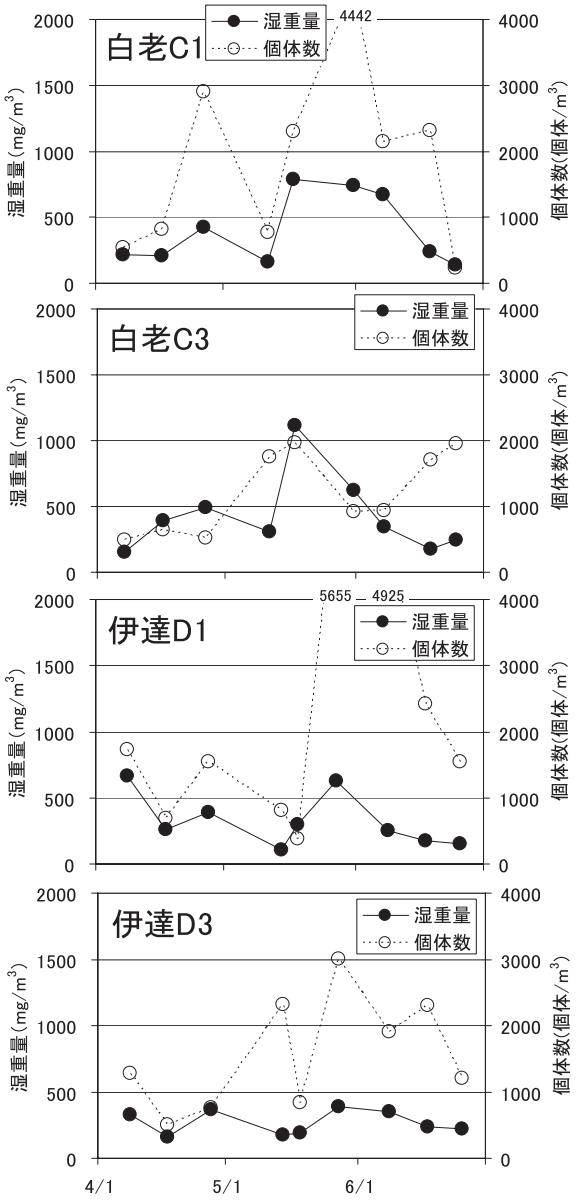


図４-a　2010年４～６月の白老C1，C３定点および伊達D1，D３定点における動物プランクトン湿重量および個体数の季節変化

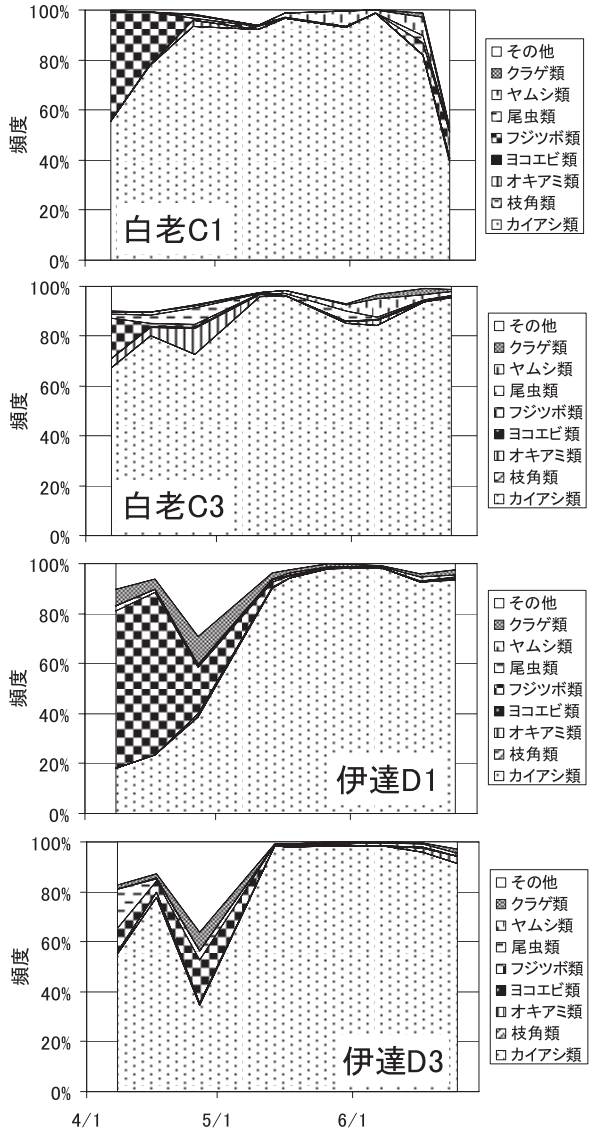


図４-b　2010年４～６月の白老C1，C３定点および伊達D1，D３定点における動物プランクトンの大分類群組成の季節変化

③カイアシ類個体数と種組成

2010年の白老C1，C3，伊達D1，D３定点におけるカイアシ類の個体数および種組成の季節変化を図５に示す。

優占種（個体数において10％以上の出現種）のうち，冷水性小型種の*Pseudocalanus* spp.および*Acartia longiremis*が期間を通じて優占した。５月～６月上旬のC３定点では冷水性大型種の*Eucalanus bungii*が優占した。サケ稚魚が好んで捕食するとされる冷水性大型種の*Neocalanus* spp.は白老では４月～６月上旬に，伊達では４月にやや多く出現したが，個体数において優占したのは４月下旬および５月中旬の白老のみであった。

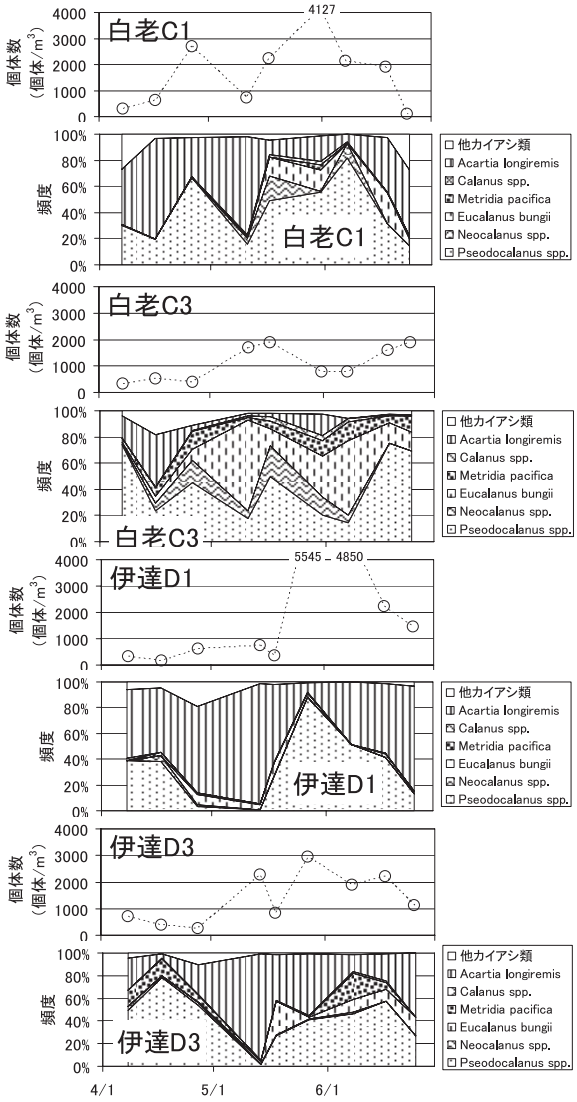


図５　2010年４～６月の白老C1，C３定点および伊達D1，D３定点におけるカイアシ類の個体数および種組成の季節変化

10.　漁家経営安定を推進するえびかご漁業用ロングライフ人工蝟集餌料製造システムの開発（実用化試験）（公募型研究費）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口浩志**

(1) 目的

北海道において重要な漁業種である「えびかご漁業」は，餌としてスケトウダラ等の天然餌料を用いており，近年これらの価格上昇が漁業経営を圧迫している。これに加え，かご餌に天然餌料を使うことにより，ヨコエビ類に餌が横取りされ，漁獲効率が大きく低下することが問題となっている。そこで，本事業では未低利用水産資源を活用し，天然餌料よりも安価で耐久性および蝟集効果持続性に優れた混合材料と成形技術を検討し，漁労作業の軽減も視野に入れた人工蝟集餌料を開発する。釧路水産試験場では人工蝟集餌料の蝟集成分の検討，中央水産試験場水産工学室では蝟集効果の検討，工業試験場では製造技術の開発，余市郡漁業協同組合では実証プラントの検討を行う。中央水産試験場資源管理部では，人工蝟集餌料の蝟集効果の実証および操業効率化の評価を行う。

(2) 経過の概要

ア　試験調査船による人工蝟集餌料の蝟集効果解析

開発された人工蝟集餌料のホッコクアカエビに対する蝟集効果を評価するため，試験調査船による漁獲試験を行った。漁獲試験に用いた人工蝟集餌料の概要を表１に示した。なお，人工蝟集餌料の原料および製造方法に関する詳細は特許請求項に該当するため記載しない。基本形Hおよび基本形Sとは，基準となる人工蝟集餌料基本形に対して，原材料の濃度を変えることで前者はゲルの強度が強く，後者は弱い人工餌料である。脂溶性，水溶性とは，蝟集原料から脂溶性成分および水溶性成分をそれぞれ抽出し，それを蝟集原料としたものである。キューブとは，直方体形状の基本形を半分に切断し，立方体形状にしたものである。人工餌料B, Cとは基本形に対して蝟集原料の魚種を変えたものである。人工餌料Dは蝟集原料を蝟集原料AとCを１：１の割合で混合したものである。

以上の人工餌料を用いて，日本海北部海域のえびかご漁場において，稚内水産試験場試験調査船北洋丸により漁獲試験を行った。調査位置を表２に示した。漁獲試験には，目合10節のえびかごを用いた。試験篭は手棒の４種類の色のビニルテープで印を付け，赤色には比較用天然餌料，黄色には基本形，青色および緑色には各種人工餌料を取り付けた。各色の篭はそれぞれ24篭ずつランダムに配置した。海底に設置後１昼夜留め置いた後，揚げ篭した。漁獲されたホッコクアカエビは餌の種類ごとに仕分け，漁獲尾数を計数した。同時に，

表１　2010年７月に北洋丸による実証試験に用いた人工蝟集餌料の種類

人工蝟集餌料の種類	蝟集原料
基本形	A
基本形H	A
基本形S	A
脂溶性	A
水溶性	A
キューブ	A
人工餌料B	B
人工餌料C	C
人工餌料D	A+C

表２　試験調査船による人工蝟集餌料蝟集効果実証試験を実施した調査位置

調査点番号	北緯	東経	水深(m)
1	45° 08.98 ′	140° 10.93 ′	503
2	45° 07.08 ′	140° 13.86 ′	422
3	45° 19.20 ′	140° 20.43 ′	458
4	45° 16.34 ′	140° 22.76 ′	412
5	45° 08.74 ′	140° 25.22 ′	340
6	45° 02.39 ′	140° 22.74 ′	241
7	45° 26.45 ′	140° 38.27 ′	512
8	45° 25.92 ′	140° 25.79 ′	429
9	45° 17.56 ′	140° 38.55 ′	462
10	45° 15.29 ′	140° 36.85 ′	419
12	45° 02.19 ′	140° 30.64 ′	322
13	45° 58.02 ′	140° 31.40 ′	321
15	45° 16.55 ′	140° 44.87 ′	520
16	45° 13.92 ′	140° 43.76 ′	474
17	45° 08.88 ′	140° 46.11 ′	356
18	45° 05.31 ′	140° 43.08 ′	318

表３　2010年度に余市郡漁協当業船による漁獲試験に用いた人工蝟集餌料

人工蝟集餌料の種類	調査実施期間	改善点
人工餌料E	2010/4/10～11	蝟集成分
人工餌料F	2010/10/2～3	凍結条件-30℃
人工餌料G	2010/11/13～16	蝟集原料＋10%

ヨコエビ類による餌料の横取りがエビの漁獲尾数に与える影響を検討するため，使用後の餌を餌料毎にデジタルカメラで撮影し，パソコン上で残存数を計数した。その結果にもとづき，使用前の数に対する残存率を求めた。

イ　当業船による人工蝟集餌料の蝟集効果解析

余市郡漁業協同組合所属当業船によって人工餌料を用いた漁獲試験を行った。試験で用いた人工蝟集餌料を表３に示した。人工餌料Eは20℃で２日間放置した蝟集原料を用い製造したものである。人工餌料Fは凍結温度をこれまでの−10℃から−30℃に変えたものである。人工餌料Gは蝟集原料の濃度を10%増加させたものである。比較方法は，全ての篭に人工蝟集餌料を設置した漁具と天然餌料を設置した漁具と並列して海中に敷設し，それぞれの漁具によって漁獲されたホッコクアカエビの漁獲量を比較した。

ウ　操業効率化の評価

ア）えびかご漁船の漁場探索経路の抽出

人工蝟集餌料導入によってヨコエビ類による横取りによる漁獲効率の低下の影響がなくなり，ヨコエビ類を避ける操業を行う必要が無くなるため，効率的な操業を行えることが見込まれる。その効果を見積もるためには，余市郡漁協所属当業船１隻の航跡を取得し，操業イベント毎の時間，移動距離を算出した。

イ）えびかご漁業の損益分岐点分析

人工蝟集餌料導入によって，天然餌料のみを使用していた場合と比較して操業コストの削減が見込まれる。そこで，損益分岐点分析を行い，現状の天然餌料を用いている場合のえびかご漁業の経営状態の把握を行った。また，人工蝟集餌料を導入することによる各種コストの削減による経営改善効果について検討した。

損益分岐点分析は余市郡漁業協同組合所属えびかご漁業１隻を対象とした。分析に用いた漁獲金額，漁船費，漁具費，償却費および人件費は知事許可えびかご漁業漁獲成績報告書の値を用いた。また，燃料費，餌料費，箱代および氷代は余市郡漁業協同組合資料を用いた。損益分岐点は以下の式で求めた。

$$損益分岐点＝\frac{固定費}{1-\frac{変動費}{水揚げ金額}}$$

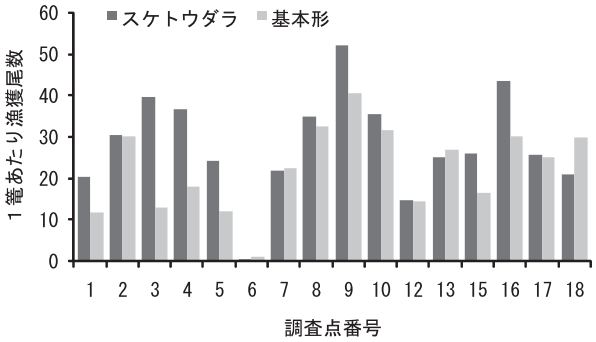


図１　北洋丸による実証試験において漁獲されたホッコクアカエビの漁獲尾数

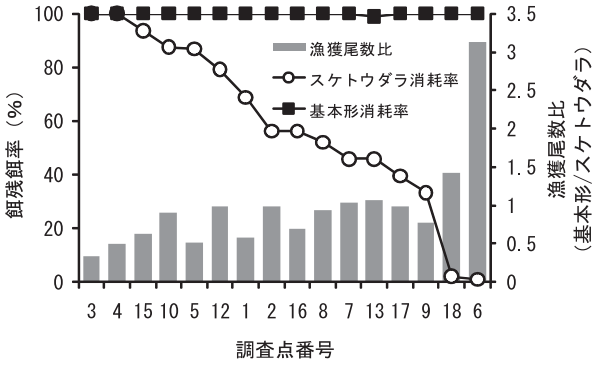


図２　北洋丸による実証試験における使用後餌料の残餌率およびホッコクアカエビの漁獲尾数比

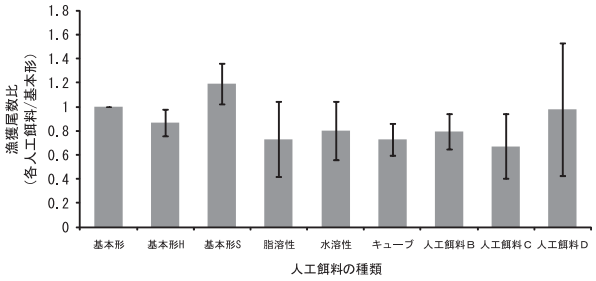


図３　北洋丸による実証試験における各人工蝟集餌料の漁獲尾数比

ここで，固定費は，漁船費，漁具費，償却費および人件費とした。また，変動費は，燃料費，餌料費，箱代および氷代とした。

(3) 得られた結果

ア　試験調査船による人工蝟集餌料の蝟集効果解析

基本形および比較用天然餌料（スケトウダラ）による１篭あたり漁獲尾数を比較した。ほとんどの調査点でスケトウダラによる漁獲尾数のほうが人工餌料よりも多かった（図１）。また，スケト

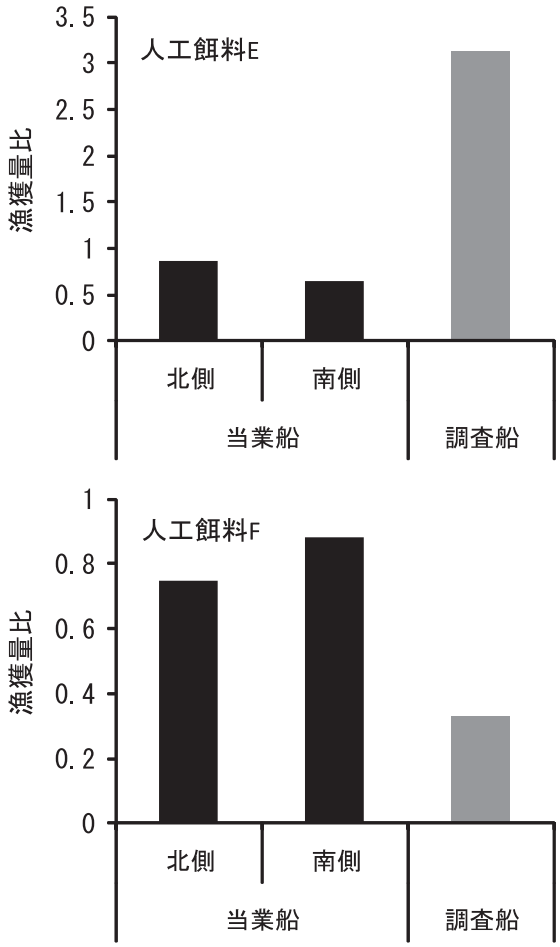


図４　人工蝟集餌料を用いて余市郡漁協当業船によって漁獲されたホッコクアカエビの漁獲量比

ウダラに対する基本形による漁獲尾数比は，使用後のスケトウダラの残餌率が低くなるほど高くなる傾向にあった（図２）。このことはヨコエビ類によって天然餌料が横取りされることにより，漁獲効率が低下したことを示している。スケトウダラの残餌率が高かった調査点番号３および４の漁獲尾数比は，0.33および0.49であり，基本形の蝟集効果はスケトウダラに対して高くなかったと考えられる。一方，スケトウダラの残餌率が低い調査点においても基本形は，おおむね100%の残餌率を示し，ヨコエビ類による横取りに対して高い耐久性を持つこと明らかになった。

その他，人工餌料の蝟集効果を評価するため，基本形に対する各人工餌料の漁獲尾数比を求めた（図３）。ゲルの強度は基本形H，基本形，基本形Sの順に弱くなるが，漁獲尾数比は基本形Ｓ，基本形，基本形Hの順に低くなり，ゲルの強度が低いほど蝟集効果が高くなると考えられた。脂溶性，水溶性による漁獲尾数比は両者に大きな差はなかった。脂溶性，水溶性の違いによる蝟集効果を比較したこの結果は水槽実験の結果[1)]とは異なっていた。人工蝟集餌料の１かごあたりの使用重量を半分にした場合，漁獲尾数比は0.73であった。蝟集原料を変えた人工餌料では，漁獲尾数比は人工餌料Dが0.98と最も高く，次いで人工餌料Bで0.79，人工餌料Cで0.67であった。

イ　当業船による人工蝟集餌料の蝟集効果解析

人工餌料Eによる漁獲試験結果では，天然餌料に対する人工餌料の漁獲量比は，0.64および0.86であった（図４）。対照となる漁具の天然餌料の消耗率は50～100%と高かったため，平成22年に北洋丸によって実施された漁獲試験結果から，天然餌料の残餌率が10%以上であった調査点の漁獲量比と比較した結果，当業船による試験結果のほうが低く，蝟集効果に改善は認められなかった。

人工餌料Fでは，漁獲比は0.75および0.88であった（図４）。対照となる天然餌料はほとんど消耗していなかった。平成22年に北洋丸によって実施された漁獲試験結果から，天然餌料の消耗率が10%未満であったの調査点の漁獲比と比較した結果，当業船による試験結果のほうが高く，蝟集効果の大幅な改善が認められた。凍結温度を−10℃から−30℃に変えることにより，緩慢凍結で生じていた細かい亀裂が発生しなくなり，蝟集成分の徐放性が改善されたと考えられる。

人工餌料Gでは，漁獲比は1.11と高かった。しかし，対照となる漁具の天然餌料および人工蝟集餌料ともに消耗率は100%であり，ヨコエビ類による横取りに対して耐久性が低くなったと考えられた。また，当業船の船長や乗組員の聞き取り調査結果から，人工蝟集餌料は使用前から型くずれをおこしており，これまで使用してきた餌と比較して明らかに軟らかく使いにくいとの評価を受けた。したがって，今後の人工蝟集餌料開発の方向性は，人工餌料Fを基準に蝟集効果を高める方法を検討する必要がある。

ウ　操業効率化の評価

ア）えびかご漁船の漁場探索経路の抽出

平成22年５月25日～６月28日までの漁場位置は，余市港から約50～70km沖合に存在した（図５）。えびかご漁業の操業イベントは，往航，復航，漁

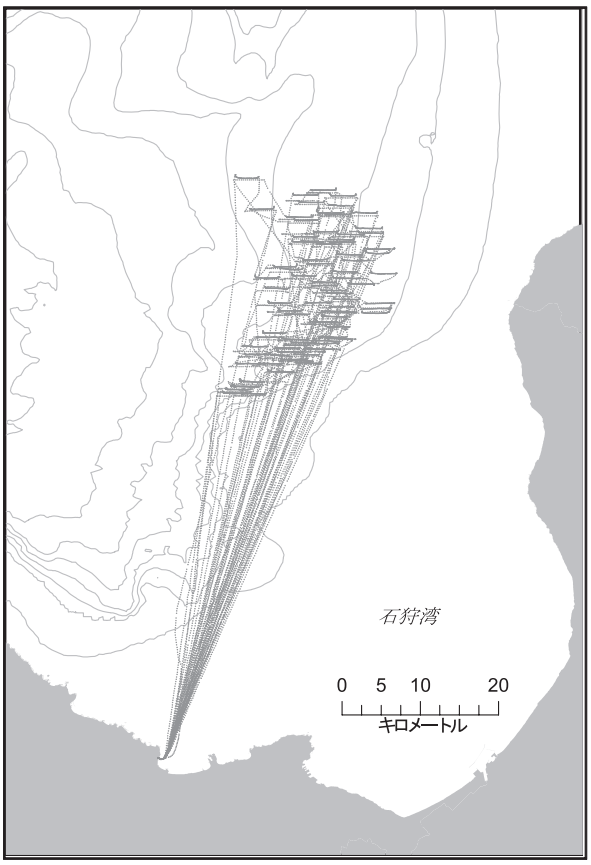


図５　2010年５月25日～６月28日におけるデータ取得船の航跡

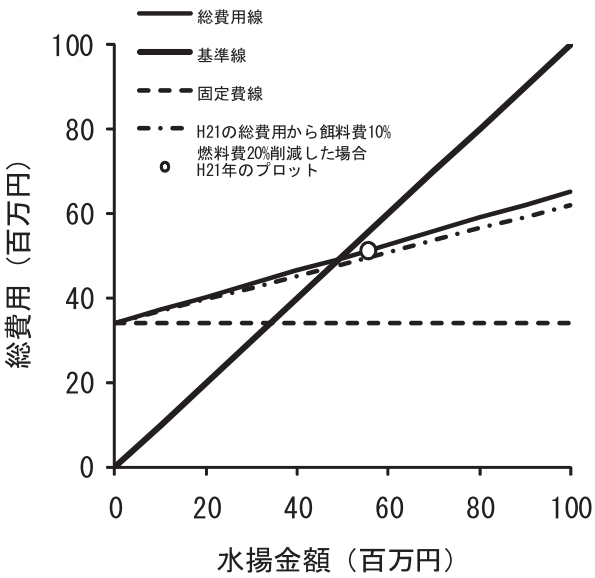


図６　えびかご漁業の損益分岐点分析の結果

場間移動，漁場探索，揚げ篭，入れ篭に分類される。そのうちの往航，復航，漁場間移動を合わせた１日あたりの平均移動距離は147.9kmであり，１日の移動距離の約80%を占めた。一方で，人工蝟集餌料導入によって減少が見込まれる漁場探索距離の１日あたりの平均移動距離は10.9kmであり，１日の約９%と低い割合であった。また，えびかご漁業の各操業イベントが占める時間の１日平均は，揚げ篭時間が5.8時間であり最も長く１日の操業時間の約40%を占めていた。一方，漁場探索時間は0.8時間と最も短く１日の操業時間の約５%であった。えびかご漁業では天然餌料がヨコエビ類に横取りされることによって，被害を受けた漁場を避けるように漁場が選択されると予想された。しかし，操業日誌調査を行った期間の天然餌料の消耗率は高くても50%であり，その頻度も低かった。そのために操業における漁場探索の占める割合が低かった可能性がある。

イ）えびかご漁業の損益分岐点分析

損益分岐点分析の結果，平成21年におけるえびかご船の損益分岐点は４千９百万円であった。平成21年度の水揚げ金額および総費用はそれぞれ，５千６百万円および５千百万円であった。また，経営状態の健全性を示す安全余裕率は11%であり，厳しい経営状態であることが明らかになった（図６）。さらに人工蝟集餌料導入によって削減が見込まれる燃油代・餌代の減少による経営改善効果について検討した。その結果，仮に燃油代および餌代をそれぞれ10%および20%削減すれば，一般的に正常な経営状態である安全余裕率15%になると試算された。

文献

１）金田友紀・蛯谷幸司・阪本正博・武田浩郁・北川雅彦・若杉郷臣：人工餌料に対するホッコクアカエビの蝟集行動．平成22年度日本水産学会秋季大会講演要旨集．108（2010）

11.　マリンブロードバンドを活用したICT漁業の実現とリアルタイム水産資源評価に関する研究開発（公募型研究費）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口浩志　高柳志朗**

(1) 目的

気候変動，レジームシフトに強い順応的資源管理型漁業への移行と持続可能な沿岸漁業の実現を支援するために必要となる沿岸域で利用可能となる高速広帯域の無線通信網（以下，マリンブロードバンド）の構築と運用，ならびに，地域ごとの沿岸漁業における資源評価を高度化し，迅速性と正確性を向上するためのマリンブロードバンドを活用したリアルタイム水産資源評価システムの開発を目的とする。中央水産試験場では，留萌港根拠えびこぎ網漁船をモデル船として，マリンブロードバンドを活用したエビ類の資源評価モデルを開発する。

(2) 経過の概要

留萌沖のエビ類の資源分布を詳細に把握し，資源量指数の精度向上を図るため，モデル船を前年度の１隻から２隻に増やした。また，タッチパネルPCを活用したデジタル操業日誌と，FOMAを利用した漁業情報自動送受信システムが構築され，２隻のモデル船の操業位置および漁獲情報をリアルタイムに取得可能となった。平成21年度に確立した資源量分布図作成手法に従い，各月のエビ類の資源分布図および資源量指数を推定した。さらに，エビ類資源の来遊状況および操業結果をホームページ（http://sigenkanri.jp/：要パスワード）に掲載し，当該漁業の操業支援を行った。

マリンブロードバンドを活用して推定された資源量指数をホッコクアカエビの資源量推定精度向上への活用方法について検討した。VPAのチューニングに用いる資源量指数として活用可能かどうか検討するため，資源分布図から推定された資源量指数の代わりに，これまで長期間のデータが蓄積されているえびこぎ網漁業の１日１隻あたりの漁獲量（CPUE）を用いた。VPAの計算方法は，平成18年度稚内水産試験場事業報告書を参照のこと。チューニングを行う目的関数を，VPAの前進計算による$y+1$年の漁期はじめのふ化群の資源量$B2_{a-1,y+1}$と，えびこぎ網漁業のy年12月～$y+1$年２月のCPUE Q_{y+1}とを用いた以下の式に換えて計算を行った。

$$SSQ=\sum(Q_{y+1}-q\sum_{a=4}^{6}B_{2a-1,y+1})$$

上述した新たな計算方法を新法，これまでのy年までの結果までを用いて計算する方法を従来法として，レトロスペクティブ解析により両手法の資源量推定精度を比較した。

(3) 得られた結果

漁船位置情報から推定された2010年９月～2011年３月までのえびこぎ網漁場内におけるエビ類の各グリッドの平均CPUEの分布を図１に示した。トヤマエビは漁期を通じて漁場内に分布しており，場所により高い密度で分布している場所が存在した。一方，ホッコクアカエビは，9～11月までは漁場内にはほとんど分布しておらず，12～２月にかけて分布密度が高まり，3月になると再び密度が低くなった。

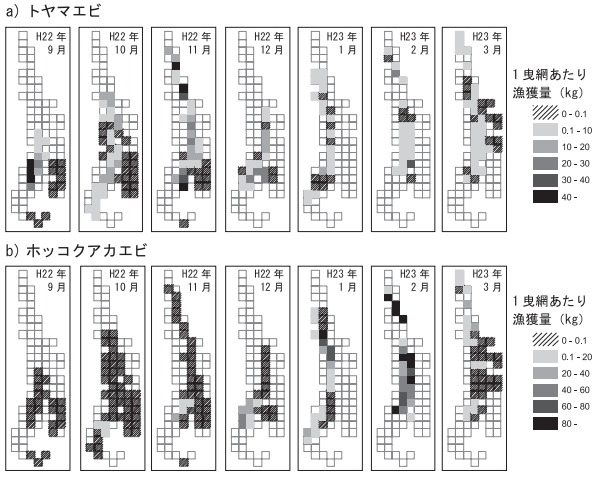


図１　漁船位置情報から推定されたえびこぎ網漁場におけるエビ類の資源分布図（グリッドの１辺は１マイル，緯度度，水深の情報は記載しない）

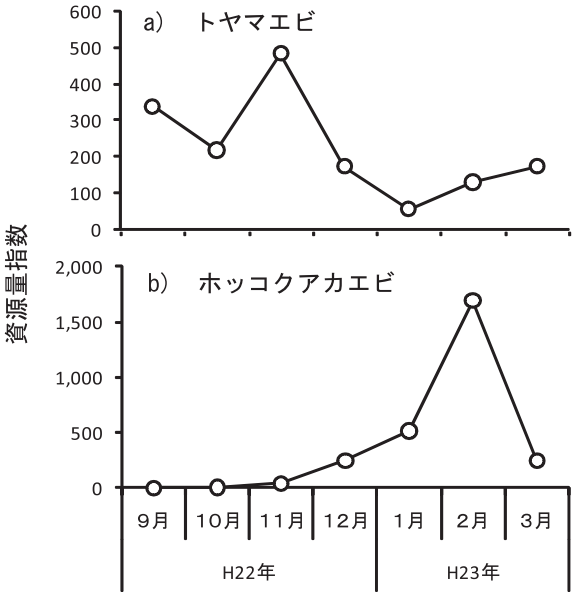


図２　資源分布図から推定されたトヤマエビおよびホッコクアカエビの資源量指数の推移



図３　えびこぎ網漁業の操業支援のために開設したホームページの概要

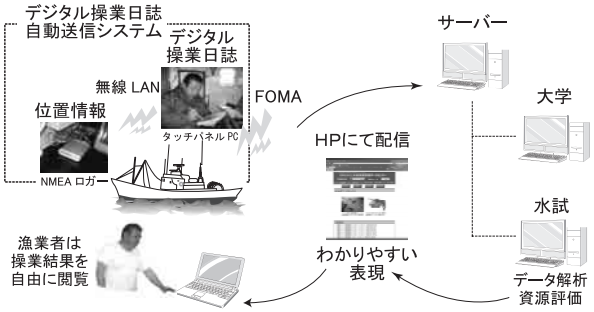


図４　マリンブロードバンド（FOMA）を活用したえびこぎ網漁業の操業支援の仕組み

えびこぎ漁場内の資源量指数は，トヤマエビは９～11月まで200以上と高く，12月以降は200以下で推移した(図２)。ホッコクアカエビは９月には０であったが，その後，徐々に高くなり，2010年２月に最も高い1,692になった。３月には大幅に減少し249になった。

上述した情報をホームページに掲載し（図３），操業支援を行った結果（図４），稚内水産試験場で行っているナマコ資源情報と合わせて，開設から３月末日まで393回ホームページにアクセスがあった。

えびこぎ網漁業漁獲成績報告書から得た12～２月のCPUE（１日１隻あたりの漁獲量）とチューニングVPAによって求められたふ化群の資源量と変動傾向は一致していた(図５)。日本海におけるホッコクアカエビは６才の春に初めて産卵したあと，その後約10ヶ月間抱卵状態にある。翌年１～２月に大陸棚縁辺部の水深200m付近に集群し，幼生をふ化させる。えびこぎ網漁業は冬季に一時的に集群するふ化群をねらって操業が行われており，えびこぎ網漁業のCPUEの変動はエビのふ化群の資源量を反映していたものと考えられた。

これまでのチューニングVPAでは，y年までの資源量指数を指標として，評価実施年$y+1$年に評価年（y年）までの漁期はじめの資源量を推定していた（従来法)。本研究により$y+1$年の資源量指数を迅速に推定することが可能となったため，これを利用したチューニング方法（新法）について検討した。レトロスペクティブ解析の結果，従来法による資源量推定結果では，前進計算による資源量予測値が大きく外れることがあったが，新法では安定した推定結果が得られた(図６)。マリンブロードバントを活用して，迅速に得られた資

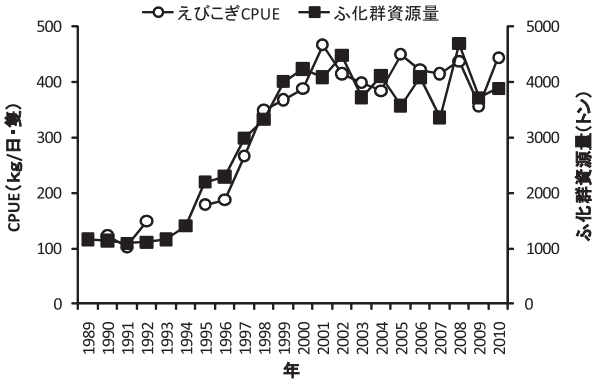


図５　VPAによって推定されたホッコクアカエビふ化群の資源量とえびこぎ網漁業のCPUE

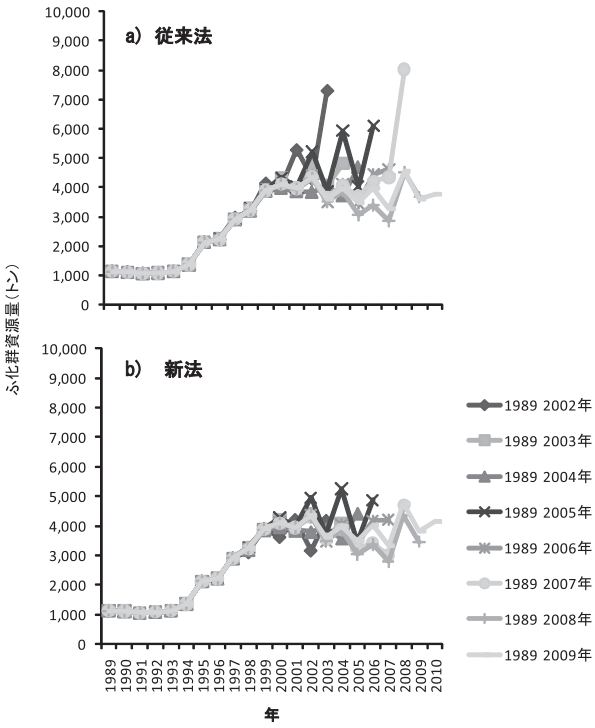


図６　従来法および新法によるレトロスペクティブ解析結果

源量指数について生活史特性を考慮し資源量推定モデルに組み込むことによって，資源評価精度向上に活用可能であることを示した。

これまでの水産資源評価の手法では，過去の資源量の推定値はある程度信頼できるものの，資源量の将来予測の精度は低いことが指摘されている。したがって，その結果に基づいて設定された許容漁獲量と現実の漁獲状況に齟齬が生じる場合があった。本研究で開発された自動送受信システムとGISシステムにより，漁業現場における漁獲状況をリアルタイムで把握することが可能であることから，最新の漁獲データを資源評価に反映させることが可能となる。このことは，現在，国や各都道府県で行われている許容漁獲量制のシステムを改善できる可能性があり，波及効果は大きいと考えられる。

衛星通信を利用したVMS（Vessel Monitoring System）は，操業区域外での不法操業を取り締まるため，漁船を監視する目的で開発されており，欧米では普及している。一方，我が国においては，資源管理の理念として自主管理に重点を置いており，漁業者にとって受け入れ難く，あまり普及していない。マリンブロードバンドを活用して取得された情報が，操業支援および資源評価の精度向上に活用されることによって，漁業者にとってもメリットが享受でき，普及の可能性が高い。今後さらに普及させるためには，漁船位置情報および漁獲結果の情報を自動送信する機能を搭載したGPSプロッターなどの漁船計器の開発に向けた事業展開する必要があると考えられる。

12. 資源評価調査（受託研究費）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**高柳志朗　志田　修　星野　昇　高嶋孝寛　山口幹人**
佐藤　充　三原行雄　山口宏史　山口浩志　丸山秀佳

(1) 目的

我が国200海里水域内の漁業対象資源の性状をを科学的根拠に基づいて評価し，生物学的漁獲許容量の推計に必要な資料を収集するため，水産庁長官が独立行政法人水産総合研究センターに委託して実施する我が国周辺水域資源調査等推進対策委託事業の資源評価調査のうち，独立行政法人水産総合研究センターで担うことが困難な，地域の市場調査，沿岸域の調査船調査等きめの細かい調査，あるいは広い海域において同時に行う漁場一斉調査を行うことを目的とする。

(2) 経過の概要

「平成22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，昨年度まで実施していたスルメイカの漁場一斉調査および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，それぞれ金星丸と北洋丸で実施したので，本報告書の対象外となった。

ア　生物情報収集調査

主要水揚げ港の漁獲統計データを収集すると共に，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。魚種別の調査地と調査回数は次のとおりである。

- ・スケトウダラ　：小樽（１回），古平（３回），岩内（２回）
- ・マダラ　：小樽（１回），余市（１回）
- ・ホッケ　：小樽（８回），古平（３回），神恵内（１回），寿都（３回）
- ・ヒラメ　：余市（３回）
- ・カレイ類　：小樽（１回），余市（１回）
- ・スルメイカ　：小樽（１回），古平（１回），余市（１回）

イ　生物測定調査

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，耳石による年齢査定）を実施し，成長や成熟等に関する知見を収得した。魚種別の調査地と調査回数は次のとおりである。

- ・スケトウダラ　：小樽（５回），古平（３回），岩内（２回）
- ・マダラ　：小樽（１回），余市（１回）
- ・ホッケ　：小樽（５回），古平（２回），寿都（４回）
- ・ヒラメ　：余市（２回）
- ・ソウハチ　：小樽（１回），余市（１回）
- ・スルメイカ　：余市（５回），岩内（２回）

ウ　データ等の収集・蓄積・管理

FRESCO新システムを設置し，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，漁場一斉調査及び沖合海域海洋観測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及び日本海区水産研究所に提出した。

12. 1　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

国は水産基本法第13条，15条の規定に基づき，我が国排他的経済水域における水産資源の適切な保存及び管理を図るため，主要資源と漁業の現状を評価することを目的として本調査事業を実施している。このため，北海道周辺に分布するマダラの資源評価を行うために必要な情報を収集することを目的として，後志総合振興局管内において漁獲物の生物測定調査と漁獲統計調査を実施する。

(2) 経過の概要

ア　漁獲物生物測定調査

2010年10月31日および2011年１月26日に，沖合底びき網漁業により小樽機船漁業協同組合に水揚げされた漁獲物から標本採集し，各個体の生物測定（性別，全長，体長，体重，内蔵除去重量，生殖腺重量，成熟度，肝臓重量，胃内容物重量，胃内容物観察，耳石採取）を行った。また，2010年12月６～７日に余市郡漁業協同組合に水揚げされた漁獲物についても，同様の調査を行った。

イ　漁獲統計調査

後志総合振興局管内における漁獲量を漁業生産高報告（北海道資料）から集計した。単年度の集計期間は４月から翌年３月までとした。ただし，2010年の漁獲量については中央水産試験場が集計した暫定値である。また，2011年３月までに小樽機船漁協に水揚げされた銘柄別箱数を同組合資料から集計した。

(3) 得られた結果

ア　漁獲物生物測定調査

標本採集と測定結果の概要を表１に示す。2010年度は小樽機船漁協で76尾，余市郡漁協で35尾，計111尾を測定した。

イ　漁獲統計調査

1985～2010年度（４月～翌年３月集計）の漁獲量推移を表2, 図１に示した。後志総合振興局管内の沿岸漁業では小樽市，余市町，古平町，積丹町，島牧村などで刺し網による漁獲量が多い。そのうち，小樽市，余市町，古平町では2000年度に前年度を大きく上回る漁獲があったが，それ以降は2007年度まで減少傾向が続き，2009年度にかけ若干増加した。2010年度は小樽，余市，古平で前年から減少した。小樽市に水揚げされる沖合底びき網漁業の漁獲量は近年著しい減少傾向にあるが，2010年度は前年を大きく上回った（表２）。

2010年度の小樽機船漁協における銘柄別漁獲箱数を表３に示す。主要銘柄である木箱入では，すべての銘柄で前年を上回った。

なお, 資源状態などについては,「1. 漁業生物の資源・生態調査研究」を参照。

表１　2010年度の標本測定概要

漁協名	漁獲日	銘柄	測定箱数	測定尾数 雄	測定尾数 雌	平均体長（mm）	平均体重（kg）
小樽機船	2010年10月31日	木箱1尾入	1		1	912.0	14.2
		木箱2尾入	4		8	813.4	10.3
		木箱3尾入	3	6	3	707.8	6.7
		木箱4尾入	2	2	6	606.3	4.1
		木箱5尾入	2	3	7	582.5	3.4
		木箱6尾入	1	2	4	565.5	3.0
小樽機船	2011年1月26日	木箱2尾入	2		4	841.3	10.6
		木箱3尾入	2	1	5	713.3	6.3
		木箱4尾入	2	3	5	662.8	5.0
		木箱5尾入	2	6	4	602.3	3.6
		木箱6尾入	1	4	2	576.2	3.0
余市郡	2011年12月6-7日	発泡箱1尾入	2	1	1	822.5	10.2
		発泡箱2尾入	3	1	5	770.8	8.7
		発泡箱3尾入	3	4	5	649.1	5.2
		発泡箱4尾入	2	5	3	603.4	4.0
		発泡箱5尾入	2	8	2	567.0	3.1

表２　マダラの漁獲量経年値　（４月から翌年３月）

単位：トン

年度	後志									後志計	石狩	宗谷	留萌	檜山	小樽市沖底
	小樽	余市	古平	積丹	神恵内	泊	岩内	寿都	島牧						
1985	628	175	193	53	23	16	201	8	30	1,327	0.3	1,066	149	111	735
1986	667	219	211	65	23	7	287	5	39	1,523	0.2	1,186	325	158	1,203
1987	358	229	321	57	44	6	264	11	48	1,339	0.2	1,517	167	300	957
1988	283	258	348	111	22	12	148	16	81	1,279	0.2	1,171	155	425	617
1989	327	131	424	69	15	8	141	7	53	1,176	0.1	520	113	403	548
1990	381	195	390	41	17	12	118	6	36	1,196	0.0	468	113	345	873
1991	46	289	389	39	16	6	40	3	40	869	0.1	1,012	333	173	1,368
1992	469	351	432	98	48	9	40	12	45	1,504	0.1	2,203	549	61	2,203
1993	614	380	321	115	26	13	14	4	27	1,513	0.1	1,716	386	61	1,638
1994	607	433	339	128	27	23	22	8	51	1,637	1.5	1,234	290	152	1,733
1995	442	352	403	157	40	23	21	11	104	1,554	2.0	1,314	278	243	1,687
1996	498	451	397	259	49	59	20	36	151	1,921	1.4	2,173	382	349	1,630
1997	542	253	253	176	25	36	22	20	126	1,455	0.5	2,272	317	374	2,177
1998	628	264	183	99	13	23	9	4	72	1,295	0.0	1,272	222	110	980
1999	530	288	175	107	18	12	15	3	74	1,223	0.0	827	123	218	939
2000	916	560	381	137	12	25	19	5	125	2,180	0.9	1,729	363	258	1,470
2001	601	279	279	112	22	17	16	3	70	1,398	1.3	1,572	385	181	1,564
2002	435	197	174	75	53	19	10	7	54	1,025	1.5	838	363	121	694
2003	495	270	286	136	61	37	21	17	109	1,433	0.9	1,468	450	286	1,410
2004	134	202	227	96	45	17	11	25	76	832	0.2	1,207	229	242	918
2005	72	187	243	100	77	20	16	6	89	810	2.1	882	163	334	761
2006	100	124	185	60	29	13	25	10	82	628	0.3	1,252	185	400	578
2007	133	119	186	70	14	11	25	13	81	650	0.7	1,884	142	376	458
2008	50	131	247	79	19	10	22	22	74	655	1.9	1,420	226	291	255
2009	118	202	323	112	11	11	13	8	88	886	2.0	1,204	262	265	359
2010	111	172	147	91	11	10	26	11	109	689	1.0	920	170	297	763

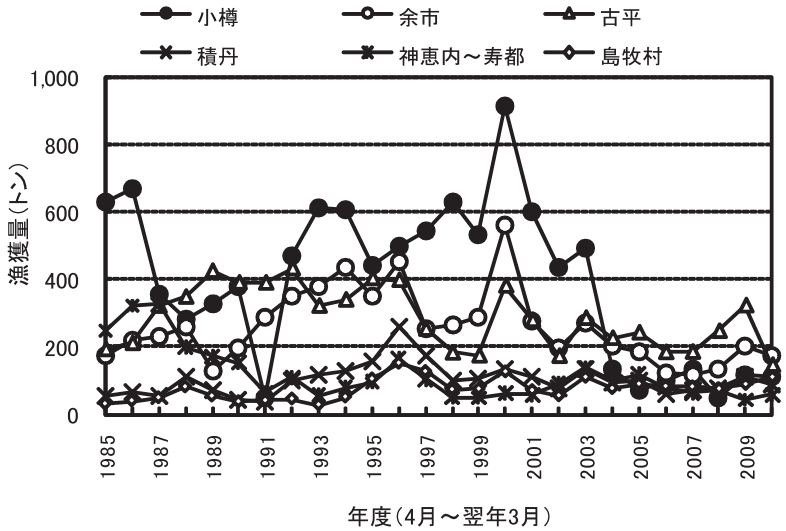


図１　各地区沿岸漁業におけるマダラ漁獲量の経年推移

表３　2010年度の小樽地区沖合底びき網漁業による銘柄別漁獲実績（2010年４月～2011年３月）

銘柄名	箱数	対前年度比
木箱1尾入	557	1.86
木箱2尾入	3,923	1.88
木箱3尾入	10,125	2.36
木箱4尾入	12,989	2.63
木箱5尾入	6,554	2.22
木箱6尾入	2,925	1.92
発泡箱4尾入	8	1.33
発泡箱5尾入	168	2.13
発泡箱6尾入	1,744	3.45
発泡箱7尾入	182	3.31
発泡箱8尾入	1,302	7.48

12. 2　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　**志田　修　山口幹人　三原行雄　丸山秀佳**

(1) 目的

スケトウダラ北部日本海系群の新規加入量（漁獲対象および産卵親魚）を把握するために，年級豊度および漁獲される前（漁期前）の産卵親魚量を推定する。

(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。2010年度は道西日本海において試験調査船北洋丸，金星丸の２船を用いて10月13日～10月25日に調査を行った（図１）。調査内容は，計量魚群探知機（以降計量魚探機と略す）EK−60（シムラッド社製）による音響データ収集（38および120kHz）および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TS（Target Strength）および成魚割合を推定した。これらの音響データと生物測定結果を用いて，調査海域に分布するスケトウダラの分布量を推定した。

(3) 得られた結果

ア　産卵群漁期前分布調査

2010年におけるスケトウダラの水平分布を図２に示す。スケトウダラは例年同様に主要な産卵場である檜山海域，岩内湾および積丹半島沖に多かった。これに加えて，武蔵堆周辺および留萌沖にも強い反応が観察された。

魚体サイズは全調査点で尾叉長2006年級と考えられる35～40cmの魚が採集され，特に産卵場である檜山海域（T15および16）および岩内湾付近（T12～14）の海域では44～60%を占めていた（図３）。積丹半島以北の海域（T１～11）では，これらに加えて，尾叉長15cm未満の０歳魚（2010年級）がT３以外の調査点で採集された。

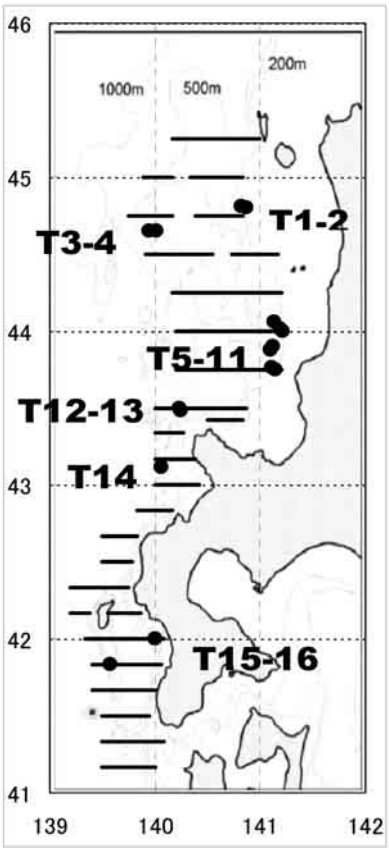


図１　産卵群漁期前分布調査の調査海域
直線は魚探調査ライン．●（T１～T16）はトロール調査点を示す．

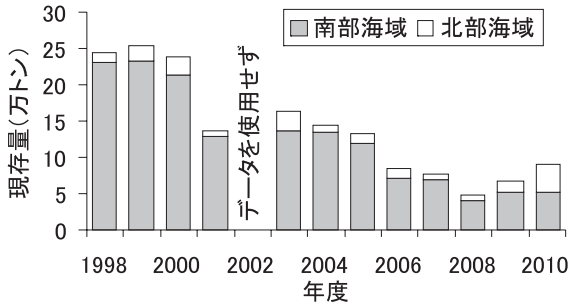


図４　産卵群分布調査から推定されたスケトウダラ成魚分布量の推移
北部海域：北緯43° 41.5'以北，南部海域：北緯43° 41.5'以南の海域

調査海域全体の分布量は9.1万トンと推定され，2009年の1.2倍に増加した。積丹半島以北の海域は3.8万トンと2009年の1.9倍に大きく増加したが，以南海域は5.3万トンと2009年と同程度の値にとどまった。成魚の分布量は，調査海域全体で8.9万トンと2006年級の加入を反映して2009年の1.3倍に増加した（図３）。海域別には積丹以北海域は3.6万トンと2009年の2.2倍となったが，以南海域は5.3万トンと前年並みの水準にとどまった。

イ　結果の活用

調査結果は，スケトウダラ北部日本海系群の産卵親魚量の指標およびVPAのチューニング材料として，国および道の資源評価に用いられている。

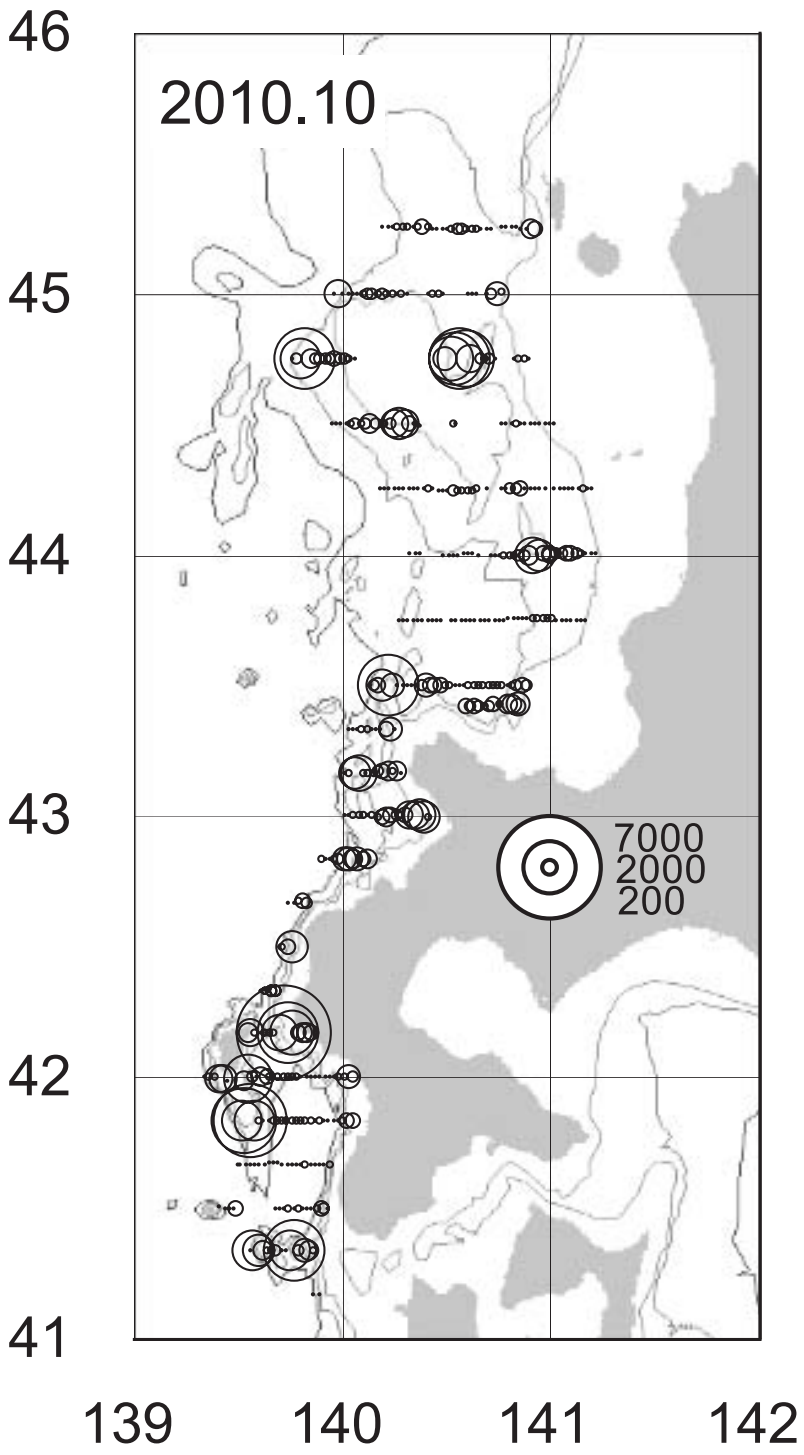


図２　産卵群漁期前分布調査におけるスケトウダラの分布

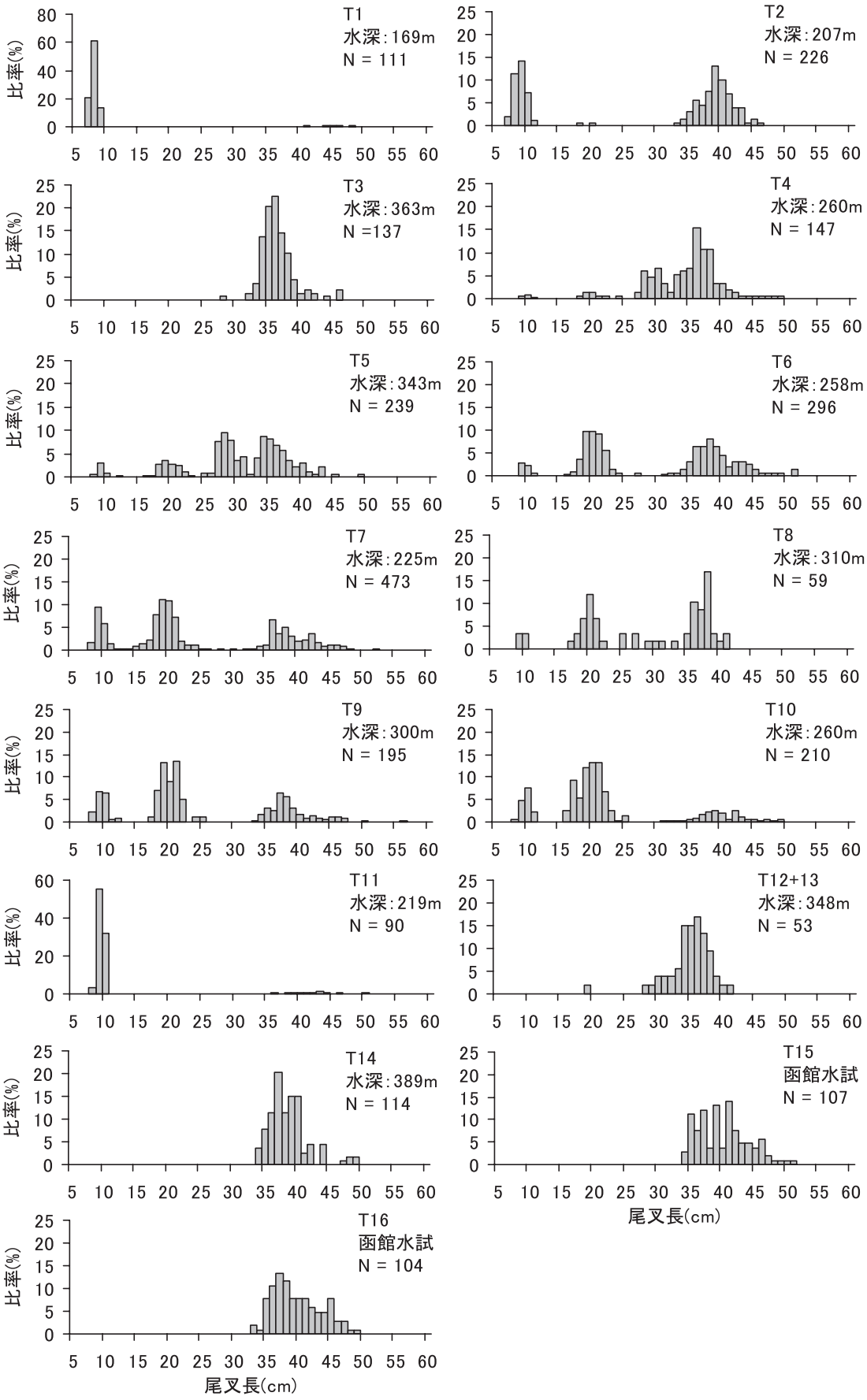


図3　産卵群漁期前分布調査により採集されたスケトウダラの尾叉長

13. 日本海周辺国際魚類資源調査委託事業（受託研究費）
13. 1　日本海周辺クロマグロ調査事業

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**佐藤　充　山口幹人**

(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になっている。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がなされている。本事業では，我が国海域及び隣接する公海を回遊するマグロ資源の資源評価及び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。

詳細は,「平成22年度日本周辺高度回遊性魚類資源調査委託事業報告書，2011年３月，独立行政法人　水産総合研究センター」に記載した。

(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７漁業協同組合（戸井，福島吉岡，松前さくら，島牧，寿都町，東しゃこたん（美国，古平）及び余市郡）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）別のマグロ類及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

2010年の北海道におけるクロマグロの漁獲量（各地区水産技術普及指導所に基づいて中央水試が集計した暫定値）は302トンとなり，前年の390トン（北海道水産現勢）を下回った。2010年の漁獲のうち９割以上を渡島管内が占めていた。

渡島管内主要漁協の漁獲量は293トンで前年（359トン）を下回った。後志管内主要漁協の漁獲量は１トンで前年（９トン）を下回った。

余市郡漁協ではクロマグロ２個体の尾叉長と体重を計測した。

14.　資源動向要因分析調査（スケトウダラ日本海北部）（受託研究費）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**志田　修　三原行雄**

(1) 目的

日本海におけるTAC対象魚種であるスケトウダラ，ズワイガニ，スルメイカの中長期的な資源水準の変化に対する海洋環境の影響を明らかにする。このうち，北海道ではスケトウダラに関する課題を担当する。特に資源動向・水準の変化と同時に見られた産卵場の変化および幼生・稚魚の輸送環境の変化に注目し，資源水準の変化に与えた海洋環境の影響（特に産卵場形成と輸送環境の変化）を評価し，三宅[1)]の仮説を検証する。また，複数種の資源動向の変化に対して海洋環境（水温，流動）という同じ要因（ただし魚種によって影響する過程は異なる）の影響を明らかにすることで，今後の複数魚種管理および生態系管理を想定した資源管理方策を作成する基盤を作る。

(2) 経過の概要

ア　仔稚魚の分布および日齢データの解析

北洋丸を用いて調査を行い，分布および日齢解析データを収集した（調査内容の詳細は，稚内水試事業報告書を参照）。

イ　輸送モデルシミュレーションの検討および結果のとりまとめ

日本海区水産研究所において開催された検討会議に参加し，輸送モデルシュミレーション結果について検討し，結果をとりまとめた。

(3) 得られた結果

ア　仔稚魚の分布および日齢データの解析

分布および日齢組成のデータを蓄積した。

イ　輸送モデルシミュレーションの検討および結果のとりまとめ

過去の研究レビューから，近年の産卵場は檜山海域，岩内湾，石狩湾の３カ所であること，また，仔稚魚の分布調査の結果から，生残には卵仔魚が本道の石狩湾以北の本道沿岸域に輸送されることが必要と考えられた。これらの知見を卵の輸送シミュレーションの基礎とし，豊度の高い2006年級（１－１－５スケトウダラを参照）の生まれた環境を他の年と比較することを中心に研究を進めた。

2005～2009年における卵の輸送シミュレーションの結果から，生残に適した水温の期間が３月に最も長くなること，豊度の高かった2006年は適水温の期間が他の年と比較して長かったと考えられた。また，2006年は各産卵場からの卵の輸送経路が他の年と異なる結果となった。

2006年級の孵化日は３月に集中しており，輸送シミュレーションの結果と一致した。

これらの結果は，卵仔魚の輸送と経験水温が年級豊度決定に重要とする三宅の仮説を支持するものであった。

(4) 成果の活用策と残された課題点

日本海におけるスケトウダラの資源変動（特に1990年代以降の再生産関係の悪化）に，水温と卵の輸送という海洋環境が影響を与えていることが改めて示唆された。今後，この知見を関係者への資源変動メカニズムの説明に使用していく。一方，輸送経路に関するシミュレーション結果は，実際の観察と異なる点も認められるため，研究実施機関である日本海区水産研究所，北海道区水産研究所と情報交換を行いながらモデルの改善を図っていく。

(5) 文献

１）三宅博哉：音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究．北海道大学博士論文, 2008, 136p.

15. 有害生物被害軽減実証委託事業（トド出現実態・生態把握調査）（受託研究費）

担当者 資源管理部　資源管理グループ　**高柳志朗　星野　昇　高嶋孝寛**

(1) 目的

近年，トドやイルカ類等の高次捕食海洋生物が，スケトウダラ，スルメイカ等の重要漁業資源を相当程度捕食していることが明らかになっている。海洋生態系の「食う，食われる」の関係を定性的・定量的に解明し，海洋生物資源の持続的な利用方策や持続的な漁業資源管理の実践につなげることが国際的にも強く求められている。北海道ではトドによる漁業被害が古くから問題となっており，近年では日本海に被害が集中している。

本事業は，トドによる漁業被害対策の一環として，トド捕食影響調査（国際資源対策推進委託事業　平成16年度から調査開始）により基礎的な生態学的知見の蓄積及び被害実態を明らかにすることを目的とする。また，科学的根拠に基づき，トドを含む高次捕食海洋生物の生態系への影響および漁業への影響などを評価し，日本周辺の重要漁業資源の適切な管理に役立てる。

(2) 経過の概要

2010年度に，石狩湾および積丹半島において採捕されたトド9個体から，解体業者の協力を得て試料の採取を行った。採集した試料は，頭部（年齢査定用，北大担当），胃と腸(食性解析用，稚内水試担当)，筋肉（DNA・安定同位体分析用，北水研担当），生殖器（性成熟判定用，北大担当），および皮下脂肪と肝臓（残留性有機汚染物質，北海道環境科学研究センター）であり,それぞれ冷凍もしくはホルマリンで固定し,分析担当機関に送付した。

(3) 得られた結果

ア　採捕・漂着個体からの試料採取

試料採取した個体の生物学的特性値などを表1に示した。オスは4個体で，体重350～1,050kg，メスは5個体で，体重70～320kgであった。なお，標識個体の捕獲は1個体,千島列島ブラットチルポエフ島において標識された個体であった。

イ　食性調査

積丹半島海域で得られた標本（9個体）から採材した胃・腸は冷凍保存後，稚内水試に配送した。

なお，胃・腸内容物の詳細は，現在，分析中であり，得られた結果は，国際資源調査北西太平洋グループ，トドサブグループに帰属するため，詳細は当グループ報告書に報告予定である。

表1　2010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

個体番号	性別	捕獲日	採材日	捕獲海域	漁法など	体重（Kg）	体長（cm）	全長（cm）	胸囲（cm）	脂肪厚（mm）	銃痕部位	焼印	標識札	胎子
11101	メス	2011/1/22	2011/1/24	神恵内村	底建網	180	198	232	92	70	無	無	無	無
11102	オス	2011/1/25	2011/1/26	岩内町	底建網	350	245	297	160	－	無	Ｂ９１３	無	－
11901	オス	2011/2/9	2011/2/10	小樽市	捕獲	1,050	330	390	270	97	背，鰭，頭部	無	無	－
11401	メス	2011/2/11	2011/2/13	石狩市（浜益）	捕獲	280	225	260	180	64	腹，背	無	無	有
11103	メス	2011/3/1	2011/3/1	神恵内村	底建網	145	180	218	128	53	無	無	無	無
11902	オス	2011/3/6	2011/3/8	小樽市	捕獲	320	244	290	161	72	腹，背	無	無	－
11903	オス	2011/3/5	2011/3/8	小樽市	捕獲	580	280	329	195	110	背，頭部	無	無	－
11904	メス	2011/3/24	2011/3/25	小樽市	捕獲	70	155	185	98	30	眼下	無	無	無
11104	メス	2011/3/27	2011/3/29	神恵内村	底建網	210	215	253	137	37	無	無	無	無

16. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査（受託研究費）

担当者　資源管理部　資源管理グループ　**山口幹人　佐藤　充**
協力機関　石狩・後志北部地区水産技術普及指導所

(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に達している。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および自主的漁業管理の取組も貢献していると考えられる。

平成20年にニシン・プロジェクトは終了したが,資源を維持増大させるためには，種苗放流と漁業管理の継続が必要と判断された。そこで，日本海北部にしん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，漁業管理の前提条件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，調査実績がある道総研中央および稚内水産試験場が調査を受託・実施した。

(2) 経過の概要

ア　2010漁期年度の漁況予測

高齢魚（３歳以上）については，漁業情報（漁獲統計・漁獲物組成）から①資源状況を把握し，それに基づいて漁況予測が可能である。一方，若齢魚（２歳以下）については②加入量を予測するための調査が必要である。

そこで，2010漁期年度（2010年５月～2011年４月：盛漁期は2011年１～３月）の３歳以上の漁況予測のため,VPA(Virtual Population Analysis)を用いて主漁業である刺し網が開始される2011年１月の資源重量を推定した。

同じく１～２歳魚の2011年１月の資源重量については，ニシン・プロジェクトから継続してきた稚魚分布調査から加入量を推察し，さらに２歳魚については試験調査船のトロール調査から情報を補足した。

イ　次年度以降の予測に向けて

次年度以降にも漁況予測を継続するため，以下の調査を実施した。(主目的が前述の①と②のどちらであるかを項目名の後に示した。)

(ア) 稚魚分布調査②

2010年６月15日，28日，7月９日，16日の４回，石狩川河口周辺の砂浜域の６点において，調査用地曳き網を用いた稚魚分布調査を実施した。

(イ) トロール調査②

2010年９～10月に試験調査船北洋丸によるトロール調査(Ⅰ．1．1．5スケトウダラ,Ⅰ．1．1．6ホッケ，Ⅰ．1．2．2ハタハタ参照）で，採集されたニシンについて生物測定に供した。

(ウ) 漁獲物調査①

石狩湾海域において，2011年１～３月に刺し網で漁獲されたニシンを中心に，生物標本を採集した。加えて，2010年４～５月の沿岸の定置網類,2010年４月～2011年３月の沖合底びき網で漁獲されたニシンについても，生物測定に供した。

なお,(イ）トロール調査を含め生物測定の測定項目は，性別，尾叉長，体重，内臓除去重量，生殖腺重量，成熟度および耳石による年齢査定とした。その方法は「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)」に従い,生物測定を実施した標本については表１に尾叉長組成と共に示した。

(エ) 漁獲統計調査①

北海道水産現勢や石狩湾周辺の各漁協の漁獲統計資料を収集し，集計を行った。また，石狩地区および後志北部地区水産技術普及指導所の協力を得て，石狩湾漁業協同組合と小樽市漁業協同組合の日別漁獲量および出漁日数を調べた。

また資源の経年動向を把握するため，産卵期である１～４月の沿岸漁業の漁獲量を産卵群漁獲量として集計した。

(オ) 資源解析①

漁獲統計調査および生物測定調査の結果より年齢別漁獲尾数を推定し，稚内水試の同様の調査結果とあわせて，1995漁期年度以降の年齢別漁獲尾数データを１年更新してVPAによる資源解析を行った。

表1-1　ニシン標本尾叉長組成（1）

標本番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
採集地	岩内	316海区	石狩	厚田	厚田	厚田	厚田	厚田	厚田	335海区	留萌沖	厚田	344海区	335海区	321海区	324海区	324海区	321海区	321海区	335海区
漁法	に刺1.8	沖底	小定	小定	小定	小定	小定	小定	小定	トロール調査	えびこぎ	釣り	沖底	トロール調査	沖底	トロール調査				
規格	無選別	ジャミ	無選別	雄23入	雌20入	雌21入	大中	中	小	無選別	ジャミ	無選別	ジャミ	無選別	大中	無選別	無選別	無選別	無選別	大
採集月日	4/6	4/6	4/23	5/7	5/7	5/11	5/11	5/11	5/11	9/14	10/6	10/7	10/13	10/15	10/19	10/21	10/21	10/21	10/21	10/22
メス比率	0.38	0.49	0.54	0.61	1.00	1.00	0.26	0.32	0.48	0.00	0.57	–	0.45	0.75	0.82	0.00	0.75	0.43	0.78	0.45
平均体重(g)	191.9	95.6	140.3	224.3	262.7	241.9	226.3	184.8	156.0	192.0	80.4	7.9	124.3	150.3	338.3	409.0	326.4	112.6	346.9	345.0
平均脊椎骨数*2	–	54.68	54.78	54.48	54.20	54.24	54.39	54.29	54.32	–	54.56	–	54.36	–	54.57	–	–	–	54.66	54.80
個体数	8	59	101	23	20	21	23	28	33	1	189	16	33	4	28	1	8	14	102	124
尾叉長cm																				
5																				
6																				
7																				
8												6								
9												8								
10												1								
11																				
12																				
13																				
14																				
15												1								
16											9			2						
17											30							2	1	
18			3								41		3	1				1		
19			8								78		5	1			1	1		
20			18	5							31		8	1						
21			14	8									3			1				1
22	1		12	14					1	1			2							
23	1		3	21						5			1					3		
24				24	1				3	12			4							
25				7		1			5	10			3		1				1	
26	2	1		10	4	3	2		6	4	1		2		3			1		3
27	2			10	12	9	9	10	8	1			1		1			1	4	6
28	2			2	5	6	7	11	4				1		6		1	1	20	14
29					1	1	3	2	1						12	1	4	1	32	32
30															3		1		18	51
31															2		1		20	12
32																			6	5
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				

標本番号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
採集地	335海区	325海区	325海区	324海区	324海区	335海区	厚田	石狩	石狩川	石狩川	厚田	厚田	厚田	小樽	石狩	石狩	石狩	石狩	小樽	小樽
漁法	トロール調査			沖底	沖底	沖底	は刺	は刺	ウライA	ウライB	に刺1.8	に刺2.0	に刺2.1	に刺2.2	に刺1.8	に刺2.1	に刺2.2	に刺2.3	に刺	に刺
規格	小	大	小	大中	ジャミ	ジャミ	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	無選別	特特大	特大
採集月日	10/22	10/22	10/22	11/1	11/1	12/2	12/6	12/6	12/13	12/13	12/17	12/17	12/17	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/11	1/11
メス比率	0.58	0.45	0.59	0.77	0.51	0.60	0.40	0.44	–	–	0.75	0.25	0.60	0.75	0.29	0.50	0.50	0.52	0.27	0.41
平均体重(g)	114.8	339.5	92.5	333.3	100.6	147.6	43.1	140.1	10.8	12.1	153.9	185.6	256.0	346.0	174.6	322.0	339.4	333.1	343.0	313.2
平均脊椎骨数*2	54.60	54.71	54.68	54.80	54.55	54.60	–	–	54.64	–	54.75	54.38	54.60	–	–	–	–	54.49	–	–
個体数	92	129	73	65	180	213	14	62	50	50	12	8	5	4	7	4	8	100	15	17
尾叉長cm																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9										1										
10							2		5	10										
11							1		40	31										
12							3		4	7										
13							3		1											
14																				
15										1										
16																				
17	2		2		4	3														
18	2		10		10	7														
19	9		13		49	11	1					1								
20	16		21		58	29	1													
21	6		13		25	14	3	4			3									
22	6		7		4	12		15												
23	4		4		2	32		13			1									
24	12	3	3		5	70		16			1				3					
25	16	3			6	28		10			4	3			2					
26	10	4			2	5		1			2	1	1		2			1		
27	4	5		4	7	2		2			1	3	1			1		3		
28	5	12		12	3								1			1	1	18	2	3
29		41		26	5								2	1			2	31	2	8
30		43		10										3		1	2	26	8	6
31		12		11				1									3	13	3	
32		6		1												1		5		
33																		3		
34				1																
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				

＊1：詳細は本報告書の「ハタハタ，カレイ類，ホッケ，スケトウダラ」を参照。＊2：尾部棒状骨を含む。

に刺：ニシン刺網，は刺：ハタハタ刺網，ほ刺：ホッケ刺網，す刺：スケトウダラ刺網を表す。

表1-2　ニシン標本尾叉長組成（2）

標本番号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
採集地	小樽	小樽	石狩	古平	厚田	316海区	小樽	小樽	小樽	小樽	石狩	古平	古平	厚田	小樽	小樽	小樽	小樽	小樽	日司
漁法	に刺	に刺	に刺	す刺	に刺	沖底	に刺	に刺	に刺	に刺	に刺	す刺	す刺	に刺	に刺	に刺	に刺	に刺	に刺	す刺
規格	大	中	無選別	15入	無選別	ジャミ	特特大	特大	大	中	無選別	15入	18入	無選別	特特大	特大	大	中	小	10入
採集月日	1/11	1/11	1/12	1/18	1/24	1/24	2/1	2/1	2/1	2/1	2/4	2/6	2/6	2/15	2/16	2/16	2/16	2/16	2/16	2/21
メス比率	0.43	0.38	0.48	0.52	0.56	0.59	0.60	0.16	0.38	0.23	0.41	0.60	0.53	0.56	0.64	0.44	0.57	0.35	0.29	0.60
平均体重(g)	242.9	217.5	339.4	344.8	346.8	112.7	363.5	279.5	255.0	205.1	322.6	314.6	295.8	333.2	374.6	292.9	271.9	205.2	187.6	347.5
平均脊椎骨数*2	–	54.63	54.60	54.40	54.64	–	–	–	–	54.92	54.63	–	54.42	54.52	–	–	–	54.58	54.89	–
個体数	21	24	173	60	175	29	15	19	21	26	181	30	36	180	14	18	21	26	28	10
尾叉長cm																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19						2														
20						6														
21						8														
22						7														
23						1														
24						1			1										3	
25		6			1		5											6	16	
26		7			1				2	14	5			1				15	8	
27	12	5	1	1				1	3	4	6		2	3		3	6	5	1	
28	6	4	6	3	19			9	7	2	24	2	10	18		5	8			
29	3	2	45	27	67	2	2	9	8		76	7	11	75	1	8	6			
30			84	23	65	1	9		1		60	16	8	65	6	2	1			4
31			29	6	21		3				10	3	4	16	7					2
32			5		1		1					2	1	2						4
33			3		1															
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				

標本番号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
採集地	日司	日司	日司	石狩	354海区	石狩	日司	日司	日司	日司	厚田	小樽	小樽	小樽
漁法	す刺	す刺	す刺	に刺	沖底	に刺	す刺	す刺	す刺	す刺	に刺	に刺	に刺	に刺
規格	15入	18入	28入	無選別	ジャミ	無選別	10入	15入	18入	28入	無選別	大	中	小
採集月日	2/21	2/21	2/21	2/28	3/6	3/9	3/11	3/11	3/11	3/11	3/16	3/21	3/21	3/21
メス比率	0.53	0.72	0.64	0.49	0.48	0.54	0.50	0.53	0.61	0.43	0.51	0.59	0.52	0.64
平均体重(g)	288.4	258.4	207.3	275.5	85.8	234.7	327.7	290.6	243.1	195.2	205.7	233.6	227.1	189.8
平均脊椎骨数*2	–	–	54.79	54.54	54.48	54.63	–	54.72	–	–	54.75	–	–	54.54
個体数	15	18	28	183	358	357	20	30	36	56	285	22	23	28
尾叉長cm														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18						6								
19						23								
20						60								
21						158								
22						91								
23						18	1							
24				1	1		9					29			5
25				7	2	2	68				8	95		1	14
26				9	24		117			1	34	79	8	12	9
27			1	8	42		74			7	14	43	11	8	
28			5	2	39		23			9		16	2	2	
29		6	9	1	24		29		8	11		16	1		
30		9	3		38		30	2	18	8		5			
31					12		4	11	4						
32					1		2	6				2			
33								1							
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

＊1：詳細は本報告書の「ハタハタ，カレイ類，ホッケ，スケトウダラ」を参照。＊2：尾部棒状骨を含む。

に刺：ニシン刺網，は刺：ハタハタ刺網，ほ刺：ホッケ刺網，す刺：スケトウダラ刺網を表す。

ウ　予測の検証

アで示した2011年１月の予想資源重量と実際の漁獲状況とを比較し，予測の検証を行った。

エ　漁期前調査（付記）

本調査と平行して，刺し網の漁期に来遊するニシンの尾叉長や年齢組成の早期把握を目的として，石狩湾漁協および小樽市と共同で刺し網による漁期前調査を実施した。調査は2011年12月17日に石狩市の厚田地区で，2010年１月５日に小樽市および石狩市の石狩地区で実施した。なお石狩市では1.8寸，2.0寸，2.1寸，2.2寸および2.3寸目合いの刺し網を，小樽市では2.1寸と2.2寸目合いの刺し網を用いた。

(3) 得られた結果

ア　2010漁期年度の漁況予測

前年度までのVPAの結果に基づいて計算した2011年１月時点の資源重量（予測値）を過去の資源重量（VPA結果）とともに図１に示した。2011年１月の３歳魚以上は，解析結果をもとに前進計算で推定した結果である。また２歳（2008年級）と１歳（2009年級）については，漁業を通した情報がほとんどなかったため，資源重量を稚魚分布調査および秋季のトロール調査から以下のように推定した。

昨年までは，稚魚分布調査の地曳網での１曳網あたりの平均採集尾数と最大採集尾数を用いて，各年級の加入量を推察してきた。しかし，2007年級が平均418尾，最大3,531尾と比較的多量に採集されたにも関わらず，推定加入尾数が32万尾にとどまったことから，稚魚分布調査結果と加入尾数の関係を再検討した。そして，体長範囲を全長49mm以上とした場合に，調査結果と加入尾数の相関係数が比較的高く，平均採集尾数，最大採集尾数ともに採集尾数が多く加入も多いグループ

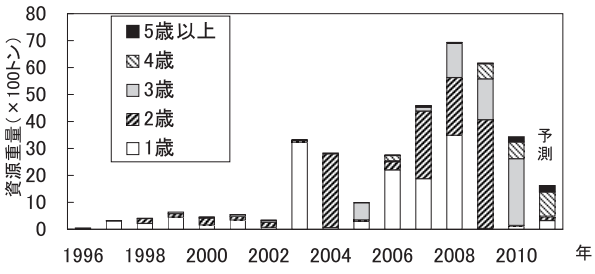


図１　１月時点の資源重量（2011年は予測値）

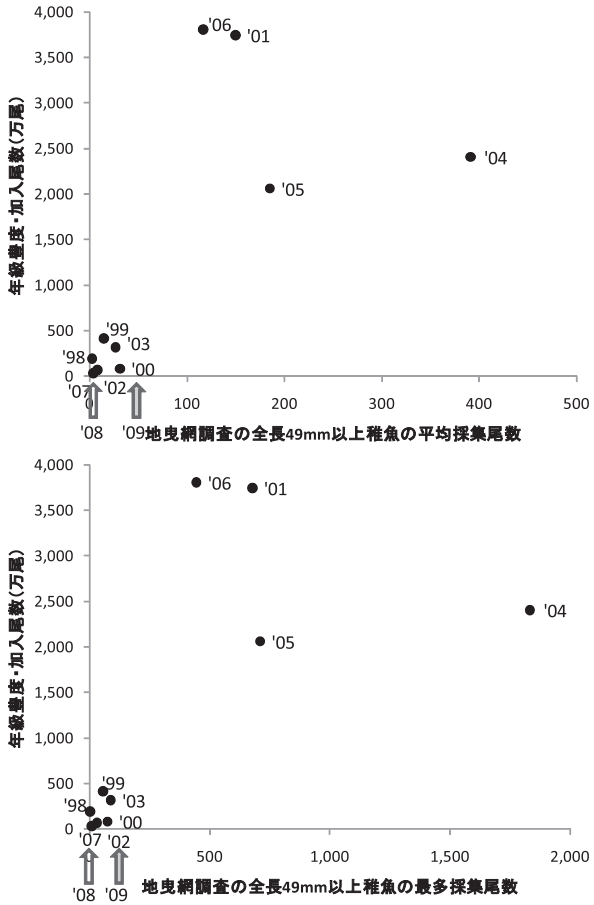


図２　稚魚分布調査（地曳網）による全長49mm以上の稚魚の平均採集尾数（上段），最多採集尾数（下段）と加入尾数（１歳時点の資源尾数）との関係（図中の数字は年級）

（2001，2004～2006年級：加入が２千万尾以上＝高豊度年級）と，採集尾数が少なく加入も少ないグループに大別できた（図２）。そして2008，2009年級ともに採集尾数が少なかったことから，高豊

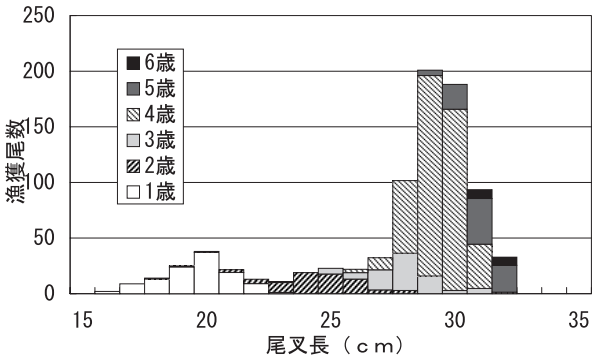


図３　試験調査船による秋季トロール調査（2010年８～11月）で採集されたニシンの年齢別尾差長組成

度年級とはならないと推察された。

また，図３に示したように，2010年秋季のトロール調査において，4歳（2006年級）が最も多く，１歳（2009年級）および２歳（2008年級）は組成では明瞭なピークを形成していたものの比率的には13％と９％にとどまった（後述,（イ）トロール調査参照）。このことからも2008, 2009年級の豊度は2006年級などの高豊度年級よりはかなり少ないものと推測された。よって２歳魚の年級豊度をVPAによる推定値である123万尾，1歳魚のそれを平均的な350万尾（高豊度年級を除く）とし，前進計算によって資源重量を推定して図１に示した。

以上から，2011年１月における主たる漁獲対象である２歳魚以上の資源重量は，2010年の半分以下と推察した。

イ　次年度以降の予測に向けて

（ア）稚魚分布調査

６調査点（図４）の調査日毎の採集状況を表２に示した。

６月15日には石狩川河口右岸のSt.1における5,406尾から左岸のSt.4の２尾まで，全点で計7,761尾のニシン稚魚が採集された。その後６月28日にもSt.2での1,511尾など計1,562尾が採集された。７月７日にはSt.2'で８尾が採集されたのみとなり，さらに７月16日にもSt.1'で８尾，St.1で１尾の計９尾の採集にとどまった。水温は６月15日には13～14℃台であったものが，その後急激に上昇して６月28日以降には河口周辺を中心に19℃以上となった。

稚魚の平均全長は６月15日には33.51mm（前年６月12日37.73mm）であったものが，6月28日には38.50mm（同６月22日34.48mm），7月９日には46.78mm（同７月７日52.27mm）と大きくなったが，７月16日には42.74mmと（同７月22日の平均全長は54.02mm）逆に小さくなっていた。

表２　稚魚分布調査結果

	St.	6	4	3	2	1'	1	計
位置	北緯43°	13'18"	14'50"	15'26"	16'01"	16'36"	16'46"	–
	東経141°	18'58."	20'47"	21'20"	21'58"	22'18"	22'34"	–
6月15日								
	調査時刻	9:40	10:20	11:15	11:45	12:30	12:10	–
水温（℃）	表面	–	13.467	–	14.748	13.769	13.646	–
	底層（1～２ｍ深）	–	13.466	–	13.629	13.80	13.697	–
塩分	表面	–	33.681	–	33.519	33.46	33.534	–
	底層(1～2m深)	–	33.668	–	33.554	33.47	33.527	–
天然稚魚	採集尾数	0	2	504	28	1,821	5,406	7,761
	平均全長(mm)	–	30.41	31.89	34.69	34.29	33.39	33.51
	全長標準偏差(mm)	–	2.21	2.08	2.76	2.32	1.64	–
	最大全長(mm)	–	31.97	39.16	38.09	48.18	37.91	48.18
	最小全長(mm)	–	28.84	28.46	31.65	29.56	29.35	28.46
	平均体重(g)	–	0.12	0.14	0.19	0.19	0.17	0.18
6月28日								
	調査時刻	9:30	10:00	10:25	10:45	11:35	11:20	–
水温（℃）	表面	20.78	20.99	20.47	20.91	21.29	21.49	–
	底層（1～２ｍ深）	19.23	19.92	19.54	19.52	19.12	18.79	–
塩分	表面	31.37	30.32	32.16	31.28	4.68	4.95	–
	底層（1～２ｍ深）	32.39	32.23	32.40	32.29	29.57	32.42	–
天然稚魚	採集尾数	0	0	0	1,511	0	51	1,562
	平均全長(mm)	–	–	–	38.58	–	36.02	38.50
	全長標準偏差(mm)	–	–	–	1.35	–	1.80	–
	最大全長(mm)	–	–	–	42.27	–	39.99	42.27
	最小全長(mm)	–	–	–	35.06	–	31.10	31.10
	平均体重(g)	–	–	–	0.32	–	0.24	0.32
7月9日								
	調査時刻	13:15	13:45	14:10	14:40	15:35	15:15	–
水温（℃）	表面	21.97	23.20	22.46	22.12	21.85	22.32	–
	底層（1～２ｍ深）	21.78	21.48	21.42	21.58	21.58	21.36	–
塩分	表面	5.04	24.575	28.084	6.811	3.072	2.715	–
	底層(1～2m深)	30.496	31.899	31.708	32.093	30.543	31.505	–
天然稚魚	採集尾数	0	0	0	8	0	0	8
	平均全長(mm)	–	–	–	46.78	–	–	46.78
	〃標準偏差	–	–	–	1.56	–	–	1.56
	最大全長(mm)	–	–	–	49.50	–	–	49.50
	最小全長(mm)	–	–	–	44.60	–	–	44.60
	平均体重(g)	–	–	–	0.66	–	–	0.66
7月16日								
	調査時刻	10:10	10:30	10:50	11:10	12:10	11:50	–
水温（℃）	表面	17.70	17.28	17.77	18.22	21.10	21.21	–
	底層（1～２ｍ深）	16.88	16.72	16.38	17.51	18.47	18.81	–
塩分	表面	33.28	33.54	33.38	32.44	4.75	7.92	–
	底層（1～２ｍ深）	33.49	33.59	33.63	33.32	32.72	32.87	–
天然稚魚	採集尾数	0	0	0	0	8	1	9
	平均全長(mm)	–	–	–	–	41.85	49.90	42.74
	〃標準偏差	–	–	–	–	2.42	–	–
	最大全長(mm)	–	–	–	–	45.60	49.90	49.90
	最小全長(mm)	–	–	–	–	38.40	49.90	38.40
	平均体重(g)	–	–	–	–	0.49	0.52	0.49

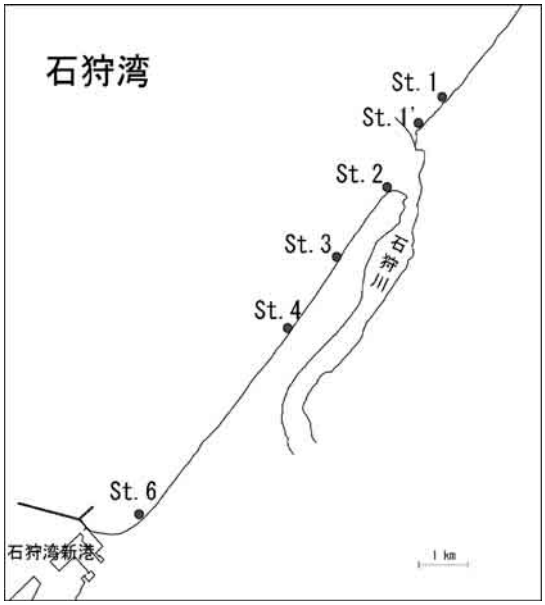


図４　稚魚分布調査点

（イ）トロール調査

試験調査船おやしお丸のトロール調査によって，９月に１尾，10月に845尾，合計846尾のニシンが採集された（図３）。年齢別には４歳が463尾と最も多く，次いで１歳114尾，5歳93尾，3歳87尾，２歳74尾, 6歳15尾の順であった。新たに漁獲の対象となる２歳が３歳以上に比べて少なかったことから，2011年１月の２歳魚の資源重量予測については，先述のように少ないものと判断した。なお，１歳魚の採集は114尾と昨年の４尾に比べて大きく増大した。

（ウ）漁獲物調査

漁獲の中心であった石狩～厚田における漁獲物の尾叉長組成を図５に示した。１～２月にかけて

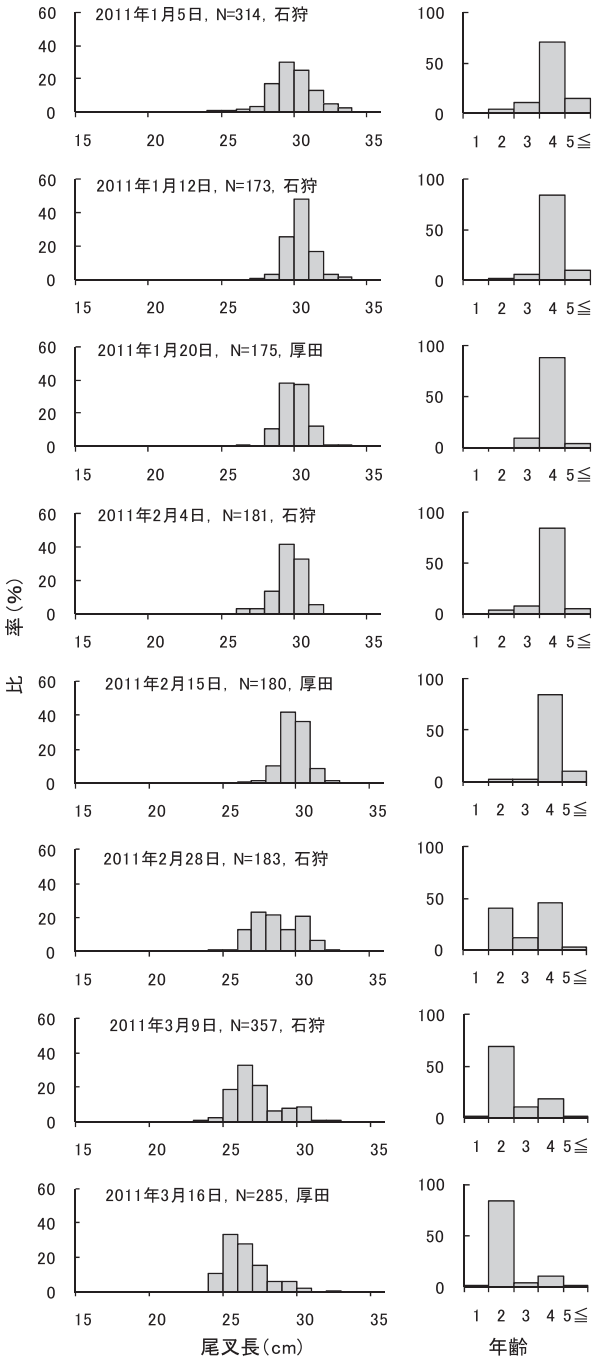


図５　石狩～厚田に水揚げされたニシンの尾叉長・年齢組成

尾叉長モードは30～29cm台で，年齢では４歳がほとんどを占めた。２月末には尾叉長のモードが25～27cmにも見られ，2歳が占める割合が徐々に高まった。なお石狩管内における漁期を通した年齢組成は４歳63.9%，2歳24.6%，5歳以上5.7%，3歳4.9%，1歳0.2%の順であった。

（エ）漁獲統計調査

石狩湾系ニシンの資源変動の指標として，産卵群漁獲量を図６に示した。同漁獲量は1996年まで100トン未満であったが，1997～2003年には200～300トンに増加した。2004年に1,200トンに達し，その後2005, 2006年には300トン前後に減少したものの，2007年以降はおよそ800トン～2,000トンで推移してきた。なお，2011年も1,529トンと豊漁となった。

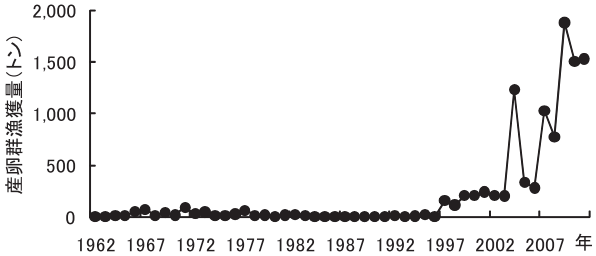


図６　石狩湾系ニシンの産卵群漁獲量

（オ）資源解析

2010年度漁期における年齢別漁獲尾数を加えて行ったVPAによって推定された年齢別資源尾数を図７に示した。なお，1歳（2009年級）についてはその豊度が判明していないため，前述のように平均的な年級豊度（350万尾）とした。さらに2008年級についても推定の根拠となる近年における漁獲係数Fの変動が激しく（図８），過去３年平均のFを用いる通常の手法では資源推定の精度に問題があると考え，1歳時点に遡って平均的な年級豊度の350万尾とした。

このように2007年級以降，高豊度な年級が認められていないことから，2010年度の資源尾数は2,209万尾と前年度（3,719万尾）より大きく減少した。

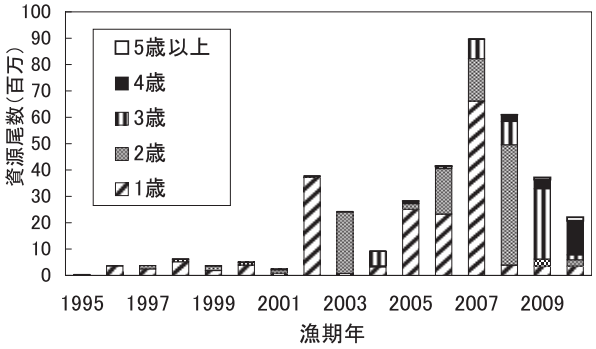


図７　年齢別推定資源尾数

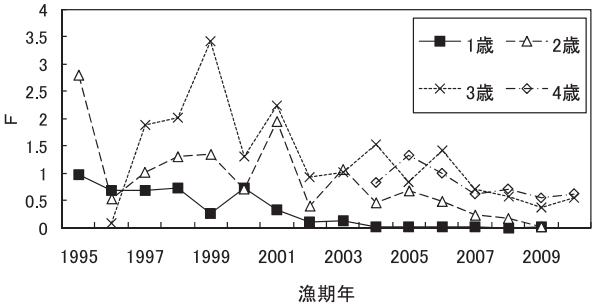


図８　年齢別の漁獲係数Fの変化

ウ　予測の検証

2010漁期年度の漁況について，刺し網の漁期はじめにあたる2011年１月の２歳魚以上の資源重量を前年（2010年）の半分以下と予測した（前述）。

しかし，実際の漁獲量は前年とほぼ同量の1,529トンに達した。予測が外れた要因としては，第一に2006年級の資源量を過小評価していたことが挙げられる。具体的には予測の段階では2006年級の年級豊度を3,783万尾としていたが，漁期後の再計算では6,617万尾へと上方修正された。また，2008年級の年級豊度についても漁期前の時点では123万尾（前述）であったが，2010年度の推定漁獲尾数だけでも128万尾とそれを上回っており，こちらも過小評価していたことになる。これについては各年齢に対するFが年々減少傾向にあり，過去３年平均のFを用いる手法では適切な評価が出来ないといった問題があると思われ，今後の検討が必要と考える。

エ　漁期前調査（付記）

漁期前調査における年齢別尾叉長組成を図９に示した。例年，1月の漁期前調査結果が漁期はじめの漁獲物に類似し，前年12月の漁期前調査の採集物が漁期を通した組成に近い傾向がある。本年度の漁獲物は漁期前半では29～30cmモード，漁期後半に25～27cmモードであり，全体として４歳魚主体の漁獲状況であった。よって，12月の調査で29cmモードの４歳よりも25cmモードの２歳の方が多く採集された点で，例年の状況と異なっていた。しかし，2歳と４歳が漁獲の中心となった点については合致しており，漁期前調査の結果は，漁況予測上有用な情報といえる。

オ　普及・広報

漁況予測を2010年12月に関係者に周知した。

また漁期前調査および漁獲物調査の結果は，

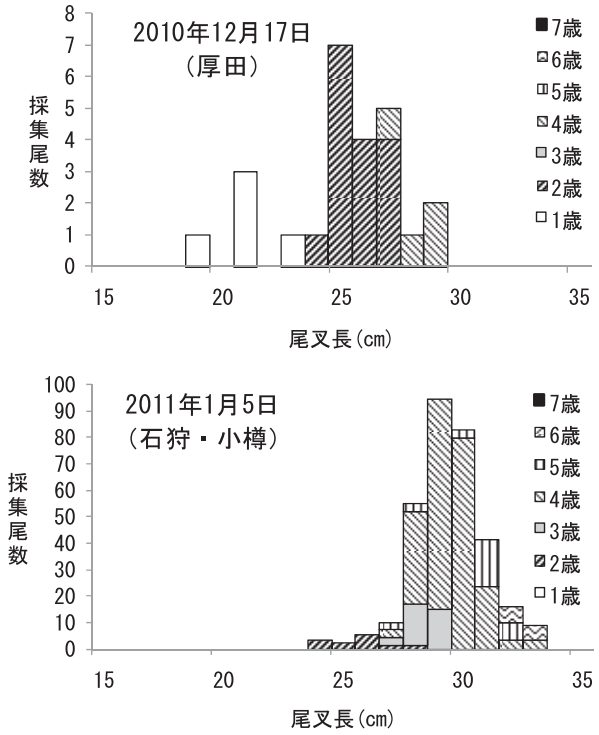


図９　漁期前調査における年齢別尾叉長組成

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。

17　有害生物出現調査並びに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）（受託研究費）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**浅見大樹**

(1) 目的

近年，全国的に定置網等に大きな被害をもたらしている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）からの受託により水産庁による全国的「大型クラゲ等有害生物出現調査及び情報提供事業」として実施した。道としては，単年度事業として函館水試とともに受託した調査である。

JAFICとは平成22年５月28日に委託契約を結び，調査を行った。その主な内容は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である。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，出漁できた日毎の目視情報を収集した。

１）調査船調査：試験研究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，提供する。

２）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。

調査は2010年９月から2010年１月31までの期間実施された。

調査船による洋上調査・陸上定点調査を通じて，今年度は大型クラゲ出現報告は無かった。

表１　調査船による目視調査結果

金星丸

調査期間	海域	目撃情報
9月6-7日	道西日本海	なし
9月14-16日	道南太平洋	なし
9月27-30日，10月1日	道西日本海	なし
10月5-6日	道西日本海	なし
10月13-20日	道西日本海	なし
10月25-29日	道南太平洋	なし
11月11-12日	道南太平洋	なし
11月24-27日	道南太平洋	なし
12月6-14日	道西日本海	なし

北洋丸

調査期間	海域	目撃情報
9月6-7日	宗谷海峡	なし
9月14-15日	道西日本海	なし
9月27-28日	オホーツク海	なし
10月13-23日	道北日本海	なし
12月1-7日	道北日本海	なし

表２　漁業者からの聞き取り調査

定点 目撃期間	島牧 個体数	上ノ国 個体数	松前 個体数	臼尻 個体数
8月下旬	－	－	－	－
9月上旬	0	0	0	0
中旬	0	0	0	0
下旬	0	0	0	0
10月上旬	0	0	0	0
中旬	0	0	0	0
下旬	0	0	0	0
11月上旬	0	0	0	0
中旬	0	0	0	0
下旬	0	0	0	0
12月上旬	0	0	0	0
中旬	0	0	1	0
下旬	0	0	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）。
－；報告なし（調査していない場合と入網がない場合を含む

18. 日本海ホタテガイ採苗不振対策研究（受託研究費）

担当者　資源管理部　海洋環境グループ　**西田芳則　浅見大樹　品田晃良**

(1) 目的

石狩湾から遠別に至る海域では，オホーツク海地蒔きホタテガイ用の種苗生産が盛んであるが，平成20年度には，ホタテガイ浮遊幼生出現数が極度に低下したため，採苗不振に陥った。この原因として，2月の異常低水温に起因した幼生生残率の低下，流れによるホタテガイ浮遊幼生の逸散などが考えられる。しかし，ホタテガイ浮遊幼生が出現する時期の流れについては，ここ十数年採苗が安定していたためか，ほとんど知見がない。そこで，日本海の沿岸から沖合に至る海域の流れを調査し，ホタテガイ浮遊幼生がどのように分布移動するかを明らかにする。また，これらの研究結果をもとに，平成20年の採苗不振に流れが関与していたかどうかを評価する。

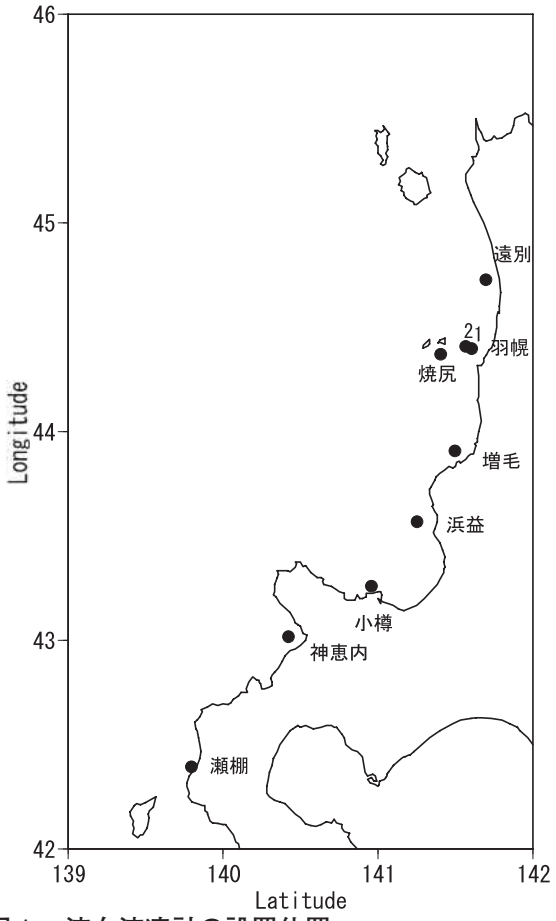


図 1　流向流速計の設置位置

(2) 経過の概要

ア　沿岸域の流向流速調査

北海道日本海における沿岸域の流れの変動特性を把握するため，2010年 4 月から 6 月にかけて，図 1 に示す，せたな，神恵内，小樽，浜益，増毛，羽幌，焼尻，遠別沖に流向流速計を設置した。なお，流向流速計の設置深度は，ホタテガイ浮遊幼生が分布する深度10mから20mの範囲内とした。

イ　調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査

ホタテガイ浮遊幼生の分布移動を広域に把握するため，2010年 4 月から 6 月にかけて，図 2 に示す各定点において，CTD観測，北原式ネットによる深度20mからの鉛直曳きによりホタテガイ浮遊幼生を採集した。

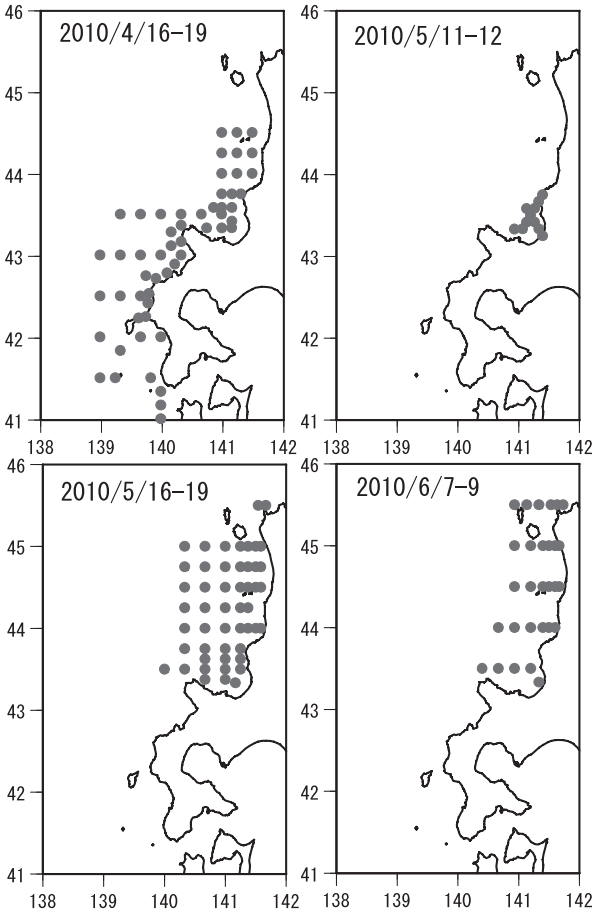


図 2　調査船によるホタテガイ浮遊幼生採集およびCTD観測点

ウ　水塊移動とホタテ浮遊幼生の分散に関する調査

岸沖方向の水塊移動を把握するため，2010年４月から６月にかけて，羽幌では岸から4，7，10マイル沖に，遠別では岸から2.5，5，10マイル沖に自記式水温計（Tidbit）を設置した（図３）。また，水塊分布とホタテ浮遊幼生分布との関連を調べるため，2010年５月10日，24日，31日に，図３に示す各定点において，ホタテガイ浮遊幼生採集のための北原式ネットによる深度20mからの鉛直曳き，および海面から海底までのSTD観測を実施した。

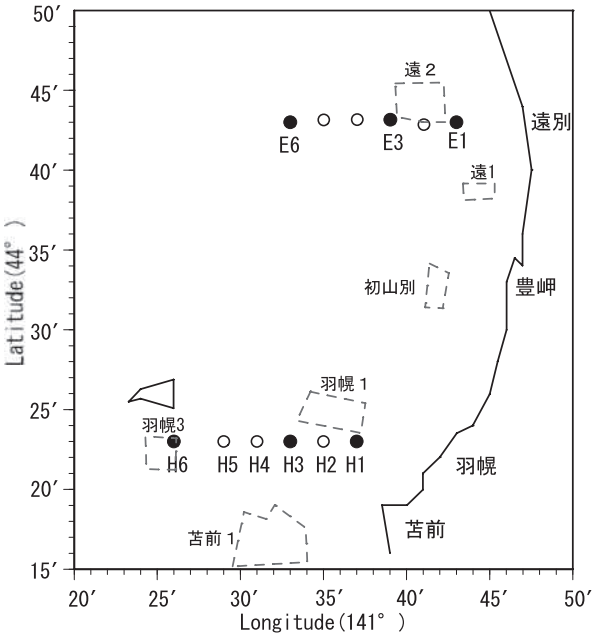


図３　水温計設置点（黒丸）およびホタテガイ浮遊幼生浮遊幼生調査点(黒丸と白抜き)。図中の破線はホタテ養殖施設を示す。

(3) 得られた結果

ア　沿岸域の流向流速調査

（ア）せたな海域

せたな沖における流速変動を，南北成分と東西成分に分け図４に示す。なお，図４中の（a）が周期25時間以下，(b）が周期25時間以上の流速変動である。一般に，周期25時間以下の流速変動としては，潮汐流，慣性振動流があげられる。これらの流動は楕円運動であるため，長距離の物質輸送には寄与しない。したがって，ホタテ浮遊幼生の移送を考える場合には，周期25時間以上の流速変動が重要になってくる。図４から，せたな海域では，周期25時間以上の流速変動が卓越していることがわかる。この周期25時間以上の流速変動では，強流時には流速が50cm/s以上になる。また，流速変動の振幅は５月から増大する傾向にあるが，このような特徴は前年度の観測からも認められた。東西流速，南北流速ともに約半月周期で流速の極小がみられるため，この周期25時間以下の流速変動は，潮汐流を捉えたものと考えられる。

次に，周期25時間以上の流れをみると，流速の東西成分と南北成分の変動がほぼ一致しており，流れは南西方向と北東方向が卓越していることがわかる。この南西，北東方向は海岸線と一致し，流れは岸沿いになっていることがわかる。観測期間中の流向は南西方向が多く，流速は，2010年４月13日に20cm/s以上になったが，その他の期間では20cm/s以下で推移した。

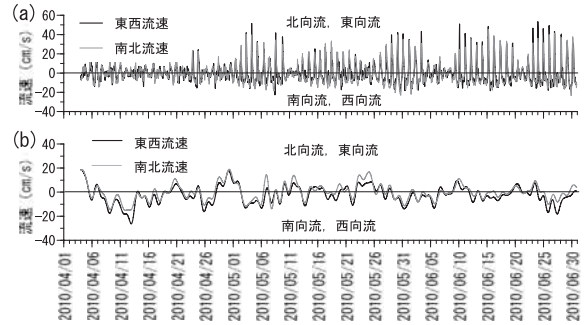


図４　せたなにおける(a)周期24時間以下の流速変動と(b)周期25時間以上の流速変動

（イ）神恵内海域

神恵内における周期１～５日，周期５日以上の流速変動を南北成分と東西成分に分けて図５に示す。図５（a）から，神恵内では数日周期の流速変動が卓越していることがわかる。この周期帯の流れの流向は北西，南東方向が卓越しており，岸沿いに流れる。一方，図５（b）に示した周期５日

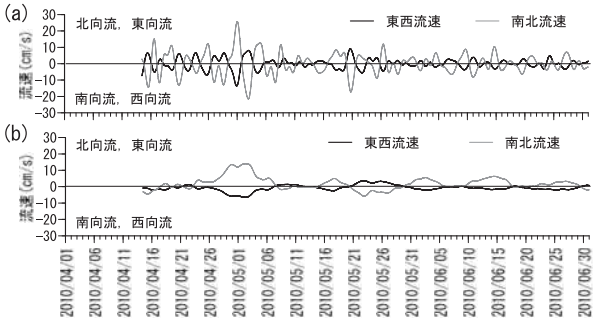


図５　神恵内における(a)周期１～５日(b)周期５日以上の流速変動

以上の流速変動では，2010年４月30日から５月４日にかけて，流速約10cm/sの北西方向の流れがみられたが，その他の期間では流速は10cm/s以下と弱い。したがって，今年度の神恵内海域の母貝から算出された浮遊幼生は，その多くは他の海域へは逸散せず，この海域に滞留していたと推察される。

（ウ）石狩湾海域

小樽における風速の２乗値，小樽と浜益における周期25時間以上の流速変動について，それぞれ南北成分と東西成分に分けて図６に示す。なお，ここでの風速の２乗値は風応力の指標として用いる。小樽では，流れの南北成分が東西成分に比べ弱く，また，流れは東方向が卓越していることがわかる。このような東方向の流れが卓越する現象は，前年度，前々年度の観測結果からも認められている。風応力が小さい2010年５月28日から６月30日の期間においても，小樽では東方向の流れが持続していることから，この東向きの流れが生じる要因は風ではない。なぜ，東向きの流れが卓越するかは今後の課題としたい。一方，浜益では，流れの東西成分，南北成分は複雑に変動しており，小樽でみられたような一定方向の流れが持続する現象はみられない。また，小樽では2010年６月３日から６月30日の期間に東向きの流れが観測されているが，浜益のこの期間の流れは非常に弱くなっている。したがって，石狩湾では，岸を右にみて流れる沿岸流は明確には認められず，流動は局所的であることが推察される。なお，浜益において，上記期間の平均的な流れは，北方向に約４cm/sであり，湾口部に分布する浮遊幼生は湾外へ流出したことが推察される。

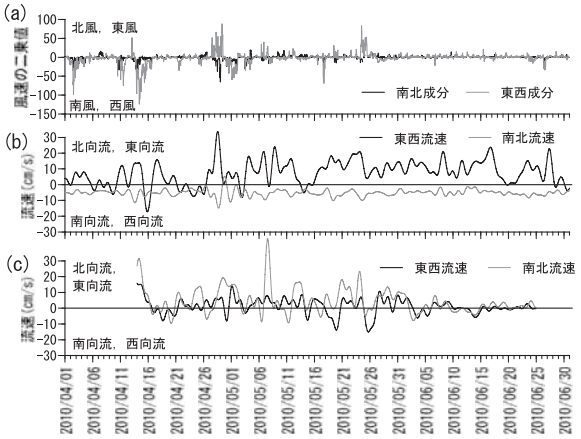


図６　(a)小樽における風応力の時間変化，および(b)小樽と(c)浜益における周期25時間以上の流速変動

（エ）道北海域

羽幌における風速の２乗値，増毛，焼尻，羽幌および遠別における周期25時間以上の流速変動について，それぞれ南北成分と東西成分に分けて図７に示す。観測期間中，2010年４月29日から５月１日,5月７日から８日にかけて強い南よりの風が連吹した。各海域の流れは，風応力の極大時に流速が極大になっていることがわかる。この流速の極大時の流向は，遠別では北，羽幌では北東，増毛では北東方向であり，流れは岸に沿った方向である。また，この時の羽幌１（沿岸側），羽幌２（沖合側），焼尻の流速を比較すると，流速は沿岸に近いほど大きくなっていることがわかる。したがって，南風の連吹時には，地形性ロスビー波の発生が示唆される。一方，2010年５月27日から29日にかけては強い北よりの風が連吹したが，各海域ともに顕著な南向きの流速の増大は認められな

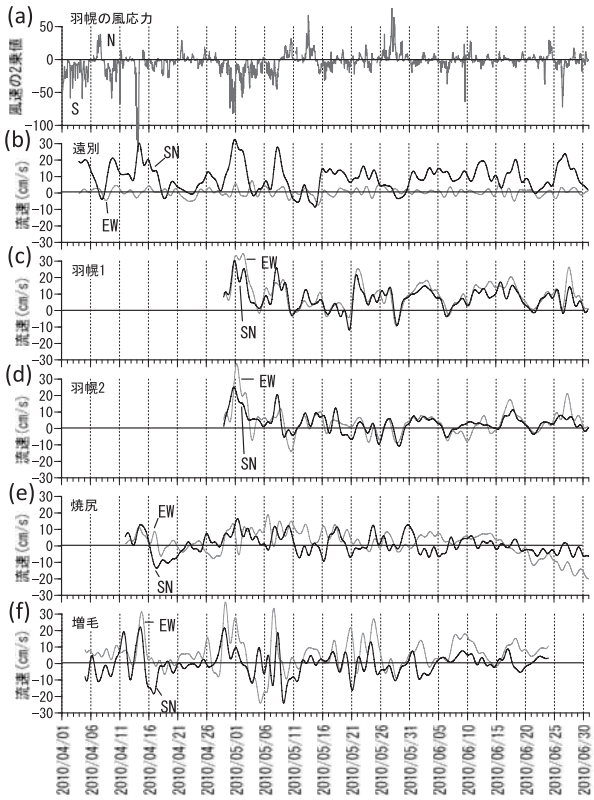


図７　(a)羽幌における風応力の時間変化および(b)遠別(c)羽幌１(d)羽幌２（e）焼尻（f）増毛における周期25時間以上の流速変動

い。このような現象は前年度の観測からも認められているが，詳細は今後の課題としたい。また，例年６月からは風応力が弱くなり，各地区の流速も弱くなるが，今年度は，6月の期間中に遠別，羽幌１で10～20cm/sの北向きの流れが観測された。風応力が弱い時期に流れが生じた要因についても今後の課題としたい。

イ　調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査

ホタテガイ浮遊幼生の発生初期の分布を把握するため，2010年４月16日から19日にかけて，図２に示す調査点においてホタテガイ浮遊幼生を採集した。その結果を図８に示す。津軽海峡から羽幌に至る広い海域を調査したが，浮遊幼生は島牧沖，寿都沖，岩内沖と石狩湾で少数（５個体以下）採集された他は採集されなかった。この要因としては，今年度のホタテガイの産卵時期が，低水温のため，例年よりも遅れたことが考えられる。ホタテガイの採集数は少ないが，ホタテガイの発生は増毛以北海域よりも石狩湾以南で早い傾向にあることがわかった。

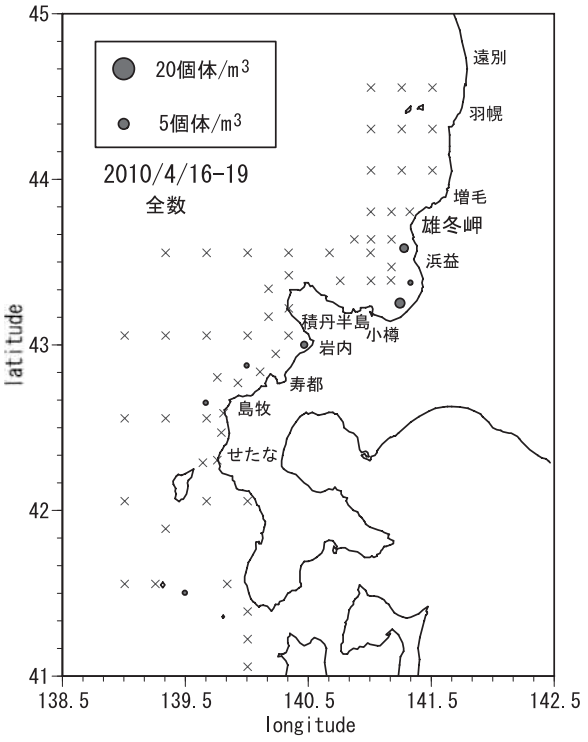


図８　ホタテガイ浮遊幼生出現数の水平分布

次に，ホタテガイ浮遊幼生の分布移動を把握するため，2010年５月16日から19日，2010年６月７日から９日にかけて，図２に示す調査点において

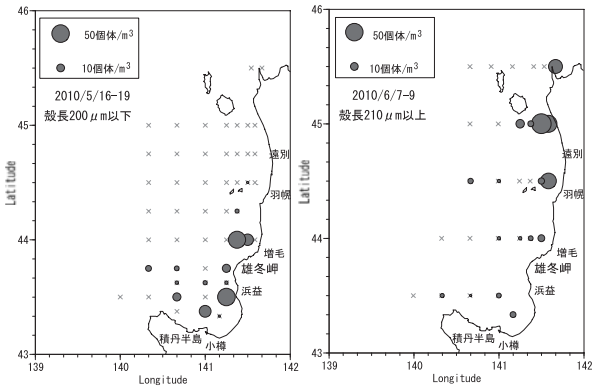


図９　ホタテガイ浮遊幼生出現数の水平分布

ホタテガイ浮遊幼生を採集した。その結果を図９に示す。なお，図９には，ホタテガイ浮遊幼生の成長（成長量は殻長で約５μm/日）を考慮し，前半の調査からは出現数のモードが含まれる殻長200μm以下，後半の調査からは殻長210μm以上のホタテガイ浮遊幼生の出現数をプロットしている。前半の調査では，ホタテガイ浮遊幼生は，石狩湾の浜益沖と増毛沖に多く出現し，羽幌以北ではほとんど出現していない。その後，後半の調査では，ホタテガイ浮遊幼生は，羽幌から宗谷海峡に至る海域で多く出現し，石狩湾，増毛沖の出現数は少ない。したがって，ホタテガイ浮遊幼生は時間の経過とともに，北方へ移動していたことがわかる。前半の調査で増毛沖に分布していたホタテガイ浮遊幼生が後半の調査では宗谷海峡まで達していたと仮定すると，その移動の平均流速は約８cm/s（80マイルを21日で移動）になる。この移動流速は，増毛以北の沿岸域に設置した流向流速計から得られた上記期間の平均北上流速（増毛では6.6cm/s，羽幌１では9.3cm/s，遠別では9.3cm/s）とおおむね一致する。

ウ　水塊移動とホタテ浮遊幼生の分散に関する調査

沿岸域において，海岸線に平行な風が連吹すると，沿岸湧昇，沿岸沈降が生じる。増毛から遠別に至る海域においては，北風によるエクマン輸送により，表層水は沖側へ運ばれること（沿岸湧昇）が予想される。そこで，北風に焦点をあて，岸沖方向の水塊分布，浮遊幼生の分布について調べる。図７から，強い北よりの風は2010年５月27日から29日にかけて連吹した。この前後の期間において，

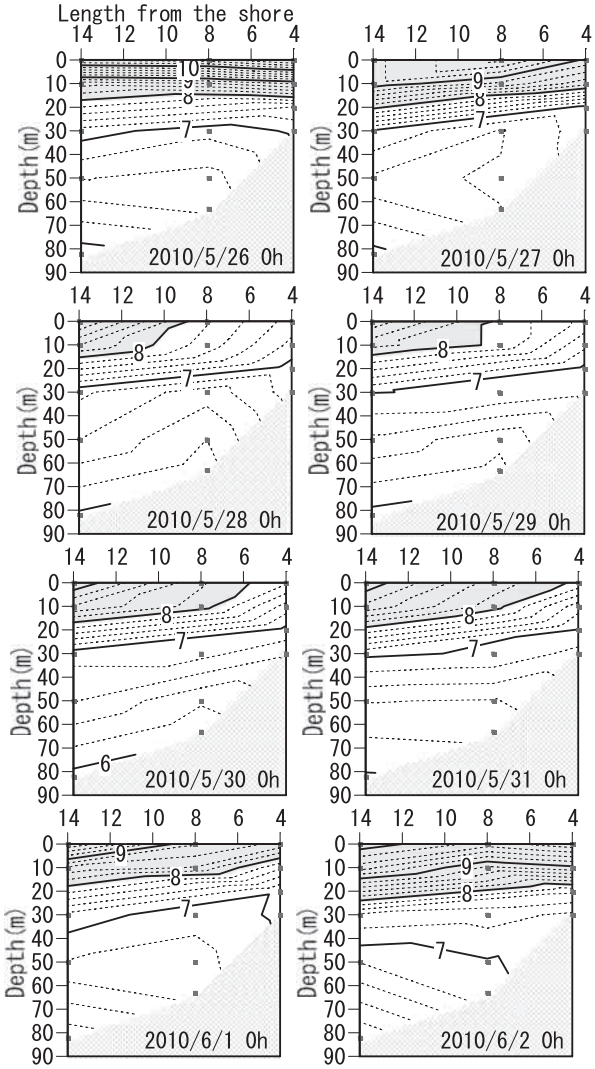


図10　遠別沖における水温の鉛直断面の日変化。遠別沖に設置した水温計のデータをもとに作図。

遠別沖に設置した水温計のデータから同沖合の水温断面を作成し，その日変化を図10に示す。北風が吹く前の2010年５月26日では，深度30m以浅はよく成層しており，この深度以浅では，水温の等値線は水平になっている。北風が吹き始めの５月27日には，等値線は沿岸寄りで上昇，沖側で下降し始め，岸から４マイル沖では９℃の等値線が海面に露出している。翌日の５月28日には北風が最強になるが，9℃以上の水塊は断面内にはなく，8℃以上の暖水は岸から９マイル沖の深度15m以浅に分布している。５月29日には北風が終息するが，９℃以上の暖水は，依然，断面内にはなく，また，８℃以上の暖水は，前日とほぼ同様に，岸から９マイル沖の深度15m以浅に分布している。その後，

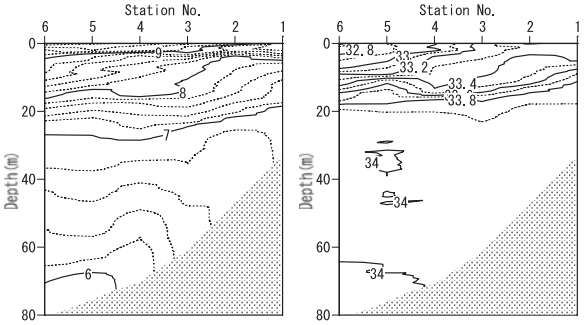


図11　2010年５月31日における遠別沖の（左）水温，（右）塩分の鉛直断面

沖合に分布していた暖水は徐々に沿岸寄りに分布するようになり，6月２日には断面内の深度10m以浅を９℃の水塊が覆うようになる。この時系列変化から，北風によるエクマン輸送により表層水は沖側へ輸送され，北風の終息後に表層水は岸へと戻るが，この表層水の岸方向への移動速度は非常に遅いことがわかる。また，7℃の等値線の分布をみると，沿岸湧昇のみられる５月28日と５月29日では，その深度は深度20mから30mにあり，沿岸湧昇の影響を強くは受けていないことがわかる。したがって，北風による沖合への輸送は，主に深度20m以浅に分布する水塊であると考えられる。

深度20m以浅はホタテガイが多く分布する深度帯であり，北風により，浮遊幼生は沖方向へ輸送されることが示唆される。北風終息後の５月31日に遠別沖でSTD観測とラーバ採集を実施したので，まず，遠別沖の水温，塩分の鉛直断面を図11に示す。図11の水温断面は，図10に示した５月30日の水温断面とほぼ同じであることがわかる。また，塩分の鉛直断面をみると，深度10m以浅のごく表層では，沖合ほど低塩分になっているが，深度20m以浅は33.8以下の低塩分水で覆われていることがわかる。遠別沖の各観測点における浮遊幼生の殻長組成を図12に示す。まず，殻長組成は，いずれの観測点においても殻長200μm前後にモードがあり，その組成の形状はいずれの各観測点においても類似している。したがって，各観測点の表層に分布する水塊は同一であると判断できる。また，ホタテガイ浮遊幼生の出現数は，各観測点ともに２ケタ以上のオーダーであり，沿岸域で出現数が減少する傾向は認められない。以上のことから，北風の連吸により浮遊幼生は沖合へ移動するが，北風の終息後には表層水が再び沿岸へ戻る

ため，この風による浮遊幼生の逸散量は少ないと考えられる。

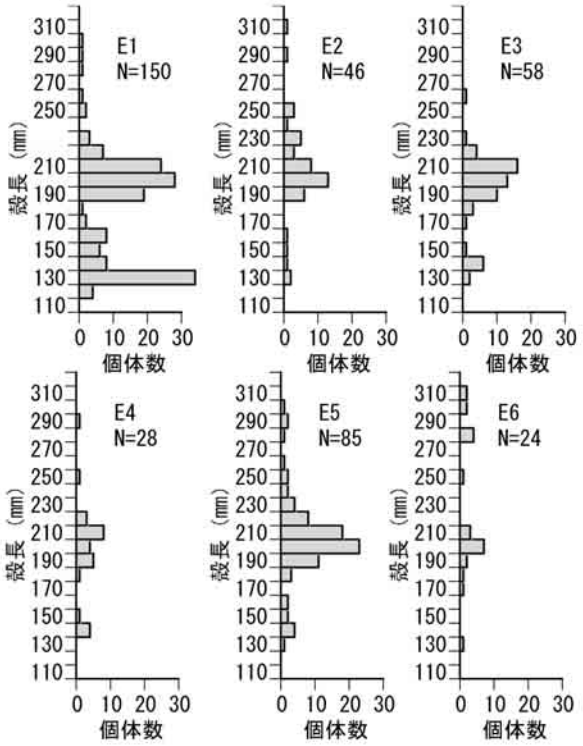


図12　2010年５月31日の遠別沖におけるホタテガイ浮遊幼生の殻長組成。図中の数字は出現数を表す。

Ⅱ　資源増殖部所管事業
1　漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）
1．1　岩礁域の増殖に関する研究

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**秋野秀樹　高橋和寛**
協力機関　後志北部・後志南部地区水産技術普及指導所，
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，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

2010年６月21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16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㎡，動物１㎡）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，2010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㎡,動物１㎡)。この他に各水深帯でウニ類の個体数を４カ所（４㎡）種別に計数した。また，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㎜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

2010年５月24日と11月１日に，小樽市忍路の平磯上の22定点で１㎡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月調査時に殻径８㎜未満の個体と，11月調査時に殻径16㎜未満の個体を前年発生群とみなし，その密度を算出した。

エ　キタムラサキウニ発生調査

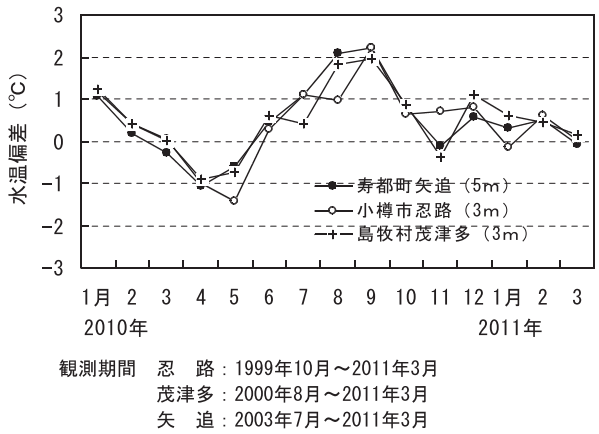
2010年８月25日に，島牧村茂津多地先の穴床前及び瓦斯灯島でそれぞれ長さ100ｍの調査線を海岸線に平行に１本配置し，10m毎に１㎡枠内のウニ類を採集した。採集した全個体について殻径，重量の測定及び年齢査定を行った。

なお，本課題は1986年以降後志南部地区水産技術普及指導所が主体となり，当水試と共同で実施されてきたものである。

(3) 得られた結果

ア　沿岸水温観測

2010年１月～2011年３月までの水温に対する水温偏差（各地区の８年分の水温データから得た）を図１に示した。３地点ともほぼ同じ傾向を示し，2010年４～５月は観測期間の平均より低かったが，それ以外の月は平年並みまたは平均よりも高く推移した。特に８～９月は平均よりも２℃以上高い地点もあった。



観測期間　忍　路：1999年10月～2011年3月
茂津多：2000年8月～2011年3月
矢　追：2003年7月～2011年3月

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水温偏差

イ　海藻・ウニ類モニタリング調査

（ア）小樽市忍路

平磯端の起点と１ｍ地点（水深0.7m）の範囲にホソメコンブが分布し（図２），その沖側には大型海藻は認められなかった。ホソメコンブの平均現存量は1.1kg/㎡であった。2009年の12月から2010年３月までの平均水温は6.3℃と高く（平年5.9℃），12～３月の冬季水温と６月のホソメコンブ現存量には有意な負の相関が認められており，

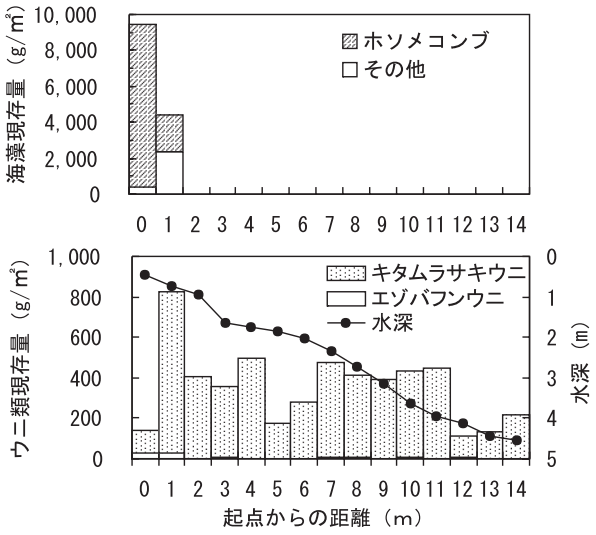


図２　忍路調査定点における海藻類とウニ類の分布

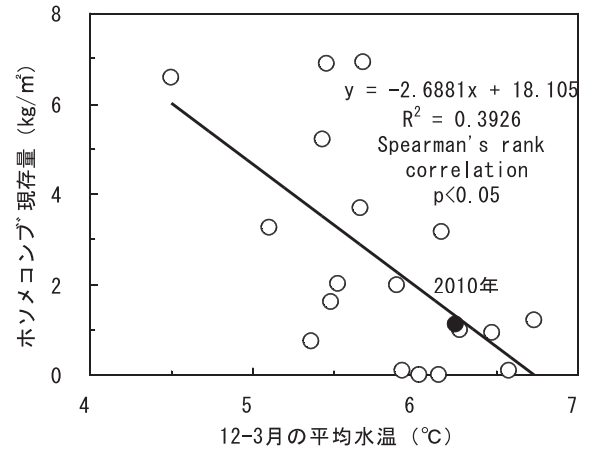


図３　忍路調査定点における冬季水温とホソメコンブ現存量との関係

今年度のホソメコンブ現存量の低さは，その前の冬の高い水温を反映したと考えられる（図３）。

キタムラサキウニは計214個体採集されたが，エゾバフンウニは16個体で，バフンウニは採集されなかった。キタムラサキウニの密度と現存量は，全調査地点の平均密度が14.2個体/㎡，平均現存量

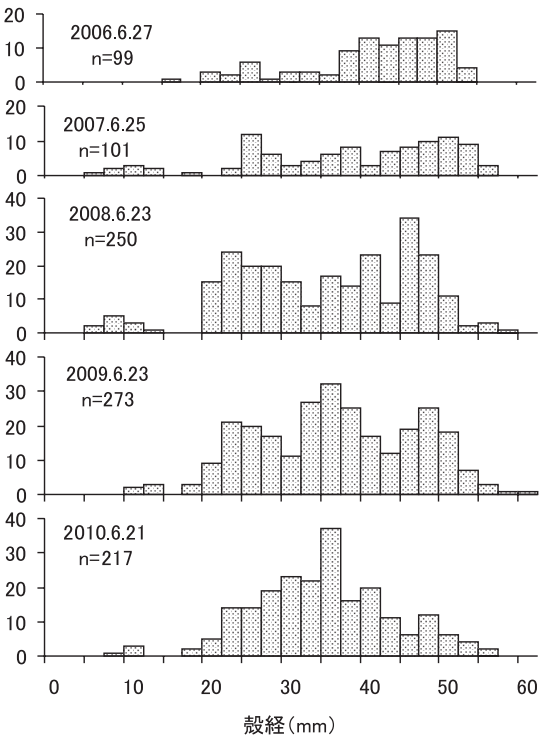


図４　忍路調査定点におけるキタムラサキウニの 殻経組成の推移

は348g/㎡であった。（図２）。キタムラサキウニの殻径は，9.8～57.2㎜の範囲にあり，35mm付近に大きなモードが認められた（図４）。

（イ）寿都町美谷・矢追

水深別海藻生育量を図５に示した。美谷地区では水深１ｍにホソメコンブ・ワカメなど大型１年生海藻と，小型１年生海藻（モロイトグサ）が分布し，現存量は合計で2.0kg/㎡であった。その他水深７ｍ地点ではケウルシグサが1.6kg/㎡分布していた。矢追地区では，水深１ｍで大型一年生海藻のワカメが0.3kg/㎡認められ，それ以外に小型一年生海藻のモロイトグサが0.2kg/㎡認められた。

水深別のキタムラサキウニ密度を図６に示した。美谷地区では水深７ｍ地点が178個体/㎡と最も高く，全平均は7.9個体/㎡であった。矢追地区では水深２

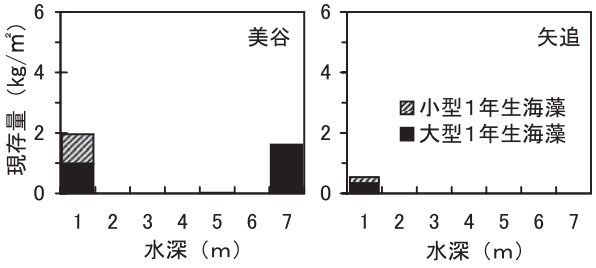


図５　寿都町における水深別海藻現存量

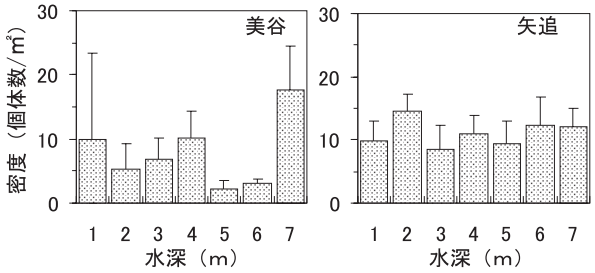


図６　寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生息密度

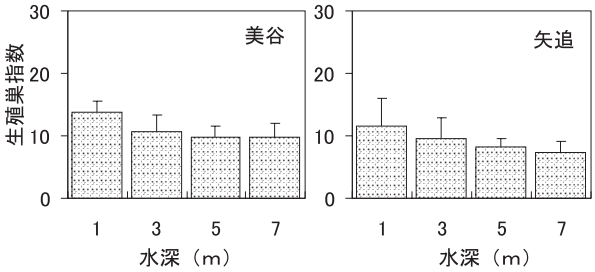


図７　寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生殖巣指数

m地点の14.5個体/m²が最も高く，全平均は11.1個体/m²となり，美谷地区より矢追地区で密度が高かった。

キタムラサキウニの生殖巣指数を図７に示した。2010年度の調査では，美谷・矢追両地区のどの水深帯の調査サンプルとも漁獲基準の18を超えなかった。全水深の調査平均値は，美谷の11.0に対して矢追は9.2であった。両地区とも生殖巣指数の平均値が漁獲対象基準に達しなかったのはウニ類の重要な餌であるコンブ目褐藻の現存量が，両地区とも少なかったことを反映した結果と考えられる。

ウ　エゾバフンウニ発生調査

５月24日の調査ではエゾバフンウニが190個体，キタムラサキウニが33個体採集されたほか，バフンウニが１個体採集された。殻径８mm未満の2009年発生群は11個体採集された。５月調査における０齢のエゾバフンウニの発生密度は0.5個体/m²となった（図８上）。

11月１日の調査ではエゾバフンウニが116個体，キタムラサキウニが61個体，バフンウニが１個体採集された。前年生まれ（2009年発生群）とみなせる殻径16㎜未満のエゾバフンウニが６個体確認され，2009年発生群の平均密度は0.3個体/m²と算出された（図８下）。

エ　キタムラサキウニ発生調査

島牧村茂津多における2006年以降のキタムラサキウニの年齢組成の推移を図９に示した。本年度の調査においては３齢（2007年発生群・全体の

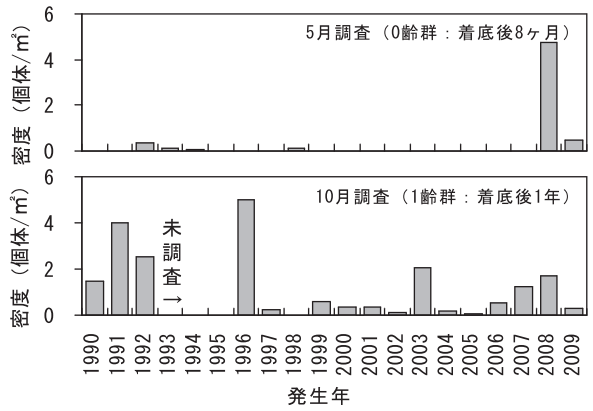


図８　忍路湾平磯上におけるエゾバフンウニの発生密度の推移

33.3%）及び４齢（2006年発生群・20.8%）が高い割合を占めていた。2006年に全体の中で高い割合を占めていた2003年発生群（2006年時点で３齢）は，本年度の調査ではほとんど認められなかった。今年度の調査で１齢として出現する2009年発生群は極めて少なく，全体の1.9%（0.18個体/m²）であった。１齢のキタムラサキウニ密度は前年の９月の水温と有意な正の相関があることが報告されており[1]，2009年の９月の水温が平年並であったことから2008年に続いて2009年の発生は少なかったと推察された。

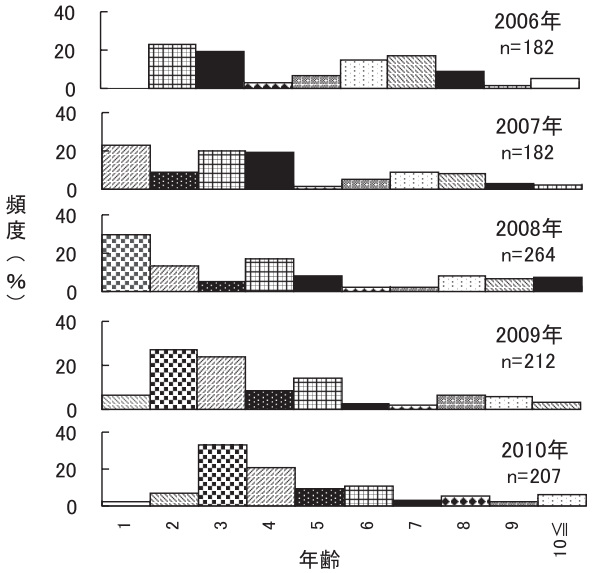


図９　島牧村におけるキタムラサキウニの 年齢組成の推移（後志南部地区水産指導所資料）

(4) 参考文献

１）吾妻行雄：キタムラサキウニの個体群動態に関する生態学的研究．北水試研報，51，1−66（1997）

2．日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究費）

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

(1) 目的

日本海ニシンは，平成８年度からプロジェクトで取組を開始し，日本海北部（積丹以北～宗谷）においては，放流による産卵親魚の増加や漁業者の自主的資源管理の取組，産卵藻場の保全などにより，それまでの20ﾄﾝ未満の漁獲レベルから，200～2,000ﾄﾝの漁獲が得られる資源水準となった。

資源量の増大に伴って，これまで漁獲量が少なかった積丹半島沿岸での漁獲が増大し，回遊海域が拡大している傾向がみられ，積丹半島以南への資源の拡大が期待できる状況となっているため種苗放流による新規資源の造成の可能性を検討する。また，地場の天然ニシンについて調査し，放流に伴う地場ニシンへの影響について検討する。

(2) 経過の概要

ア　種苗放流

北海道栽培漁業振興公社羽幌事業所（以下，栽培公社羽幌事業所）で平成22年１月28日に厚田産の親魚を用いて生産した平均全長49.9㎜のニシン人工種苗（図１）を，泊村堀株の海水浴場から５月17日，18日にそれぞれ15万尾ずつ，計30万尾を放流した(図２)。放流種苗には天然群や他の放流群と区別するために５月12日（日齢91日）に3.5ppm８時間染色でアリザリンコンプレキソン（以下ALC）標識を付けた。

イ　天然資源調査

（ア）　刺し網調査

平成22年２月から４月まで岩内港周辺で月１回の刺し網調査（揚網日は２月９日，3月４日，4月６日）を行った。１回の調査に刺し網を３放し使用した。入網時間は約１日間で，昼に入網し，翌日昼に揚網した。採集したニシンは体重，尾叉長，成熟度などを測定し，耳石から年齢査定およびALC標識の確認を行なった。

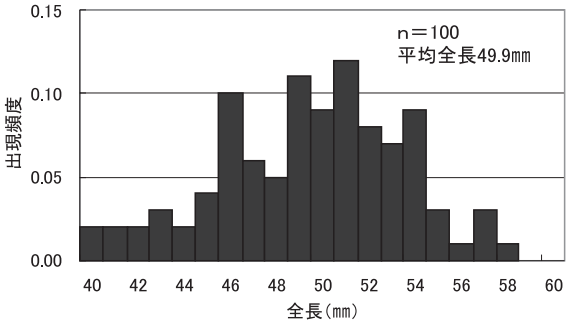


図１　放流種苗の全長組成

（イ）　混獲物調査

平成22年１月26日から５月５日までの泊村，岩内町および寿都町で混獲された350尾のニシンについて体重，尾叉長，年齢，成熟度などの測定を行なった。また，平均脊椎骨数や産卵期から系群を推定した。

ウ　放流効果調査

（ア）　放流追跡調査

種苗放流後，泊村堀株から岩内港北側までの５定点（図2，St－１～５）で地曳き網による追跡調査を５月19日，26日，6月２日の計３回行った。また，泊原子力発電所の取水口に入ったニシンについて北海道電力株式会社に提供を依頼した。採集したニシン人工種苗は，全長，尾叉長，体重などの生物測定後に耳石を摘出し，蛍光顕微鏡によりALC標識の有無を確認した。また，耳石標識径と放流時全長の関係を求め，再捕魚の放流時全長を推定したのち，再捕時全長との差から日間成長量を求めた。

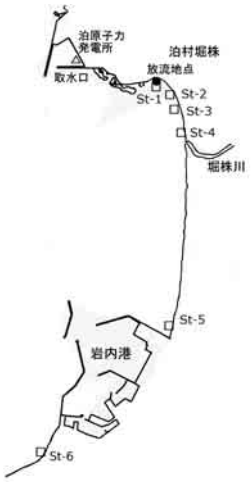


図２　放流および追跡調査地点

（イ）　餌環境調査

放流後の稚魚の摂餌状況については，放流追跡調査で再捕した稚魚の胃内容物について種同定および計数した。餌環境についてはプランクトンネットを用いて動物プランクトンを採集した。調査は放流追跡調査の際に同調査地点で実施した５月19日，26日，6月２日の３回と，さらに６月10日，15日の計５回実施した。追加実施した６月10日，15日には調査点としてSt－６を追加した。胃内容物および動物プランクトンの種同定および計数は㈱日本海洋生物研究所に委託した。

（ウ）　食害魚調査

放流後のニシンの食害状況を調べるために，放流追跡調査で地曳き網に入網した魚について胃内容物を調査した。

(3)　得られた結果

ア　種苗放流

放流時の全長組成を図１に示す。目標放流サイズを60㎜としているが，放流種苗の平均全長は49.9㎜、モードは51㎜であった。放流サイズの小型化の要因として放流時期を約半月早めたことが一因と考えられる。

イ　天然資源調査

（ア）　刺し網調査

２月９日には４尾,4月６日には８尾を採集した。３月はニシンを採集できなかった。年齢構成は１歳と４歳魚で，標本数が少ないため系群判別は実施しなかった。また，ALC標識は確認されなかった。

（イ）　混獲物調査

本調査期間（平成22年１月26日から５月５日）に350尾のニシンサンプルを得たが,まとまった漁獲が見られた日は少なかったため，数が少ないものについては期間をまとめて平均脊椎骨数を求め

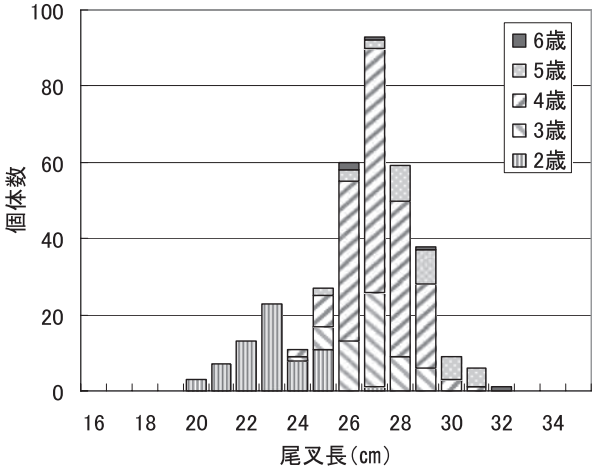


図３　南後志海域の混獲ニシンの年齢別尾叉長組成

表１　混獲物調査で得られたニシン

漁獲日	漁獲場所	尾数	平均尾叉長	平均体重	平均脊椎骨数
1月26日	岩内	1	290.0	303.0	
2月17日	岩内	1	293.0	281.0	
3月2日	岩内	3	272.3	218.0	
3月3日	岩内	1	270.0	227.0	54.56
3月3日	岩内	1	296.0	262.0	
3月5日	岩内	1	269.0	241.0	
3月10日	岩内	1	265.0	186.0	
4月5日	岩内	6	266.5	216.2	
4月9日	岩内	5	263.2	215.8	54.92
4月10日	岩内	2	264.5	186.0	
4月12日	神恵内	80	274.5	205.7	54.40
4月12日	岩内	1	275.0	280.0	
4月16日	寿都	97	250.3	171.4	
4月17日	岩内	16	283.0	215.4	
4月20日	岩内	3	280.3	226.3	
4月20日	岩内	5	262.8	175.3	
4月21日	岩内	13	284.4	205.7	
4月21日	岩内	1	286.0	209.0	54.51
4月22日	岩内	4	267.8	206.3	
4月24日	岩内	3	260.3	184.3	
4月26日	岩内	12	268.6	214.6	
4月26日	岩内	7	260.0	186.6	
4月27日	岩内	2	275.0	205.0	
4月27日	岩内	3	280.0	222.3	
5月5日	岩内	30	284.8	229.1	54.13
5月5日	泊	51	274.0	222.9	54.69
期間全体		350	268.3	201.9	54.49

表２　地曳き網および原発取水口で再捕したニシン

再捕日	調査地点	再捕尾数	平均全長
5月19日	再捕1回目　St-1	5	51.3
	再捕1回目　St-2	1	57.2
	再捕1回目　St-3	8	45.6
	再捕1回目　St-4	82	49.8
	再捕1回目　St-5	3	50.4
	泊原発取水口	6	54.3
5月20日	泊原発取水口	14	53.8
5月21日	泊原発取水口	29	54.8
5月22日	泊原発取水口	1	55.4
5月26日	再捕2回目 St-1	16	58.4
	泊原発取水口	4	56.6
6月2日	再捕3回目 St-5	3	58.5
	泊原発取水口	1	54.3
6月7日	泊原発取水口	1	62.2
7月2日	泊原発取水口	1	60.5
7月3日	泊原発取水口	2	61.3
7月7日	泊原発取水口	2	57.5
7月9日	泊原発取水口	1	54.1
7月11日	泊原発取水口	1	86.2
7月17日	泊原発取水口	1	93.0
7月21日	泊原発取水口	5	73.2
7月23日	泊原発取水口	2	72.7

た（表１）。その結果，5月５日の岩内を除き石狩湾系群の特徴とされる54.4以上値を示した。また，４月16日の寿都のサンプルをmtDNA分析した結果も石狩湾系群であることを支持した（mtDNA分析の詳細は平成22年度栽培水産試験場事業報告で報告）ことから，この混獲物の主群は石狩湾系群の可能性が高いと考えられる。混獲物の年齢組成は２歳が66尾，3歳が60尾，4歳が183尾，5歳が36尾，6歳が５尾だった（図３）。平成18年，20年には成長速度の異なる２群が確認できたが，本年は明瞭な２群は確認できなかった。

混獲物のうち雄の82.2%，雌の82.0%が産卵･放精後の個体だったため，産卵期による系群推定は困難であった。

ALC標識の確認を行なった結果，4月16日の寿都の混獲物から平成19年に石狩～宗谷の海域で放流したものが１尾,4月26日の岩内の混獲物から平成18年に石狩～宗谷の海域で放流したものが１尾の計２尾の放流魚が再捕された。後志南部海域での放流魚の再捕は確認されなかったものの，石狩湾系群が後志南部海域に来遊していることが，放流魚の再捕からも確認された。

ウ　放流効果調査

（ア）　放流追跡調査

地曳き網を用いた放流後の追跡調査の結果,5月19日にSt－１で５尾，St－２で１尾，St－３で８尾，St－４で82尾，St－５で３尾の計99尾，5月26日のSt－１で16尾，6月２日にSt－５で３尾を再捕した（表２）。泊原子力発電所から取水口で再捕した稚魚を

表３　平成22年放流魚の放流後の日間成長量

		日間成長量（mm/day）
放流から	5/26までの	0.90　±0.57
	6/2までの	0.79　±0.27

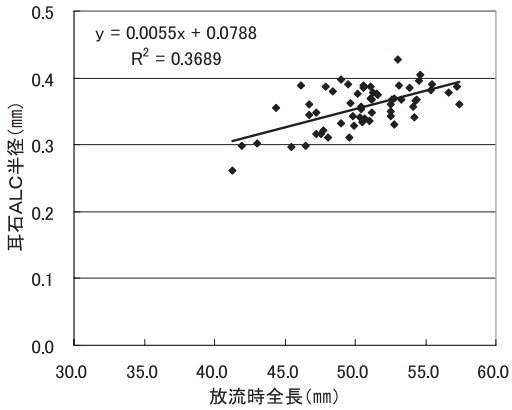


図４　耳石ALC標識半径と放流時全長

表４　ニシン胃内容物分析結果

標本採集日		5月19日			5月26日	6月2日
St.		1	3	4	1	5
平均尾叉長（mm）		51.3	45.6	52.6	59.7	58.5
サンプル数		5	8	10	10	3
平均胃内容物重量(mg)		4.4	2.0	10.0	22.9	22.0
分類群		個体数				
GASTROPODA Larvae	巻貝類の幼生	0.2				0.3
PELECYPODA Larvae	二枚貝類の幼生				0.1	0.3
COPEPODA	ｶｲｱｼ類					
Calanoida	ﾋｹﾞﾅｶﾞｹﾝﾐｼﾞﾝｺ	9.2	7.6	8.8	45.6	42.0
(Copepodite)	（ｺﾍﾟﾎﾟﾃﾞｨｯﾄ幼生）	42.4	3.8	17.7	84.3	64.3
Cyclopoida	ｹﾝﾐｼﾞﾝｺ	0.2	5.1	0.2	35.9	2.0
(Copepodite)	（ｺﾍﾟﾎﾟﾃﾞｨｯﾄ幼生）	1.4	6.6	1.4	68.8	3.3
Harpacticoida	ﾂﾂｶﾞﾀｹﾝﾐｼﾞﾝｺ		0.1	0.1	0.2	38.0
(Copepodite)	（ｺﾍﾟﾎﾟﾃﾞｨｯﾄ幼生）				0.3	18.7
Nauplius of COPEPODA	ｶｲｱｼ類のﾉｰﾌﾟﾘｳｽ幼生			0.1	0.7	
EUPHAUSIACEA Larvae	ｵｷｱﾐ類の幼生			0.8	0.2	0.3
AMPHIPODA	端脚類					2.3
DECAPODA Larvae	十脚類の幼生			0.2		
SAGITTOIDEA	矢虫類					
寄生虫		4.0		2.3		1.0

５月19日から７月23日までの期間に15回，計71尾の提供を受けた（表２）。５月下旬以降，再捕尾数は数尾に減少するものの散発的に再捕された。

本年は地曳き網のサンプル中に，天然稚魚は見つからなかった。

放流時の全長と耳石ALC標識径との関係を図４に示す。この関係式を基に再捕魚の標識径から放流時全長を推定し，日間成長量を求めた（表３）。放流から５月26日までの日間成長量は0.90±0.57㎜/day，6月２日までは0.79±0.27㎜/dayだった。平成18年に積丹町美国で実施した中間育成試験での日間成長量は0.80㎜/dayであったことから，本年の放流後の成長は良好だったと考えられる。

（イ）　餌環境調査

胃内容物については地曳き網で再捕したもののうち，5月19日のSt－１の５尾，St－３の８尾，St－４の10尾，5月26日のSt－１の10尾，6月２日のSt－５の３尾を調べた（表４）。放流直後の５月19日は各地点とも摂餌量は少なかったものの，その後の５月26日および６月２日については十分な摂餌が確認された。放流後の稚魚は主にカイアシ類を摂餌し，特にCalanoidaを，次にCyclopoidaが多かった。

主な餌料生物となっているカイアシ類について，環境水１立方メートル当たりの出現数を図５に示す。５月19日，26日は比較的出現量が多かったが，６月２日，10日，15日には餌生物が少なく，6月に入ると餌料環境が悪化した可能性が考えられる。

（ウ）　食害魚調査

放流追跡調査で地曳き網に入網した５月19日のウグイ３尾，クロガシラガレイ４尾，アメマス１尾および６月２日のクロガシラガレイ２尾，サクラマス１尾について胃内容物を調査した（表５）。このうちニシンを食害していたのは５月19日のアメマスのみだった。

表５　ニシン食害状況

調査日	調査点	魚種	全長(㎜)	胃内容物
5月19日	St-1	クロガシラ	230	海藻
			222	海藻
			246	海藻
			232	海藻
	St-2	ウグイ	347	アミ
	St-3	アメマス	330	ニシン14尾
	St-4	ウグイ	332	アミ
			416	アミ
5月26日	不明	クロガシラ	－	海藻
			－	海藻
6月2日	St-4	サクラマス	481	空胃

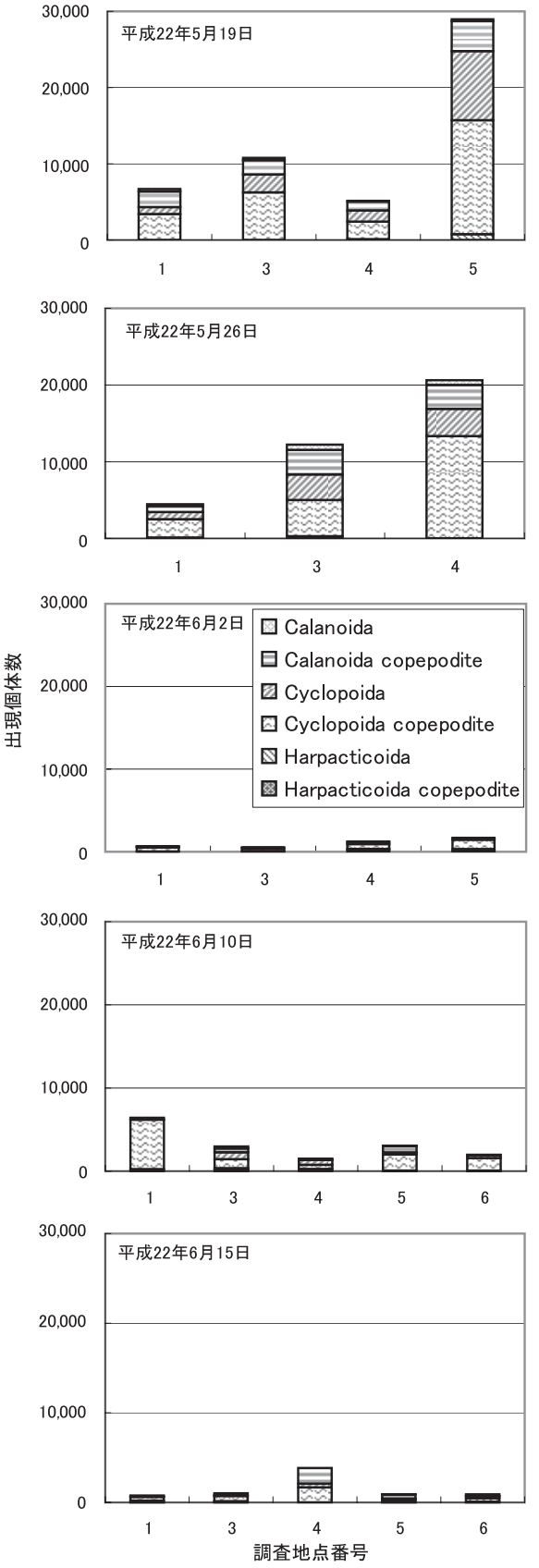


図５　環境水中のカイアシ類の推移（個体数/m³）

３．栽培漁業技術開発調査（経常研究費）
３．１　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（H８）年度から継続している日本海及び津軽海峡のヒラメ放流事業について，市場調査のデータに基づき放流効果をモニターするとともに，放流技術の高度化を図るための試験調査を行う。

(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魚の体色異常率調査や，社団法人北海道栽培漁業振興公社（以後，栽培公社と略記）が取りまとめた放流尾数などに関する資料を収集した。

人工種苗の無眼側体色異常区分は以下の通り。

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

区分３：上記以外のもので，漁獲サイズに至っても黒斑が残ると思われるもの

（市場調査では区分１と区分２の個体は黒斑の確認が困難で，区分３の個体が記録されることから，表1，表２の区分３の値を，各放流年級の標識率とする。）

イ　市場調査

栽培公社の市場調査データ（2009年１～12月分，全長及び体色異常の有無）を用いて，混入率や回収尾数，回収率などを算定し，年級別累積回収率の値を更新した。

ウ　加入した人工種苗の放流サイズに関する調査

余市郡漁協に水揚げされたヒラメを購入して生物測定を行い，耳石（扁平石）を摘出し，落射蛍光顕微鏡下でALC（アリザリンコンプレクソン）標識の有無を観察した。

ALC標識個体については，無眼側と有眼側の標識径を計測し，該当する放流年級の放流時の無眼側と有眼側それぞれの全長－ALC標識径の回帰式に代入して全長を計算し，両者の平均を放流時の全長とした。

(3)　得られた結果

ア　放流データの収集

北部放流群（稚内市～積丹町，2009年羽幌産種苗）の無眼側体色異常率は，区分1，2，3がそれぞれ5.0%，8.3%，86.7%，また有眼側白化率は０%を示した（表１）。

表１　北部放流群（羽幌事業所生産）の体色異常率（%）

	無眼側黒化			有眼側
放流年級	区分1	区分2	区分3	白化
1996	23.0	19.9	57.1	
1997	4.3	28.0	67.7	
1998	21.0	59.0	20.0	2.7
1999	8.8	51.3	39.9	4.2
2000	11.0	13.8	75.2	5.2
2001	1.6	3.2	95.2	11.2
2002	5.5	9.2	85.3	7.5
2003	13.5	21.6	64.9	4.6
2004	36.8	22.8	40.4	3.1
2005	–	–	–	–
2006	6.6	18.3	75.1	1.3
2007	4.1	16.7	79.2	0.2
2008	7.7	34.8	57.5	0
2009	5	8.3	86.7	0

南部放流群（神恵内村～函館市，2009年瀬棚産種苗）の無眼側体色異常率は，区分1，2，3がそれぞれ０%，4.7%，95.3%，また有眼側白化率は0.3%を示した（表２）。

表２　南部放流群（瀬棚事業所生産）の体色異常率（%）

	無眼側黒化			有眼側
放流年級	区分1	区分2	区分3	白化
1996	14.8	35.9	43.9	5.4
1997	0.3	10.0	87.5	0.3
1998	29.7	31.2	32.3	6.8
1999	22.7	36.3	39.0	2.0
2000	1.7	14.3	83.0	1.0
2001	0	0.3	99.7	1.7
2002	9.7	28.3	62.0	0
2003	49.7	32	18.3	0
2004	24.3	33.3	42.3	1.3
2005	45.3	23.3	31.3	0
2006	11.7	18.3	70	0
2007	0	0	100	0
2008	5.5	8.5	86	0
2009	0	4.7	95.3	0.3

イ　市場調査

①　混入率

2009年の市場調査における無眼側体色異常個体の混入率（＝体色異常尾数/調査尾数）は，北部日本海が10.3%（調査尾数4,682尾中，480尾），南部

表３　ヒラメ市場調査（2009年１月～12月）における無眼側体色異常魚の混入率

調査市場名	調査尾数(A)	体色異常魚(B)	混入率(B/A)
宗谷	32	5	15.6%
稚内	215	17	7.9%
豊富	527	94	17.8%
羽幌	1,181	109	9.2%
苫前	361	41	11.4%
増毛	1,200	95	7.4%
小樽	148	15	10.1%
余市郡	938	104	11.1%
寿都	1,047	58	5.5%
瀬棚	300	40	13.3%
上ノ国	676	83	12.3%
松前	255	16	6.3%
福島	336	31	9.2%
知内	347	41	11.8%
北部日本海計	4,682	480	10.3%
南部日本海計	1,980	442	8.9%

日本海が9.1％（調査尾数2,961尾中，269尾）を示した（表３）。

このように海域別の混入率では，北部日本海がやや高い傾向を示したが，個々の調査市場の混入率については，北部日本海が7.4～17.8%，南部日本海が5.5～13.3%の範囲で大きく変動した(表３)。

1996～2009年の混入率（表４）を見ると，1996～2005年の10年間は南部日本海で高い傾向が認められるが，逆に，最近４年間（2006～2009年）は北部日本海で高い傾向が見られている。

表４　北部日本海と南部日本海の市場調査における無眼側体色異常ヒラメの混入率（%）の年変動

調査年	北部日本海		南部日本海	
	混入率(%)	調査尾数	混入率(%)	調査尾数
1996(H8)	3.3	3,946	11.9	4,429
1997(H9)	3.6	5,369	12.0	4,564
1998(H10)	1.3	15,823	5.3	10,084
1999(H11)	2.2	23,726	9.3	5,526
2000(H12)	6.5	12,526	7.9	14,020
2001(H13)	13.8	8,235	8.9	14,899
2002(H14)	6.8	7,697	10.1	9,238
2003(H15)	4.3	9,930	10.5	6,710
2004(H16)	4.9	8,942	12.1	7,500
2005(H17)	7.7	6,820	11.4	4,925
2006(H18)	14.0	2,226	9.0	2,370
2007(H19)	8.1	3,681	5.9	3,872
2008(H20)	7.7	4,906	8.0	3,477
2009(H21)	10.3	4,682	9.1	2,961

②　回収サイズ

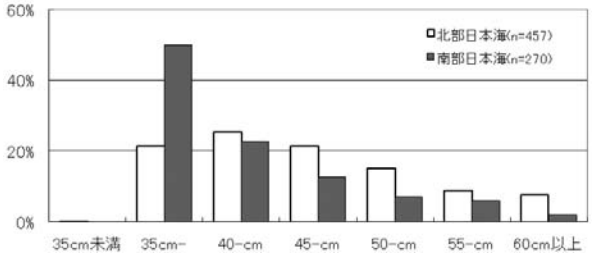


図１　水揚げされた人工種苗ヒラメの全長組成（2009年市場調査）

市場に水揚げされた体色異常個体の標本全長組成を図１に示した。南部日本海（n=270）では全長35cm以上45cm未満の小型個体が標本全体の73%を占め，全長45cm以上（体重１kg以上，銘柄大）の尾数割合は27%と少なかった。

一方，北部日本海（n=457）では，全長35cm以上45cm未満の尾数割合は46%と低く，全長45cm以上の大型の個体の割合が54%を占めた。

③　各調査市場の放流効果の算定

2009年１～12月には，北部日本海の８市場（宗谷，稚内，豊富，羽幌，苫前，増毛，小樽，余市郡）と南部日本海の６市場（寿都，瀬棚，上ノ国，松前，福島，知内）で，ヒラメの市場調査が実施された。

これらの市場における人工種苗ヒラメの回収尾数，回収率，回収重量，回収金額を，北田（1991）の「市場でのサンプリングによる放流効果の直接推定」の手法を用いて計算した。

表５に事例として余市郡漁協の計算結果を示した。

表５　2009年の市場調査に基づく放流効果の計算結果（余市郡漁協）

放流年級	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	計
回収尾数		474	486	182	73	24			12	1,251
95%下限		225	279	-17	-9	-7			-11	460
95%上限		722	692	381	155	56			35	2,041
放流尾数	51,250	46,250	56,250	未放流	46,250	58,750	65,800	44,700	53,000	422,250
標識率	0.58	0.79	0.75		0.40	0.65	0.85	0.95	0.75	
回収尾数(補正)		598	809		331	37			16	1,791
95%下限		284	356		-36	-11			-15	579
95%上限		912	1,260		698	86			47	3,002
回収率		1.29%	1.44%		0.72%	0.06%			0.03%	
95%下限		0.61%	0.63%		-0.08%	-0.02%			-0.03%	
95%上限		1.97%	2.24%		1.51%	0.15%			0.09%	
平均体重(kg)	0.05	0.39	0.86	1.42	1.94	2.37	2.72	2.98	3.18	
回収重量(kg)		215	699		641	88			51	1,693
95%下限		102	308		-70	-26			-47	267
95%上限		327	1,088		1,353	205			148	3,121
単価(円/kg)	901	901	901	901	901	901	901	901	901	
回収金額(万円)		19	63		58	8			5	153
95%下限		9	28		-6	-2			-4	24
95%上限		29	98		122	18			13	281

2009年の年間回収尾数（体色異常に基づく標識率で補正）は，2歳魚が598尾（95%信頼区間，284～912尾），3歳魚が809尾（同，356～1,260尾），5歳魚が331尾（同，-36～698尾），6歳 魚 が37尾（同，-11～86尾），9歳魚が16尾（同，-15～47尾）と推定された。

回収尾数は２歳魚～５歳魚（但し，疾病のため放流を中止した2005年級に相当する４歳魚を除く）で多く，特に３歳魚が回収尾数のピーク（完全加入年齢）を示した。回収尾数の推定値の95%信頼区間を見ると，5歳魚以上の高齢の放流年級群については，推定値の下限がマイナスを示し，推定精度は良くなかった。

回収率は２歳魚（2007年級）が1.29%（95%信頼

区間, 0.61～1.97%), 3歳魚（2006年級）が1.44%（同, 0.63～2.24%), 5歳 魚（2004年 級）が0.72%（同, −0.08～1.51%), 6歳魚（2003年級）が0.06%（同, −0.02～0.15%), 9歳魚（2000年級）0.03%（同, −0.03～0.09%）と推定された。

回収重量は２歳魚（2007年級）が215kg（95%信頼区間, 102～327kg), 3歳魚（2006年級）が699kg（同, 308～1,088kg), 5歳魚（2004年級）が641kg（同, −70～1,353kg), 6歳魚（2003年級）が88kg（同, −26～205kg), 9歳魚（2000年級）51kg（同, −47～148kg）と推定された。

また, 回収金額は２歳魚（2007年級）が19万円（95%信頼区間, 9～29万円), 3歳魚（2006年級）が63万円（同, 28～98万円), 5歳魚（2004年級）が58万円（同, −６～122万円), 6歳魚（2003年級）が８万円（同, −２～18万円), 9歳魚（2000年級）が５万円（同, −４～13万円）と推定された。

④　海域別の放流効果算定のための市場の層化

各調査市場の計算結果に基づいて, 北部日本海と南部日本海のそれぞれの海域全体の人工種苗ヒラメの放流効果を算定するため, 両海域でヒラメの漁獲量（2009年）に基づく市場の層化を行った（図2, 3)。

まずヒラメの水揚げ先が24市場（ただし, ヒラメの総漁獲量が0.5トン未満と僅少である船泊, 香深, 仙法志, 沓形は除く）ある北部日本海については, 年間漁獲量が20トン以上の７市場（北部日本海層別1, 図２の黒棒）と, 20トン未満の17市場（北部日本海層別2, 図２の白棒）に層化した。

そして北部日本海層別１では, 3調査市場（小樽, 余市郡, 増毛）の計算結果を用いて, 4未調査市場（古平, 小平, 手塩, 石狩）を含む７市場全体の回収尾数, 回収率, 回収重量, 回収金額に引き延ばした。

同様に, 北部日本海層別２では５調査市場（苫前, 羽幌, 豊富, 稚内, 宗谷）の計算結果を用いて, 12未調査市場（鷲泊, 初山別, 浜益, 厚田, 遠別, 小樽機船, 美国, 積丹, 焼尻, 天売, 鬼脇, 留萌）を含む17市場全体の放流効果を算出した。

次に, ヒラメの水揚げ先が25市場ある南部日本海は, ヒラメの年間漁獲量が20トン以上の３市場（南部日本海層別1, 図３の黒棒）と, 20トン未満の22市場（南部日本海層別2, 図３の白棒）に層化した。

そして, 南部日本海層別１では１調査市場（上ノ国）の計算結果を用いて, 2未調査市場（島牧, 岩内）を含む３市場全体の回収尾数, 回収率, 回収重量, 回収金額に引き延ばした。

同様に, 南部日本海層別２では５調査市場（知内, 松前さくら, 寿都, 福島, 瀬棚）の計算結果を用いて, 17未調査市場（大成, 神恵内, はまなす, 木古内, 泊, 函館, 熊石, 上磯, 太鼓, 江差, えさん, 戸井, 乙部, 盃, 奥尻, 銭亀沢, 椴法華）を含む22市場全体の放流効果を算出した。

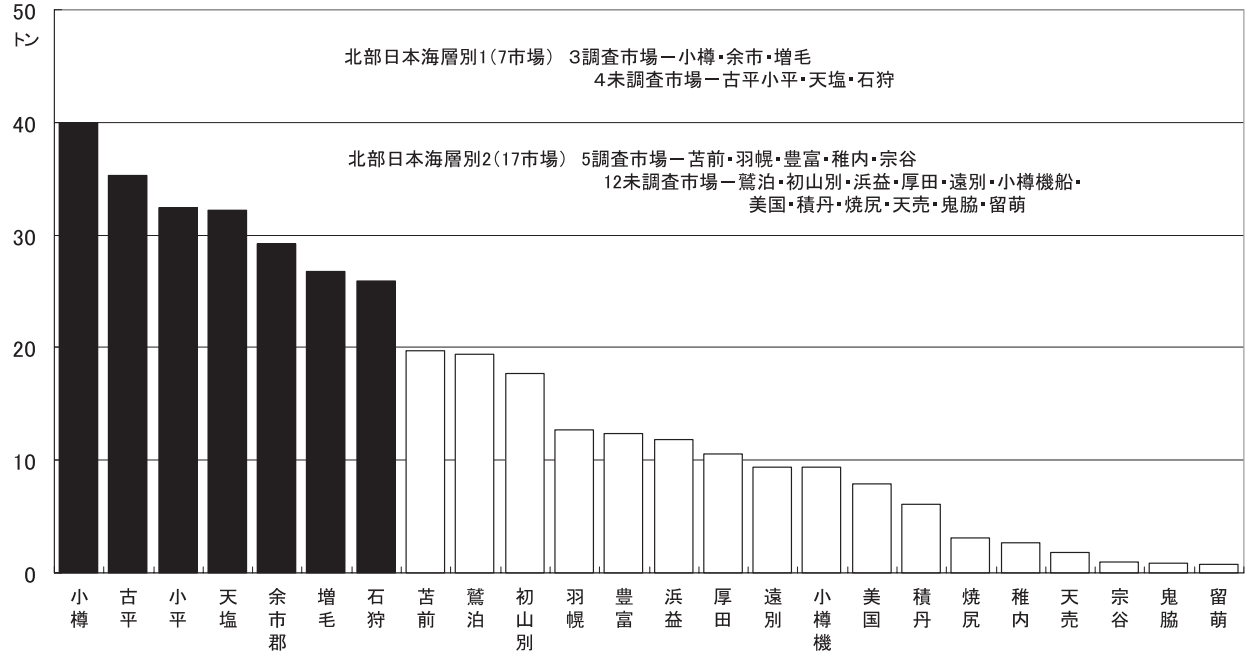


図２　　漁獲量による層化（北部日本海）

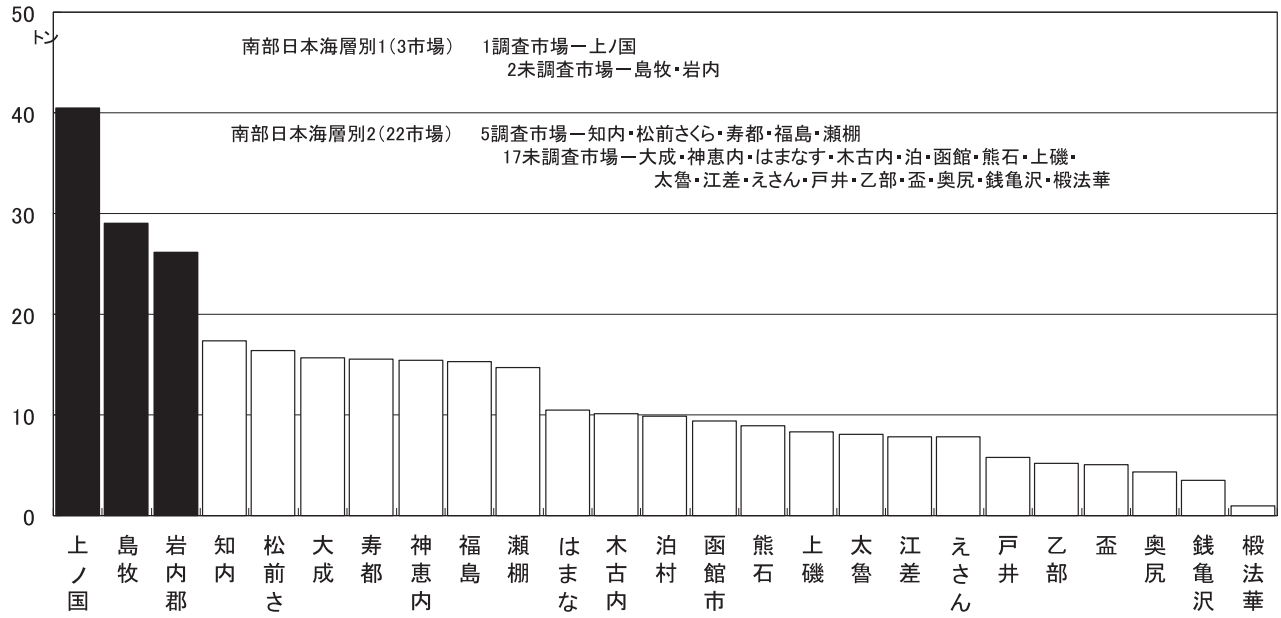


図３　漁獲量による層化（南部日本海）

表６　北部日本海における放流効果（標準率による補正済，2009年）

年級	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
査定年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	計
標識率	0.58	0.79	0.75	－	0.40	0.65	0.85	0.95	0.75	
A: 回収尾数(尾)	431	7,621	11,990	－	5,078	299	27	0	37	25,483
95%下限	−228	2,282	3,822	－	477	106	−25	0	−35	6,399
95%上限	1,090	12,958	20,159	－	9,677	490	79	0	110	44,563
B: 放流尾数(尾)	1,102,000	1,000,000	1,207,500	未放流	1,119,000	1,127,000	1,176,900	781,100	1,057,000	8,570,500
A/B: 回収率	0.04%	0.76%	0.99%	－	0.45%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	
95%下限	−0.02%	0.23%	0.32%	－	0.04%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	
95%上限	0.10%	1.30%	1.67%	－	0.86%	0.04%	0.01%	0.00%	0.01%	
C: 平均体重(kg)	0.05	0.36	0.86	1.42	1.94	2.37	2.72	2.98	3.18	回収重量(kg)
A*C: 回収重量(kg)	22	2,732	10,358	－	9,844	710	73	0	118	23,856
95%下限	−12	818	3,302	－	925	252	−68	0	−111	5,105
95%上限	55	4,645	17,415	－	18,758	1,163	215	0	350	42,601
D: 平均単価(円/kg)	994	994	994	994	994	994	994	994	994	回収金額(万円)
A*C*D: 回収金額(万円)	2	272	1,030	－	978	71	7	0	12	2,371
95%下限	−1	81	328	－	92	25	−7	0	−11	507
95%上限	5	462	1,731	－	1,865	116	21	0	35	4,235

それぞれの海域における層別１と層別２の計算結果を加算して，その海域全体の放流効果とした。

⑤　海域別放流効果の算定結果

以上の手順で求めた北部日本海における放流効果の算定結果(標識率による補正済み)を表６に示した。

2009年の年間回収尾数（体色異常に基づく標識率で補正済み）は，1歳魚が431尾（95%信頼区間，−228～1,090尾)，2歳魚が7,621尾(同，2,282～12,958尾)，3歳魚が11,990尾（同，3,822～20,159尾)，4歳魚が０尾（未放流)，5歳魚が5,078尾（同，477～9,677尾)，6歳魚が299尾（同，106～490尾)，7歳魚が27尾（同，−25～79尾)，8歳魚が０尾，9歳魚が37尾（同，−35～110尾）と算定され，3歳魚が回収尾数のピーク（完全加入年齢）を示した。

回収尾数に年齢別平均体重を乗じて求めた回収重量は，1歳魚が22kg(95%信頼区間，−12～55kg)，２歳魚が2,732kg（同，818～4,645kg)，3歳魚が10,358kg（同，3,302～17,415kg)，4歳魚が０kg（未放流)，5歳魚が9,844kg（同，925～18,758kg)，６歳魚が710kg（同，252～1,163kg)，7歳魚が73kg（同，−68～215kg)，8歳魚が０kg，9歳魚が118kg(同，−111～350kg)の計23,856kg（同，5,105～42,601kg)と算出された。

また回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は，１歳魚が２万円（同，－１～５万円)，2歳魚が272万円（同，81～462万円)，3歳魚が1,030万円（同，328～1,731万円)，4歳魚が０万円（未放流)，5歳魚が978万円（同，92～1,865万円)，6歳魚が71万円（同，25～116万円)，7歳魚が７万円（同，－７～21万円)，８歳魚が０万円，9歳魚が12万円（同，−11～35万円）の計2,371万円（同，507～4,235万円)と算出された。

また，同様の手順で求めた，南部日本海（神恵内村～函館市）における放流効果の算定結果（標識率による補正済み）を表７に示した。

表７　南部日本海における放流効果（標準率による補正済，2009年）

年級	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
査定年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	計
標識率	0.86	1	0.7	0.314	0.424	0.183	0.62	0.997	0.84	
A: 回収尾数(尾)	637	8,171	20,597	14,640	6,354	1,940	740	0	0	53,079
95%下限	-601	609	4,183	3,943	1,219	-667	-289	0	0	8,397
95%上限	1,876	15,731	37,009	25,338	11,483	4,546	1,769	0	0	97,752
B: 放流尾数(尾)	1,553,390	688,550	1,149,000	1,158,000	1,123,000	1,302,000	1,481,600	691,000	1,136,000	10,282,540
A/B: 回収率	0.04%	1.19%	1.79%	1.26%	0.57%	0.15%	0.05%	0.00%	0.00%	
95%下限	-0.04%	0.09%	0.36%	0.34%	0.11%	-0.05%	-0.02%	0.00%	0.00%	
95%上限	0.12%	2.28%	3.22%	2.19%	1.02%	0.35%	0.12%	0.00%	0.00%	
C: 平均体重(kg)	0.05	0.36	0.86	1.42	1.94	2.37	2.72	2.98	3.18	回収重量(kg)
A*C: 回収重量(kg)	32	2,929	17,794	20,817	12,317	4,604	2,012	0	0	60,505
95%下限	-30	218	3,614	5,607	2,363	-1,583	-786	0	0	9,403
95%上限	95	5,639	31,972	36,029	22,259	10,788	4,810	0	0	111,592
D: 平均単価(円/kg)	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	回収金額(万円)
A*C*D: 回収金額(万円)	4	321	1,948	2,279	1,349	504	220	0	0	6,625
95%下限	-3	24	396	614	259	-173	-86	0	0	1,030
95%上限	10	617	3,501	3,945	2,437	1,181	527	0	0	12,219

2009年の年間回収尾数（体色異常に基づく標識率で補正済み）は，1歳魚が637尾（95%信頼区間，-601～1,876尾），2歳魚が8,171尾（同609～15,731尾），3歳魚が20,597尾（同，4,183～37,009尾），4歳魚が14,640尾（同，3,943～25,338尾），5歳魚が6,354尾（同，1,219～11,483尾），6歳魚が1,940尾（同，-667～4,546尾），7歳魚が740尾（同，-289～1,769尾），8歳魚が０尾，9歳魚が０尾と算定され，3歳魚が回収尾数のピーク（完全加入年齢）を示した。

回収尾数に年齢別平均体重を乗じて求めた回収重量は，1歳魚が32kg（95%信頼区間，-30～95kg），２歳魚が2,929kg（同，218～5,639kg），3歳魚が17,794kg（同，3,614～31,972kg），4歳魚が20,817kg（同，5,607～36,029kg），5歳魚が12,317kg（同，2,363～22,259kg），6歳魚が4,604kg（同，-1,583～10,788kg），７歳魚が2,012kg（同，-786～4,810kg），8歳魚が０kg，9歳魚が０kgの計60,505kg（同，9,403～111,592kg）と算出された。

また回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は，１歳魚が４万円（同，－３～10万円），2歳魚が321万円（同，24～617万円），3歳魚が1,948万円（同，396～3,501万円），4歳魚が2,279万円（同，614～3,945万円），5歳魚が1,349万円（同，259～2,437万円），6歳魚が504万円（同，-173～1,181万円），7歳魚が220万円（同，-86～527万円），8歳魚が０万円，9歳魚が０万円の計6,625万円（同，1,030～12,219万円）と算出された。

⑥　放流年級別の累積回収率

2009年の市場調査に基づいて算定された両海域の年級別・年齢別回収率の値（表6，表７）を加えて，これまでに放流された各放流年級群の年齢別回収率と累積回収率（標識率で補正済み）を表８に示した。

両海域とも，放流した人工種苗ヒラメは１歳ないし２歳で資源に新規加入し，2歳または３歳で回収率がピークを示して完全加入し，その後，6歳頃に累積回収率の値がほぼ確定していた。

表８　放流年級別の累積回収率（標準率で補正済み，2009年市場調査）

		回収時の年齢						累積回収率	
放流年級	放流海域	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	(%)	標識率
1996(H8)	北部日本海		0.70	2.10	0.14	0.02	0.02	2.98	0.571
	南部日本海		2.37	6.03	0.45	0.11	0.30	9.27	0.464
1997(H9)	北部日本海		2.07	0.90	0.07	0.22	0.01	3.28	0.677
	南部日本海		3.79	0.94	0.13	0.12	0.13	5.12	0.897
1998(H10)	北部日本海		5.50	1.40	0.47	0.05	0.05	7.47	0.200
	南部日本海		3.51	1.33	0.57	0.59	0.03	6.03	0.353
1999(H11)	北部日本海	0.20	1.75	0.76	0.20	0.05	0.00	2.96	0.399
	南部日本海	0.40	3.04	0.95	0.85	0.18	0.08	5.50	0.398
2000(H12)	北部日本海	0.05	0.84	0.37	0.12	0.01	0.01	1.41	0.752
	南部日本海	0.47	1.09	1.22	0.18	0.05	0.01	3.01	0.838
2001(H13)	北部日本海	0.06	0.59	0.60	0.22	0.01	0.01	1.49	0.952
	南部日本海	0.29	2.20	0.97	0.23	0.06	0.04	3.79	0.997
2002(H14)	北部日本海	0.02	0.59	0.33	0.07	0.07	0.02	1.09	0.853
	南部日本海	0.21	1.39	0.42	0.19	0.11	0.14	2.47	0.620
2003(H15)	北部日本海	0.08	0.25	0.43	0.34	0.05	0.03	1.17	0.649
	南部日本海	0.22	0.98	1.48	0.77	0.69	0.15	4.28	0.183
2004(H16)	北部日本海	0.00	2.01	1.09	0.30	0.45		3.84	0.404
	南部日本海	0.00	0.99	0.76	0.46	0.57		2.78	0.423
2005(H17)	北部日本海							未放流	
	南部日本海	0.10	0.96	1.31	1.26			3.63	0.313
2006(H18)	北部日本海	0.01	0.57	0.99				1.58	0.751
	南部日本海	0.00	1.11	1.79				2.90	0.7
2007(H19)	北部日本海	0.01	0.76					0.77	0.792
	南部日本海	0.00	1.19					1.19	1.000
2008(H20)	北部日本海	0.04						0.04	0.575
	南部日本海	0.04						0.04	0.86

2009年までの市場調査で累積回収率の値がほぼ確定したと思われる1996～2003年級について見ると，北部日本海では1.09～7.47%，南部日本海では2.47～9.27%の変動範囲を示した。

累積回収率を同じ放流年級で比べると，北部日本海，南部日本海の順に，1996年級は2.98%と9.27%，1997年級は3.28%と5.12%，1998年級は7.47%と6.03%，1999年級は2.96%と5.50%，2000年級は1.41%と3.01%，2001年級は1.49%と3.79%，2002年級は1.09%と2.47%，2003年級は1.17%と4.28%と算定され，1998年級を除き，他の７つの放流年級群では南部日本海の方が高い値を示した。このような累積回収率の北低南高の傾向は，同一放流年級の各回収年齢でも認められた。

ウ　加入した人工種苗の放流サイズに関する調査

余市郡漁協で12月２日，11日に購入した100尾

表９　余市郡漁協に水揚げされたヒラメで観察された耳石標識の概要

			ALC標識の本数		
	全長範囲	標本数(尾)	0本	1本	2本
2010年12月2日	361～433mm	35尾	27尾	5尾	3尾
2010年12月11日	350～521mm	65尾	49尾	15尾	1尾
計		100尾	76尾	20尾	4尾

（無眼側体色異常個体56尾，体色正常個体44尾）の内，24尾にALC耳石標識が確認された。これらのALC標識個体はすべて無眼側体色異常を呈し，体色が正常な44尾の標本ではALC標識が確認できなかった。

これらALC標識魚24尾の内，20尾は標識が１本，また４尾は標識が２本確認された（表９）。

過去のALC標識放流試験（表10）で，2本のALC標識を施した標識群は，2009年８月21日に放流した１群のみであることから，ALC標識が２本確認（写真１）された４尾は，2009年の放流群と同定された。

表10　余市湾におけるALC標識放流試験一覧（2003～2009年）

放流年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
放流月日	8月17日	8月3日	9月14日	8月17日	8月23日	8月8日	8月21日
放流水域	余市湾	余市湾	余市湾	余市湾	余市湾	余市湾	余市湾
ALC標識	1本	1本	1本	1本	1本	1本	2本
放流尾数	8,100	6,000	8,600	10,000	51,250	56,000	52,500
標本数(尾)	667	787	896	1006	699	641	481
30mm台	27						
40mm台	110	8		1			
50mm台	103	274	86	78		16	
60mm台	361	286	277	273	2	31	9
70mm台	60	181	232	355	32	41	32
80mm台	6	37	219	220	100	208	108
90mm台		1	82	77	280	275	181
100mm台				2	238	66	136
110mm台					47	4	15

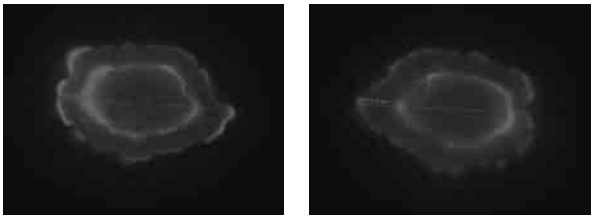


写真１　標本番号140の無眼側耳石（左）と有眼側耳石（右）で確認されたALC標識（２本）

表11　ALC標識（２本）が確認された４尾の人工種苗ヒラメの放流全長

		全長	体重			ALC耳石標識径(mm)		放流時の計算全長(mm)		
標本番号	漁獲年月日	(mm)	(g)	性別	放流年月日	無眼側	有眼側	無眼側*	有眼側**	平均
136	2010/12/2	393	653	メス	2009/8/21	2.32	2.46	87.9	93.8	90.8
140	2010/12/2	380	578	オス	2009/8/21	2.21	2.19	82.3	79.7	81.0
144	2010/12/2	373	601	メス	2009/8/21	2.41	2.49	92.7	95.1	93.9
171	2010/12/11	350	466	オス	2009/8/21	2.25	欠損	84.0	欠損	84.0

* 全長＝54.41×無眼側ALC耳石標識径−38.20　(R^2=0.87, n=59)

** 全長＝51.24×有眼側ALC耳石標識径−32.40　(R^2=0.89, n=56)

これら４尾のALC標識径は，無眼側と有眼側がそれぞれ，標本番号136では2.32mmと2.46mm，標本番号140では2.21mmと2.19mm，標本番号144では2.41mmと2.49mm，また標本番号171では無眼側が2.25mmで，これらの値を表11の回帰式に代入した結果，放流時の全長は，標本番号136では90.8mm，標本番号140では81.0mm，標本番号144では93.9mm，標本番号171では84.0mmと計算された。

放流（2009年８月21日）から漁獲（2010年12月２日または11日）までの日数は468日または477日で，その間の成長量は標本番号136では302.2mm，標本番号140では299mm，標本番号144では279.1mm，標本番号171では266mmとなることから，日間成長速度はそれぞれ0.65mm/日，0.64mm/日，0.60mm/日，0.56mm/日と計算された。

ALC標識（１本）が確認された標本（表12）については，過去に放流した2003～2008年級の何れにも該当したため，今後，耳石の透明帯・不透明帯を観察して年齢を査定し，放流年級を特定する。

表12　ALC標識（１本）が確認された20尾の人工種苗ヒラメ一覧

		全長	体重			ALC耳石標識径(mm)	
標本番号	漁獲年月日	(mm)	(g)	性別	放流年級	無眼側	有眼側
133	2010/12/2	404	675	オス	年齢査定中	2.23	2.18
138	2010/12/2	398	611	メス	年齢査定中	2.00	1.96
146	2010/12/2	402	664	オス	年齢査定中	2.37	2.34
163	2010/12/2	394	567	オス	年齢査定中	2.22	2.18
164	2010/12/2	426	748	メス	年齢査定中	2.11	2.15
168	2010/12/11	428	873	オス	年齢査定中	2.32	2.36
169	2010/12/11	453	900	メス	年齢査定中	2.49	2.39
173	2010/12/11	400	684	オス	年齢査定中	2.06	2.00
187	2010/12/11	435	837	オス	年齢査定中	2.44	2.29
190	2010/12/11	443	860	メス	年齢査定中	2.40	2.38
194	2010/12/11	448	951	メス	年齢査定中	2.30	2.29
199	2010/12/11	435	870	オス	年齢査定中	2.55	2.43
205	2010/12/11	371	528	オス	年齢査定中	2.07	2.16
210	2010/12/11	427	701	メス	年齢査定中	2.35	2.16
217	2010/12/11	392	567	オス	年齢査定中	2.34	2.30
219	2010/12/11	393	668	オス	年齢査定中	2.08	2.09
221	2010/12/11	386	578	オス	年齢査定中	2.29	2.15
223	2010/12/11	425	837	オス	年齢査定中	欠損	2.11
224	2010/12/11	416	763	オス	年齢査定中	1.97	1.98
230	2010/12/11	443	933	オス	年齢査定中	2.31	2.18

３．１．１　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　西原　豊　中島幹二　伊藤義三**

(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，親魚の抗体検出ELISA法による検査でウイルス保有魚の排除を実施しており，平成８年度から生産が行われている栽培公社産種苗で平成16年度までVNNの発病は起こらなかった。平成13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。そこで平成14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型の検出に加え，E−11細胞を用いたウイルス培養を種苗について行ってきた。

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，前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，平成17年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80mm）でVNNが発生したことを受け，下記の通り防疫対策を改善し実施している。

ア　種苗のＲＴ－ＲＣＲ法による検査

前年度と同様，ヒラメ人工種苗の孵化仔魚と30mm種苗時点に統一し，RT−PCR法によるVNN検査を全ロットについて実施した。孵化仔魚では各ロットにつき約100mgを，30mm種苗では各ロット60尾の５尾をプールして目と脳を含む頭部を検査試料とした。

イ　種苗のウイルス培養検査

30mm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10－2，10－３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312尾，同じく瀬棚事業所の217尾についてELISA検査を行った。前年度と同様に，平成20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標準血清とし，被検魚の１：20血清を分注したELISAプレートに１：20標準血清も分注してELISA検査を行い，標準血清のELISA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。陽性魚を種苗生産に使用しないよう助言した。

(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，瀬棚両事業所で生産された孵化仔魚，30mm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

羽幌事業所産30mm種苗全ロットとも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尾中312尾中30尾，瀬棚事業所で飼育されていた217尾中131尾が陽性と判定され，中央水試の助言により廃棄された。前年同様瀬棚事業所の陽性率が極端に高かった。

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。

３．２　マツカワ放流事業
３．２．１　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　**西原　豊　三浦宏紀　中島幹二　伊藤義三**

(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対策として北海道立栽培漁業総合センター（平成18年に栽培水試に変更，移設）で生産された種苗のRT−PCR法による検査，親魚のELISA法による抗体検査でウイルス保有魚の排除を実施してきており，平成７年度以後生産された種苗でVNNの発病は確認されていない。しかし，平成16年度に稚魚で陽性と判定される種苗が見出されたため，平成17年以降，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。

平成18年からマツカワの種苗生産が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，精子および孵化仔魚，30mm種苗のRT−PCR検査，30mm種苗の培養法によるウイルス検査，ELISA法による親魚候補魚の抗VNNウイルス抗体検査を実施して来た。しかしこのうち卵，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，過去４年間陽性検体が出ていないことから，今年度は検査を取りやめた。またELISA検査に使用する北大から分与された一次血清が無くなり，自作した一次血清で陽性魚を判別するための検量線作出を試みたが，結果が得られずELISA検査は実施できなかった。そこで北大が代わりにELISA検査を実施した。検査で得られた検査結果は，罹病魚の処分や新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る。

ア　孵化仔魚のRT−PCR法による検査

振興公社で飼育中のマツカワ親魚より得られた孵化仔魚38ロットについて核酸抽出を行い，RT−PCR法でＴ４領域の検出を試みた。なお、伊達事業所において適宜採取され凍結保存されていたものを当場に郵送された後，順次検査を行った。

イ　30mm種苗のRT−PCR法による検査

水槽別に９ロットの種苗を取り上げ，検査を行った。１ロットを60尾とし，脳と目を含む頭部を切り出し，5尾を１検体として核酸抽出を行い，RT−PCR法でＴ４領域の検出を試みた。

ウ　30mm種苗の培養法によるウイルス検査

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SSN−１細胞に終濃度が10−2，10−３になるよう添加後，15℃で14日間培養して，CPE（細胞変成）の有無を観察した。

(3) 得られた結果

ア　マツカワの孵化仔魚のRT−PCR法による検査

検査した検体はすべて陰性であった。

イ　30mm種苗のRT−PCR法による検査

今年度検査したすべてのロットは陰性であった。

ウ　30mm種苗の培養法によるウイルス検査

何れも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。

３．３　養殖技術開発推進事業（マツカワ蓄養試験）

担当者　　資源増殖部　資源増殖グループ　**中島幹二　伊藤義三**

(1) 目的

マツカワ漁獲の盛期は，春季（５～６月）と秋季（10～12月）の２期であり，それ以外の時期は漁獲が少ないため品薄となる。１年を通して安定的に確保し需要に対応するためには，陸上水槽での蓄養技術が望まれる。

盛期に漁獲されるマツカワを数ヶ月の蓄養を行うことによって，マツカワ流通の端境期にも出荷を可能にし，通年の安定供給を図る。また，漁獲行為で受けた傷を治癒するとともに，給餌飼育を行うことで漁獲時よりも大型の個体とすることにより商品価値の向上を図ることを目的とする。

(2)　経過の概要

ア　飼育水温別飼育試験

（ア）　春季漁獲個体

５月20日に苫小牧沖で漁獲されたマツカワ30尾を活魚水槽にて輸送・搬入した。これらを10尾ずつ２ｔ円形FRP水槽３基に収容した。収容時は３槽とも無調温とし，水槽に馴らすため５月24日まで無給時で飼育した。その後２水槽を13℃と18℃に設定し，無調温と合わせて３試験区を設けた。同時に給餌（ヒラメ用配合飼料おとひめＥＰ８号，日清丸紅飼料）を開始した。給餌方法は，飽食させるために数粒ずつ水槽に入れ，捕食を確認しながら与えることとし，週に５日行った。

６月７日に，各水槽の個体全てについてピットタグを装着し個体識別をした。１個体ずつ体長と体重を測定し，傷の状態は写真で記録した。体長と体重の測定と写真撮影は月に２回行い，10月４日まで行った。

（イ）　秋季漁獲個体

11月８日と12日に苫小牧沖で漁獲されたマツカワ63尾（８日に32尾，12日に31尾）を活魚水槽にて輸送・搬入した。これらは，15～16尾ずつ２ｔ円形FRP水槽に収容し，14日まで無調温，無給時とした。15日に春季試験と同様にピットタグを装着し個体識別をした。１個体ずつ体長と体重を測定し，傷の状態は写真で記録した。さらに２水槽を無調温，残り２水槽を13℃と18℃に設定し，４試験区を設けた。同時に春季試験と同様の方法で給餌を開始したが，無調温区の１槽のみ当初餌づけのために11月中はオキアミのみの給餌（オキアミ区）を試みた。同区はその後12月13日までの間オキアミと配合飼料を一緒に与え，14日からは配合飼料のみに切り替えた。４区とも月に２回体長と体重の測定，写真の撮影を行い，翌2011年３月23日まで行った。

(3) 得られた結果

ア　飼育水温別飼育試験

（ア）　春季漁獲個体

収容後無調温区で２個体，18℃区で１個体斃死したため，試験個体数は，無調温区８個体，13℃区10個体，18℃区９個体となった。

期間中の飼育水温の変化を図１に示した。無調温区は徐々に上昇しているが，13℃と18℃区は，ほぼ設定どおりに一定となった。しかし，7月中旬

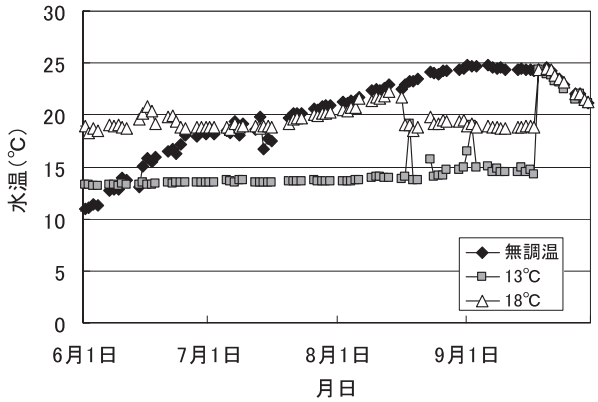


図１　飼育水温別試験（春季）の水温の変化

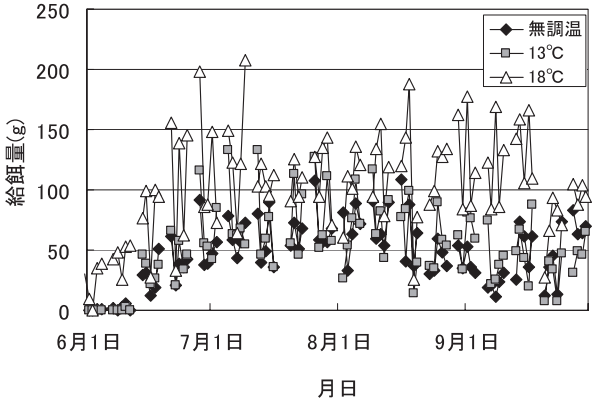


図２　試験区別給餌量

から18℃の調温が悪くなり，8月中旬まで無調温区と同様に上昇した。その後調温が回復したが，9月18日完全に調温不能となり，13℃区，18℃とも無調温区と同じ水温となった。このような急激な水温の変化があったが，斃死する個体はなかった。

6月1日からの給餌量の変化を図2に示した。18℃区は，初めから摂餌が認められたが，それより水温の低い無調温区と13℃区は，6月中旬までほとんど摂餌がなかった。その後徐々に摂餌するようになり，7月中旬まで増加したが，18℃はこれら2区より常に給餌量が多く，1日に200gを超すこともあった。どの区も，給餌量は毎日大きく変動し，3区共に上下を繰り返した。

各試験区の体長と体重の変化を図3と図4に示した。それぞれの開始時の平均体長と平均体重は，無調温区は376mm・720g，13℃区は372mm・643g，18℃は379mm・692gであった。その後どの区も順調に成長したが，18℃が最も成長が良く，最終的に9個体中4個体が450mmを超え，8個体が1000gを上回った。無調温区，13℃区では，450mmを超えた個体は無調温区で8個体中1個体，13℃区では無かった。1000gを上回った個体は，無調温区で8個体中3個体，13℃では10個体中3個体であった。各試験区の期間中の体長と体重の成長率は，それぞれ無調温区は1.4～16.7%，5.3～103.7%，13℃区は0.3～12.1%，−19.5～69.1%，18℃は2.9～23.0%，34.9～170.8%であり18℃区では体重で2倍近く増加した個体があった。

これらの肥満度（100×体重／体長$^{3)}$）の変化を図5に示した。18℃区が最も肥満度が上昇したことがわかり，他の2区より大きく上回った。

漁獲による傷は，蓄養2～3か月で十分治癒することが確認できた（写真1）。

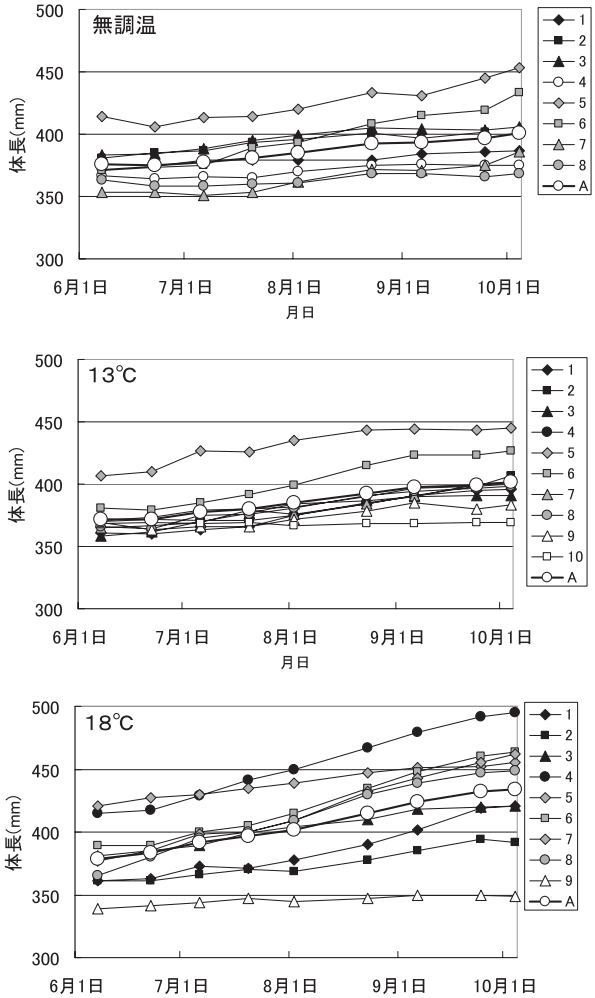


図3　試験区別体長の変化
数字：個体番号・A：平均

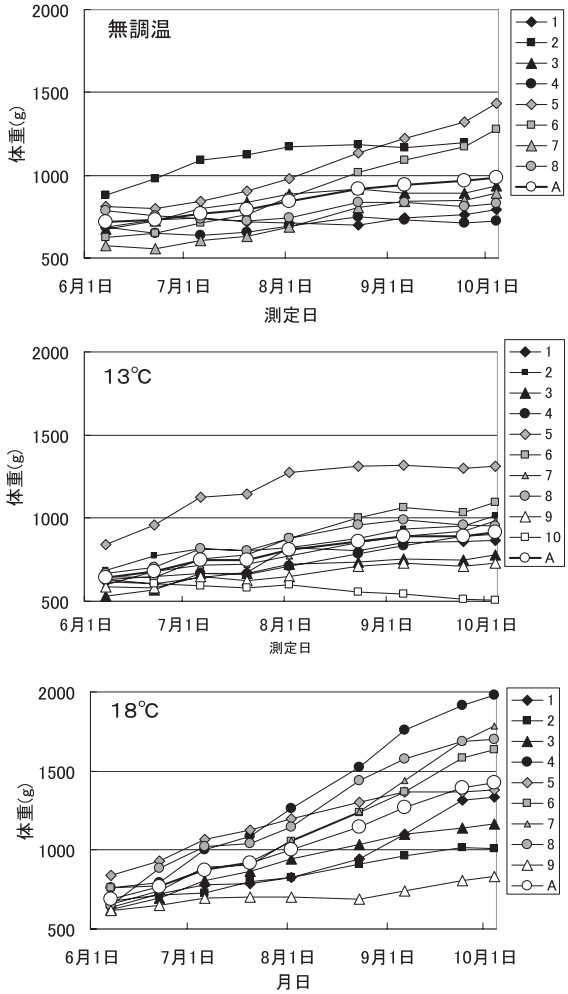


図4　試験区別体の変化
数字：個体番号・A：平均

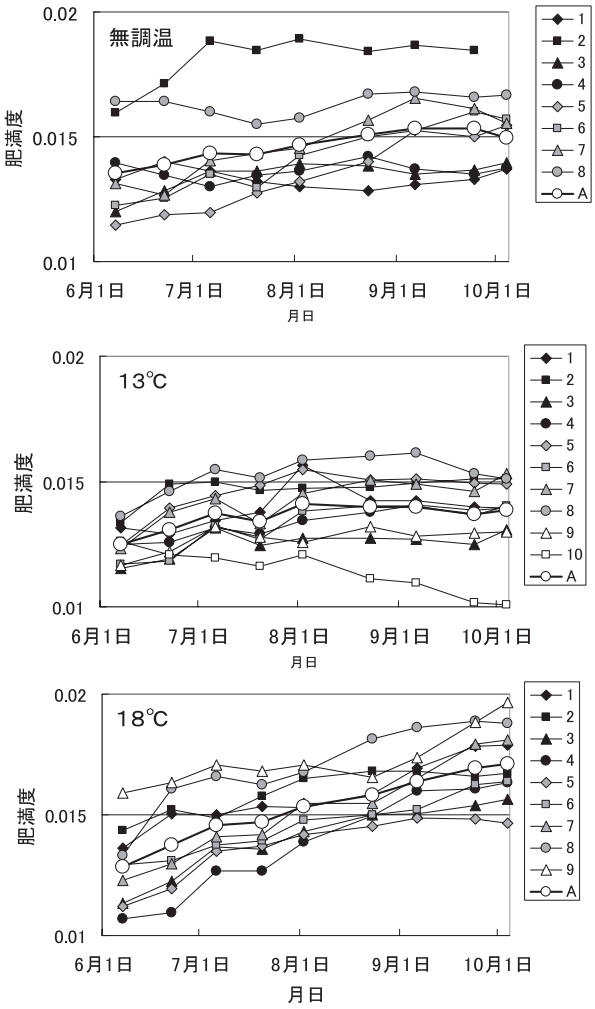


図５　試験区別肥満度の変化
数字：個体番号・Ａ：平均

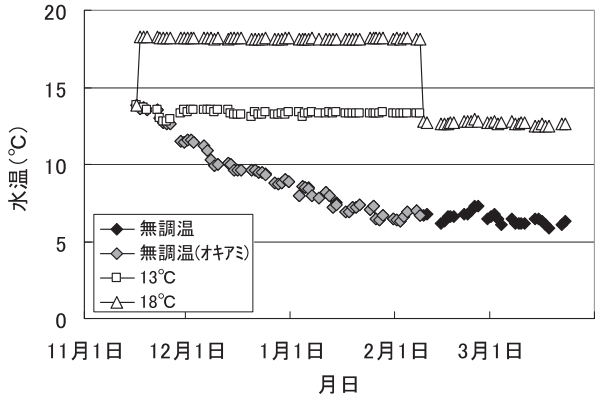


図６　飼育水温別試験(秋季)の水温の変化

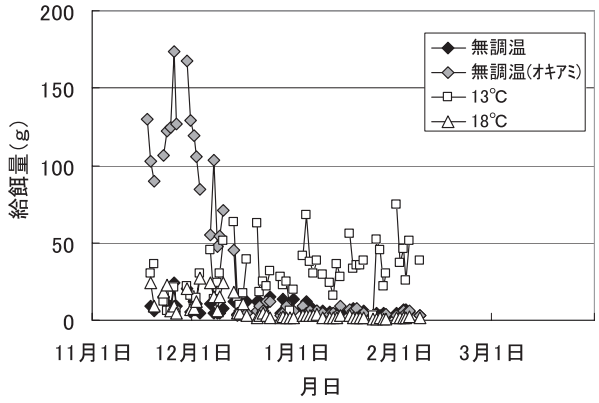


図７　試験区別給餌量

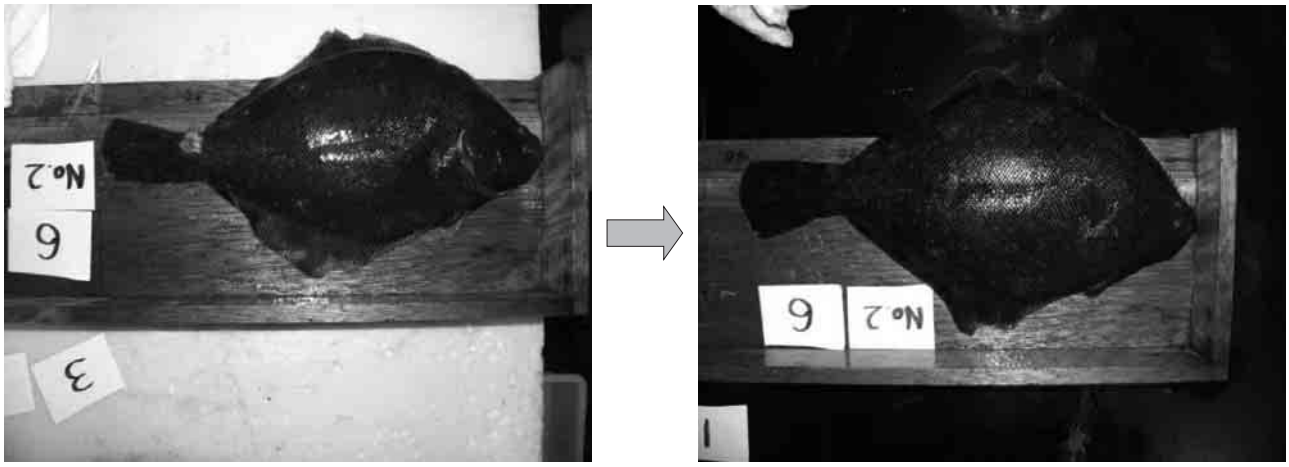


写真１　５月→８月の蓄養による治癒

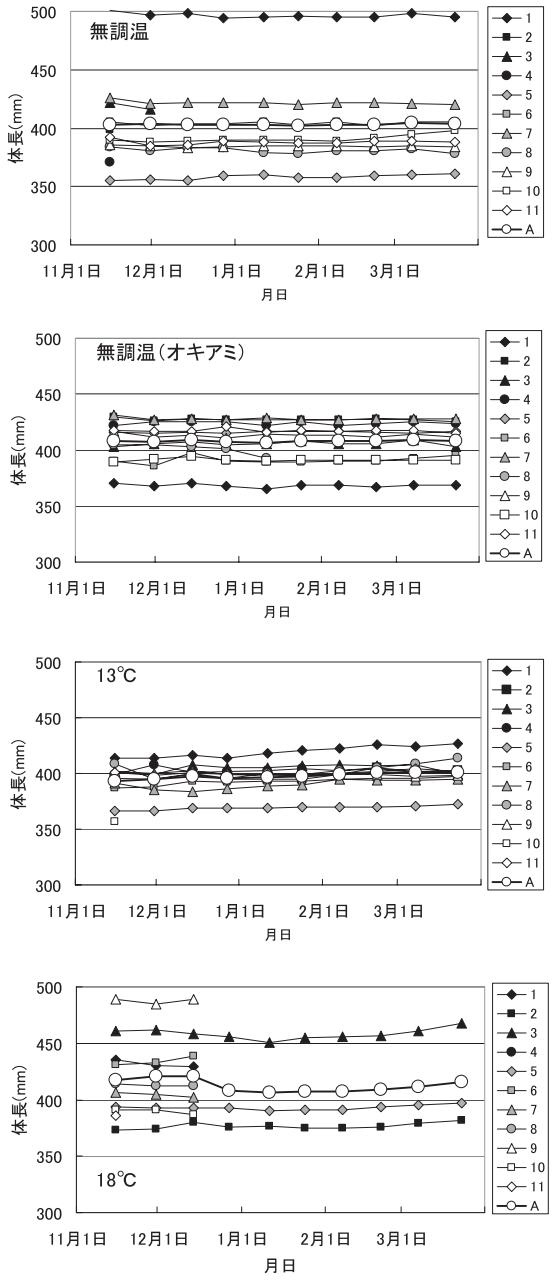


図８　試験区別体長の変化
数字：個体番号・Ａ平均

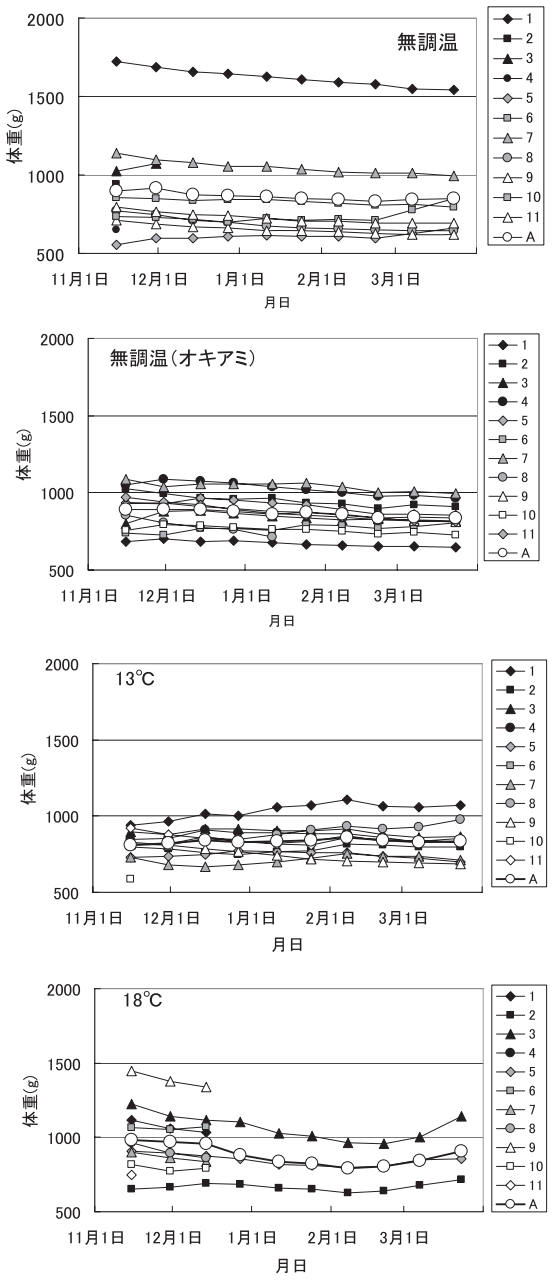


図９　試験区別体重の変化
数字：個体番号・Ａ平均

（イ）　秋季漁獲個体

搬入した63個体のうち，11月14日までに19個体が斃死したため，4試験区とも各11個体で開始した。

期間中の水温の変化を図６に示した。無調温区は２月上旬まで低下し，以降６～７℃で推移した。13℃区と18℃区はほぼ設定どおりに一定となった。２月８日に後述の理由により水槽を移すことになり，2つの無調温区と２種類の調温区（13℃と18℃）をそれぞれ同じ水槽に収容し，2水槽として飼育を継続した。これ以降も水温の調節は安定していた。

11月15日からの給餌量の変化を図７に示した。オキアミと配合飼料を同じ尺度で考えることは妥当ではないが，試験開始からオキアミは良く摂餌された。これに対し，配合飼料は摂餌が悪く，期間中給餌量は少なかった。オキアミでの餌づけは効果的であったものの，配合飼料へはうまく転換できず，配合飼料の摂餌は悪かった。13℃区は比較的多く摂餌してはいたが，どの試験区も春季より少なく，時期的なものとも考えられた。２月８日に試験区を統合したため，この時点で４区の摂

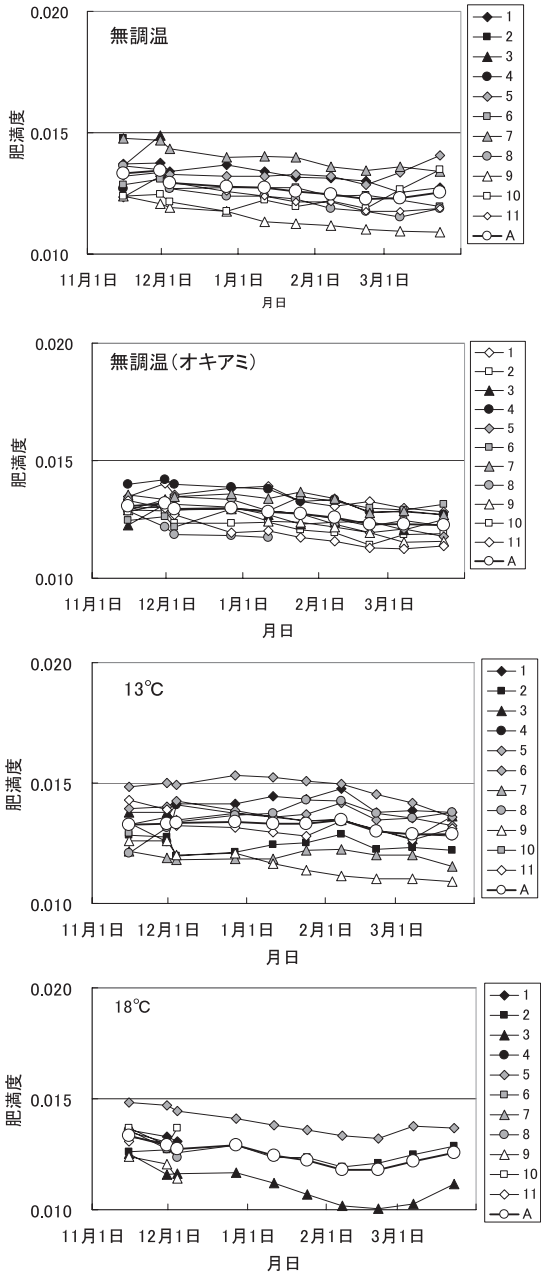


図10　試験区別肥満度の変化
数字：個体番号・A平均

餌量の記録は終了とした。

試験開始後にも斃死する個体が多く，1月24日には無調温区８尾，オキアミ区10尾，13℃区10尾，18℃区３尾となった。

各試験区の体長と体重の変化を図８と図９に示した。それぞれの開始時の平均体長と平均体重は，無調温区は408mm・900ｇ，オキアミ区は408mm・895ｇ，13℃区は393ｇ・809ｇ，18℃区は418mm・984ｇであった。収容後の成長はほとんど認められず，体長はほぼ一定，体重は減少する個体も多かった。３月23日までの各試験区の体長と体重の成長率は，それぞれ無調温区は−1.6～2.1％，−16.9～19.7％，オキアミ区は−1.2～1.3％，−16.2～9.5％，13℃区は−1.0～3.1％，−16.0～18.3％，18℃区（２月８日からは13℃）は0.8～2.4％，−6.8～9.5％であり，減少する個体が目立った。冬季間は水温を上げても成長は認められなかった。

これらの肥満度の変化を図10に示した。どの試験区も体重が減少した個体が多いことを反映して，全体的に低下していた。これらのうち，比較的餌を多く摂餌した13℃区が他の区より若干高めの値を示した。

開始から２か月以上成長が認められないことや試験期間中に斃死が多く個体数が少なくなってきたこと，これに加え試験魚に多くの寄生虫が見られたことから，他の水槽への感染が心配されたため，試験魚を隔離して飼育することにし，2月８日に４試験区を２水槽に統合した。統合後も飽食するよう給餌し飼育したが，摂餌する量は少なく，成長させることはできなかった。

体表の傷は春季同様治癒した。

４．水産基盤整備調査（道受託研究費）
４．１　単位魚礁に対する蝟集量及び漁獲推定に関する試験調査

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**干川　裕**

(1) 背景

これまで，人工魚礁を対象とした水産基盤整備事業では，公共事業の観点から漁獲量（kg/空m^3）を効果算定の原単位として実施してきた。北海道においても魚礁設置に関する事業での効果推定は，18kg/空m^{3}を原単位として算定されているが，この原単位が設定された時期が古いため，魚礁での蝟集実態に基づく，より的確な効果の推定による原単位の見直しが必要とされている。

設置された魚礁に対する魚類および水産動物の蝟集量と漁獲量を推定するために，今年度はオホーツク海での平坦地における基準漁獲量（羅網量）と，蝟集量推定に必要な漁具の有効範囲を推定することを目的として漁獲試験を実施した。

(2) 経過の概要

ア　平坦地漁獲調査

平成22年６月22日と28日に，オホーツク海における平坦地基準漁獲量を求めるための漁獲試験を行った。図１に示した北見市常呂のサロマ湖沖の水深45～55mの海底（常呂漁業協同組合ホタテ漁場Ａ海区）に，海岸線に平行方向と直交する沖陸方向にそれぞれ２kmの間隔で４カ所の漁獲調査地点を設定した。各地点名は北西側をＡ，南東側をＢとし，それぞれ陸および沖を付けて表示した（図２）。これら４地点に長さ1,000m，目合い３寸７分の刺し網を各１枚，等深線に沿うように設置

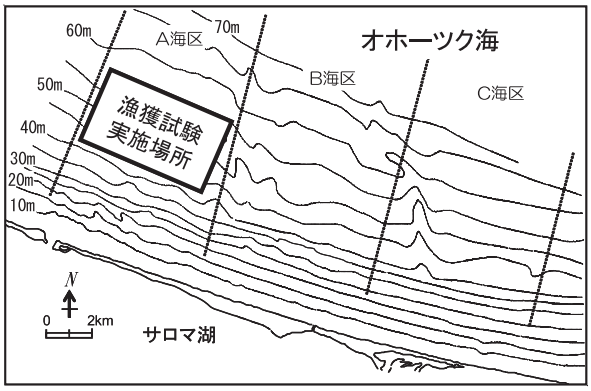


図１　オホーツク海における漁獲試験実施場所

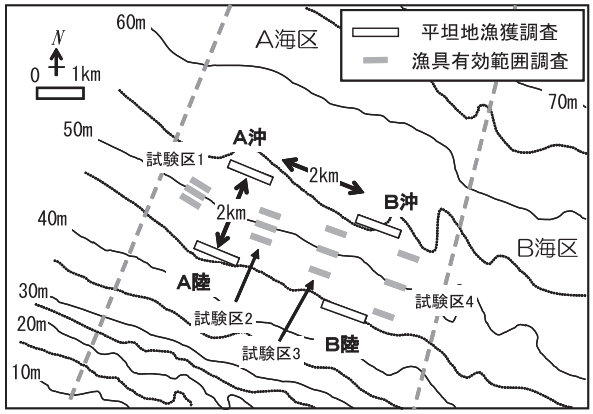


図２　平坦地漁獲調査および漁具有効範囲調査の投網位置

した。網の設置時間は，事前の聞き取り調査から本海域で一般的な３～3.7 時間（午前３時から６時を基本）とした。この値は，これまで本事業で漁獲試験を行った苫小牧（太平洋）や島牧（日本海）の24時間に比べて短かった。しかし，この時間が一般操業において１日当たりの刺し網設置時間であることから，そのままの漁獲量を用いて１日当たり網長１m当たりの漁獲重量を計算した。魚種の集計は表１に示すように，直上近型，一般魚類，取巻型の３群に分けて行った。

表１　魚種群の分類

魚群名	魚種名
直上近型	アイナメ
	エゾアイナメ
	シマソイ
一般魚類	アブラツノザメ
	コマイ
	コモンカスベ
	タウエガジ
	チシマトクビレ
	ホッケ
	メガネカスベ
取巻型	マダラ
	オクカジカ
	オニカジカ
取巻型	ケムシカジカ
	シモフリカジカ
	ツマグロカジカ
	トゲカジカ
	ヨコスジカジカ
	アサバガレイ
	イシガレイ
	クロガシラガレイ
	コガネガレイ
	スナガレイ
	ソウハチ
	ヒレグロ
	マガレイ

イ　漁具有効範囲調査

平成22年６月23日と29日に図２に示す漁獲試験実施場所で，長さ500m目合い３寸７分の刺し網を陸側，中央，沖側の３枚を１組にし，水深50mに中央の網が位置するように配置した。お互いの網

間隔を200m，300m，500m，および700mに変えて網を海岸線と平行に配置したものを試験区１～４とした。２回の漁獲試験結果から，中央の網における漁獲尾数が漁具間の干渉を受ける距離を評価することで漁具の有効幅を検討した。また，結果の分析にあたっては，全ての試験区で共通して出現する魚種を対象とし，上記の平坦地漁獲調査の結果から推定した対象海域における漁獲数に及ぼす環境傾斜を用いて各地点の漁獲尾数を補正した。

(3) 得られた結果

ア　平坦地漁獲調査

平坦地漁獲調査の結果を図３と４に示した。１回目と２回目で漁獲量や漁獲尾数に差がある魚種もあったが，漁獲地点毎に傾向が異なっていた。マガレイ，クロガシラガレイ，ソウハチといったカレイ類と，ツマグロカジカが漁獲量と漁獲尾数の両方で多かった。また，コモンカスベは個体数は少ないものの重量があったために漁獲量は2.9～9.6kgと高い値を示した。漁獲調査を行った海底が砂底であったことから，根付け魚類ではエゾアイナメが僅かに漁獲されただけであった。

これらの漁獲物を表１に示した３群に分けて集計した結果を図５に示した。全体にカレイ類とカ

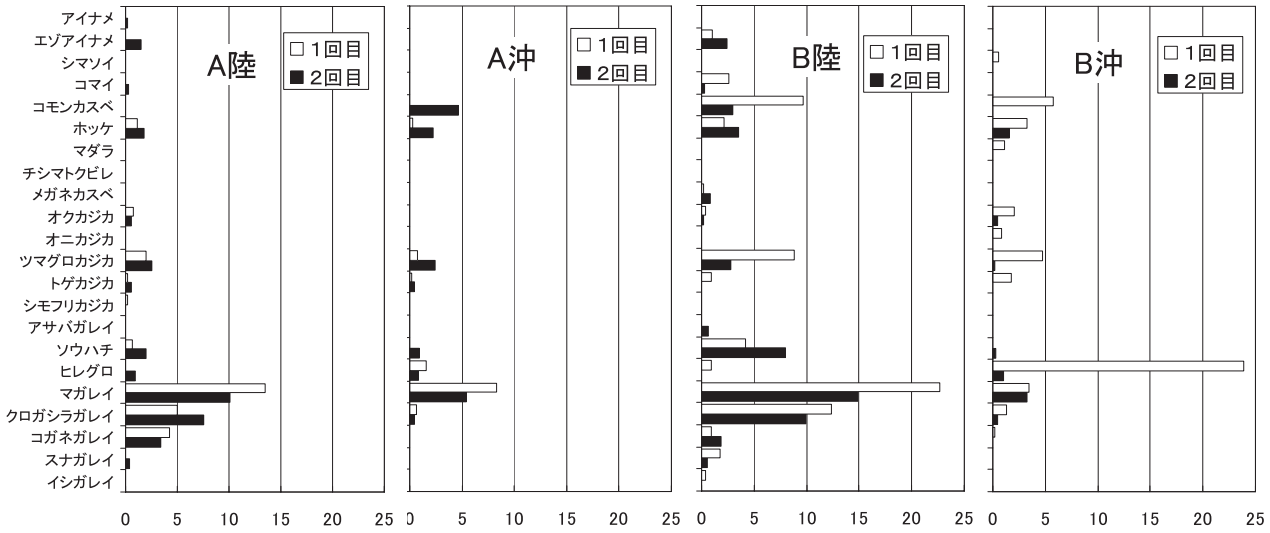


図３　平坦地漁獲調査の種別漁獲量

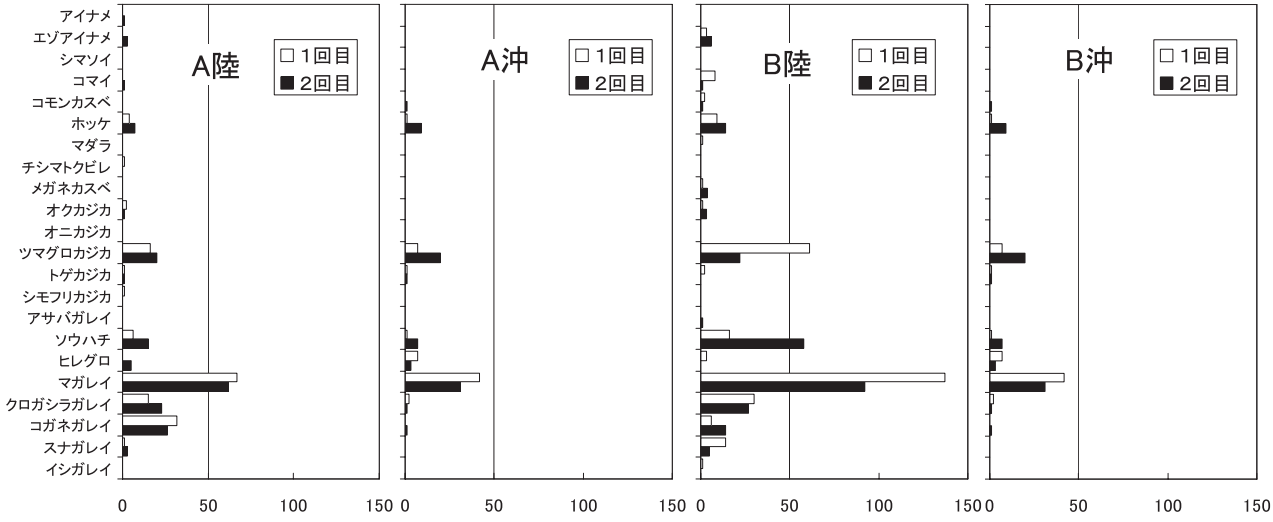


図４　平坦地漁獲調査の種別漁獲尾数

ジカ類を含む取巻型が占める割合が高かった。また，ＡとＢ両地点とも陸側の方が沖側よりも漁獲量および漁獲尾数が多く，また陸側と沖側に分けてＡとＢを比較した場合には，ＡよりもＢの方が多い傾向であった。陸側で漁獲が多い理由として，地元漁業者からの聞き取りに基づけば，陸側の網が設置されていた水深45m付近は沖側の宗谷暖流と岸側の沿岸水の潮境にあたり，潮境が魚道になりやすいことと，同水深にはホタテ貝殻や礫などのバラス場であるため魚にとって好適な環境であった可能性が考えられる。また，Ｂの漁獲量がＡよりも多い理由も，漁業者からの聞き取りからＢの沖側でもバラス場が多いことによると推測された。このように場所により漁獲数及び重量に差があったが，これらを平均して平坦地密度を計算した。

今回の漁獲調査結果から推定した平坦地密度は，直上近型が1.4ｇ／（m･日），一般魚類が3.6ｇ／（m・日），取巻型が26.8ｇ／（m・日）であった。また，個体数では直上近型が0.002個体／（m・日），一般魚類が0.011個体／（m･日），取巻型が0.138個体／（m・日）であった。

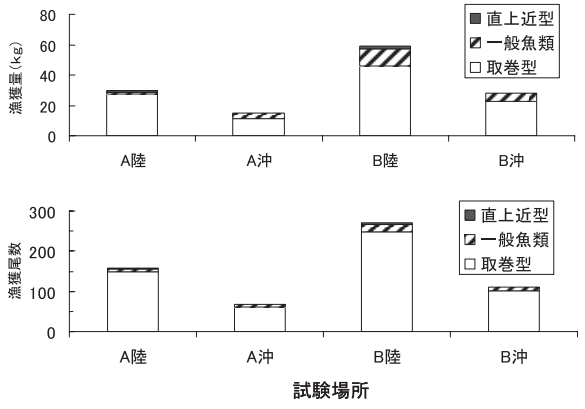


図５　魚群別の平坦地漁獲調査結果

イ　漁具有効範囲調査

沖側，中央，陸側の各網で漁獲された平均尾数を図６に示した。６月23日の試験では陸側で多く，沖側で少ない傾向があったが，6月29日には場所間の差は小さくなった。漁具間距離は試験区１の200mから試験区４の700mまで徐々に増加させたが，両側から干渉を受ける中央の漁具での漁獲尾数は必ずしも距離に応じて減少する傾向は示さなかった。また，漁具間距離が200mの試験区１は上

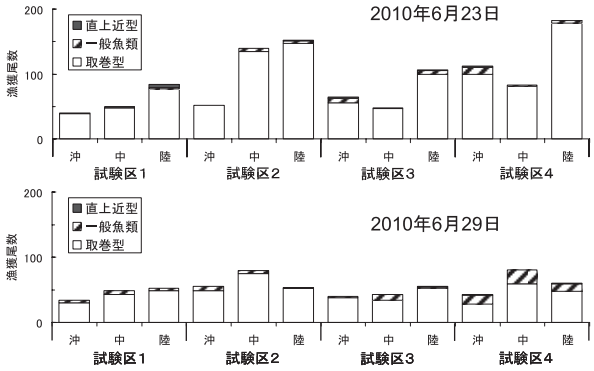


図６　魚群別の漁具有効範囲調査漁獲尾数

記の平坦地漁獲調査のＡ側であり，逆に漁具間距離が700mの試験区４はＢ側であったことから，場所による漁獲量の多寡の影響を受けていることが考えられた。そこで，各地点に共通するツマグロカジカ，マガレイ，クロガシラガレイ，ソウハチを使って，環境傾斜を考慮して場所による漁獲量の差を距離当たりの変化量で換算し，その結果を用いて解析を行った。これらの魚種について漁具間隔と中央の網における漁獲数を検討した結果，漁具間隔200mまでは顕著な減少はなく，本事業で考案した単位魚礁への蝟集量および漁獲量を推定するモデルで用いた漁具の有効範囲100mは妥当であったと考える（図７）。

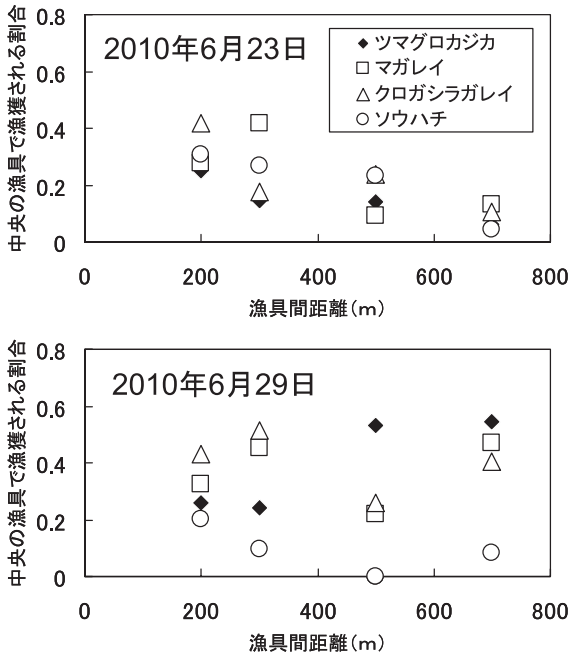


図７　漁具間距離と中央の漁具で漁獲された尾数の割合*（補正後）

＊：中央漁具漁獲尾数／３枚の総漁獲尾数

４．２　ウニ類増殖場における餌料収支モデルの開発
４．２．１　寿都地区

担当者　資源増殖部　資源増殖グループ　**高橋和寛　秋野秀樹**
協力者　後志南部地区水産技術普及指導所，
寿都町漁業協同組合

(1) 目的

水産基盤整備の実施にあたり，コストの削減とともに便益の向上が求められており，そのため精度の高い費用対効果評価手法の開発が急務である。本事業では，ウニ類増殖施設を対象に，餌料供給効果の実態を明らかにし，今後造成する施設に対し正確な費用対効果の事前評価が可能となる餌料収支モデルを開発することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア　海藻類およびウニ類実態調査

寿都町美谷地区に2004年度に造成されたウニ類増殖施設において，施設内の海藻類およびウニ類の生息実態を把握するために，2010年６月14日および11月18日に現地調査を実施した。調査では，天端を通るラインを長辺・短辺方向にそれぞれ１線設定し（図１），ベルト・トランセクト法により１㎡ごとのウニ類の計数と海藻被度の観察を行った。

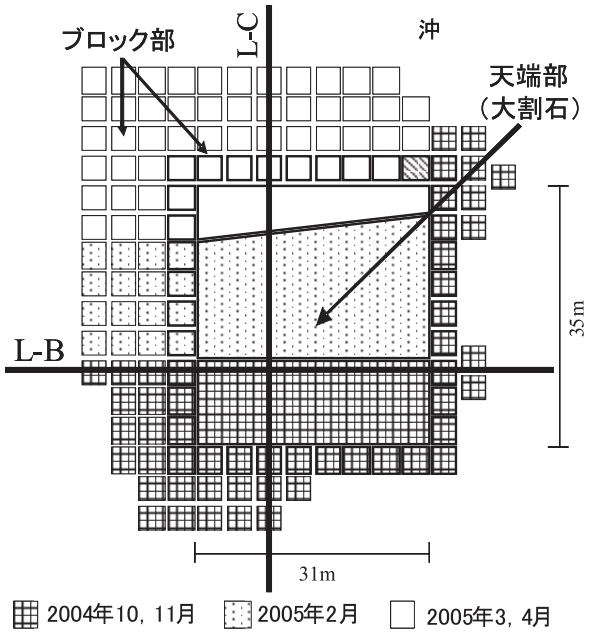


図１　増殖施設施工時期および追跡調査ライン

また，天端上の９地点で海藻類については１/４㎡，動物類については１㎡の採集を行った。ホソメコンブについては葉長，葉幅，葉重量等を，大型海藻については個体別に全重量を，その他海藻類については種別に重量を，動物類については個体毎に大きさと重量を測定した。さらに６月調査時に岸側ブロック部の水深３m地点および施設沖の天然漁場の水深７m地点で各々100個体のキタムラサキウニを採集し，船上で殻径の測定を行った後，殻径50㎜以上の30個体を持ち帰り，生殖巣重量を秤量した。

イ　水温観測

ウニ類増殖施設沖側ブロックの水深５m地点に水温ロガー（TidbiT，Onset社製）を設置し，2時間のインターバルで水温を連続的に観測した。

(3) 得られた結果

ア　海藻類およびウニ類実態調査

ウニ類増殖施設における海藻被度とウニ類密度の推移を図２に示した。2006年以降，6月時には施設天端上およびブロック部にホソメコンブを中心とした海藻群落が形成され，11月にはほぼ群落が消失するといった変動を毎年示していた。しかし，2009年６月に天端上のL−Bの北側（岩内寄り）でホソメコンブの被度が低く，ワカメ，ウルシグサなどの被度が高い部位がみられ，キタムラサキウニの顕著な侵入も初めて観察された。2010年６月になると，天端部での海藻被度はさらに低下し，「（イ）動物類」で後述するようにキタムラサキウニの密度が全体的に高くなっていた。

（ア）海藻類

６月調査における海藻被度と現存量を図３に示した。

2008年まで天端部でほぼ100％を占めていたホソメコンブの被度は，2009年に平均71.4％と低下し，2010年にはさらに21.4％と大きく低下した。ホソ

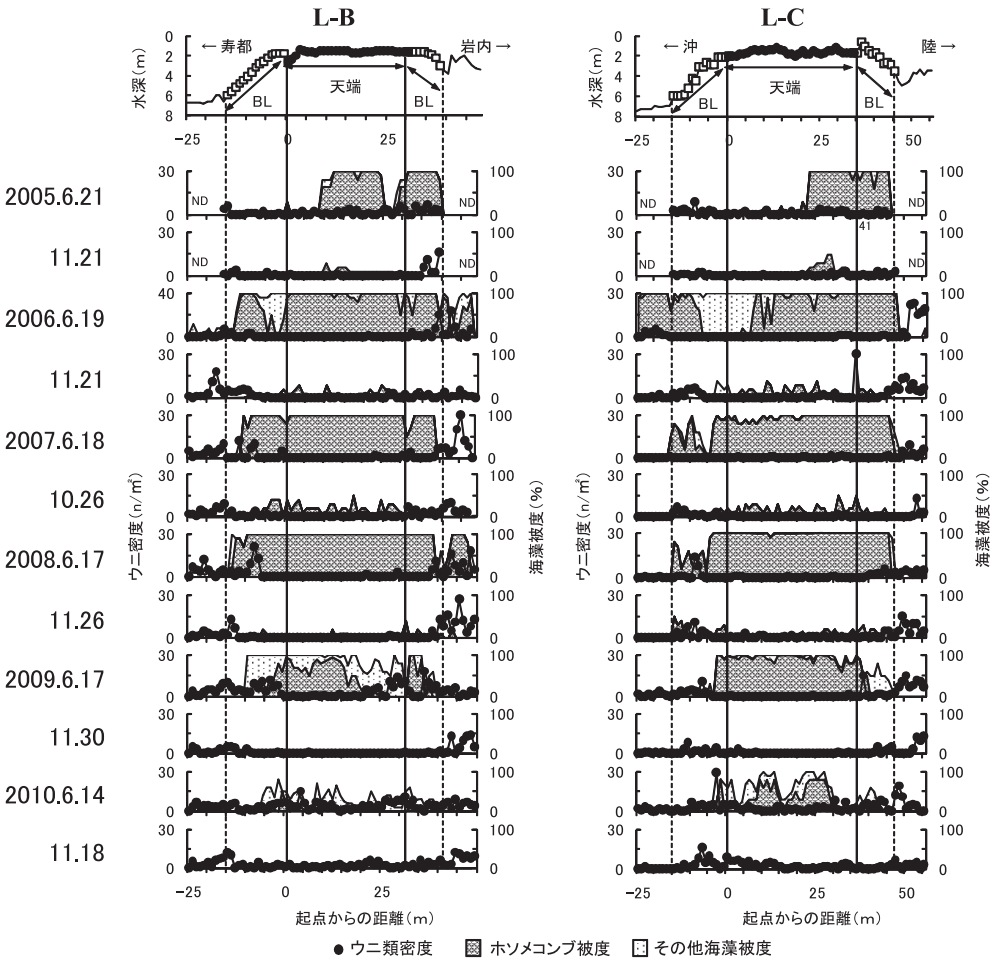


図２　増殖施設および施設周辺におけるウニ類の密度と海藻被度の推移

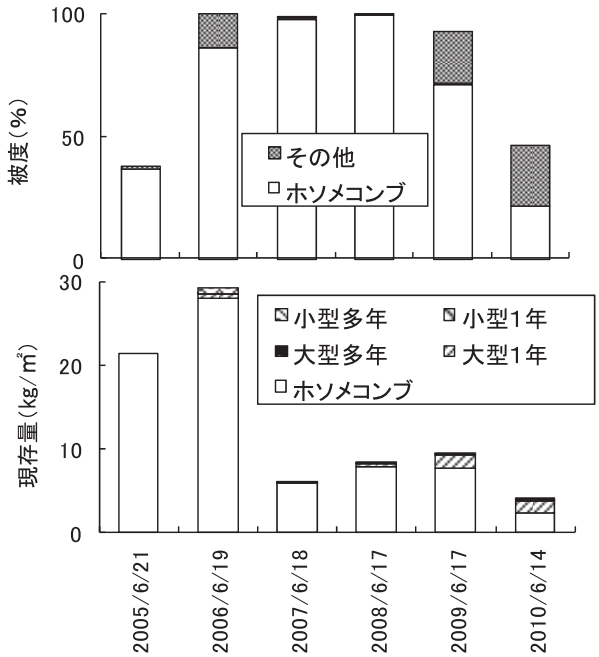


図３　天端部における海藻被度および現存量の推移

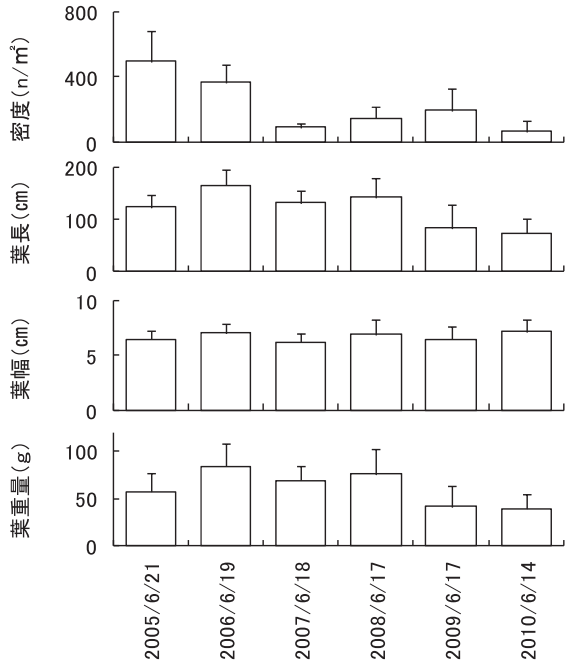


図４　天端部におけるホソメコンブの密度，葉長，葉幅および葉重量の平均値の推移。垂線は標準偏差

メコンブの現存量は造成間もない2005，2006年には平均20kg/㎡を超えたが，2007～2009年に５～10kg/㎡で推移した後，2010年には2.2kg/㎡とこれまでで最小となった。2010年はこの他，ケウルシグサが0.9kg/㎡とこれまでで最も多かったほか，ワカメが0.7kg/㎡，フクロノリが0．１kg/㎡みられた。ホソメコンブの密度は2009年には平均193.8個体/㎡であったが，2010年には67.1個体/㎡とこれまでで最も低くなった。また，2010年のホソメコンブ葉体もこれまでで最も小さく，平均葉長74.4㎝，葉重量39.3gであった（図４）。

（イ）動物類

2005年以降の６月および11月調査時にベルト・トランセクト法によって得られたウニ類の平均密度を場所別にまとめて図５に示した。施設および周辺でみられたウニ類はほとんどがキタムラサキウニであった。天然漁場におけるウニ類の平均密度は2006年以降3.6～5.1個体/㎡で推移し，大きな変化はみられなかったが，ブロック部では2005年から2008年には2.4個体/㎡以下で推移していたが，2009年６月および2010年の６月には約４個体/㎡と密度の上昇がみられるようになった。天端部においても2009年11月までは1.2個体/㎡以下で推移したが，2010年６月にはこれまでで最大となる3.1個体/㎡を記録した。

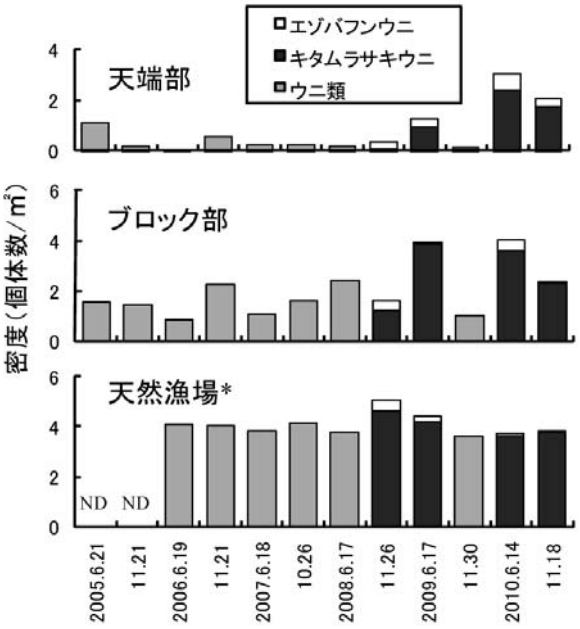


図５　増殖施設および周辺天然漁場におけるウニ類の平均密度の推移。*；施設ブロック端から10m以内の範囲

また，図６に示したように施設におけるキタムラサキウニの生殖巣指数は天然漁場に比べて常に高く推移しており，増殖施設の餌料供給効果は明かに認められた。なお，施設周辺および天然漁場とも指数値は2009年，2010年と低下傾向にある。これは施設内のホソメコンブ現存量が低下傾向にあることや，2010年については「イ 水温観測等」で後述するように，冬季の高水温や日照不足によるコンブをはじめとする餌料海藻の着生・生育不良に起因していると考えられる。

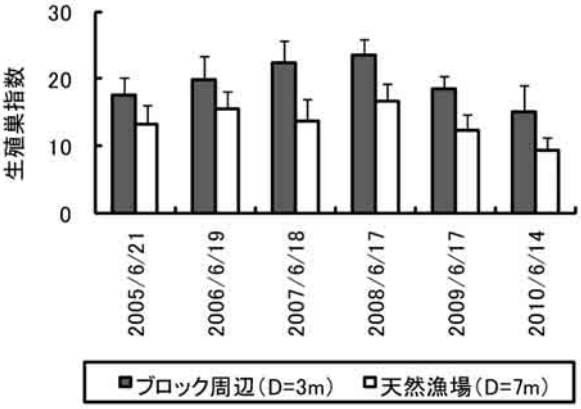


図６　キタムラサキウニの生殖巣指数の推移。垂線は標準偏差

イ　水温観測等

2010年１月の平均水温は2004年以降の月平均値より1.0℃高かった。その後５月まで低めに推移した後，6月以降10月までの間，常に高く推移し，特に８月は1.6℃，9月には2.0℃，過去の平均値より高かった（図７）。また，図８に示した通り，寿都町における2010年１～５月の日照時間は少なく，特に１～３月には過去の平均値より40～50％少なく推移した。

以上のように，ホソメコンブが配偶体や初期胞子体として過ごす冬季の高水温や低日照が，施設を含む周辺海域において2010年のコンブの着生・生育に大きく影響を及ぼしたと考えられる。

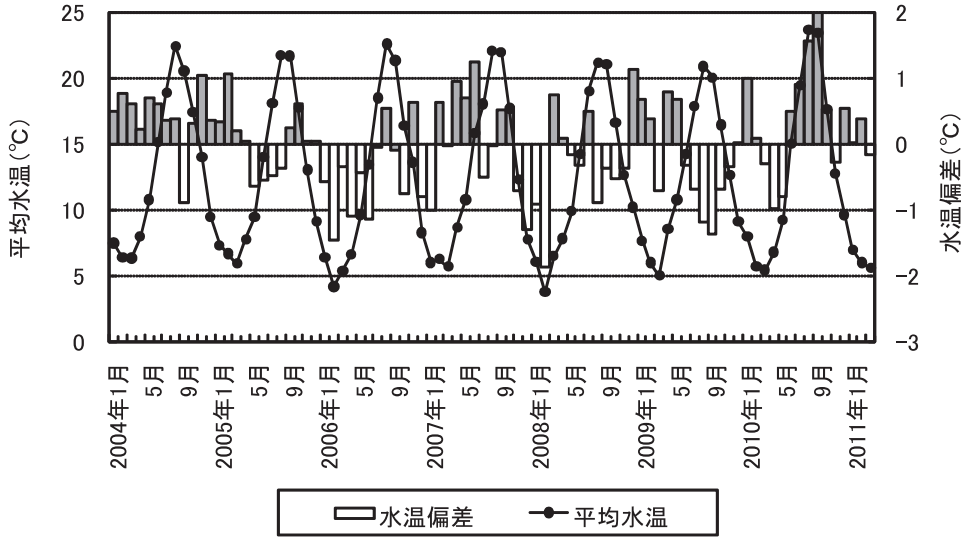


図７　水温観測結果（過去７年間の月平均値と偏差）

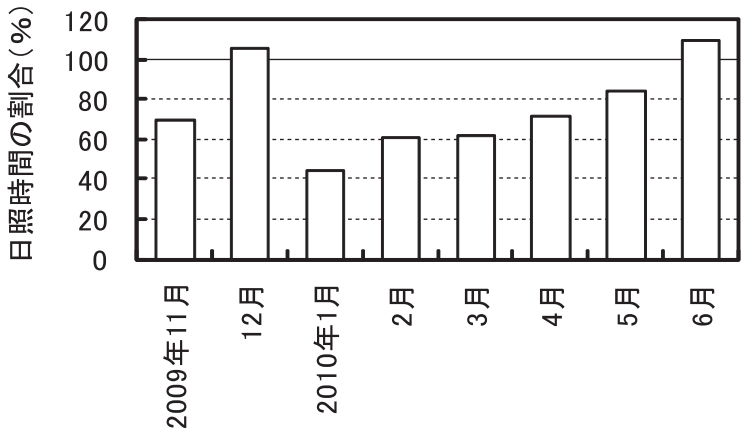


図 8　寿都町における2009年11月から2010年６月までの日照時間の2000～2009年の月平均値に対する割合。日照時間は，気象庁観測資料（寿都特別地域気象観測所）による

４．２．２　長万部地区

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**金田 友紀　干川　裕**
協力者　資源増殖部グループ，渡島北部地区水産技術普及指導所，
渡島総合振興局，長万部漁業協同組合

(1) 目的

キタムラサキウニによる冬季から春季にかけてのコンブ幼胞子体への過剰な摂食が，磯焼け持続の主要因である海域において，ウニ類増殖場を設計する場合，増殖場の施設にウニの摂食圧を制御できる機能を付加する，もしくは，餌料海藻を人為的に給餌するなどの管理を前提とする必要がある。しかし，現実には不十分な機能，管理となっている増殖場が見られる。また，現在のウニ類増殖場の造成事業における便益算定では，コンブ群落に対するキタムラサキウニの摂餌実態が評価・反映されていないため，餌料供給機能が低下し，当初の便益を上げられない増殖場もある。このため，水産基盤整備の実施にあたっては，ウニ類の食圧制御機能，人為的管理が維持されるとともに，ウニ類の摂餌実態を組み入れて精度良く費用対効果を算定することが重要な課題となる。

本調査では，今後造成する施設に対し，より精度の高い費用対効果の事前評価を行うことを目的に，餌料収支モデルを開発し，既存のウニ増殖施設における餌料供給機能の実態から，開発したモデルの検証および施設の利用方法を検討した。

(2) 経過の概要

ア　生物調査

2010年６月10日，9月15日および12月６日に，図１に示す長万部町静狩地先のウニ類増殖場において生物調査を行った。増殖施設上にラインA～Cの調査定線を設け，大型施設上のラインAでは施設の沖端を原点にとり，沖陸方向に５m間隔で，１㎡枠内の動物・海藻類の採取と，1㎡枠内の動物類分布数の計数・海藻類着生被度の観察を交互に行った。採取した試料のうち，動物類は種別に個体数を計数して分布数とした。このうちウニ類については湿重量および生殖巣重量を測定し，生殖巣指数（生殖巣重量/湿重量×100）を求めた。海藻類は種別に湿重量を計測し，着生量とした。小型施設上のラインBおよびCでは，それぞれの施設の沖端を原点に５m間隔で１㎡枠内の動物類分布数の計数・海藻類着生被度の観察を行った。

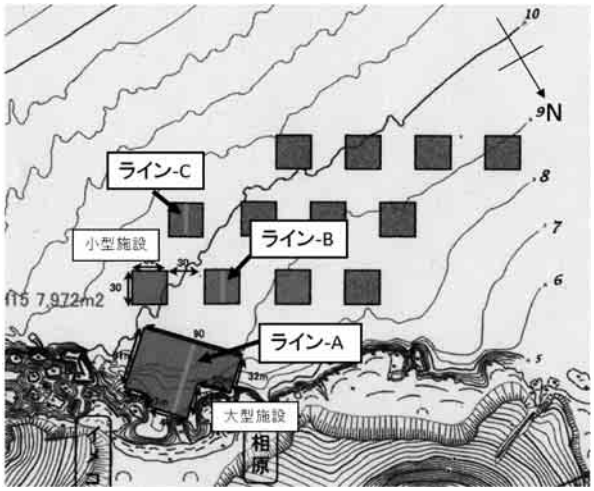


図１　長万部静狩海域のウニ類増殖場における調査定線

イ　餌料収支モデル

増殖場の形状，設置水深等の施設条件，来襲する波の波高，周期等の波浪条件，ウニ類の分布密度，水温，光量等の環境条件及びウニ類の摂餌行動特性から，餌料となるコンブ類の成長・生残量およびウニ類の生産量・コンブ摂食量を算出する餌料収支モデルを構築した。また，生物調査結果からモデルの妥当性を検証するとともに，長万部町静狩の施設の利用方法について検討を行った。

(3) 得られた結果

ア　生物調査

ラインAにおける採取試料について，採取点ごとに出現した代表的な動物類の年間平均分布数を図２に，同じく代表的な海藻類の年間平均着生量を図３に，それぞれ2008年および2009年の結果と合わせて示す。

ウニ類の平均分布数は１㎡あたり１～２個程度であった。これは，漁業の影響を受けており，関

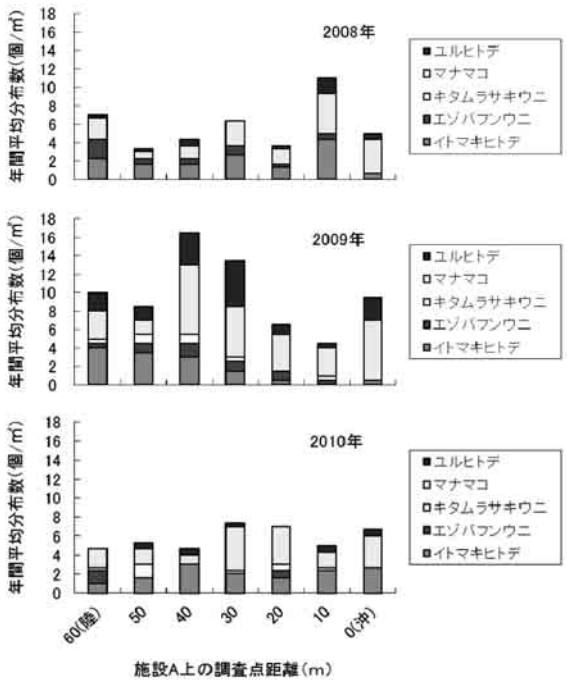


図２　ラインA上の採取点ごとに出現した代表的な動物類の平均分布数経年変化

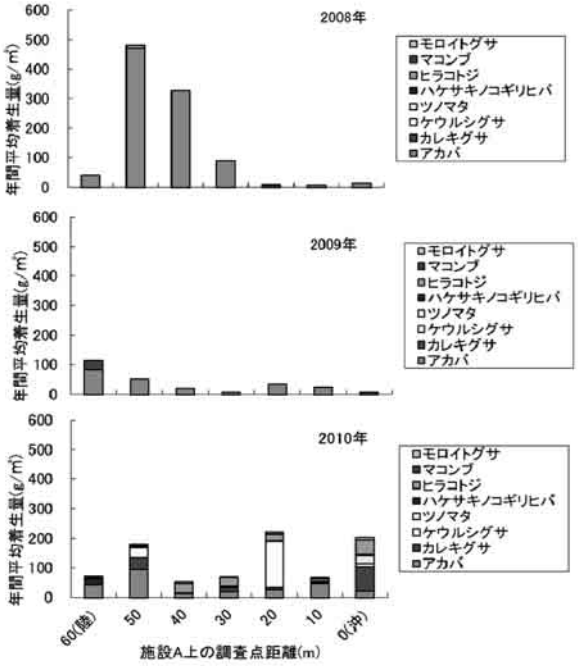


図３　ラインA上の採取点ごとに出現した代表的な海藻類の年平均着生量経年変化

係者からの聞き取りでは漁期前には５～10個/㎡（放流分を含む）の分布があったとのことだった。その他ではヒトデ類およびマナマコが施設全域に渡って分布数が多かった。

海藻類はアカバ，カレキグサ，ヒラコトジといった紅藻類が多く，ウニ類の有用な餌料であるコンブ類の着生が少なかった。

ウニ類の生殖巣指数は概ね低く，自然状態でのコンブ類の着生量が少ないことが影響していると推察される（図４）。

図５にラインA上で観察された動物類の平均分布数の経時変化を，図６にラインA上で観察された海藻類の平均被度の経時変化を示す。同様に図７および８にラインB上の，図９および10にラインC上の動物類平均分布数及び海藻類平均被度を示す。調査時間の関係でデータの無い調査回があるが，概ねラインAの採取データと同傾向で，ウニ類の分布数が少なく，ヒトデ類およびマナマコの分布数が多かった。また，マコンブの被度は小さく，紅藻類の被度が高かった。

季節的な変動はあるものの，常に被度が高いことから，紅藻類はウニ類による食害を受けていなかったと推察される。

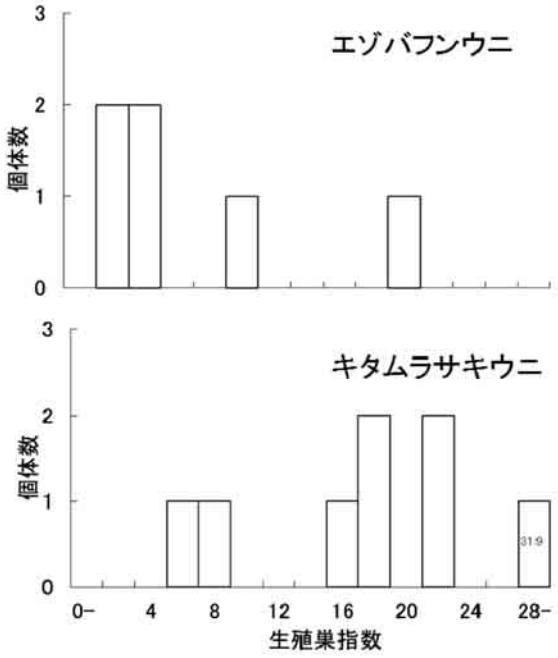


図４　ラインA上で採取したウニ類の生殖巣指数の度数分布

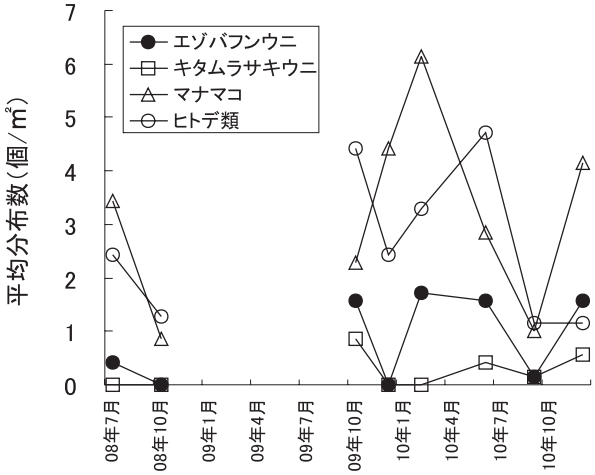


図5　ラインA上で観察した代表的動物類の平均分布数

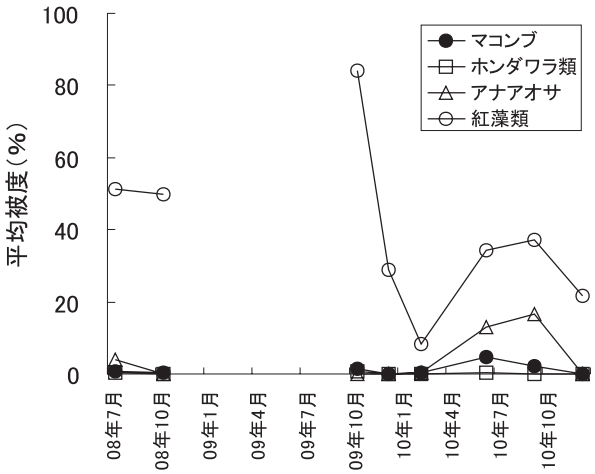


図6　ラインA上で観察した代表的海藻類の平均被度

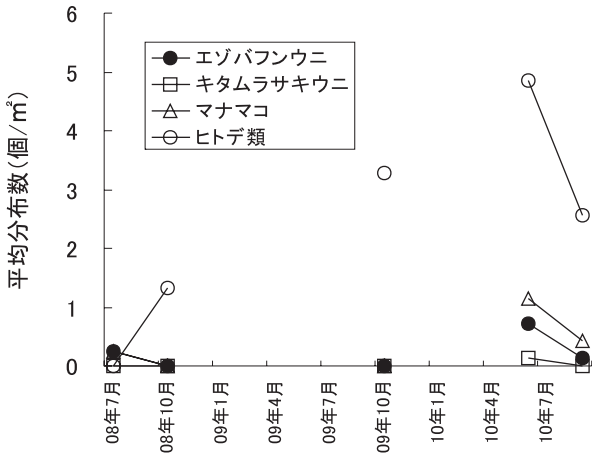


図7　ラインB上で観察した代表的動物類の平均分布数

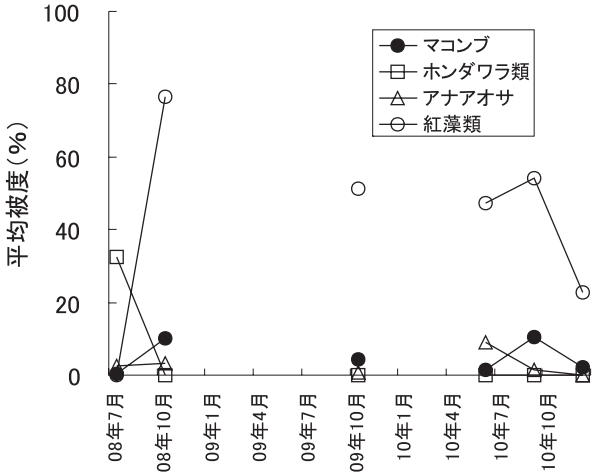


図8　ラインB上で観察した代表的海藻類の平均被度

イ　餌料収支モデル

餌料収支モデルの概念図を図11に示す。これは，水温条件，光条件および栄養塩吸収に関して流れによるフラックスの考え方を導入するための波浪条件に従ってコンブ類の月ごとの成長量を算出し，それぞれの時点で，ウニ分布数，波浪条件，施設条件および摂餌実態（コンブによるウニの掃き出し作用）に従ったウニ類のコンブ摂食量を算出するものである。また，コンブ成長量からウニ類のコンブ摂食量を差し引いた量をコンブ生残量として翌月のコンブ成長量算出の基礎とするほか，コンブ摂食量からウニ類の生殖巣重量（身入り）を算出する。これらは全て表計算ソフト（MicrosoftExcel）上で計算可能なものとした。

ここにすべてのデータが整備された2008年の長

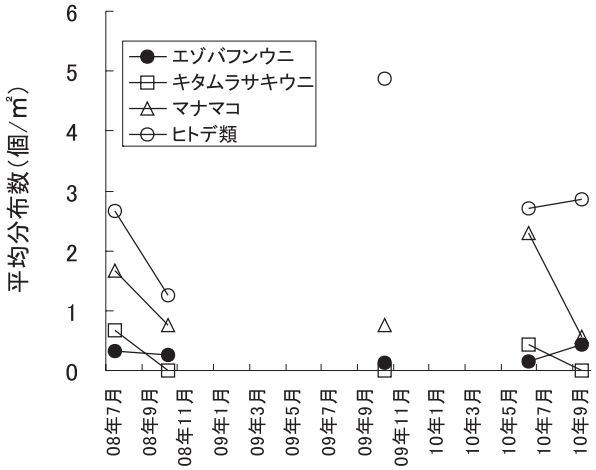


図9　ラインC上で観察した代表的動物類の平均分布数

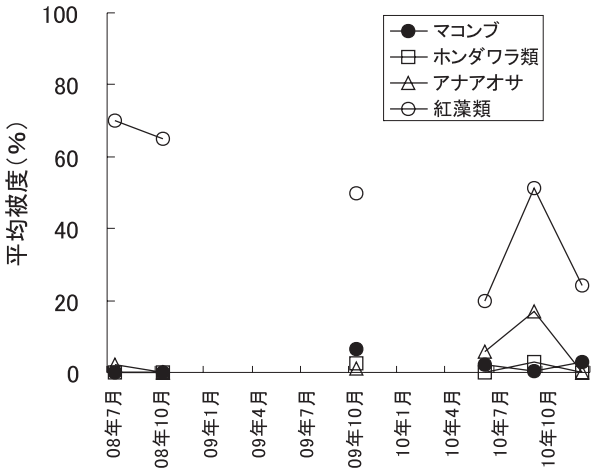


図10　ラインC上で観察した代表的海藻類の平均被度

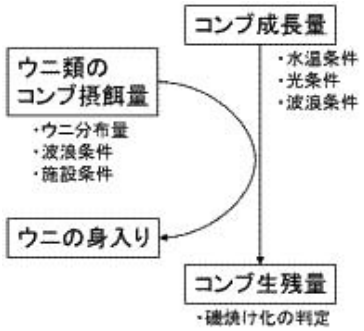


図11　餌料収支モデルの概念図

万部海域の各データを代入し，増殖場における波浪諸元（表１），天端面上の振動流速及びキタムラサキウニの食圧(表２)をそれぞれ計算した。その結果，波浪による振動流速が遅いためウニ類の食圧が高く，自然状態でのコンブの着生が少なくなると推算できた。増殖場における生物調査の結果でも同様にマコンブの着生量が少なかったことから，モデルによる実態の再現は妥当であると考えられる。ただし，紅藻類を初めとする雑海藻類は，推定された年間を通して高いウニ食圧下においても繁茂していた。採取した試料中に出現したハケサキノコギリヒバは摂食阻害物質を生産するため，ウニ類に利用されにくいとされる[1)]。他の雑海藻類が摂食阻害物質を含有しているかは不明であるが，ウニ類に利用されないものとして雑海藻類の動態はモデルに取り入れなかった。

次に，この餌料収支モデルを用いて，ウニ類増殖場の利用方法を検討した。

表１　2008年データによる増殖場における波浪諸元

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
有義波高(m)	0.26	0.29	0.3	0.48	0.56	0.45	0.41	0.44	0.38	0.45	0.29	0.32
有義周期(s)	3.5	3.5	3.5	8.05	7.89	7.58	7.28	6.85	7.13	7.43	3.5	3.5
主波向き	SW	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SSE	SE	SE	SE	SSE

表２　2008年データによる増殖場の天端面における振動流速およびキタムラサキウニの食圧

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
天端面における振動流速(m/s)	0.02	0.02	0.02	0.20	0.23	0.18	0.16	0.16	0.14	0.18	0.02	0.03
キタムラサキウニ食圧	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表３　2008年データによる増殖場におけるキタムラサキウニの月間最大摂食量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
キタムラサキウニの最大摂食量(g/個)	0.0	25.3	80.4	99.4	117.2	89.0	46.6	34.4	30.3	32.9	33.2	34.2

現在の施設を，自然状態で餌料供給ができるようにするには，天端面を嵩上げし，波浪による振動流速を速めることでウニ類の食圧を制御する方法が考えられる。しかし，これを実現するには莫大な経費が予想され，費用対効果を考えると現実的ではない。

一方，給餌を行う人為的管理では，餌料収支モデルを用いて算出した，表３に示すキタムラサキウニ１個体当たりの月間最大コンブ摂食量に，ウニの分布数を掛けた量を給餌すればよい。これにより，ウニ類の生殖巣の増重が期待できるとともに，コンブを余分に与えずに済むため，効率的な管理が可能となる。また，増殖場の設置水深が深く振動流速が小さいことは，餌及びウニ類の分散を防止できるなど有利な一面があり，集約的かつ持続的な管理が期待できる。以上より，当該施設の最も有効な利用方法は，人為的管理を実施することと考えられる。

(4) 文献

１）谷口和也:磯焼けを海中林に．裳華房（1998）

４．３　ホッキガイの濾水活動による水質浄化効果の評価に関する調査（道受託研究費）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**櫻井　泉**

(1) 目的

干潟や浅場にはホッキガイやアサリといった懸濁物食性の二枚貝が生息しており，これらは摂餌のための濾水活動を通じて海水中から有機物を吸収することにより海域の水質浄化に寄与している。一方，水産基盤整備事業では費用便益分析により投資効果を適切に評価することが求められており，二枚貝を対象とした地先型増殖場造成事業については「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（平成22年４月）」の中で水産物生産コストの削減効果や漁獲可能資源の維持・培養効果に加えて，水質浄化効果を便益額として算定できることが示されている。なお，当該ガイドラインでは，二枚貝の濾水による有機物処理機能から水質浄化の指標となるCOD処理量を「事業による二枚貝増加量×濾水量×処理率×海水中のCOD」により算定し，これを下水道処理費用に代替させて水質浄化効果を貨幣化する手法が示されている。こうした状況の中，アサリでは濾水量や処理率に関する知見が蓄積されており，干潟の造成・保全により見込まれる水質浄化効果の貨幣化が可能となっているが，ホッキガイに関する同様の知見は見当たらない。

そこで，本研究では，ホッキガイ増殖場造成により見込まれる水質浄化効果の貨幣化に向けて，便益額算定のための原単位の整理を目的とする。具体的には，ホッキガイの増加生息量あるいは増加漁獲量と濾水による有機物処理機能からCOD処理量を算定する方法を確立するため，飼育試験により１）ホッキガイ１個体当たりの濾水量（m^3/個/年表示），2）処理率（濾水により取り込まれる有機物量に対する貝の増重量の割合，％表示）を明らかにする。

(2)　経過の概要

ア　供試個体の採集・飼育

実験には，平成22年５月に根室湾で採集されたホッキガイ*Pseudocardium sachalinense*（殻長40～95mm，重量15～260g）を使用した。採集した貝については，市販の硅砂（中央粒径値0.3mm）を約30cmの厚さに敷き，余市町沖で取水した濾過海水（塩分濃度35～36psu）を掛け流した２トン水槽内で飼育するとともに，飼育水が後述の設定水温になった時点で実験に供した。また，実験開始時には貝の殻長と重量を計測した。なお，飼育中の貝には，餌料として二枚貝用配合飼料M- １（日本農産社製）を１日当たり0.25g/Lの割合で給餌した。

イ　実験手順

５L円形容器に濾過海水４Lを注入した後，これを恒温室に静置し，後述の水温に調温した。次に，水管が上方を向くように貝を円錐状のカップに１個体ずつ乗せて容器に収容し，エアレーションを施した後，以下の実験を行った。

（ア）濾水量

水温を5，10，15および20℃の４条件とし，各水温とも供試数を原則15個体とした。円形容器に餌料としてハプト藻の一種*Chaetoceros gracilis*を1,000～3,000細胞/mLの濃度になるように注入した後，貝が水管を伸ばした時点を実験開始として１時間間隔で容器内の任意の３点から各々５mlずつ試料を採水し，貝の濾水によって減少する*C. gracilis* の比色値を蛍光光度計（Turner社製）により計測した。実験は開始から４時間後に終了とし，Coughlan（1969）に準拠した以下の式により１時間ごとの濾水量F（m^3/個体/年）を算出した後，その最大値を後述のデータ解析に供した。

$$F = V \times \ln \frac{C_t}{C_{t+1}} \times 24 \times 365 \times 0.001$$

ここで，Vは容器内の水容量（＝４L），C_tおよびC_{t+1}はそれぞれ実験開始からtおよび$t+1$時間後の比色値である。

なお，上記実験に先立ち，容器に貝を収容しない状態で*C. gracilis* の比色値の経時変化を検討した結果，実験開始時とその１時間後の計測値の間

に有意差は認められなかった。このため，本研究で観測された比色値の低下は，すべて貝の濾水に起因するものと判断した。

（イ）処理率

水温を10および20℃の２条件とし，各水温とも供試数を５個体とした。円形容器に餌料として先述の配合飼料を１日当たり0.2～0.3g投与し（土日を除く），週１回の間隔で飼育水を交換するとともに，殻長および重量を計測した。また，飼育水の交換時には，容器の底に堆積した糞をピペットで吸引し，これをGF/Fフィルター上に回収するとともに，飼育水中に残存する配合飼料をGF/Fフィルターで濾過した。これらを70℃の恒温器内で24時間乾燥させた後に重量を秤量し，それぞれ排泄量および残餌量とした。以上の操作を貝の増重が確認されるまで継続し，以下の式により処理率 S（％）を算出した。

$$S = \frac{G}{E-R} \times 100$$

ここで，G は貝の増重量（g），E は給餌量（g），R は残餌量（g）である。

ウ　解析方法

濾水量の実験で得られた計算値の統計的検討には，ホッキガイの重量を共変量とした共分散分析とTukeyの多重比較を適用した。また，処理率の実験で得られた計算値の統計的検討には，Mann-WhitneyのU検定を適用した。いずれの検討にも，統計解析アドインソフトエクセル統計2010を使用し，有意水準を５％以下に設定した。

(3) 得られた結果

ア　濾水量

一般に二枚貝の濾水活動は，水温の影響を受けることが知られている。このため，本研究では，ホッキガイの生息水温帯と考えられる５～20℃の範囲内に４つの水温条件を設定し，濾水活動に及ぼす水温の影響を検討した。

ホッキガイの重量と濾水量の関係を図１に示した。また，重量を共変量として濾水量の変動に及ぼす水温の影響を共分散分析により検討したのが表１である。重量と濾水量の間には有意差が認められ，ホッキガイの濾水量は増重に伴って増加することが示された。また，水温と濾水量の間にも有意差が検出されたことから，ホッキガイの濾水活動は水温の影響を受けることが明らかとなった。そこで，各水温間にみられる濾水量の差を多重比較により検討した結果，本種の濾水量は５～15℃に比べて20℃で有意に増加する傾向が認められた（表２）。

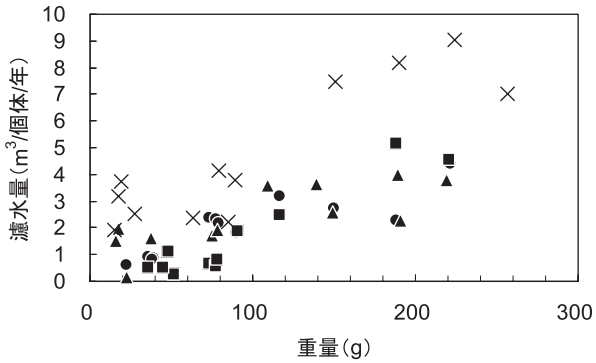


図１　ホッキガイの重量と濾水量の関係
●：５℃，■：10℃，▲：15℃，×：20℃

表１　共分散分析の結果一覧

	自由度	平均平方	F値	P値
重量	1	92.74	103.94	＜0.01
水温	3	19.17	21.48	＜0.01
誤差	43	0.89		

表２　多重比較の結果一覧

	平均値差	統計量	P値
5℃vs10℃	0.35	0.90	0.80
5℃vs15℃	0.17	0.44	0.97
5℃vs20℃	2.44	6.45	＜0.01
10℃vs15℃	0.52	1.30	0.57
10℃vs20℃	2.79	7.08	＜0.01
15℃vs20℃	2.28	5.91	＜0.01

以上の結果から，ホッキガイの濾水量の原単位を５～15℃と20℃に区分し，それぞれを重量の関数として整理したのが表３である。また，実験開始時に計測したホッキガイの殻長と重量の関係を図２に示した。これらに基づいて，ホッキガイの一般的な漁獲サイズである殻長75mmおよび90mmにおける濾水量を計算すると，5～15℃ではそれぞれ2.1および3.4m^3/個体/年，20℃ではそれぞれ4.9および6.4 m^3/個体/年となる。

なお，同じ潜砂性二枚貝であるアサリの濾水量

は，殻長40mmでは12.9 m^3/個体/年，殻長50mmでは21.0m^3/個体/年と計算され，先述のガイドラインでは8.8 m^3/個体/年を濾水量の原単位としている。ホッキガイは，アサリに比べて大型であるにもかかわらず，濾水量は低いものと推察された。

表３　濾水量の原単位

水温	濾水量（m^3/個体/年）
5～15℃	$0.052\ W^{0.782}$
20℃	$0.705\ W^{0.414}$

W：ホッキガイの重量（g）

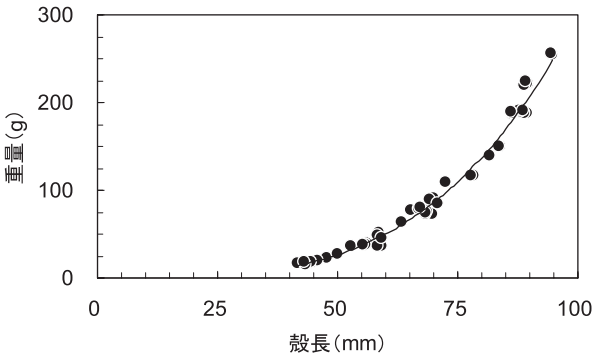


図２　ホッキガイの殻長と重量の関係
殻長をL，重量をWとすると，両者の関係は$W=3.082\times10^{-5}L^{3.494}$（$R^2=0.9907$）で表される

イ　処理率

ホッキガイの濾水量は，5～15℃の範囲では有意差が認められなかったことから，ここでは10℃と20℃の２つの水温条件で飼育実験を行った。また，処理率は，先述のガイドラインによれば，餌料の取込量に対する増肉量で計算される。そこで，本研究では，餌料の取込量および増肉量をそれぞれ給餌量と残餌量の差および増重量と考え，飼育実験により処理率を推定した。

飼育実験により得られた増重量，給餌量，残餌量，排泄量，取込量および処理率を実験期間と併せて表４に示した。また，水温10℃と20℃の処理率を比較したのが図３である。実験期間は10℃では31日，20℃では29日であり，両水温とも増重までにほぼ同じ期間を要した。また，処理率は，10℃では12.8%，20℃では20.4%と計算されるとともに，両者の間には有意差が認められた（P＝0.02）。

以上の結果から，ホッキガイの処理率の原単位を10℃と20℃に区分して整理したのが表５である。なお，アサリの処理率は，野外試験により14%と推定されており，先述のガイドラインでもこの値を処理率の原単位としている。ホッキガイの処理率は，10℃ではアサリとほぼ同じ値となったが，20℃ではアサリよりも高いことから，本種は高い水温帯では取り込んだ餌料をより効率的に体成長へ回すことができるものと推察された。

表４　飼育実験の結果一覧

水温	10℃	20℃
実験期間	31日間	29日間
増重量（g）	0.49±0.14	0.53±0.25
給餌量（g）	4.60±0.00	2.92±1.15
残餌量（g）	0.76±0.17	0.33±0.07
排泄量（g）	0.45±0.06	0.22±0.09
取込量（g）	3.84±0.17	2.59±1.11
処理率（%）	12.8±3.5	20.4±3.6

表中の数値は，平均±標準偏差

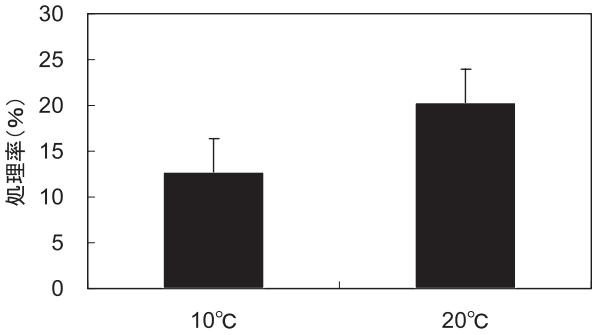


図３　処理率の比較
＊：Mann-WhitneyのU検定，P＝0.02

表５　処理率の原単位

水温	処理率（%）
10℃	12.8
20℃	20.4

ウ　便益額の試算

以上の実験結果を踏まえ，ホッキガイの水質浄化効果による年間便益額の試算を行った。ここでは，昭和63年に北海道苫小牧地区において実施された地先型ホッキガイ増殖場造成事業を例として挙げた。

当該事業では，堤長100mの離岸堤５基を水深５m前後のホッキガイ漁場に造成することによって貝の打ち上げ防止を図り，年間190トンの資源量増加を見込んでいる。ホッキガイの具体的な殻長は明記されていないが，ここでは北海道漁業調整規則に定められている殻長75mmを増産対象と仮定した。また，苫小牧海域における当該施設周辺のCODは，2.2mg/L（75％値）と報告されている。さらに，水温５～15℃と20℃で本種の濾水量が異なることから，その境界を17.5℃と仮定し，当該海域における水温17.5℃以下および以上の年間日数を調べた結果，それぞれ304日および61日と算出された。

以上の前提条件に基づいて，先述のガイドラインに示された算定式「事業による二枚貝増加量×濾水量×処理率×海水中のCOD」によりホッキガイの増加生息量によるCOD処理量を計算すると，1,357.3kg/年となる。一方，水質浄化効果による年間便益額は，COD処理量を下水道処理費用に代替させて計算することが示されているので，ここではCOD除去量当たりの年間経費の原単位4,965円/kg/年を適用し，算定式「COD処理量×除去量当たりの年間経費」により年間便益額を計算した。その結果，ホッキガイ増殖場造成事業により見込まれる水質浄化効果による年間便益額は6,739,112円と試算された。なお，上述の計算については，Microsoft Excelを用いて実行するためのシートを作成した（図４）。

エ　おわりに

本研究では，ホッキガイ増殖場造成により見込まれる水質浄化効果の貨幣化に向けて，室内実験により本種の濾水量と処理率を明らかにするとともに，便益額算定のための原単位と計算例を示した。得られた成果は，今後のホッキガイ増殖場造成事業を計画する際の費用便益分析に供されるだけでなく，事業評価への活用も期待される。今後は，ホッキガイ増殖場に生息するバカガイやサラガイについても同様に水質浄化効果を評価し，地域の実情にあった便益額算定手法を確立する必要があると考えられる。

なお，今回の成果を活用するに際しては，対象海域におけるホッキガイの分布状況，重量組成，水温条件およびCOD量を把握するとともに，水温条件に適合した原単位を選択することに留意する必要がある。

4. 自然環境保全・修復効果に関する原単位
②浅場（干潟）の増加による有機物処理量（CODkg/年）
1）ホッキガイの増加生息量と濾水による有機物処理機能から算定する方法

年間便益額（円）	＝	ホッキガイの増加生息量によるCOD処理量（kg/年）	×	除去量当たり年間経費（円/kg・年）
6,739,112		1357.3		4,965

ホッキガイの増加生息量によるCOD処理量（kg/年）	＝	事業による増加生息量（個/年）	×	ホッキガイ1個体当たり濾水量（m3/個・年）	×	海水のCOD（kg/m3）	×	処理率
1357.3		1,735,323		2.5		0.0022		0.14

○入力項目

増産目標（トン）	190
殻長（cm）	7.5
重量（g）	109.5
水温17.5℃以下の年間日数（日）	304
水温17.5℃以上の年間日数（日）	61
海域のCOD量（mg/L）	2.2

黄色の囲み箇所に入力

ここでは，昭和63年度苫小牧地区地先型増殖場造成事業（大規模）を例として試算した。

図４　水質浄化効果による年間便益額算定シートの概要

5　魚類防疫対策調査検査業務（道受託研究費）
5．1　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　西原　豊　中島幹二　伊藤義三**

(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を行っている北海道栽培漁業振興公社の４事業所を巡回し，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，クロソイに加えてニシンのウイルス性疾病の診断に欠かせない株細胞樹立を試みた。この外，かつてクロソイの中間育成中に多発したビブリオ病の原因菌である*Viburio ordalii*の毒性を調べるため，人為感染試験を行った。以下，項目ごとに方法と結果を記述した。

(3) 方法と結果

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14件だった。診断結果は，表１の通りである。

表１　平成22年度に持ち込まれた病魚の診断結果

月日	魚種	発生場所	年齢	診断結果
5月13日	クロソイ	根室	0+	トリコジナ症
6月8日	ヒラメ	せたな	1+	感染症でない
6月10日	エゾバフンウニ	えりも	1+	低水温期のエゾバフンウニ疾病
6月23日	エゾアワビ	木古内	0+	外敵生物による食害
6月23日	マツカワ	伊達	1+	水質悪化
6月24日	エゾアワビ	奥尻	不明	不明
7月1日	キツネメバル	増毛	不明	リリアトレマの寄生
8月9日	ノコギリザメ	小樽	不明	敗血症
9月8日	チョウチョウウオ	小樽	不明	不明
9月9日	マツカワ	余市	不明	高水温による衰弱死
11月10日	マツカワ	余市	不明	敗血症
12月21日	マツカワ	余市	不明	不明
2月2日	マダラ	釧路	不明	不明
2月9日	ワカサギ	小樽	不明	感染症でない

イ　株化細胞の樹立

前年度クロソイ仔魚由来の細胞が継代中に全滅したため，新たに稚魚から細胞を起こし，7代目まで継代した。またニシン仔魚からの初代培養を試みたが増殖が悪く，培養細胞を得られなかった。

ウ　*Vibrio ordalii* の培養法の検討。

2008年に大樹町で発生したクロソイビブリオ病の病魚から分離された菌を魚体通過させて魚毒性を高めた後凍結保存し，この菌を液体海水培地に接種して25℃で２日間培養したものを平均全長44.3mm，体重1.6ｇのクロソイ稚魚各20尾に1.7×103～106／尾になるよう腹腔内接種し，14日間経過を観察した。この間の累積死亡は図１の通りで，106接種した試験区では接種後２日で全滅し急性毒性が見られたものの，その他の試験区では接種後10日以降の死亡が無かった。このことから，今回使用した菌株はそれ程毒性が強くなく，感染による死亡が起こっても死亡魚を取り上げることで自然終息すると考えられた。

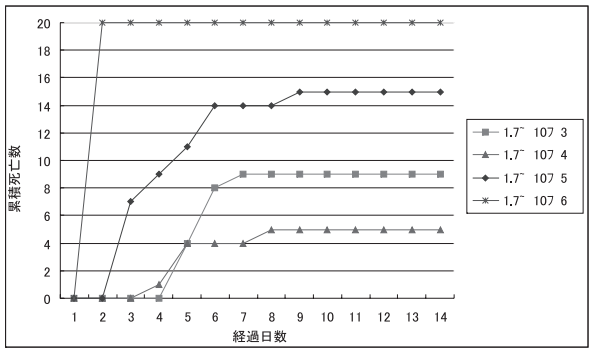


図１　クロソイ稚魚に*V 1 brio ordalii* を腹腔内注射後の累計死亡数

6　魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発（低温環境馴致によるウニ出荷時期調整技術の開発）（公募型研究費）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**干川　裕　櫻井　泉　金田友紀**
加工利用部　**菅原　怜**
（釧路水試）：調査研究部　**萱場隆昭**　加工利用部　**辻　浩司**
協力機関　北海道区水産研究所，羅臼町，羅臼漁業協同組合

(1) 目的

羅臼海域では商品価値を失う天然の産卵時期（７～９月）に品質がよいウニを出荷するため，海洋深層水による低温蓄養試験を行い，成熟が遅延する傾向を確認したが，実用化技術とするために必要な成熟制御技術や集約的高密度飼育技術の確立には至っていない状況にある。そこで，本事業では低温蓄養によるエゾバフンウニの成熟制御技術を開発するため，低温処理開始時期及び最適処理期間を飼育実験により明らかにするとともに，成熟制御が品質に及ぼす影響を，遊離アミノ酸含量など生殖巣の生化学的分析，並びに官能試験により把握する。さらに，限られた海洋深層水を有効に利活用するために必要な，収容密度管理基準及び水質管理基準を明らかにし，これらの管理基準に基づき，パイロットスケールでの蓄養を実施して，成熟制御効果の検証と市場性調査等により，最適な生産・流通条件を明らかにすることを目標としている。

今年度は，昨年度までに得られた結果を基に，収容数を３倍に高めた事業規模での低温蓄養試験による実用化の検証，高密度収容の上限ならびにウニの行動に及ぼす光環境の影響について検討を行った。

(2)　経過の概要

ア　低水温による成熟制御効果等の基準策定に係わるデータ収集

（ア）事業規模低温蓄養試験による実用化の検証

平成22年５月11日から９月２日にかけて，深層水を用いた蓄養試験は羅臼漁港深層水施設で，表層水による蓄養試験を羅臼漁業協同組合のウニ種苗生産施設において実施した。飼育装置は2.4tのFRP水槽にトリカルネット製飼育カゴ（80cm×80cm×50cm）を４カゴ入れたもので，収容密度は昨年までの３倍に当たる150個体/カゴとした。深層水蓄養では乾燥ワカメ給餌区（４カゴ）と羅臼コンブ給餌区（４カゴ）の２試験区を，表層水蓄養では乾燥ワカメ給餌区（４カゴ）だけを設定した。表層水の水温（天然水温）は試験期間中に16℃まで上昇したが，深層水では５℃以下であった。

開始時と開始から約１カ月間隔で終了時まで，各試験区から20個体を採集し，殻径，全重量，生殖巣重量を測定後，全個体について生殖巣の一部を切り出して組織標本を作製し成熟状況を調べた。生殖巣の量的増加については，下記の式で算出した生殖巣指数により評価した。

生殖巣指数＝（生殖巣重量/全重量）×100

蓄養試験終了時に低温蓄養したウニ生殖巣の呈味性を検討するために，生化学的分析を行うとともに，観光客と水産関係者をパネラーとした官能試験を実施した。観光客に対しては低温蓄養ウニの味が天然ウニと異なるかどうかを，水産関係者には生のコンブを給餌したウニと乾燥ワカメを給餌したウニの味に差があるかどうかについてアンケートにより回答を得た。また，経済性を検討するために低温蓄養にかかるコストと期待される便益を試算した。

イ　高密度収容施設の形状等に係わるデータ収集

（ア）　高密度化に伴う身入り状況及び生化学的特性の把握

生殖巣の成長や成熟，個体の生残に及ぼす高密度化の上限を検討するために，中央水産試験場内で小型の試験用カゴ（50cm×30cm×25cm）を用いて，平成22年６月11日から８月18日まで低温海水（8.0～10.4℃）で飼育試験を行った。底面積当たりの個体数は，羅臼の深層水施設で行われているカゴ試験と同じ密度の２倍区（１組），4倍区（２組），6倍区（２組），8倍区（１組）とした。供

試したエゾバフンウニは日本海に面した小樽市忍路で漁獲されたもので，開始時の平均殻径は48.4mm，平均重量は44.3ｇであった。

開始時に25個体を，終了時には全個体について，殻長，重量，生殖巣重量を測定後，生殖巣の一部を切り出して北海道区水産研究所に送付し組織学的観察により成熟度を判別した。また，測定後の生殖巣について各試験区から雌雄５個体を対象に生化学的分析（グリコーゲン含量，水分含量）を行った。

（イ）ウニの付着部位選択に影響する要因の検討

昨年度の結果から，エゾバフンウニは遮光域に蝟集する傾向が認められたため，今年度はウニの分布に影響する光条件を明らかにするための室内試験を行った。

平成22年６月下旬から７月上旬の間，10℃に室温を調整した恒温室内で，48ℓのコンテナに海水を約30ℓ入れ，平均殻径48.1mmのエゾバフンウニ５個体を収容して光条件と分布との関係について調べた。ウニを収容したコンテナの半分を黒色のアクリル板で遮光するようにして上面からの光量を変えて24時間後のウニの付着部位を記録した。その後，同光条件で上面の遮光板の配置を逆にして，24時間後のウニの位置を記録した。また，同じ条件でコンテナ底の暗部と明部の両端に小型メモリー照度計（アレック電子社製MDS-MkV/L）により光量子を別途測定した。これらの試験中は通気を行い，光条件を変える場合には，海水を入れた別のコンテナを恒温室内に保管して水温を約10℃に調整した後にウニを移し，1日以上馴致した後に試験を開始した。

(3)　得られた成果

ア　低水温による成熟制御効果等の基準策定に係わるデータ収集

（ア）事業規模低温蓄養試験による実用化の検証

低温蓄養を実用化させる上で必要な事業規模での成熟抑制効果の検証を行うとともに，経済性および市場性を検討した。

限られた深層水と水槽数を考慮して収容密度を昨年度の50個体/カゴから150個体/カゴと３倍に増やしたが，生残率は餌の種類にかかわらず93.3～100％と高く，集約的飼育の安全性が確認された。

天然水温で蓄養したウニでは，開始から85日目には可食可能な熟度２および３の個体が雄で約30％，雌で約15％と低下したが，低温蓄養のウニでは雄で70～90％，雌で50～100％と高い値を維持していた。このため，大量に飼育した場合でも低温による成熟抑制効果があることが明らかになった。また，生殖巣の量的な成長を示す生殖巣指数は，試験終了時の９月２日では平均で19.1となり，羅臼海域の漁期に漁獲されたウニの平均値11.4よりも明らかに高かった。

過去３年間の結果を基に低温蓄養と天然水温（地先海水）蓄養による可食個体の比率変化を図１に示した。天然水温で蓄養したウニでは，7月初旬までは0.8以上と高かったが，その後は急速に減少して８月下旬には0.1以下となった。一方，低温蓄

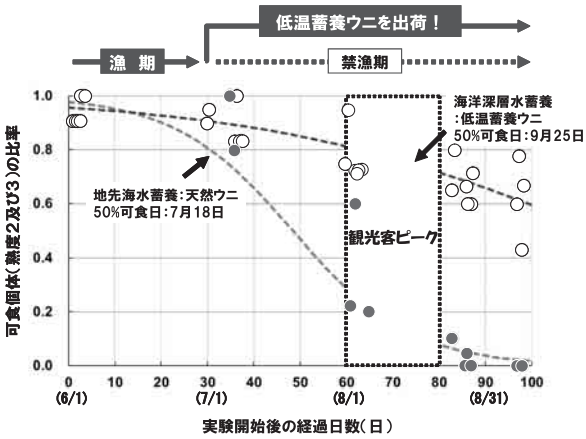


図１　海洋深層水を用いた低温蓄養における羅臼産エゾバフンウニ可食率の変化

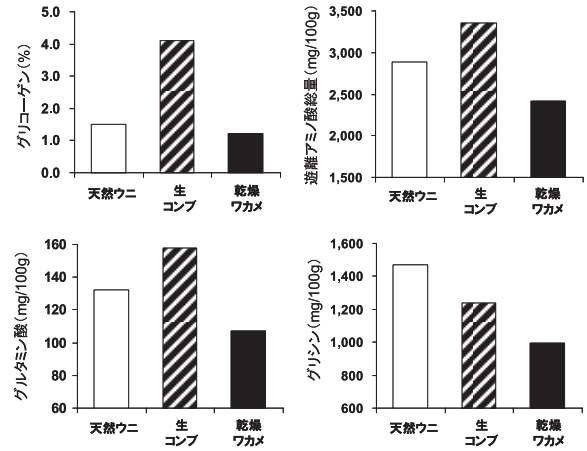


図２　餌料の違いが低温蓄養ウニの生殖巣の生化学的性状に及ぼす影響
各群，5個体分の生殖巣を混合して試料とした。

養したウニでは７月初旬までは天然水温で蓄養したウニと同じ値であったが，８月初旬では0.7以上，8月下旬でも0.6以上と高い値を維持しており，観光客がピークを迎える時期に上質のウニを供給することが十分に可能であると考えられた。

昨年の結果から，乾燥ワカメに比べて生のコンブを給餌した場合には，短期間に生殖巣の量的な成長が起こることが明らかになった。このような餌の違いが生殖巣の生化学的性状に及ぼす影響について，天然の漁場から採集されたウニと，本試験で生コンブと乾燥ワカメを給餌したウニを対象に調べた結果を図２に示した。グリコーゲン含量，遊離アミノ酸総量，およびグルタミン酸含量では生コンブを給餌したウニが最も高い値を示した。また，グリシン含量では天然ウニよりも低いものの，生コンブを与えたウニの方が乾燥ワカメを与えたものよりも高かった。

蓄養したウニの市場性を評価するために，試験終了時に観光客を対象にコンブ給餌した蓄養ウニを食べてもらい,「蓄養ウニはいつも食べている天然ウニと違いますか？」という質問のアンケートを行った。39名の観光客から得た回答を図３に示した。「天然ウニには及ばない」が36%,「天然ウニと変わらない美味しさ」および「天然ウニより美味しい」が計64%であり，統計的な差はなかったことから，成熟制御処理を行っても味には影響しないことが示された。次に，水産関係者に「コンブを給餌したウニと乾燥ワカメを給餌したウニの味は違いますか？」という質問について回答してもらった。その結果，89.5%が「味が異なる」であり，コンブ給餌の方が甘味と旨味があるという結果となった。このことから，生コンブを与えることで呈味性が増すことが，生化学的性状だけでなく官能試験でも確認された。

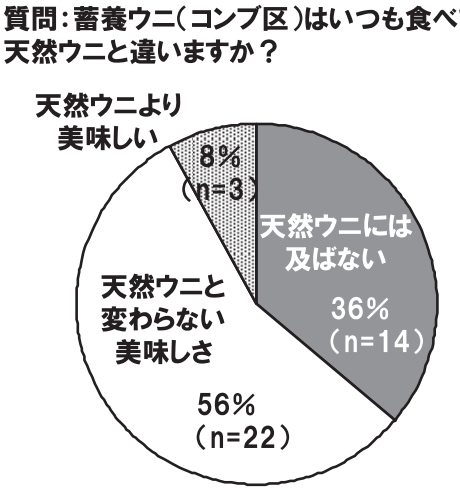


図３　観光客による官能試験の結果
χ²検定：*P* 値=0.072(>0.05)

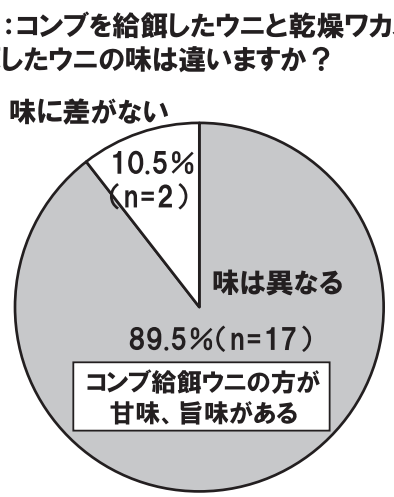


図４　水産関係者による官能試験の結果
χ²検定：*P* 値=0.00057 (<0.01)

最後に，ウニ14,400個（1,152kg）を90日間蓄養することにかかる経費と収益（ウニ販売による直接効果）を試算した。経費として①ウニ仕入費，②飼育人件費，③餌料費（間引きコンブを利用することを想定して０円），④光熱・水道費，および⑤深層水汲み上げ費を想定した。また，収益は折ウニ単価（平成22年羅臼漁業協同組合平均額）と蓄養ウニ収穫量（全体重量に生残率，商品となる個体率，および平均生殖巣指数を乗じた値）から販売金額を求めた。その結果，漁業者自身が蓄養を行った場合には，収益/経費は2.4となった。

イ　高密度収容施設の形状等に係わるデータ収集

（ア）　高密度化に伴う身入り状況及び生化学的特性の把握

生殖巣指数は，6月の試験開始時には12.77であったが，試験終了時には14.05～14.80と収容密度に

表１　収容密度別の蓄養終了時生殖巣指数（GI）および生残率

試験区	収容数/カゴ	生殖巣指数			生残数	生残率
		平均値	標準偏差	変動係数		
2倍区	24	14.55	3.05	20.65	24	100.0
4倍区1	48	14.80	3.53	23.85	48	100.0
4倍区2	48	14.77	3.25	22.05	48	100.0
6倍区1	72	14.20	3.56	25.10	72	100.0
6倍区2	72	14.64	3.76	25.72	71	98.6
8倍区	96	14.05	3.60	25.62	95	99.0

注：開始時の生殖巣指数は12．77

よる影響は認められなかった（表１）。しかし，変動係数は２倍区では20.95であったのに対して，６倍区および８倍区では25.10～25.72と収容密度の増加に伴い高くなった。

開始時の組織学的観察に基づく熟度組成は，雄では熟度２が56%, 熟度３が37.5％で熟度４の個体も僅かだが存在した。試験終了時には，熟度３の個体が88.7～100%となり，その比率は収容密度とは対応していなかった（図５）。一方，雌では開始時は全て熟度２であったが，終了時には熟度２と３の個体が合計で75～100%と高い割合いを占めていた。また，熟度４の個体も４倍区２で25%と高かったが，4倍区１では０％であり，収容密度による熟度組成の差は認められなかった。

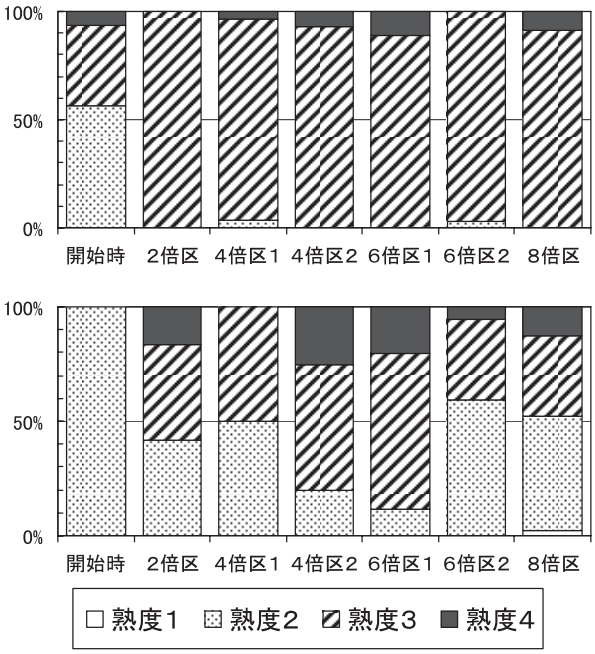


図５　収容密度と熟度組成の関係

水分含量とグリコーゲン含量は雄では密度に関係なかったが，雌では密度の増加に伴い水分含量が増加し，グリコーゲン含量が低下する傾向が見られた。しかし，生殖巣の水分含量とグリコーゲン含量は熟度と関連することが知られており，今回の結果からも熟度が進むにつれてグリコーゲン含量が低下し，吸水により水分含量が増加していることが分かった(図６)。抽出標本数が少ないため，高い密度区で成熟が進んだ個体が選択されたことが，雌で収容密度と生化学的性状の間に関連性が認められた原因と思われる。

（イ）ウニの付着部位選択に影響する要因の検討

光源の位置を７段階に変えたが，コンテナ底部で観測された光量子量は明部で５段階，暗部で４段階となった。コンテナ底の明部で観測された光量子量の変化に対応したウニの分布位置を遮光板下にいた場合を暗部，遮光板の外にいた場合を明部として図７に示した。

光量子量が7.66μMol/s/㎡以上では，全ての個体は暗部（遮光板の陰）を選択して分布しており，同じ光条件下で遮光板の位置を換えても移動して同じ結果となった。しかし，光量子量が4.67μMol/s/㎡以下では暗部と明部に分布している個体数に差はなくなった。この時の暗部の光量子量は1.04μMol/s/㎡であった。

このことから，水槽内に均一にウニを分布させる上で，光条件としては遮光等で水槽内を暗くすることが有効と考える。

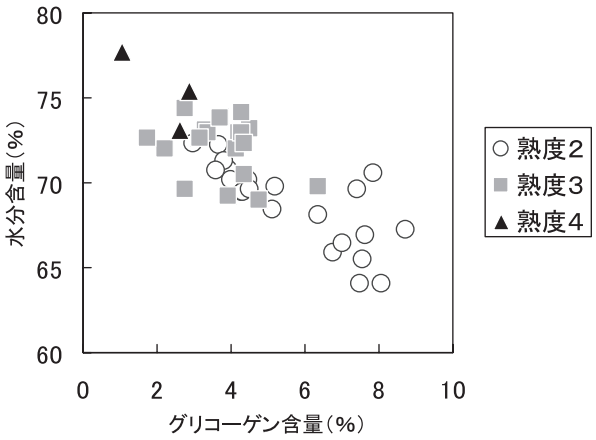


図６　エゾバフンウニ雌の熟度別グリコーゲン含量と水分含量の関係

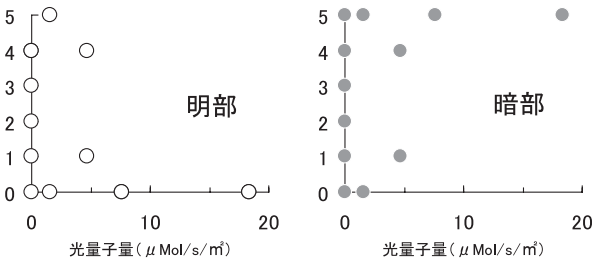


図７　光量子量とウニの分布位置の関係

７．漁家経営安定を推進するえびかご漁業用ロングライフ人工蝟集餌料製造システムの開発（公募型研究費）

７．１　蝟集効果の検討

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**金田友紀　千川　裕**
共同研究者　資源管理部，釧路水産試験場加工利用部，
工業試験場，余市郡漁業協同組合

(1) 目的

日本海沿岸海域でのえびかご漁業の必要経費総額(H19年度)は約20億円で，そのうち人件費７億円(34.6%)，燃油費３億５千万円(17.3%)，天然餌料費用が約２億１千万円(9.1%)である。しかし，近年の国際的重油価格の高騰と天然餌料価格や資材価格等の上昇により漁業経営が圧迫され，漁業者の廃業や休業が出現し，餌料費用を含めた経費削減が大きな課題となっている。特に，餌としてスケトウダラ等の天然餌料は，ヨコエビ類等の競合生物による食害が問題となっており，漁獲効率の低下を招いている。このため，漁業現場からは天然餌料より低コストで，耐食害性に優れ，漁労負担が軽減できると同時に再使用が可能な人工餌料の開発が切望されている。

このような人工餌料を開発するにあたり，本事業では，ホッコクアカエビの蝟集に有効な成分を特定するため人工餌料を用いた蝟集実験を行った。また，餌料に対するホッコクアカエビの蝟集行動を定量化するための予備試験として，天然餌料（スケトウダラ）を用いたホッコクアカエビの行動観察を行った。

(2) 経過の概要

ア　実験水槽による抽出・分離成分の蝟集効果試験

釧路水産試験場において，アルギン酸基材に，スケトウダラ内臓のミンチ，同ミンチを遠心分離により分離した水層分，油層分，固層分をそれぞれ混入したもの，および対照区としてアルギン酸基材のみの計５種類の人工餌料を作成した。混入成分の作成手順を図１に示す。人工餌料は冷凍のまま40gを切り出し，実験に用いた。

実験設備の概要を図２に示す。冷却器（ORION社製キャリクールLBP－１）を用いて約６℃に冷却した濾過海水を，実験水路底面付近で流速0.5cm/sの流れとなるよう注水量を調節し，掛け流した。海水排水口付近にホッコクアカエビが位置しているのを確認してから，海水注水口付近に非金属製の固定具を用いて人工餌料を配置し，実験を開始した。

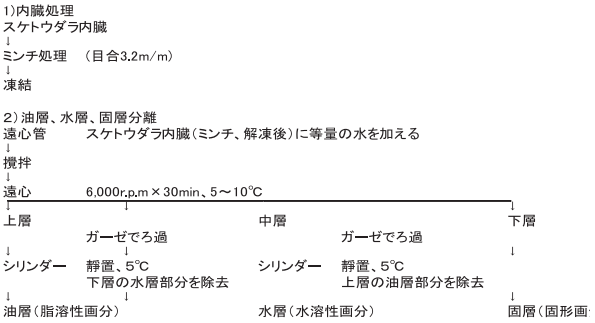


図１　人工餌料の混入成分の調整方法

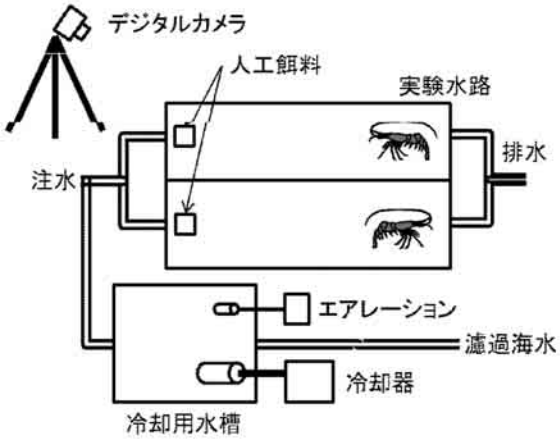


図２　人工餌料に対するホッコクアカエビの蝟集実験装置の概要

一回の実験は24時間で，その間，1分間隔でデジタルカメラによる写真撮影を行った。予備試験から，フラッシュ点灯によりホッコクアカエビが人工餌料から離れる，急に人工餌料を補足するなどの異常行動は観察されなかったため，フラッシ

ュ点灯によるホッコクアカエビの行動への影響はないと判断し，撮影時にはフラッシュを点灯させた。撮影した写真から行動解析ソフト（株式会社ライブラリー Move-tr/２D 7.0)を用いて人工餌料にホッコクアカエビが蝟集していた写真を抽出し，その枚数から蝟集時間（枚数×１分）を求め，24時間に対する比率を求めた。それぞれの人工餌料についてホッコクアカエビ８個体分（平均甲長29.6mm，S.D.0.9mm）の実験を行った。

イ　暗視装置による有効抽出・分離成分への蝟集行動定量化試験

実験装置の概要を図３に示す。水槽（２m×２m）に水位約50cmまで海水を満たし，エアレーションを行うとともに，循環式濾過・調温を施して水温を６℃とした。

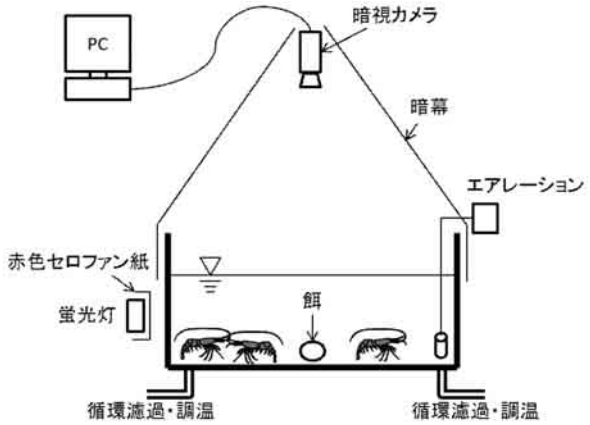


図３　ホッコクアカエビの蝟集行動定量化実験装置の概要

水槽全体を遮光環境としているが，まったく光源がない場合，暗視カメラであっても撮影ができないため，照明を点灯することとした。インバータ式卓上蛍光灯を赤色のセロファン紙で２重に覆うことで赤色光とし，これを照明とした。セロファン紙の直前の平均光量子密度は53μmol/s/㎡で，これを水槽横の観察窓から水槽内へ照射したところ，水槽内の観測窓から20cmの地点では，平均光量子密度は２μmol/s/㎡まで減衰していた。この光条件下で暗視カメラによる撮影で個体識別が可能であり，ホッコクアカエビが光源に近寄る，または光を避けるよな特異な行動は観察されなかったことから，光量子密度53μmol/s/㎡（水中２μmol/s/㎡）以下の照明は，エビの行動に影響を及ぼさないと判断した。また，濾過・調温のための僅かな水の循環に対しても，特異な遊泳行動等は観察されなかったことから，これについてもエビの行動には影響を及ぼさないと判断した。

上記の環境下の水槽中に，約２週間，無給餌で蓄養したホッコクアカエビ５尾(平均甲長30.2mm，S.D.1.5mm）を投入し，1週間の馴致後，スケトウダラの切り身（約80g，冷凍）を水槽中央に配置して，ホッコクアカエビの行動を暗視カメラにより１時間撮影した。撮影データは前出の行動解析ソフトを用いて解析し，ホッコクアカエビの移動軌跡，餌への蝟集行動開始時間，餌から蝟集行動開始点までの距離を求めた。

(3) 得られた結果

ア　実験水槽による抽出・分離成分の蝟集効果試験

蝟集実験の結果を図４に示す。人工餌料それぞれの蝟集時間比率の平均は，水層分10.9%，油層分3.4%，固層分5.0%，内臓のみ5.1%，対照区1.0%であった。Kruskal-Wallis検定の結果，各人工餌料間に有意な差は認められなかった(P=0.066)が，水層分への蝟集時間比率がやや高い傾向を示した。

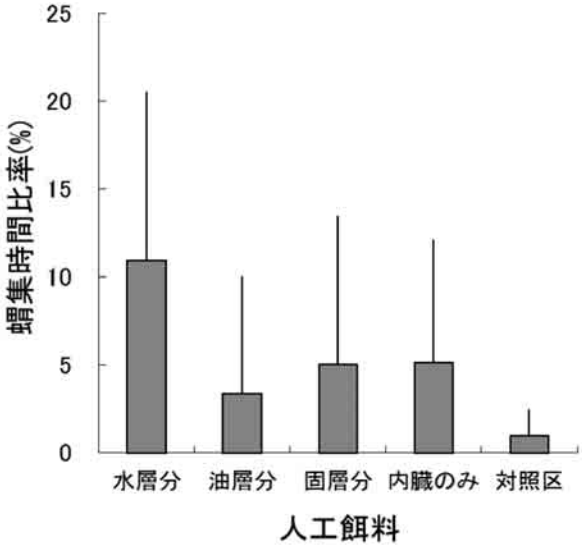


図４　各人工餌料にホッコクアカエビが蝟集していた時間の24時間に対する比率
垂直線は標準偏差を示す。

さらに，釧路水産試験場において各人工餌料の成分分析を行ったところ，水層分は遊離アミノ酸が多いことがわかった(表１)。固層分および内臓のみも，水層分に次いで遊離アミノ酸が多いこと

から，人工餌料中の遊離アミノ酸量の多寡が，ホッコクアカエビの蝟集に影響を及ぼす可能性が示された。

表１　各人工餌料の成分分析結果

	水分（%）	粗脂肪（%）	粗タンパク質（%）	灰分（%）	遊離アミノ酸（mg/100g）
水層分	91.1	0.5	4.0	2.3	2,247
油層分	76.3	18.8	0.1	1.9	42
固層分	85.9	4.4	4.8	2.2	1,762
内臓のみ*	76.3	12.1	6.3	4.1	1,531
対照区	95.8	0.0	0.0	2.0	22

*：同製法，別ロットの分析値

イ　暗視装置による有効抽出・分離成分への蝟集行動定量化試験

５尾のホッコクアカエビにａ～ｅまでの記号を付して識別し，実験結果の概要を図５に示す。餌の着底直後に，餌から約30cm離れた場所にいたａが餌に蝟集した。餌の着底から約30秒後，餌から約70cm離れていたb（図５中，左上）が餌に蝟集した。bはその後遊泳し，餌から26cmの場所（図５中，中央）から再び餌に蝟集した。この間，c，dおよびeは餌から約100cmの場所に定位していた。このうちcが，餌の着底から約５分後に，餌から約75cmの場所（図５中，中央上部）に移動し，一旦定位後，直ちに餌に蝟集した。残る２尾のうち，ｅは餌から約80cmの場所にまで遊泳するなどして餌に近づいたが，餌に蝟集しなかった。

今回，全個体が自由に移動できる環境であった。個体同士が接触しかけたのは，定位していたcと遊泳していたbのみであった。その後，それぞれの個体は移動，遊泳し，別の場所に定位してから，餌料に蝟集した。このことから，蝟集に関する個体間作用の影響はないと考えられる。

今回の餌の種類，量に対して，餌から一定の距離（約75cm）より近い個体が蝟集行動を取った。しかし，ｃおよびｅが同程度の距離に位置していても行動に差がみられたことから，人工餌料を用いた本実験では，複数の個体の平均値を取るなど，個体差の影響を排除する必要がある。また今後は，人工餌料の種類ごとに，重量，ホッコクアカエビと餌料間距離および蝟集までの経過時間から，人工餌料の蝟集に有効な成分の拡散係数をまとめ，有効範囲の定量化について検討する。

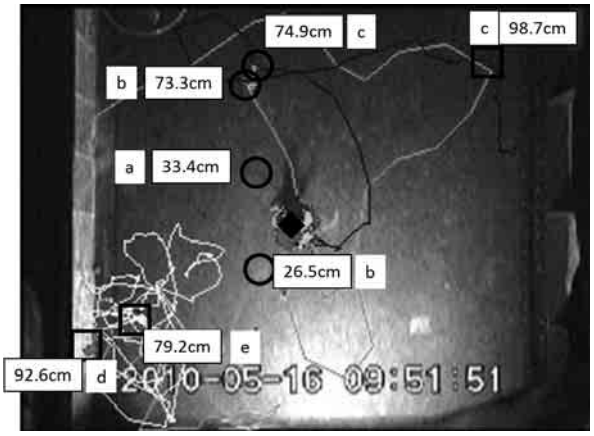


図５　ホッコクアカエビの移動軌跡と各行動開始時の餌からの距離
a～eはホッコクアカエビの個体識別記号を表す。記号横の数値は行動開始時の餌からの距離を示す。曲線は各個体の移動軌跡を示す。中央の◆は餌の配置位置，○は蝟集開始地点，□は定位地点を表す。

8．再生産力の向上を目的としたアワビ類の資源管理・増殖技術の開発（公募型研究費）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**千川　裕　金田友紀　櫻井　泉**
協力機関　（独）水産総合研究センター東北区水産研究所　養殖研究所
東京大学大気海洋研究所　後志南部地区水産技術普及指導所
檜山南部地区水産技術普及指導所　小樽市漁業協同組合
岩内郡漁業協同組合　ひやま漁業協同組合　岩内町　上ノ国町

(1) 目的

アワビ類は，栽培漁業における最も重要な魚種の一つに位置づけられ，人工種苗放流による資源増殖対策が各地で展開されている。しかし，近年の漁獲量は急速な減少傾向を示し，資源も低水準で推移している。このため，磯焼け等の海洋環境の変化に伴う天然資源の変動要因を明らかにするとともに，親集団形成による資源回復を図るために，移殖・放流による資源添加の条件や長期的に人工種苗の放流が行われている漁場への遺伝的影響を解明する必要がある。そのため，本事業では以下の２課題について取り組む。

ア　磯焼け海域における生態系の構造と機能の解明

磯焼けを呈しているエゾアワビ漁場において，アワビ類の発育段階毎の分布様式を把握するとともに，低次生産者から一次消費者に至る食物網の構造を明らかにするため，主要な底生動物を定量的に採集し，磯焼け海域での生物群集の構造を把握するとともに，得られた標本を東北区水産研究所（以下東北水研）および東京大学海洋研究所が実施する炭素・窒素安定同位体比分析および消化管内容物の解析のための試料とする。

イ　親集団造成による個体群保全・資源回復手法の開発

減少したアワビ資源を回復させるための有力な方法の一つとして，親集団の造成が考えられる。本課題では，人工種苗が放流されているいくつかのタイプの漁場において，放流貝がどのような繁殖集団構造を形成するのかを解析することにより，資源回復に有効と考えられる親集団の増強技術の開発を進める。

当水産試験場の担当する課題では，閉鎖的漁場における親貝密度を高めた漁場での放流中止と禁漁中止の影響，および開放的漁場における大型人工種苗放流による再生産力の増強効果を把握するため，親貝と当歳貝密度の変化，放流貝および天然貝の成熟状況を把握することを目的としている。また，養殖研究所（以下養殖研）と共同で，遺伝学的手法による周辺地域の繁殖集団構造と当歳貝の起源集団を推定したデータを用いて，人工種苗放流に基づいた親集団造成による個体群保全・資源回復手法を検討する。

(2) 経過の概要

ア　磯焼け海域における生態系の構造と機能の解明

（ア）分布様式の解明：エゾアワビ，ウニ類および海藻群落の分布様式の把握

平成22年７月１日に，図１に示した岩内町敷島内沿岸の磯焼け海域（Ｌ１）と対照海域（Ｌ４：ホソメコンブ群落）および赤池他（2002）がホソメコンブ群落として報告している野束川河口の岩内

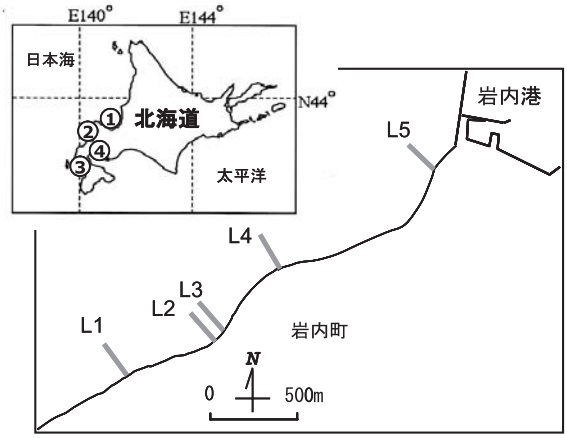


図１　各調査海域と岩内町敷島内における調査ライン設置場所
①小樽市，②岩内町，③上ノ国町，④豊浦町

港側に設定したＬ５で，海岸線に直向する方向に長さ100mの調査線を敷設し，調査線に沿って幅１m×長さ５m毎に発見したアワビとウニ類の個体数と，海藻が生育している場合は被度を記録した。

（イ）食性・種間関係の解明：ベントス群集の種組成および重量組成の把握

平成22年７月１日にはL1,Ｌ４およびＬ５の浅所と深所で各５㎡を，9月14日と11月19日にはＬ１とＬ４の浅所と深所に２m×２m（４㎡）の採集場所を各２カ所設定して計８㎡を対象に，1㎡毎に大型ベントスと各１㎡枠内で１/４㎡の小型ベントスと海藻を徒手で採集した。これらの採集物は種類毎に動物の場合は個体数と大きさ（殻長等と湿重量）を，海藻類の場合は湿重量を測定した。また，ホソメコンブやワカメ等の大型褐藻類は本数も計数した。

また，殻長１～９cmのエゾアワビをＬ１とＬ４の岸側で採集して，小型個体は全体を，大型個体は口器周辺部位を切り出して安定同位体比分析用標本とした。

ホソメコンブは先端，中央，基部から小片を切り出し，安定同位体比分析に供するために，前述の底生動物標本とともに−20℃で凍結後に東北水研に送付した。

イ　親集団造成による個体群保全・資源回復手法の開発

（ア）親貝密度・成熟過程調査・新規加入量調査

a　閉鎖的漁場（小樽市）

小樽市忍路湾に設定し，平成14年から放流と禁漁を続けていた試験区を平成19年10月に開放して漁獲を行った。産卵期の親貝密度を調べるために，禁漁区開放後も同じ定点でベルトトランセクト法によりエゾアワビの分布状況を調べた。また，平成22年12月に忍路湾内で漁獲されたエゾアワビについて放流貝の占める割合を調べた。さらに，10月25日と11月８日，および平成23年１月19日には試験区内および試験区周辺の定点で当歳稚貝を対象とした採集調査を実施した。

b　開放的漁場（岩内町）

９月14日に，図１に示した放流区内にＬ２とＬ３の２本の調査線を敷設して，アワビとウニ類の生息密度についてアの分布様式の解明と同じ方法で調べた。同日に放流区内で，放流貝と天然貝の親貝集団組成と生殖巣指数を調査した。11月18日に放流区とＬ１およびＬ４で各10㎡を対象に当歳貝の密度調査を実施した。

c　開放的養殖場（上ノ国町）

８月５日に上ノ国町原歌地区の沿岸でDNAマーカーによる親子判別のために，平成20年に生まれた２歳貝を潜水で採集した。

d　移殖による親集団造成事例漁場（豊浦町）

殻長40mmの大型種苗を事業規模で放流している豊浦町において，共同研究機関の養殖研が放流貝の再生産効果を検討するために漁獲物を買い上げ，親貝の遺伝解析を行っている。この調査と対応した遺伝解析用の当歳貝を採集するために，8月16日に石詰めコレクター５個を豊浦町礼文漁港近傍のコンブ群落内に沈設し，10月１日に回収した。また，回収時に補足的に潜水により当歳貝の採集を行った。

（イ）親集団造成

７月６日に平均殻長70.2mmの大型人工種苗を岩内町の開放的漁場に3,000個体放流し，親集団を造成した。放流時に放流貝75個体からDNA分析用筋肉標本を採取した。

ウ　繁殖特性の解明

磯焼けがエゾアワビの再生産に及ぼす影響を検討するために，平成22年度は９月の成熟状況について外観の生殖巣指数をＬ１～４で比較した。また，秋の餌料海藻が少なくなる時期に，下記の式により肥満度を求めてＬ１とＬ４で比較した。

$$肥満度＝軟体部湿重量/殻長^3\times1000$$

(3) 得られた成果

ア　磯焼け海域における生態系の構造と機能の解明

（ア）分布様式の解明

７月１日に行ったL1,Ｌ４およびＬ５の分布様式調査結果を図２に示した。Ｌ１では沖出し100mで水深が５mに達するが，同じ距離でもＬ４では3.8m，Ｌ５では2.2mと遠浅になっていた。海藻類の分布では，Ｌ４とＬ５の岸寄りにホソメコンブが認められたが，Ｌ１では紅藻類であった。沖側は各調査線とも紅藻類やケウルシグサなどが生育していた。ウニ類はＬ１で最も多く，Ｌ５では僅かに分布しており，Ｌ１ではキタムラサキウニの密度が10個/㎡を超える地点もあった。エゾアワビはＬ１とＬ４に分布しており，Ｌ４ではホソメコンブ

群落で殻長３cm以上の貝が多く生息していた。一方，岸側にホソメコンブ群落が形成されていたＬ５ではエゾアワビは確認されなかった。

（イ）食性・種間関係の解明

各時期の海藻繁茂状況を図３に示した。７月には分布様式調査の結果と同様に，Ｌ４とＬ５では岸寄りに6.4kg/㎡以上のホソメコンブが生育していたが，Ｌ４では９月には2.8kg/㎡になり，11月には0.1kg/㎡まで減少した。ベントスの密度は，7月にはＬ１の沖側で高く岸側で低かったが，Ｌ４とＬ５では海藻が多い岸側で密度が高く，沖側で低い傾向にあった（図４）。９月と11月は場所による差が小さかった。主なベントスは７月ではヒザラガイ類と巻貝類であったが，11月にはカサガイ類の密度が高くなった。７月のベントスの生息量は，Ｌ４の沖側でキタムラサキウニが110g/㎡であった以外は巻貝類とヒトデ類が多かった（図５）。９月と11月には磯焼けを呈しているＬ１でキタムラサキウニが増加し，11月のＬ１岸側では324g/㎡であった。また，11月にホソメコンブが残っていたＬ４の岸側では，エゾアワビとエゾバフンウニの生息量が75g/㎡および210g/㎡と多かった。

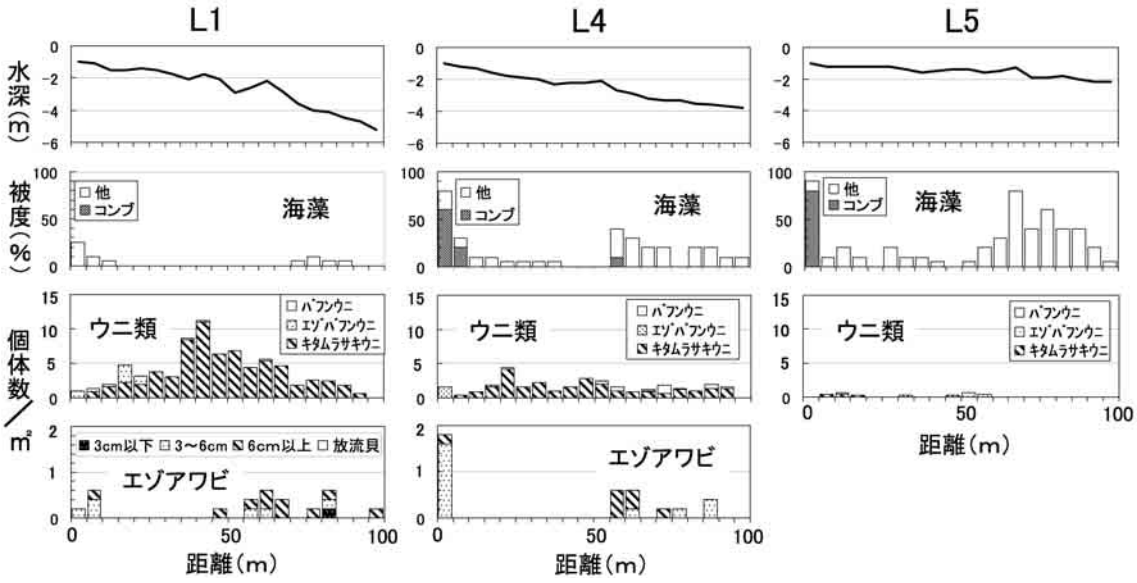


図２　平成22年７月１日に実施した分布様式調査の結果

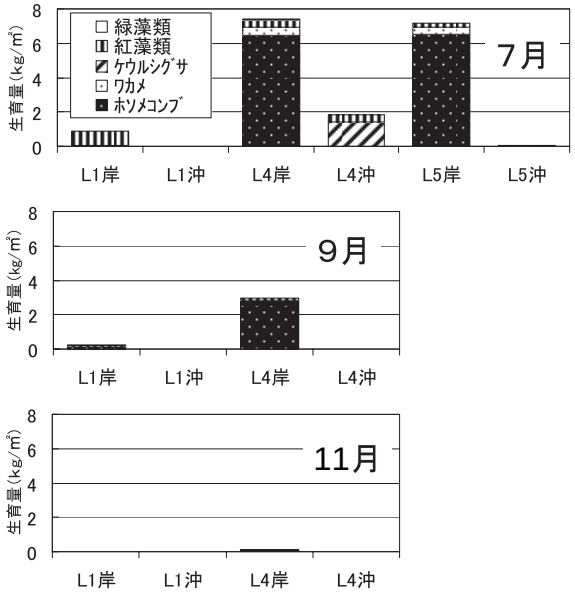


図３　磯焼け海域（Ｌ１）と対照海域（Ｌ４）の海藻繁茂状況

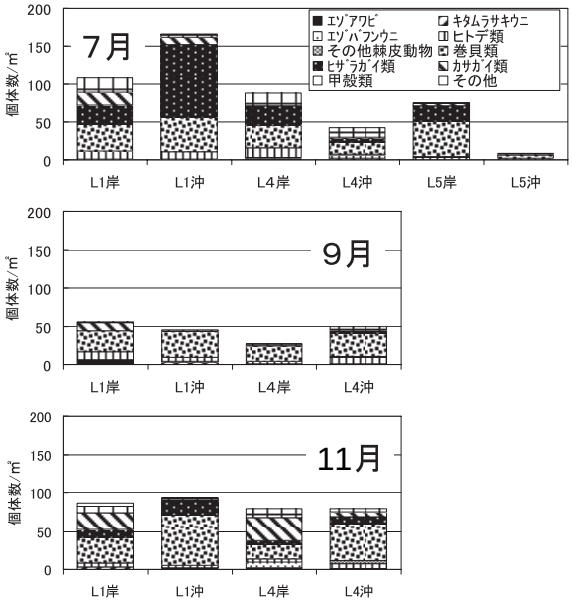


図４　磯焼け海域と対照海域のベントス密度

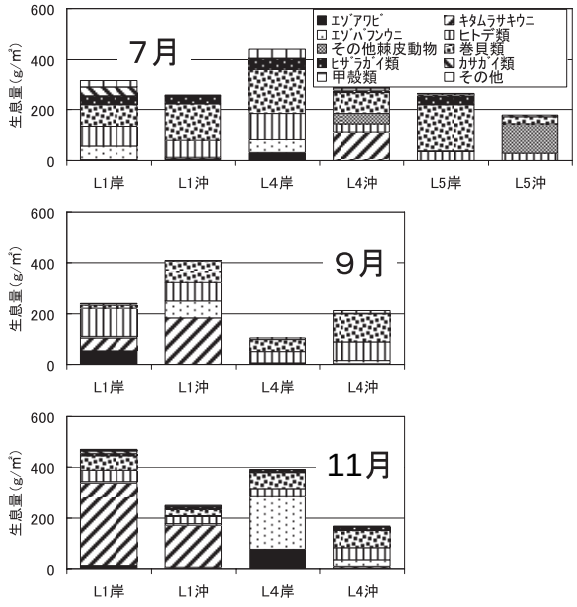


図５　磯焼け海域と対照海域のベントス生息量

イ　北海道における親集団造成による個体群保全・資源回復手法の開発

（ア）親貝密度・成熟過程調査・新規加入量調査

a　閉鎖的漁場（小樽市）

閉鎖的漁場の小樽市忍路湾では，放流を中止してから３年が経過しており，産卵時期の親貝密度は放流前と同程度の0.06個体/㎡まで低下していた（図６）。また，僅かだが試験区内に放流貝が残っていることが確認された。産卵期（８月から10月）の親貝密度の増減に対応して当歳貝密度は変化しており，秋の当歳貝密度の間には有意な相関関係が認められた（図7，rs=0.8303，p<0.01）。しかし，親貝密度と冬の当歳貝密度の間には有意な相関関係は認められなかった（rs=0.5151，p>0.05）。

12月にかけて忍路湾内で漁獲されたエゾアワビに占める放流貝の割合は8.1％であり，試験区から移動した放流貝が湾内にまだ残っていることが確認された。

b　開放的漁場（岩内町）

９月14日の放流区における親貝密度は，Ｌ２で0.12個体/㎡，Ｌ３で0.08個体/㎡であった（図８）。この値は７月１日に調べたＬ１およびＬ４の密度と同程度かやや高かった。また，Ｌ２とＬ３を合わせた場合の親貝密度に占める放流貝の割合は65％と高かった。しかし，その数値は小樽市忍路で実施した放流試験の最大親貝密度（1.28個体/㎡）に比べると１/10以下であり，3年間の放流区内密度は，平成20年10月31日が0.2個体/㎡，平成21年９月17日が0.06個体/㎡であり，重ね放流による密度の増加は認められなかった。この理由としては，忍路湾の放流区が沖側は岸から40mほどで砂底になり移動方向が海岸線に沿った方向だけであったのに対して，岩内町の放流区では沖側は転石帯が続いており移動する個体の割合が高いことが考えられる。

c　開放的養殖場（上ノ国町）

開放的養殖場がある上ノ国町で８月５日に２歳

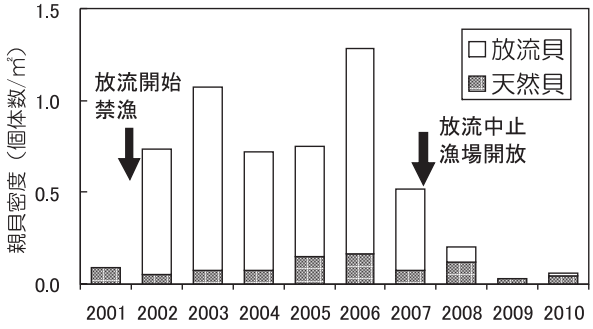


図６　小樽市忍路の放流試験区における産卵期親貝密度の推移

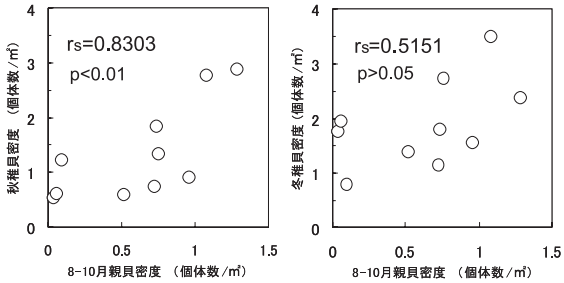


図７　産卵期親貝密度と当歳貝密度の関係
rs:Spearmanの順位相関係数

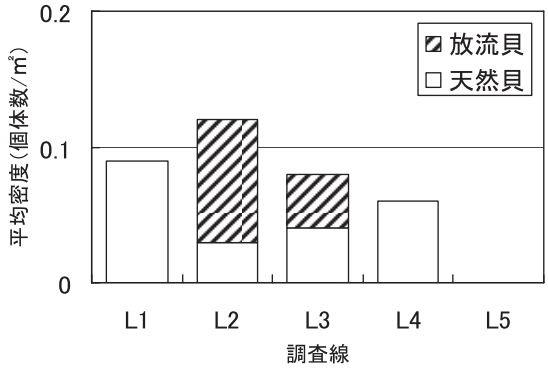


図８　岩内町沿岸における殻長60mm以上のエゾアワビ生息密度
L1，4および５は７月１日の結果を引用

貝の採集を行った結果，殻長50mm以下の計62個体のうち，2歳貝と思われる個体は42個体（平均殻長37.1mm，SD3.18）であった。平成20年から3年かけて遺伝解析に必要な約60個体を確保することができた。

d　移殖による親集団造成事例漁場（豊浦町）

平成22年10月1日に回収した石詰めコレクターに付着していた稚貝の殻長は最小で0.7mm，最大で6.8mmであり，平均付着数は6.6個体/コレクターであった。潜水採集と合わせると72個体の当歳貝が採集された(図9)。平成21年11月10日に潜水による稚貝採集を行ったが，その時には殻長18.6mmの1歳貝が1個体採集されただけであった。日本海沿岸では変動しながらも毎年当歳貝を採集することが可能であるが，豊浦町沿岸では当歳貝量の年変動が大きい可能性が考えられる。噴火湾においてエゾアワビの親集団が形成されている場所が長万部町静狩から豊浦町礼文の狭い範囲であるため，そこで生まれた浮遊幼生が同海域に着底できるか否かは，浮遊期の沿岸流などの影響が大きいと思われる。

イの調査で採集された親貝および稚貝のDNA分析用標本は養殖研究所に送付し，親子関係の検討や養殖貝および放流貝が加入群に及ぼす影響の解明に供する。

ウ　繁殖特性の解明

岩内町敷島内沿岸でエゾアワビの産卵時期にあたる9月に磯焼け海域と対象海域およびその中間に位置する放流区で採集した殻長60mm以上の個体について生殖巣指数を調べた結果を図10に示した。生殖巣指数（GI）が1の個体が多いことは各海域で同様であった。

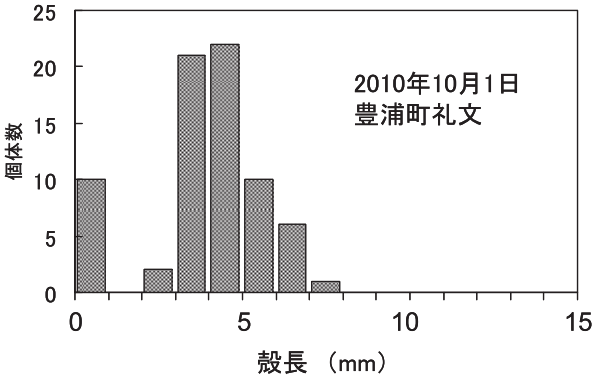


図9　石詰コレクターと潜水により採集された当歳貝の殻長組成

また，産卵が可能となるGI=2以上の個体の割合は，磯焼け海域のL1で高かったが，生殖巣が量的に発達したGI3の個体は海藻が多いL4で観察されただけであった。L2－3へ放流した貝ではGI=2以上の個体は全く含まれていなかったが，これは7月6日の放流時にすでにGI2以上の個体が26.7%であり，GI=3の個体も8.3%いたことからすでに産卵を行った可能性が考えられる。

岩内町敷島内沿岸では，11月になるとエゾアワビの餌料となるホソメコンブなどの褐藻類は対照海域であるL4の岸側にわずかに生育しているだけであった（図3）。この時期にL1とL4の岸側と沖側で採集したエゾアワビの肥満度を調べた結果，L1では岸側と沖側とも0.078であり，L4でも岸側で0.082，沖側で0.081とほぼ同じ値であった。また，L1とL4の間でも違いはなかった。このことは，各採集地点の餌料環境には，エゾアワビの肥満度に差が出るほどの違いがない可能性が考えられる。

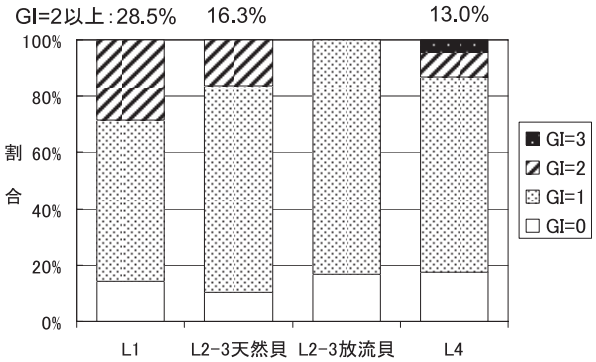


図10　2010年9月に岩内町敷島内で採集されたエゾアワビの成熟状況

(4) 文　献

赤池章一，津田藤典，桑原久実（2002）：北海道岩内沿岸における天然コンブ群落の形成と維持. 北水試研報　63，41−54.

9．漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発（受託研究費）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**秦　安史　櫻井　泉**
共同研究機関　中央水産研究所　北海道区水産研究所　東京海洋大学

(1) 目的

全国的なアサリ漁獲量の減少については，埋立による生息場の減少，幼生ネットワークの崩壊，乱獲，食害，秋季～冬季における波浪によるアサリの減耗，成長不良や成熟不良が主要な要因として挙げられている。また，北海道ではアサリ漁獲量は安定しているものの，一部の漁場において成長不良が問題となっている。こうした生息場の減少や成長・成熟不良等は母貝場の再生産機能の喪失や低下に起因すると考えられ，その回復により産卵量の底上げが期待できる。しかし，母貝場としての機能を評価するための手法や基準はなく，具体的な機能回復手法も開発されていない状況にある。このため，海洋環境を詳細に把握し，アサリの再生産能力に対する場の評価手法の開発や基準の策定を行うとともに，母貝場の機能回復手法の開発が課題となっている。

そこで本研究では，母貝となるアサリの成熟・産卵といった再生産能力とクロロフィルフラックスを中心とした環境指標との関係を評価するため，現場試験および室内実験を実施し，成熟・産卵に対する制限要因の特定と成熟・産卵を確保できる基準の策定を目的とする。また，これらの指標を目安として，既存の母貝場における機能向上を図るための環境改善対策の提案や新たな母貝場の創出技術の開発を目指す。

(2)　経過の概要

ア　アサリ篭飼育試験

平成22年７月13日に北海道サロマ湖赤川地区に造成された２つのアサリ増殖場（第１工区と第４工区）において，プラスチック製蓋付篭（縦51×横32×高さ27㎝，底面積0.16㎡）を各々３個ずつ，埋設した(図１)。各篭には第３工区と第４工区の間の岸側で採取した平均殻長35.9～36.8㎜のアサリを個体標識し，30個体／0.16㎡の密度で収容した。８月10日，9月７日および10月28日に，それぞれ各工区の篭１個からアサリをすべて回収し，生残個体数を計数するとともに，殻長，殻高，殻幅，全重量および軟体部湿重量を測定し，肥満度を軟体部湿重量（g）／（殻長（cm）×殻高（cm）×殻幅（cm））×100の式により算出した。測定後のアサリは，グリコーゲン含量および安定同位体比の測定ならびに生殖腺および消化管内の珪藻組成の観察に供した。グリコーゲン含量は，後部閉殻筋を凍結保存の後，一部改変したフェノール硫酸法で測定した（14個体／篭)。安定同位体比は，アサリ軟体部全体を凍結保存の後，元素分析計で測定した（６個体／篭)。生殖腺の観察は，Davidson液で一晩固定して70％エタノールで保存したアサリ軟体部の中央部を，常法によりパラフィン包埋して，５μm厚の切片を作成し，ヘマトキシリン・エオシン染色後，光学顕微鏡にて行った(14個体／篭)。消化管内の珪藻組成の観察は，消化管内容物を５％グルタルアルデヒド海水で固定後，光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡にて行った（６個体／篭)。

また，7月から11月まで月１回，第１工区に埋

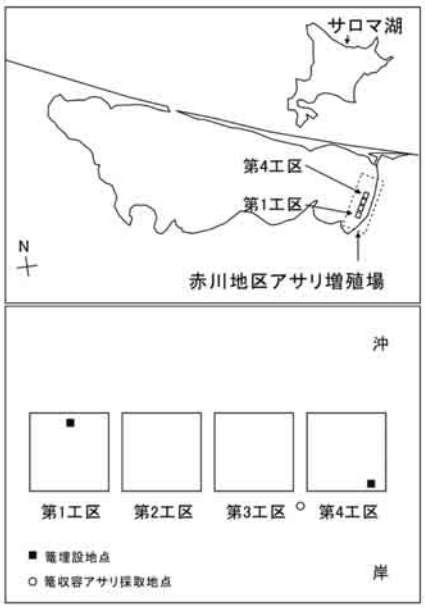


図１　調査地点

設した篭周辺においてアサリ20個体を採集し（以下，基準標本と称す），篭飼育したアサリと同様の処理を行った。

イ　環境調査

第１工区と第４工区に埋設した篭の近傍に，自記式の流向流速計(アレック社製INFINITY−EM)，クロロフィル濁度計（アレック社製INFINITY−CLW)，水温塩分計（アレック社製COMPACT−CT）をそれぞれ設置し，7月13日から11月24日まで自動観測を行った。また,7月から11月まで月１回，各工区の篭近傍において，満潮時にポンプで海底から約１cmの高さの海底直上水を，干潮時にヘラと直径３cmのシリンジで数mm厚の底泥および１cm厚の底泥を採取し，直上水と底泥のクロロフィルa濃度および安定同位体比を分析した。直上水と底泥のクロロフィルa濃度は,直上水100mLを吸引濾過したガラス繊維濾紙（ワットマンGF／F）および底泥１～２gから，それぞれジメチルホルムアミド10mLでクロロフィルaを抽出し，蛍光光度計で測定した。直上水と底泥の安定同位体比は,直上水２Ｌを吸引濾過したガラス繊維濾紙(ワットマンGF／F)およびシリンジ採取した底泥を，それぞれ元素分析計で測定した。

(3) 得られた結果

ア　アサリ篭飼育試験

試験期間中のアサリの生残率は90％以上で，工区間に大きな差異はなかった(図２)。アサリの殻長の増加量，肥満度およびグリコーゲン含量は，９月の肥満度とグリコーゲン含量を除き，第１工区のほうが第４工区に比べて有意に大きかった(p＜0.05)(図3,4および５)。９月の肥満度とグリコーゲン含量で工区間に有意差がなかったのは，後述のように，9月が産卵期で，産卵によるエネルギー消費のためと推察された。

10月に採集されたアサリ消化管内容物中の珪藻の種組成には，場所間による大きな差異は認められなかった（表１)。また，浮遊性珪藻はほとんど確認されず，付着性珪藻が大部分を占めていた。

アサリの生殖腺の発達状況を雌雄ともに６段階に区別し，その組成を雌雄別に図６および７に示した。生殖腺の発達状況には，雌雄とも場所による大きな差異はみられなかった。第４工区の雄を除き，8月と９月に放卵・放精期に当たる放出期がみられたことと，10月になると生殖腺により雌雄の判別できない割合が増えていたことから,8～９月が産卵期であったと推察された。

基準標本の肥満度やグリコーゲン含量は10月に最も低下しており,9月に最も低下した第１工区の篭飼育アサリと異なった変化を示した（図８および９)。

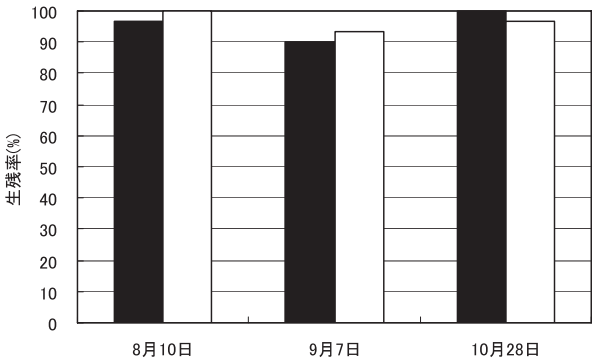


図２　篭飼育アサリの生残率

■：第１工区　□：第４工区

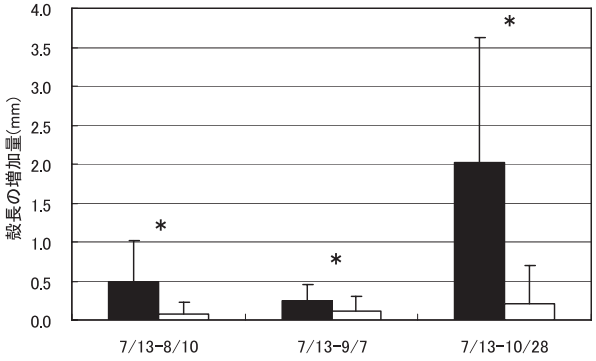


図３　篭飼育アサリの殻長の増加量

■：第１工区　□：第４工区

＊：Mann-Whitney's U test, p<0.05

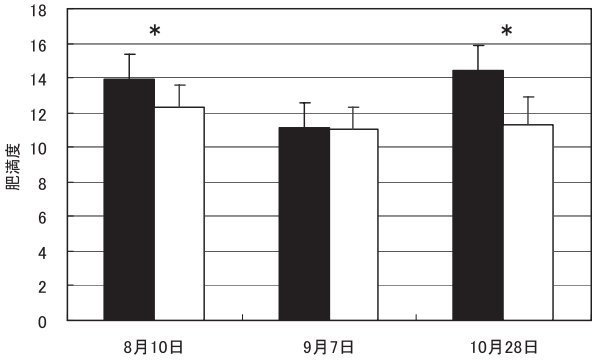


図４　篭飼育アサリの肥満度

■：第１工区　□：第４工区

＊：Mann-Whitney's U test, p<0.05

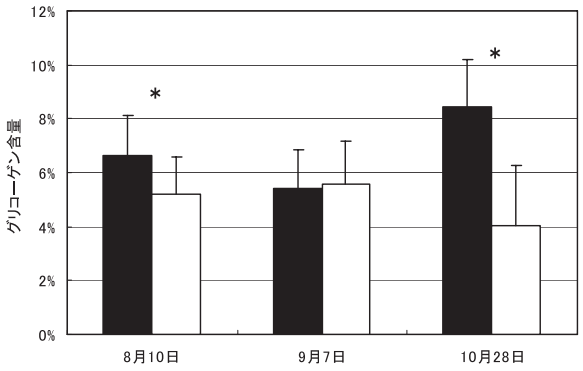


図５　篭飼育アサリのグリコーゲン含量

■：第１工区　□：第４工区

＊：Mann-Whitney's U test, p<0.05

表１　消化管内珪藻の出現頻度（10月28日分のみ）

出現種		基準標本	第1工区	第4工区
羽状類(無縦溝)				
Tabularia investiens	A	4.9%	1.8%	5.6%
羽状類(有縦溝)				
Cocconeis scutellum var.*parva*	A	13.7%	9.8%	12.8%
Cocconeis neothumensis var.*marina*	A	9.7%	10.7%	7.2%
Gomphonemopsis exigua	A	8.1%	1.8%	
Navicula wasmundii	S	13.7%	17.0%	12.8%
Navicula sp.	S	8.1%	9.8%	7.2%
Nitzschia sp.	S	16.1%	25.0%	12.8%
Planothidium hauchianum	S	13.7%	7.1%	12.0%
その他		16.9%	18.8%	29.6%

S:砂あるいは堆積物付着性
A:海藻・海草あるいは岩付着性

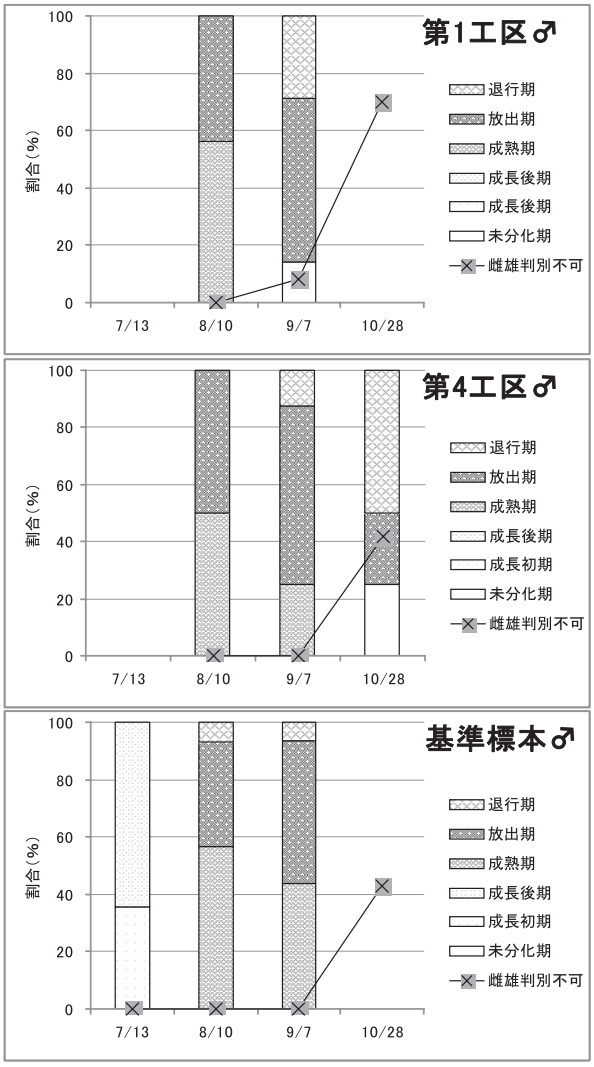


図６　生殖腺の観察結果(♂)

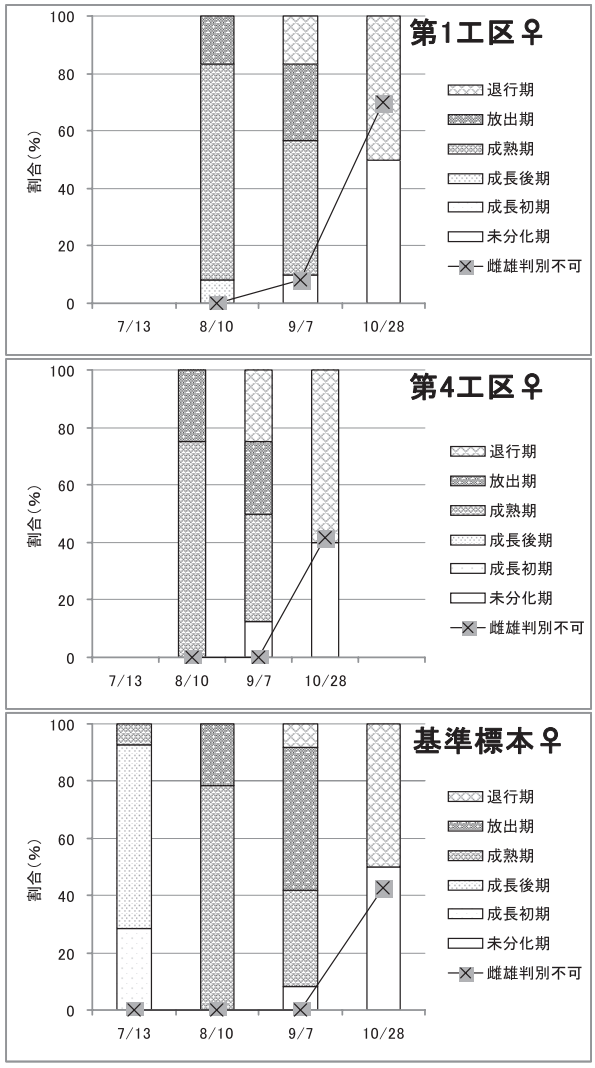


図７　生殖腺の観察結果(♀)

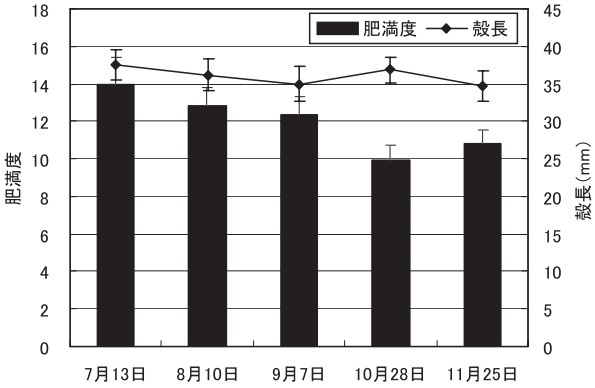


図８　基準標本の肥満度

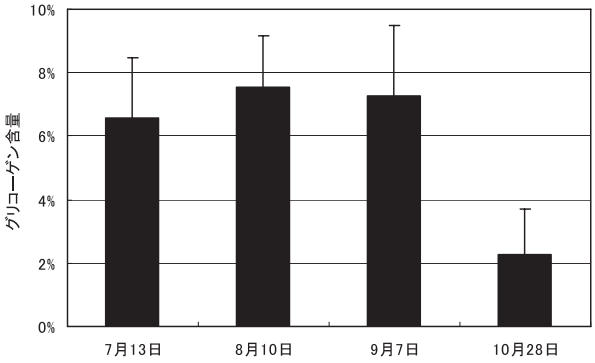


図９　基準標本のグリコーゲン含量

イ　環境調査

流速，クロロフィルa濃度，水温および塩分の連続測定結果をそれぞれ図10，11，12および13に，測定期間中の平均値を表２に示した。水温と塩分の平均値には工区間で大きな差異はなかったが，平均流速は第１工区のほうが第４工区に比べて1.9倍，クロロフィルa濃度は第４工区のほうが第１工区に比べて1.4倍高かった。

海水および底質のクロロフィルa濃度は，ともに工区間で２倍以上の差がみられる月もあったが，調査期間中の平均値は，海水が第１工区で1.4μg/L，第４工区で1.3μg/L，底質が第１工区で66.9mg/㎡，第４工区で75.4 mg/㎡であり，工区間に大きな差異はなかった（図14および15）。

アサリ，海水および底質の炭素・窒素安定同位体比の分析結果を図16に示した。海水の炭素安定同位体比を除き，炭素・窒素安定同位体比は場所間で明瞭な差異はなかった。

ウ　まとめ

アサリ篭飼育試験において，アサリの成長等は第１工区のほうが第４工区に比べて良好であった。そこで，この要因を検討するため，第１工区と第

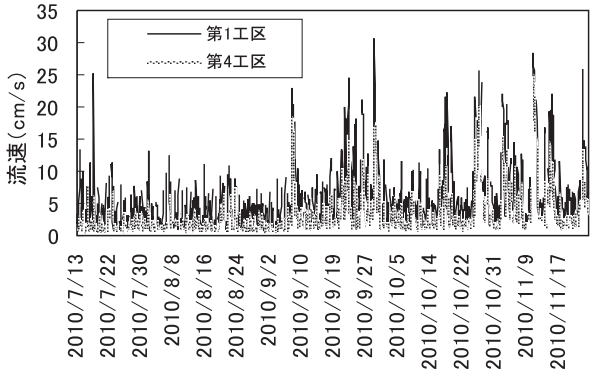


図10　流速の連続測定結果

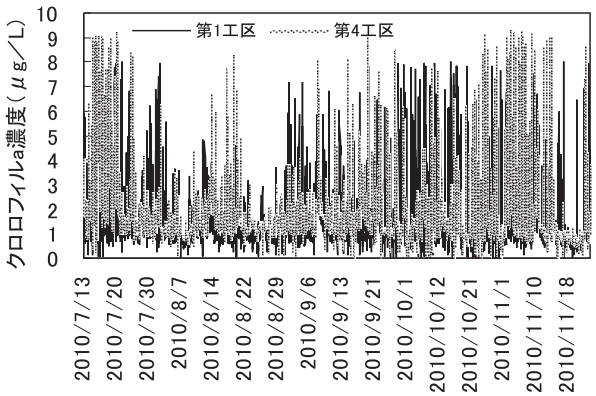


図11　クロロフィルa濃度の連続測定結果

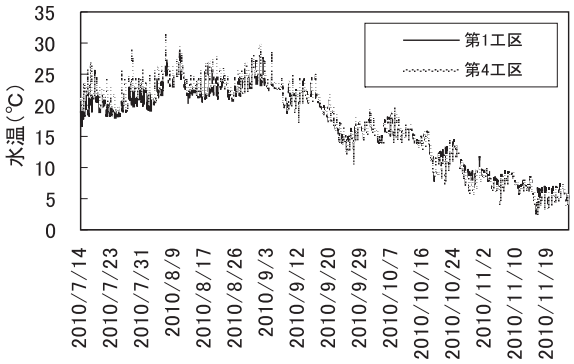


図12　水温の連続測定結果

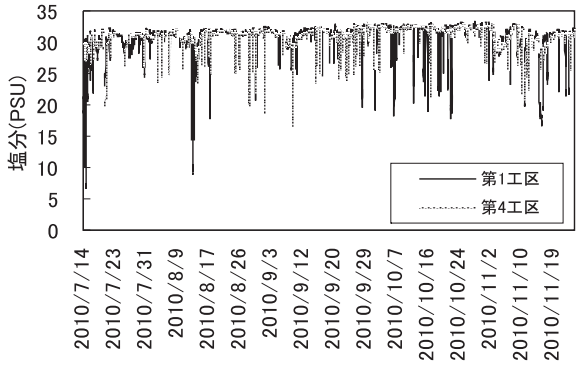


図13　塩分の連続測定結果

表２　流速，クロロフィルa濃度，水温および塩分の平均値

	第1工区	第4工区
流速(cm／s)	6.0	3.1
クロロフィルa濃度（μg／L）	1.3	1.8
水温（℃）	16.9	17.4
塩分（PSU）	31.0	31.1

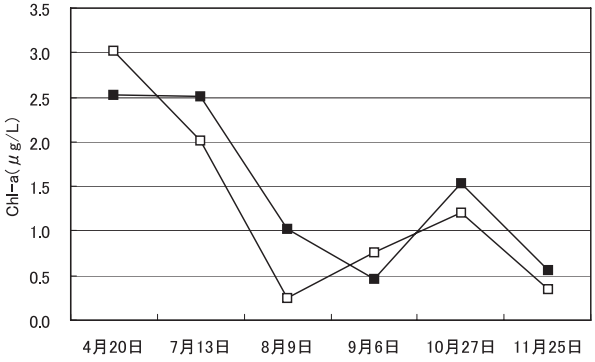


図14　干潟直上水のクロロフィルa濃度

■：第１工区　□：第４工区

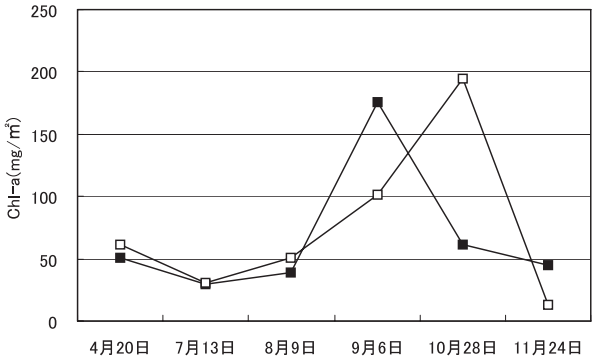


図15　底質のクロロフィルa濃度

■：第１工区　□：第４工区

４工区で最も異なった環境因子である流速の測定結果を用いて飼育試験期間中のクロロフィルフラックス（流速×クロロフィルa濃度）を算出し，アサリの殻長増加量との関係を検討した(図17)。そ

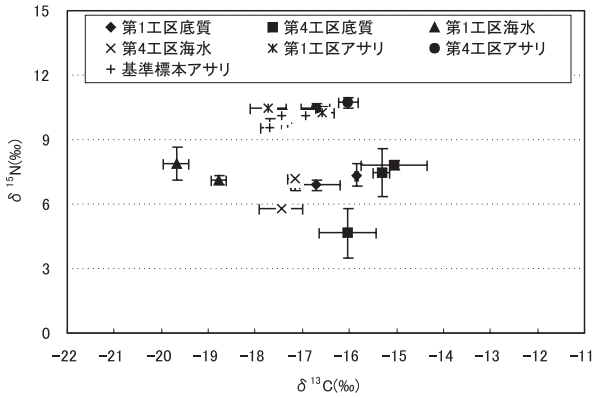


図16　アサリ，海水および底質の炭素と窒素の安定同位体比(分析中の試料あり)

δ^{13}Cおよびδ^{15}N＝｛(R$_{試料}$／R$_{標準}$）－１｝×1000（‰）

R＝^{13}C／^{12}Cおよび^{15}N／^{14}N（^{13}C，^{12}C，^{15}N，^{14}Nは安定同位体）

R$_{試料}$は測定試料の比率，R$_{標準}$／国際標準物質の比率

の結果，殻長の増加量とクロロフィルフラックスの間には強い相関が認められ（r=0.94，p＜0.05），アサリの成長を評価する指標としてクロロフィルフラックスが有効であることが示唆された。

今後は，第１工区での篭飼育アサリと基準標本の間で肥満度やグリコーゲン含量が異なった変化を示したことから，アサリの成長等に対する籠飼育の影響を検討するとともに，アサリの成長量とクロロフィルフラックスとの関係の定式化を図る。また，アサリの抱卵量と環境指標との関係を明らかにし，本種の成熟に対する制限要因の特定を試みる予定である。

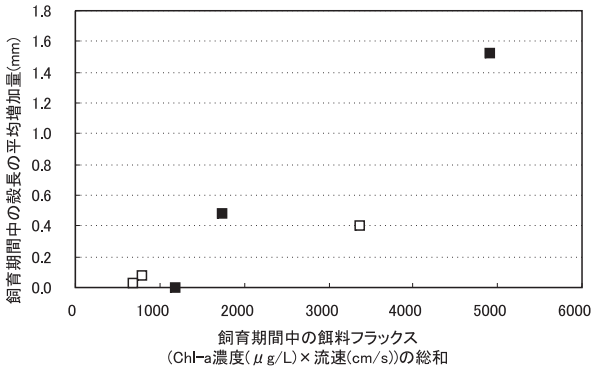


図17　アサリの殻長増加量とクロロフィルフラックスの関係

■：第１工区　□：第４工区

10. 湾･内海スケールでのアサリ稚貝の自給と干潟ゾーニングによる生産増大システムの開発（受託研究費）

担当者　資源増殖部　水産工学グループ　**櫻井　泉　秦　安史**

(1) 目的

北海道のアサリ造成漁場では，稚貝は発生するものの成長が遅い場所や，成長は速いものの稚貝発生が乏しい場所が同一漁場内に散見される。こうした漁場では，稚貝供給場と成育場を区分することにより，アサリ生産の最適化が可能と考えられる。一方，中央水試では，波･流れにより移送されるアサリ稚貝をホタテ貝殻の散布によって漁場に集積させる技術をサロマ湖アサリ造成漁場において開発したが，その後，地元漁協から貝殻散布により集積させた貝を成長適地に放流し，効果的に漁獲するための技術開発が要望されていた。

そこで本研究では，サロマ湖赤川地区アサリ造成漁場を対象に，成長が遅い場所やホタテ貝殻を散布した場所に集積したアサリ稚貝の放流先として，成長に適するとともに波･流れによる減耗の危険性が低い成育場を選定する。また，稚貝の放流試験を実施し，稚貝成育場選定の妥当性を検証するとともに，成育場選定から稚貝回収・放流を経て漁獲に至る工程をゾーニング手法として体系化することを目的とする（図１）。

なお，昨年度は，アサリの成長に適した場所をケージ試験によって明らかにするとともに，波・流れによる減耗の危険性が低い場所を海底面の安定性評価によって評価することにより，アサリの成育場に適した放流先を選定した。また，サロマ湖第２湖口および貝殻散布漁場に集積したアサリ稚貝の生息状況を把握した。本年度は，第２湖口に集積した稚貝を効率的に採集する手法を検討するとともに，稚貝放流と追跡調査を通して成育場選定の妥当性を検証した。

(2)　経過の概要

ア　稚貝採集方法の検討

昨年度の調査において，サロマ湖第２湖口南東側の入江部1.4haの範囲内に殻長10mm前後のアサリ稚貝が最大13,000個体/m^{2}の密度で生息していることが判明するとともに，これらは成長することなく死滅することが示唆された。本年度は，これらの稚貝を成育適地に放流するため，4月20日にウニ除去用の吸引ポンプ（水産工学研究所所有）を用いた稚貝採集を行った。

得られた採集物については，重量を計測した後に二分し，後述の放流に供した。また，採集物か

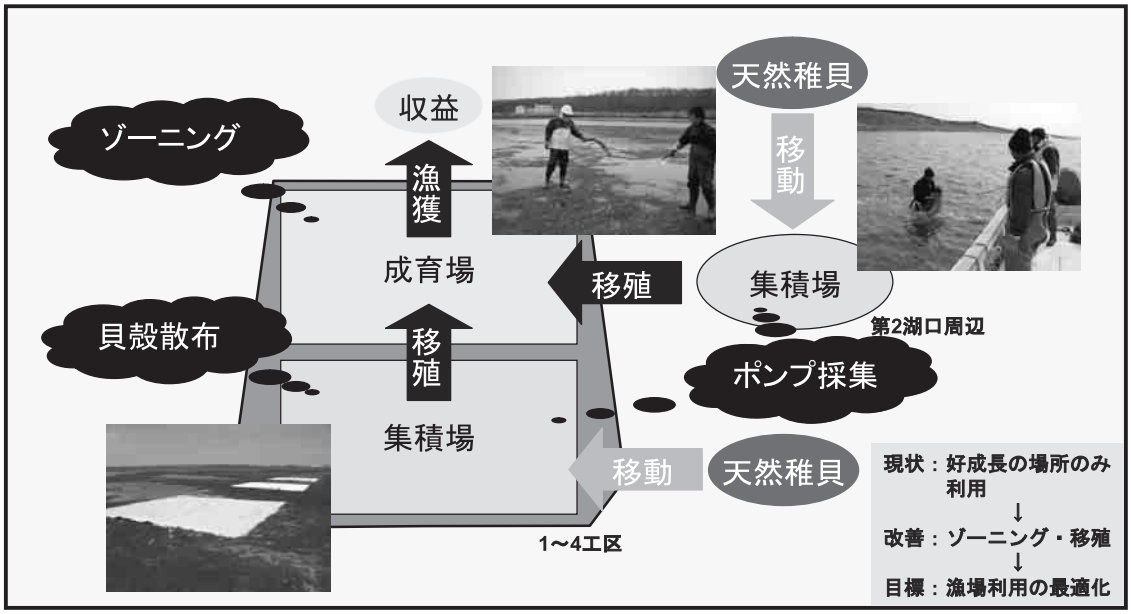


図１　ゾーニング手法導入によるサロマ湖赤川地区アサリ漁業のイメージ

ら一部を抽出し，アサリ稚貝を選別した後，総重量，個体数および殻長を計測し，これらを基に採集した稚貝の総重量，個体数および放流数を推定した。

イ　成育場選定の妥当性検証

昨年度のケージ試験および海底面の安定性評価の結果，アサリ稚貝の成長と生残に適した成育場は第１工区沖側であることが明らかとなった。また，第４工区岸側は稚貝の生残に不適であることも予測された。本年度は，成育場選定の妥当性を検証するため，第１工区沖側と第４工区岸側に25m^{2}の区画を設定し，各々に第２湖口で採集されたアサリ稚貝を半数ずつ放流した後，これらの成長と生残を追跡調査した。

放流は４月20日に実施し，その後４月21日，７月13日，9月７日および11月25日に各工区５回の枠取り採集（0.04m^2，ランダムに配置）を行った。採集されたアサリについては，個体数と殻長を計測した。

(3)　得られた結果

ア　稚貝採集方法の検討

面積約50m^{2}の範囲において約３時間の採集作業を行った結果，アサリ稚貝を含む総重量391.5kgの採集物が得られた。このうち23kgの抽出サンプルから推定された稚貝の総重量および個体数は，それぞれ15.7kgおよび36,089個体であった。また，稚貝の平均殻長は12mmであり，殻長６～８mmにモードを持つ２～26mmの群で占められることが示された。

なお，採集物総重量に対する稚貝総重量は４％と低く，砂礫や貝殻の混入が多かったことが採集効率を低下させる原因と推察された。このため，吸引ポンプを用いて採集作業を行う際には，稚貝と混入物を分離する工夫をポンプ内に施すか，砂礫や貝殻が少ない場所で実施するなどの配慮が必要と考えられた。

イ　成育場選定の妥当性検証

第１工区および第４工区に放流された稚貝の個体数は，それぞれ約19,000個体（30.2個体/0.04m^2）および約17,000個体（27.5個体/0.04m^2）と推定された。また，放流前および放流後の枠取り採集から求めた稚貝の密度は，第１工区がそれぞれ3.8個体/0.04m^{2}および31.6個体/0.04m^2，第４工区がそれぞれ8.6個体/0.04m^{2}および37.0個体/0.04m^{2}であったことから，放流数の推定値が妥当であるとともに，両工区ともほぼ均一に稚貝を放流できたことが示唆された。

追跡調査時のサンプル中には両工区とも放流後に移入したと推察される前年発生稚貝が混入していたので，成長量および生残率の評価では殻長組成に基づいて混入稚貝を分離・除外した。その結果，放流後７か月間の成長量および生残率は，第１工区のほうが第４工区よりもそれぞれ1.3倍および4.1倍高い値となり（図２および図３），昨年度に実施した成育場選定が妥当であったことを裏付けた。

今後は，追跡調査とともに漁獲試験を実施し，漁獲量，漁獲高および漁獲努力量に基づいてアサリ漁場のゾーニング利用の有効性について検討する予定である。

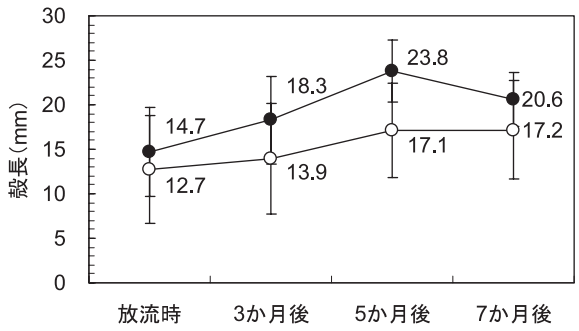


図２　放流したアサリ稚貝の殻長
●：第１工区，○：第４工区

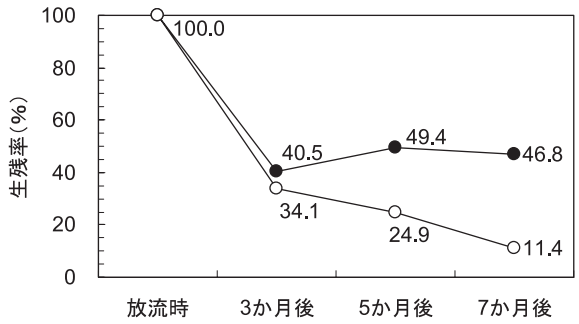


図３　放流したアサリ稚貝の生残率
●：第１工区，○：第４工区

Ⅲ　加工利用部所管事業

１．北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進（道産魚貝類の高付加価値化技術の開発）（戦略研究費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**蛯谷幸司　武田忠明　菅原　玲　今村琢磨**

(1) 目的

道産ホッケは毎年15万トン前後の安定した生産があるが，すり身や餌料としての低次利用が主体なため，魚価が低い（91年～09年平均:47円/kg）。本研究では，道産ホッケの用途に応じた安全・安心・高品質化技術の開発や新しい加工技術を用いた高次加工品開発を通して，道産ホッケの加工仕向けの改善や用途拡大などの高付加価値化を図り，漁業から加工・流通までの関連する食産業の活性化を支援する。

(2) 経過の概要

ア　市場ニーズの情報収集

道産ホッケの漁業から加工・流通までのフードチェーンに関する国内外の市場ニーズを調査すると共に，高付加価値化のための技術開発戦略を策定する。今年度は北海道漁業協同組合連合会（道ぎょれん），北海道機船漁業協同組合連合会（道機船連）及びシーネット小樽機船有限責任事業組合等からホッケ加工品製造における寄生虫除去や魚臭対策，高品質化等の取り組み状況について聞き取り調査を行った。

イ　寄生虫分布・動態調査

健康危害や異物クレーム等で問題となる寄生虫混入リスクを低下させ，安全で安心な道産ホッケ製品の開発を目的に，北海道周辺で漁獲されるホッケの寄生虫について，海域や漁獲時期，魚体サイズによる漁獲物への寄生状況や漁獲後の体内での移動状況を把握する。

平成22年11月に日本海，道東太平洋，オホーツク海のホッケを試料として，海域別での寄生虫分布調査を実施した。調査試料数は日本海が30尾，他の海域が40尾で，個体別に筋肉と各内臓部位に分けた後，それぞれの部位に寄生するアニサキス（*Anisakis sp.* 幼虫）とシュードテラノーバ（*Terranova sp.* 幼虫，以下テラノーバと記載）を測定した。

(3) 得られた結果

ア　市場ニーズの情報収集

ホッケ加工品製造における各企業の取り組み状況を表１に示した。寄生虫除去は各企業とも，頭部や内臓等の前処理と一緒に行っており，特別なキャンドリングは実施していなかった。魚臭対策では，漁獲直後からの鮮度管理に加え，鮮度程度によりフィレー原料からすり身原料へと仕分けしている企業もみられた。また，高品質化では製品の脂質含量や魚体サイズのバラツキを少なくするため，ホッケの漁獲海域や漁期を限定して原料としている企業があった。

イ　寄生虫分布・動態調査

海域別の寄生虫分布調査では，各海域とも６～９割の個体に寄生虫を確認した。寄生虫の種類では，アニサキスは海域や漁期に関わらず内臓部位への寄生率が高かった。テラノーバはアニサキスに比べて，魚体への寄生率は低い値であったが，そのほとんどは筋肉部位への寄生であった。

表１　ホッケ加工品製造における各企業の取り組み状況

企業	主な製造（販売）品	寄生虫除去	魚臭対策	高品質化
A社	フィレー、ミンチ品	原料前処理で除去 キャンドリング工程無	鮮度管理 ミンチ製品ではマスキング処理	安定供給可能な規格化 製品（ﾌｨｯｼｭﾌﾞﾛｯｸ）の開発
B社	生鮮魚、一夜干し	同　上	北関東以西では生鮮魚の販売はしていない	
C社	すり身、フィレー	同　上	鮮度管理。鮮度による原料選別	ワンフローズによる製品化
D社	一夜干し	同　上	特になし	海域と漁期を決めて、原料を確保
E社	すり身、フィレー	同　上	鮮度管理。鮮度による原料選別	−40℃急速冷凍後、−25℃保管
F社	刺身商材	同　上	刺身商材ではマスキング処理	海域と漁期を決めて、原料を確保

２．環境ストレスがホタテガイの活力に与える影響の解明（職員研究奨励費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**武田忠明**
資源増殖部　水産工学グループ　**櫻井　泉**

(1) 目的

北海道サロマ湖などでは，ホタテガイの大量へい死が度々発生している。その要因は，未解明であるが，生息環境の変動によるストレスが，その一因と考えられている。本研究では，この手がかりを得るため，ホタテガイを各種環境条件下で飼育し，その活力低下と生体内エネルギー成分の関係を明らかにすることを目的とした。

(2) 経過の概要

（ア）分析材料及び方法

小樽海域で2010年11月に漁獲されたホタテガイ（２年貝）を以下の試験に供した。①高水温飼育：水温13℃を対照区とし，試験区は13℃～25℃まで徐々に昇温（１℃/週）飼育した。②低溶存酸素濃度飼育：飼育水の溶存酸素濃度約６ppmを対照区とし，試験区は0.5～1.5ppm及び２～３ppmに設定し，水温13℃にて各々３日及び６日間飼育した。③振動流飼育：振動流発生水槽を用い，振動流速30cm/sにて，水温13℃で42日間飼育した。④カオリン添加飼育：カオリンを10ppm及び1000ppm添加・懸濁させ，水温13℃にて21日間飼育した。各試験の活力及び生体内エネルギー成分（貝柱のATP及びアルギニンリン酸（以下ArgPと略記））を経時的に測定した。活力の評価は，外套膜を針で刺激した時の閉殻反応の敏捷度合いにより判定した。

(3) 得られた結果

高水温飼育では，水温25℃で２日目から活力低下が認められた。この活力低下に先行し，ArgPは22℃から，ATPは24℃から有意な減少が始まり，両者の濃度には，活力低下に伴う相関が認められた。低溶存酸素濃度飼育においても，活力低下に先行したArgP及びATPの減少が認められた。一方，振動流及びカオリン添加飼育では，飼育７日以降にArgPが初期値より30%～40%減少したが，ATPや活力は維持されており，活力への影響は小さいことが明らかとなった。以上の結果から，ホタテガイ貝柱のArgP量およびATP量の変化は，へい死に至る活力低下の予測指標となり得ることが示唆された。

(4) 残された課題

高水温，低酸素，振動流などを組み合わせた複合要因による影響について検討を進めたい。

なお，本研究の成果は，H23年度日本水産学会秋季大会にて公表した。

3．チヂミコンブ養殖技術開発試験（重点研究費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**小玉裕幸**
稚内水試調査研究部　**合田浩朗　川井唯史**

(1) 目的

チヂミコンブの養殖技術の開発と連携し，フコイダンなど機能性成分の基礎的データの蓄積を図り，チヂミコンブの成分的優位性を明らかにするとともに，地域特産品としての知名度の向上や販路拡大を図る。

(2) 経過の概要

昨年度は，天然（２年）チヂミコンブのフコイダン含量について，採取月による違いや，産地による違いは殆どみられなかったこと，4～８月に採取した養殖チヂミコンブの月別フコイダン含量について，2年養殖では４～８月とも天然と同程度であり，促成（１年）養殖でも６～８月では天然と同程度となることを明らかとした。そして，夏季産のチヂミコンブのフコイダン含量は天然及び養殖とも，道北産のリシリコンブ，スジメ及びフシスジモクより高めであることがわかった。また，チヂミコンブを含めたこれらの海藻の一般成分含量についても明らかとした。

今年度は，チヂミコンブの漁業現場からその促成養殖技術開発が強く望まれていることを踏まえ，昨年度と同様に，促成（１年）養殖チヂミコンブの月別フコイダン含量を天然チヂミコンブ（２年）と比較した。さらに，2年養殖チヂミコンブのフコイダン含量について，養殖密度別の比較を行った。また，夏季産チヂミコンブのフコース含量の他海藻との比較や，各海藻の一般成分含量の測定も行った。

ところで，海藻のフコイダン含量は昨年度まで，海藻試料中のフコース含量に係数1.698（ガゴメフコイダン１単位とフコースの分子量の比率）を乗じて算出していた。しかし，その換算係数が海藻の種類により異なることが懸念されたため，チヂミコンブのフコイダン含量の算出について北海道大学大学院水産科学研究院に検討を依頼した。その結果，チヂミコンブのフコース含量からフコイダン含量への換算係数は4.155であることがわかった。

また，昨年度までのチヂミコンブの各成分の分析結果から，夏季産のチヂミコンブについて，マンニトール以外の水溶性成分の存在が示唆された。そこで今年度の成分含量測定では，昨年までの項目に加え，褐藻類に含まれるラミナランについても行った。

ア　材料と試験方法

（ア）分析材料

天然（２年）チヂミコンブは平成22年3，4，5，6，8，9，10及び11月に稚内市宗谷に設けた定点で採取した（以下の各海藻試料も，採取年は平成22年である）。養殖チヂミコンブは，稚内水試調査研究部で実施した養殖試験による試料を用いた。促成（１年）養殖チヂミコンブは4，6，8及び９月に利尻富士町鬼脇の養殖施設で，2年養殖チヂミコンブは養殖密度別に6，7及び８月に利尻町仙法志の養殖施設で採取した。なお，養殖密度は３段階とし，養殖開始時の養殖綱１m当りの藻体数を28とした区分を低密度，47とした区分を中密度，70とした区分を高密度とした。

また，チヂミコンブのフコイダン（フコース）含量を比較するための褐藻類として，スジメを６月10日に利尻町種富で，フシスジモクを６月21日に稚内市宗谷で，ホッカイモクを６月23日に礼文町津軽で，リシリコンブを８月３日に稚内市宗谷で，イシモズクを９月９日に稚内市宗谷で採取した。

各海藻は乾燥，粉末化後，60メッシュの篩いにかけ，成分分析用の試料とした。

（イ）試験方法

各海藻について，フコイダン，粗脂肪，粗蛋白質，灰分，粗アルギン酸，マンニトール及び粗繊維を測定した。また，チヂミコンブについてはラミナラン含量も測定した。

フコイダン含量の測定方法は次の通りである。即ち，海藻試料約１gに30mlの50mM−塩化カルシ

ウム 溶液を加え，沸騰浴で１時間加温抽出した（この抽出操作を計３回行った）。抽出液を100mlに定容し，東洋濾紙No.5Aでろ過後，一定量の抽出液に２倍量のエタノールを加え，フコイダンを沈殿させた。遠心分離により上清を除去後，沈殿物を可溶化し，Gibbons法[1]による比色定量からフコース含量を求めた。フコイダン含量は，フコース含量に前述の換算係数4.155を乗じて算出した。また，チヂミコンブと他の褐藻類との比較については，フコイダンの主要構成糖であるフコース含量により行った。

フコイダン以外の成分含量について，灰分は550℃灰化法，粗蛋白質はケルダール法，粗脂肪はソックスレー法，粗アルギン酸はアルカリで抽出後Galambos法[2]，マンニトールはCameronら[3]に準じたLarsenの方法[4]，粗繊維は酸･アルカリ煮沸後の不溶性残渣量から算出した。

また，チヂミコンブのラミナラン含量は次の方法により算出した。即ち，チヂミコンブの希塩酸抽出物から，DEAE−セファデックスA−25を用いたカラムクロマトグラフィーにより，0.01M塩酸に溶出した画分を回収した。回収画分のグルコース量をアンスロン硫酸法[5]により測定し，これに0.9を乗じてラミナラン含量とした。

なお，各成分含量とも無水物換算値として算出した。

(3) 得られた結果

ア　チヂミコンブ及び他の道北産褐藻類のフコイダン（フコース）含量

図１に，天然（２年）チヂミコンブの月別フコイダン含量を示した。フコイダン含量は8.0〜14.3％で若干の変動はあるものの，採取時期による傾向はみられなかった。

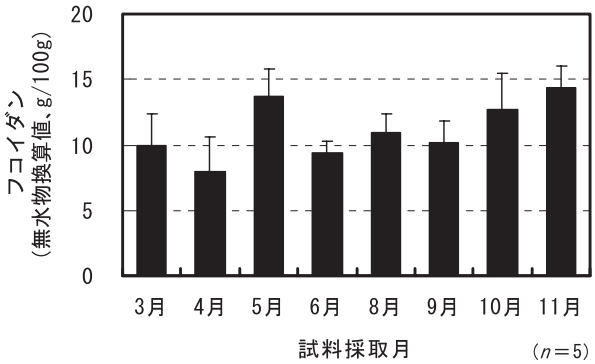


図１　平成22年産天然（２年）チヂミコンブの月別フコイダン含量変化

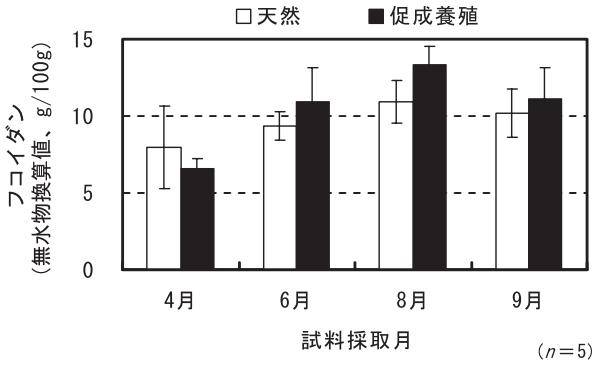


図２　平成22年産促成（１年）養殖チヂミコンブと天然（２年）チヂミコンブとの月別フコイダン含量比較

図２に，促成（１年）養殖チヂミコンブの月別フコイダン含量を示した。促成（１年）養殖チヂミコンブのフコイダン含量は４月産で6.5％と同月の天然（２年）よりやや低めであったが，6〜９月産では11.0〜13.3％に増加し，天然（２年）よりやや高い傾向を示した。

図３に，2年養殖チヂミコンブの養殖密度及び月別のフコイダン含量を示した。フコイダン含量は7.1〜9.7％で，養殖密度による大きな違いはみられず，同時期の天然（２年）（図１）とほぼ同程度であった。

図４に，夏季（6，8及び９月）産チヂミコンブと他の道北産褐藻類とのフコース含量を比較した結果を，月別に示した。チヂミコンブのフコース含量は1.7〜3.2％で，天然及び養殖ともイシモズク（11.4％）に比べて低めであったが，スジメ，フシスジモク，ホッカイモク及びリシリコンブ（0.6〜1.3％）より高めであった。

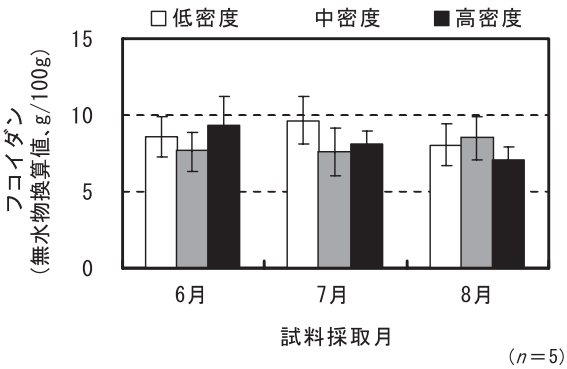


図３　平成22年産２年養殖チヂミコンブの養成密度別フコイダン含量比較

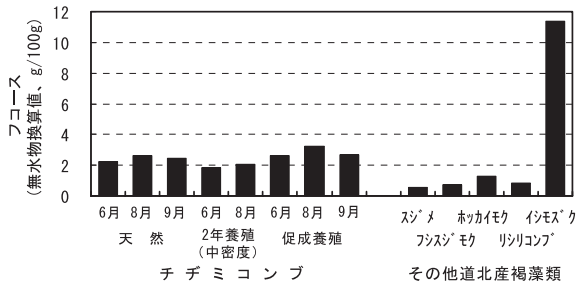


図４　平成22年夏季産チヂミコンブとその他道北産褐藻類とのフコース含量比較

イ　チヂミコンブ及び他の道北産褐藻類の一般成分含量

表１に，平成22年産天然（２年）チヂミコンブの各成分含量を月別に示した。粗繊維及び粗脂肪は３～11月の間変動が小さく，それぞれ約４～６％，約１～２％であった。粗アルギン酸，粗蛋白質及び灰分は３～５月で高く，それぞれ33～37%，29～34%及び６～９％であった。マンニトールは6，10及び11月で高く，20%を超えていた。また，マンニトールと同様に水溶性成分であるラミナランについて，夏季に多くなることが明らかとなり，8～10月では18～20%含まれていた。

表２に，平成22年産促成（１年）養殖チヂミコンブの各成分含量を月別に示した。粗アルギン酸，粗繊維及び粗脂肪は４～９月の間変動が小さく，それぞれ25～30%，6～７％及び１％程度であった。粗蛋白質は４月，灰分は４～６月とともに春季に高く，それぞれ16%，40%であった。マンニトールは８～９月に高く，21～22%であった。また，ラミナランは天然（２年）と同様に夏季に増加し，８～９月では７～９％含まれていた。

表３に，平成22年産２年養殖チヂミコンブの養成密度別の各成分含量を示した。粗繊維，粗脂肪及び粗蛋白質は養成密度による差が殆どみられず，それぞれ４～６％，1%程度及び３～６％であった。粗アルギン酸，マンニトール及び灰分は養成密度が高いほど含量が高く，6～８月の高密度ではそれぞれ26～29%，20～23%及び17～30%であった。一方，ラミナランは養成密度が低いほど含量が高く，特に７～８月で顕著であった。その含量は７月の低密度で33%，8月の低～中密度で31～34%であった。

表４に，チヂミコンブ以外の平成22年道北産褐藻類の成分含量を示した。粗アルギン酸はスジメ，フシスジモク及びリシリコンブで34～35%，ホッカイモクで27%と，同時期のチヂミコンブと比べて同程度かやや高めであった。なお，イシモズクは17%であった。マンニトールはリシリコンブで32%と，同時期のチヂミコンブと比べて高めであった。その他４種では４～17%であった。粗繊維はイシモズクで３％であったが，その他４種は５～７％で，同時期のチヂミコンブと同程度であった。粗脂肪はいずれの海藻とも１～２％で，同時期のチヂミコンブと同程度であった。粗蛋白質はスジメで10%，その他４種では６％と，同時期のチヂミコンブと比べて同程度かやや高めであった。灰分はイシモズクで53%と著しく高かった。その他４種では23～32%と，同時期のチヂミコンブと比べて同程度か高めであった。

以上のことから，昨年度の分析結果と併せ，養殖チヂミコンブのフコイダン含量は，2年養殖及び促成（１年）養殖とも夏季には天然（２年）と同程度かそれ以上となることが明らかとなった。そして，フコイダンの利用を考慮した場合では，チヂミコンブ養殖の手段として２年養殖及び促成（１年）養殖とも有効であることが示唆された。さらに，チヂミコンブは，フコイダンの主要構成糖であるフコースを多く含む道北産褐藻類の１種であることがわかった。

また，夏季産のチヂミコンブにはラミナランが多く含まれることがわかった。ラミナランは光合成産物であるマンニトールから生合成されることが知られている[6]。そのため，チヂミコンブにおいても，光合成が盛んとなる夏季にかけてマンニトールが生産され，ラミナランの増加に繋がることが推察された。今後，フコイダンとともに，ラミナランについてもチヂミコンブの有効成分として各種用途への活用が期待される。

(4) 残された課題

・チヂミコンブのフコイダンの構成成分であるフコース，ガラクトース，硫酸基等の組成比の把握。
・夏季産のチヂミコンブに多く含まれることが明らかとなったラミナランの有用性の検討。

謝辞

チヂミコンブフコイダン含量の算出に際し，ご協力をいただいた北海道大学大学院水産科学研究

院 栗原秀幸准教授に深く感謝申し上げます。

参考文献

1）Gibbons,M.N.The determination of methylpentoses Analyst 1967;80:268
2）瀬野信子ら．3.定量実験法．化学の領域増刊96号 ムコ多糖実験法．南光堂．東京．1972：85−125
3）Cameron, M.C., A.G. Ross and E.G.V. Percival：Methods for the routine estimation of mannitol, alginic acid, and combined fucose in seaweeds. J.Soc.Chem.1948；67：161−164
4）Larsen,B：Handbook of Phycological Methods（Hellebust,J.A. and Craigie, J.S.ed）.London, Cambridge Univ.Press：1978：181−188
5）福井作蔵．生物化学実験法シリーズ1．還元糖の定量法 第2版．学会出版センター．東京．1990；52−55
6）山田信夫：海藻利用の科学（改訂版）．東京，成山堂書店，2004，134−135

表1　平成22年産天然（2年）チヂミコンブの月別成分含量

（無水物換算値、g/100g）

試料採取月	3月	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月
粗アルギン酸	35.7	32.7	36.7	29.2	24.7	26.2	24.4	25.3
マンニトール	12.4	18.7	16.3	24.9	17.0	16.5	21.7	20.2
粗繊維	5.7	5.3	5.7	5.1	4.0	3.8	4.1	4.5
粗脂肪	0.7	0.9	0.7	1.2	1.3	0.9	1.0	2.2
粗蛋白質	9.3	8.6	6.0	4.9	4.2	3.3	4.0	4.7
灰分	33.9	30.9	28.6	20.3	14.7	14.1	16.9	23.3
ラミナラン	0.3	0.2	0.2	4.8	19.8	18.0	19.1	11.6

表2　平成22年産促成（1年）養殖チヂミコンブの月別成分含量

（無水物換算値、g/100g）

試料採取月	4月	6月	8月	9月
粗アルギン酸	25.5	30.3	24.9	28.0
マンニトール	10.1	8.4	22.2	20.6
粗繊維	5.5	6.8	5.8	5.9
粗脂肪	1.2	0.9	0.8	1.1
粗蛋白質	16.3	9.6	8.2	9.0
灰分	40.1	40.1	22.7	25.3
ラミナラン	＜0.1	0.1	9.4	6.7

表3　平成22年産2年養殖チヂミコンブの養殖密度及び月別成分含量

（無水物換算値、g/100g）

試料採取月	6月			7月			8月		
養成密度	低密度	中密度	高密度	低密度	中密度	高密度	低密度	中密度	高密度
粗アルギン酸	26.6	26.5	29.1	25.1	26.1	27.8	22.8	23.8	25.7
マンニトール	23.6	24.1	23.1	15.7	20.0	20.2	14.2	13.4	19.6
粗繊維	6.1	6.2	6.4	4.3	4.7	5.0	4.4	4.2	4.9
粗脂肪	0.6	0.7	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7
粗蛋白質	6.3	6.2	5.5	3.5	3.3	3.3	5.3	4.7	4.5
灰分	26.0	25.0	30.2	14.9	16.6	17.1	14.2	14.3	16.5
ラミナラン	4.5	4.8	2.7	33.1	22.7	19.4	30.5	33.8	22.5

表4　平成22年道北産褐藻類の成分含量

（無水物換算値、g/100g）

海藻	スジメ	フシスジモク	ホッカイモク	リシリコンブ	イシモズク
試料採取月	6月	6月	6月	8月	9月
粗アルギン酸	34.6	34.4	27.4	33.6	16.5
マンニトール	12.3	16.7	9.6	31.6	3.6
粗繊維	6.5	5.8	5.2	5.8	2.8
粗脂肪	1.9	1.1	0.8	0.7	1.3
粗蛋白質	9.8	5.5	6.1	6.0	5.6
灰分	31.9	26.3	30.5	22.5	52.6

４．食用としての利用の少ない地域水産資源のすり身化技術開発（重点研究費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**蛯谷幸司　菅原　玲　今村琢磨**

(1) 目的

各地域における食用利用の少ない魚からスケトウダラの代替となるすり身を製造する技術を開発すると共にも，筋肉組織の微細化や異種筋肉タンパク質との混合等による物性改善技術を開発し，それらの利用価値を高めることで，漁業，水産加工業の経営の安定化と地域経済・社会の活性化の推進に寄与することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア　ウロコメガレイの原料特性

岩手県以北の日本海，オホーツク海南部に生息するウロコメガレイは，主にスケトウダラやホッケ等の底びき網漁業により混獲されるが，漁獲対象となっていないため，そのほとんどは海中還元されている。ウロコメガレイの原料特性については，稚内水試による前浜資源の有効利用試験（平成２年度）で一部調査が行われているが，魚体サイズや漁獲時期等の詳細な調査までは実施されていない。このため，本試験では，平成22年５月から平成23年３月までの期間に沖合底びき網漁業（小樽機船），マダラ刺し網漁業（余市郡漁協），試験調査船トロール調査（稚内水試北洋丸）で水揚げされたウロコメガレイを試料として用い，魚体サイズが500g前後を大型，200～300ｇ前後を中型，100g前後を小型にそれぞれ目視選別後，体重，体長，生殖腺重量を測定した。また，有眼側の背肉部位を採取し，個体別（n=５）に一般成分を測定した。

イ　原料特性の違いによるゲル特性の把握

ウロコメガレイの原料性状（魚体サイズ，鮮度）とすり身のゲル特性（加熱ゲル物性，色調）の関係について調査を行った。

(ア) 魚体サイズとゲル特性

平成23年２月にマダラ刺し網漁業（余市郡漁協）で漁獲されたウロコメガレイを試料とした。試料は上記と同様に大型と中小型に選別後，それぞれの試料から，図１に示した製造フローによりすり身を調製した。

各すり身は−25℃で１週間程度保管した後，−３℃庫内に一晩解凍してから肉糊を調製した。肉糊は，サイレントカッター（花木製作所製）により，5分間の空ずり後，すり身重量に対して３％の食塩を添加して，塩ずりを10分間行い調製した。なお，塩ずり後の肉糊の品温は０～10℃とした。

得られた肉糊は，折り径48mmのポリ塩化ビニリデンフイルムチューブに充填後，20℃で16時間の低温加熱(以下 坐りとする)を行った後，直ちに90±３℃で30分間加熱し，加熱ゲルを得た。

それぞれのすり身から調製した加熱ゲルは，冷凍すり身の品質検査基準(水産庁)に準じて，破断応力，凹み，白色度を測定し，すり身の品質評価を行った。

なお，破断応力と凹みはレオメーター（レオテック製）で測定した。また，白色度は分光測色計

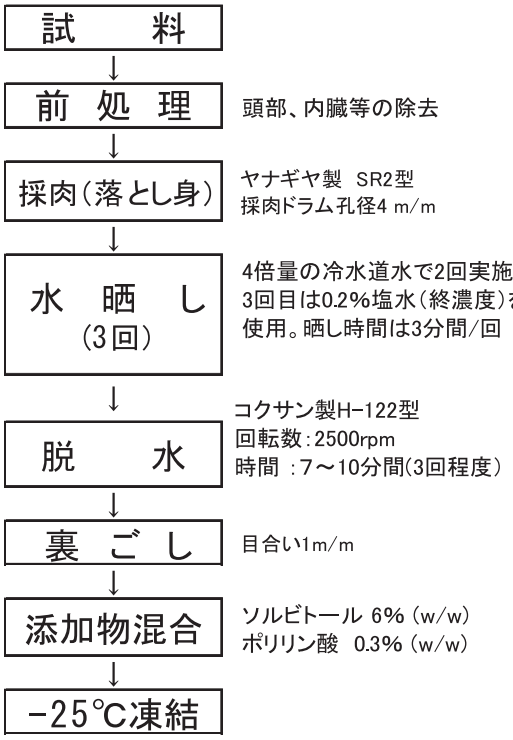


図１　ウロコメガレイのすり身製造フロー

（コニカミノルタ製CM−700D）で測定したＬ*値，ａ*値及びb*値から下記の式により算出した。得られた結果の有意差検定はチューキーの多重比較により行った。

白色度=100−[(100−L*)^２+a*^２+b*^２]１／２

（イ）鮮度の違いによるゲル特性

平成23年３月にマダラ刺し網漁業（余市郡漁協）で漁獲されたウロコメガレイを試料とし，水揚げの翌朝に当場に搬入後，直ちに，魚体に被せたビニールシートの上からかけ氷を施し，氷冷保管（５℃庫内）した。すり身の調製は，搬入日（漁獲後１日），氷冷保管２日目及び４日目にそれぞれ行った。なお，すり身の調製と加熱ゲルの評価は上記（ア）と同様に行った。

ウ　冷凍すり身製造条件の検討

ウロコメガレイ冷凍すり身の試作試験を協力機関である布川加工場（小樽市）で実施したところ魚皮などの夾雑物の混入と水晒しに伴う魚肉の膨潤（脱水困難）が問題点として指摘された。

そこで本試験では，平成22年12月から平成23年５月にマダラ刺し網漁業（余市郡漁協）で漁獲したウロコメガレイを原料として用い，夾雑物混入に影響すると考えられる採肉前の前処理，すなわち除腹須や除ヒレ等の原魚調理方法や水晒し条件が冷凍すり身のゲル物性，色調，夾雑物混入等の品質に与える影響について検討した。

（ア）前処理条件の検討

原料の前処理は，①頭部・内臓除去，②頭部・内臓・腹須除去，③頭部・内臓・腹須・ヒレ除去，④頭部・内臓・腹須・ヒレ・黒皮表皮除去の４方法について検討した。それぞれ処理後の原料から，上記イ（ア）と同様に採肉後，すり身を調製し，その品質を評価した。なお，夾雑物は上記と同様に，冷凍すり身の品質検査基準(水産庁)に準じて，すり身10gあたりに含まれる夾雑物の大きさを，２mm以上を１個，1〜２mmを半個として算出した。

（イ）水晒し条件の検討

水晒しは頭部・内臓除去後の試料から採肉した落とし身を用い，落とし身重量に対して４倍量の冷水道水で３分間の緩やかな撹拌を行った。水晒し回数は２回，3回及び４回とし，それぞれ最終回には0.2％冷食塩水（終濃度）を用い，脱水，裏ごし後，添加物を混合し，すり身を調製した。なお，各水晒し後の脱水肉の水溶性タンパク質と無機成分を測定し，水晒し回数によるこれら成分の除去効率を検討するとともに，上記イと同様に，調製したすり身の品質について評価した。

エ　分析方法

水分，粗タンパク質，粗脂肪，無機成分は常法により測定した。水溶性タンパク質は橋本らの方法[1]に準じてタンパク質画分の抽出を行い，全窒素をケルダール法で測定後，係数6.25を乗じて算出した。K値は６％冷PCA抽出液をKOH液で中和後，永峰らの方法[2]によりHPLC分析した。

(3) 得られた結果

ア　ウロコメガレイの原料特性

ウロコメガレイの平均魚体重，平均体長，平均生殖腺重量比及び一般成分値を表１に示した。底びき網の５月と８月の試料は，サイズ別の平均体

表１　ウロコメガレイの平均魚体重，平均体長，平均生殖腺重量及び一般成分値

漁獲日	漁　獲	サイズ	平均魚体重 (g)	平均体長 (cm)	平均生殖腺 %	水分 %	粗タンパク質 %	粗脂肪 %	灰分 %
平成22年5月11日	底びき網（小樽）	小	132	21	1.3	82.1	14.9	2.1	1.1
平成22年5月23日	底びき網（小樽）	大	574	33	12.8	83.1	11.9	4.2	1.0
平成22年8月27日	底びき網（北洋丸）	小	95	18	—	82.3	15.1	2.5	1.0
		中	205	24	—	82.6	14.7	2.3	1.1
		大	437	30	—	82.7	13.8	3.4	1.0
平成22年12月17日	刺し網（余市）	中	337	27	2.7	82.8	14.0	2.4	1.2
平成23年3月27日	刺し網（余市）	中	293	26	5.3	81.1	14.6	3.6	1.1
		大	494	30	5.3	82.9	13.1	3.0	1.1

重が95～574ｇ，平均体長が18～33cmであった。一方，12月と３月の刺し網の試料は，サイズ別の平均体重が293～494ｇ，平均体長が26～30cmで，底びき網に比べて，魚体サイズは中型以上の個体が多かった。

平均生殖腺重量比は５月の大中サイズが12.8%と高い値であったが，8月は生殖腺の識別ができない状態であった。また，冬から春にかけて平均生殖腺重量比は増加する傾向を示した。

背肉の一般成分では，水分は81.1～83.1％で時期や魚体サイズによる変動は少なかった。粗タンパク質と粗脂肪は，5月の試料では大型が粗たんぱく質が高く，逆に粗脂肪が低かった。しかし，8月以降の試料では魚体サイズの違いによる差は認められず，粗タンパク質が13.1～15.1％，粗脂肪が2.3～3.6%であった。なお，灰分は水分と同様に1.0～1.2％で変動は少なかった。

イ　原料特性とゲル特性の把握

（ア）魚体サイズの違いによるゲル特性

ウロコメガレイの魚体サイズ別の落とし身とすり身の一般成分を表２に示した。落とし身の粗タンパク質は大型が中小型に比べて1.7％低かったが，粗脂肪は逆に，大型が9.6％で，約２％高かった。

すり身では水分は大型が中小型に比べて1.3%低い77.5％であった。粗タンパク質は大型が11.5%，中小型が11.9％で大きな差はなかったが，粗脂肪は大型4.7％で，中小型に比べて，1.7％高かった。

魚体サイズ別のすり身から調製した加熱ゲルの破断応力，凹み及び白色度を図２に示した。破断応力は大型が340±24ｇ，中小型が378±29ｇで魚体サイズの違いによる差は認められなかった。また，凹みと折り曲げも魚体サイズの違いによる差はなく，それぞれ凹みが1.2±0.1cm，折り曲げは５点であった。白色度は大型が70，中小型69であった。

（イ）鮮度の違いによるゲル特性

ウロコメガレイ原魚の氷冷保管によるK値(n=４平均値)は，搬入日が63％で，2日目と４日目は共に72％であった。氷冷保管日数による加熱ゲルの破断応力，凹み及び白色度を図３に示した。破断応力は２日目までは搬入日と有意差がなかったが，4日目には有意に減少して379±32gとなった。一方，凹みと折り曲げは保管日数による変化はなく，凹みが1.3±0.1cm，折り曲げは５点であった。また，白色度についても保管日数による変化はなかった。

表２　魚体サイズ別の落とし身とすり身の一般成分(%)

魚体サイズ		水分	粗タンパク質	粗脂肪	灰分	炭水化物
大型	落とし身	78.3	11.1	9.6	1.0	
	すり身	77.5	11.5	4.7	0.6	5.7
中小型	落とし身	78.5	12.8	7.5	1.2	
	すり身	78.8	11.9	3.0	0.7	5.6

＊ 炭水化物=100−(水分+粗タンパク質+粗脂肪+灰分)

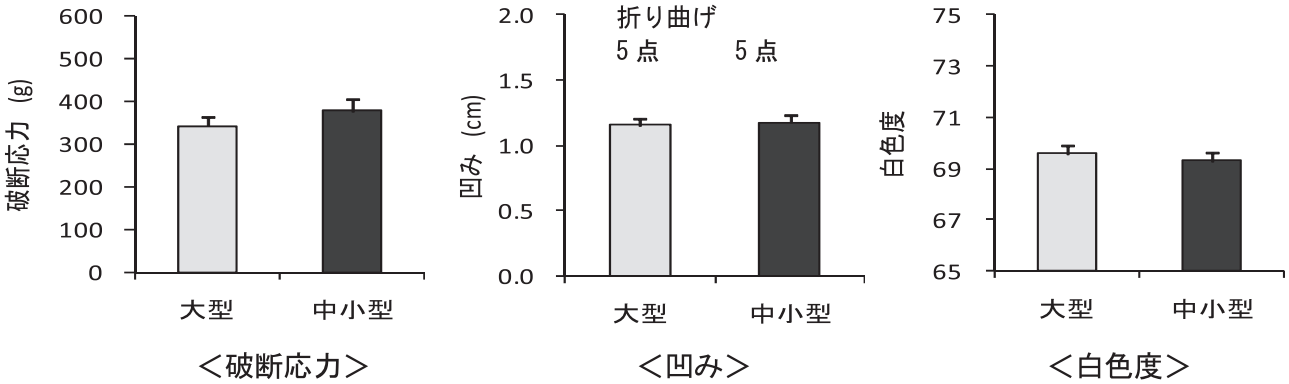


図２　魚体サイズの違いによる破断応力，凹み及び白色度

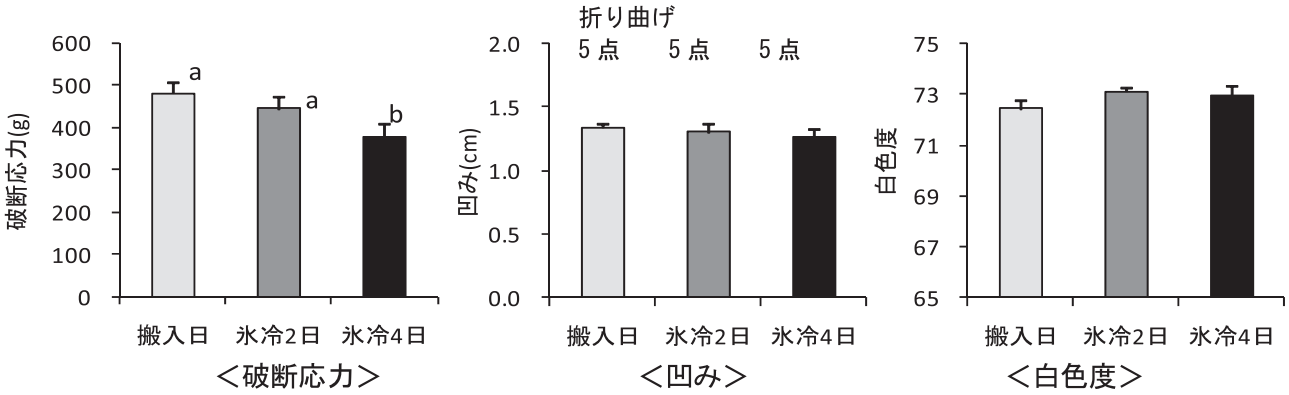


図５　前処理方法の違いによる破断応力，凹み及び白色度

ウ　冷凍すり身製造条件の検討

（ア）前処理条件の検討

ウロコメガレイの各前処理後の状態を図４に示した。各前処理後のガラ歩留まりは，①頭部・内臓除去が62%，②頭部・内臓・腹須除去が52%，③頭部・内臓・腹須・ヒレ除去が52%，④頭部・内臓・腹須・ヒレ・黒表皮除去が51%であった。腹須除去によりガラ歩留まりは約10%低下したが，ヒレ除去や黒表皮除去は大きな影響はみられなかった。なお，すり身の歩留まり（水分80%換算）は前処理方法の違いによる差はなく，いずれの処理でも約20%であった。

すり身の水分，白色度及び夾雑物の評価を表３に示した。水分は各前処理とも80%前後で大きな差はなかった。白色度は①頭部・内臓除去と②頭部・内臓・腹須除去が54～55で，ヒレや黒表皮を除去した処理（③④）は56～57であった。

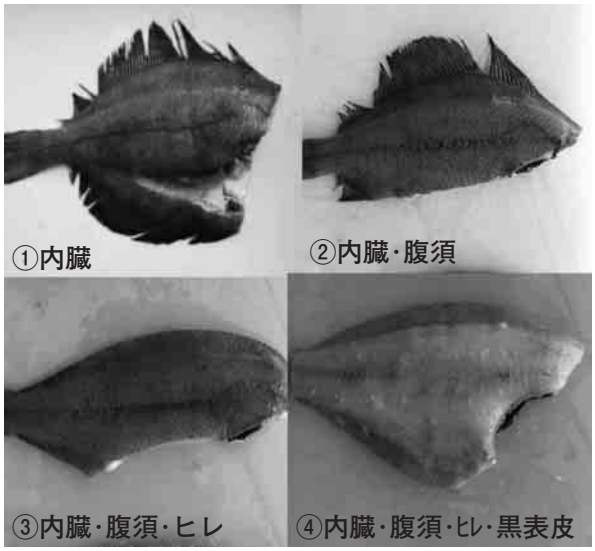


図４　ウロコメガレイの各前処理後の原料状態

すり身10g中の夾雑物の混入状況を観察した結果，①頭部・内臓除去と②頭部・内臓・腹須除去では１～２mmの夾雑物が50個以上認められ，極めて多かった。一方，③頭部・内臓・腹須・ヒレ除去では２mm以上が４個，1～２mmが29個まで減少した。また，④頭部・内臓・腹須・ヒレ・黒表皮除去は２mm以上が７個，1～２mmが２個となり，すり身10g中の夾雑物は８個であった。

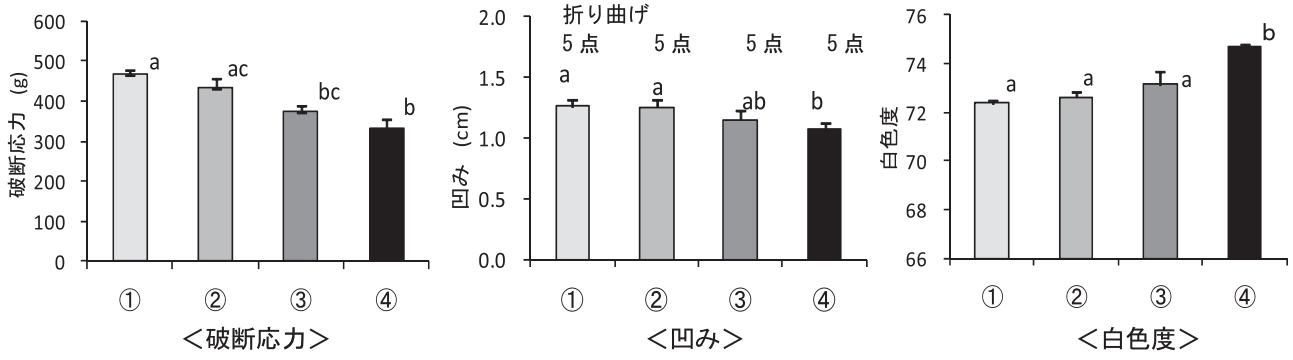
前処理方法の違いによる加熱ゲルの破断応力，凹み及び白色度を図５に示した。破断応力は①頭部・内臓除去が466±53gであったが，③頭部・内臓・腹須・ヒレ除去と④頭部・内臓・腹須・ヒレ・黒表皮除去は顕著に減少し，それぞれ373±19g，332±23gであった。また，凹みも④頭部・内臓・腹須・ヒレ・黒表皮除去は，①頭部・内臓除去や②頭部・内臓・腹須除去に比べて，有意に低い値となった。

一方，白色度は，④内臓・腹須・ヒレ・黒表皮除去の前処理は，他の処理に比べて，有意に高い値であった。

表３　前処理方法の違いによるすり身の水分，白色度及び夾雑物の評価

採肉前処理		①内臓	②内臓･腹須	③内臓･腹須･ヒレ	④内臓･腹須･ヒレ･黒表皮
水　分		79.1	80.2	81.4	80.7
白色度		55	54	56	57
夾雑物の評価		極多	極多	やや多	普通
夾雑物	個数/10g	49	38	18	8
	2mm以上	19	11	4	7
	1～2mm	60	54	29	2

注）
夾雑物（個数/10g）：2mm以上を大1個、1～2mmを半個として算出した。
評価：0～2=極少、3～7=少、8～15=ふつう、16～19=やや多、20～25=多、26以上=極多



前処理区：①頭･内臓除去　②頭･内臓･腹須除去　③頭･内臓･腹須･ヒレ除去　④頭･内臓･腹須･ヒレ･黒表皮除去

図２　魚体サイズの違いによる破断応力，凹み及び白色度

（イ）水晒し回数の検討

水晒し回数による落とし身からの水溶性タンパク質と無機成分の除去率を図６に示した。水溶性タンパク質の除去率は水晒し回数の増加により増加し，水晒し４回では約80％が除去できた。一方，無機成分の除去率は，最終回の水晒しを0.2％塩水（種濃度）で処理したため，水溶性タンパク質に比べて，除去率は低い値であったが，水晒し２回で56％で，水晒し３回と４回ではそれぞれ61%，62％の除去率であった。

水晒し回数の違いによる加熱ゲルの破断応力，凹み及び白色度を図７に示した。破断応力は水晒し回数の増加により有意に増加し，水晒し２回が282±16g，3回が319±23ｇ,4回が349± ８gであった。一方，凹みと折り曲げは水晒し回数の増加による変化はなく，凹みは1.1～12cm，折り曲げ値は５点であった。

白色度は水晒し回数により上昇し，水晒し４回では72まで増加した。

参考文献

１）橋本ら：日水誌，45(11)，1435−1441(1979)
２）永峰文洋ら：青森県水産物加工研究所報告，1986，111−116

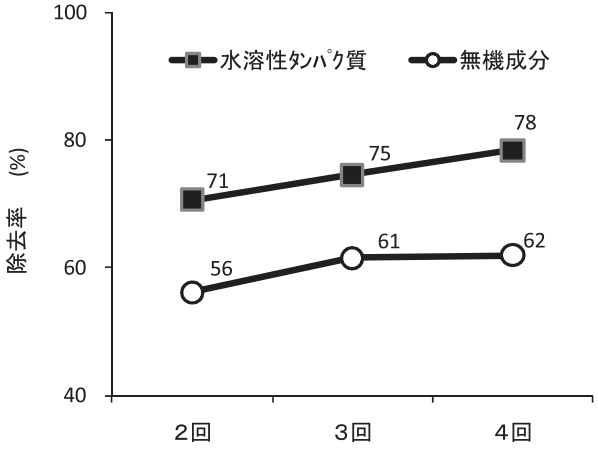


図６　水晒し回数の違いによる水溶性タンパク質と無機成分の除去率の変化

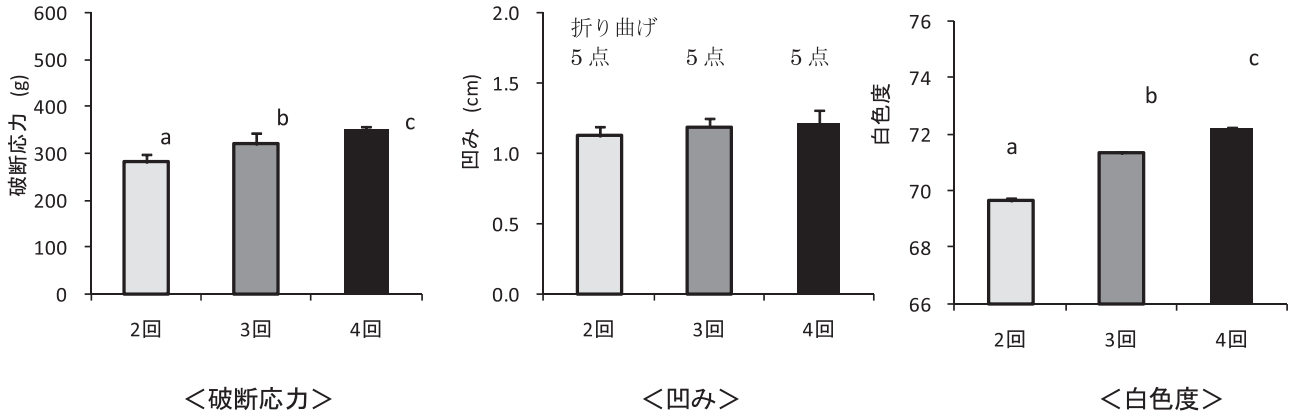


図７　水晒し回数の違いによる破断応力，凹み及び白色度

５．ホッコクアカエビの高付加価値化技術開発試験（経常研究費）

担当者 加工利用部　加工利用グループ　**菅原　玲　蛯谷幸司　金子博実　今村琢磨**

(1) 目的

エビ頭胸部の黒変および体表の白化を抑制する技術を確立し，高鮮度で 高品質に保持する技術についてマニュアル化を行う。また，殻を違和感なく食べることができるソフトな加工品を開発することにより，漁獲地の優位性を活かした道産ホッコクアカエビ（以下，エビ とする）の高付加価値化を図る。

(2) 経過の概要

昨年度までの２年間の試験結果では，酸化防止剤のアスコルビン酸ナトリウム（以下，アスコルビン酸Naとする）に亜硫酸塩と同等以上の黒変抑制効果があることを認めた。エビ頭胸部の黒変は酵素によるチロシンのメラニン化が原因であることが知られており，その抑制には一般に酸化防止剤である亜硫酸塩が用いられてきた。しかし，近年，亜硫酸塩を用いずに黒変を抑制する方法を開発することが要望されている 。

そこで，今年度の試験では，主にアスコルビン酸Naを用いた浸漬および蓄養によるエビ頭胸部の黒変抑制方法を検討した。また，体表の白化抑制効果についても同時に検証した。さらに，エビを殻ごと食べられる加工品を開発するために必要な殻の軟化処理について検討を行った。

ア　試料の調製と分析方法

(ア)酸化防止剤添加溶液への浸漬によるエビ頭胸部の黒変抑制

試料としたエビは，試験開始前夜に余市郡漁協より購入した活エビ（中サイズ：１尾あたり約15ｇ）で，翌朝の試験開始まで水試で約４℃に冷却したろ過海水で蓄養した。このエビを，イ試験方法に記述した各種黒変抑制処理を施した後，図１に示すように発泡スチロール箱で保存した。すなわち，①穴の開いた発泡スチロール箱に，－２℃程度に調製した下氷のフレーク氷を敷き（箱容量の半量程度),②ウレタンなどの断熱シートを下氷の上に置き，③黒変抑制処理した活エビを断熱シートの上に並べ，④海水を湿らせたペーパータオルなどの保水性の高いシートを被せ，⑤蓋をした。

いずれの試験においても,1試験区１箱あたり15～20尾を用い，保存終了後に各試験区におけるエビ頭胸部の黒変と体表の白化の有無を確認した。そして，それらの変化を，それぞれ黒変率，白化率として数値化（変化した個体数の全体に対する割合(％)）し，抑制効果を評価した。なお，各試験には無処理（対照）の試験区のほかに，亜硫酸塩として亜硫酸水素ナトリウム（以下，亜硫酸水素Naとする）試験区を用意した。各種酸化防止剤溶液量は２Ｌとした。

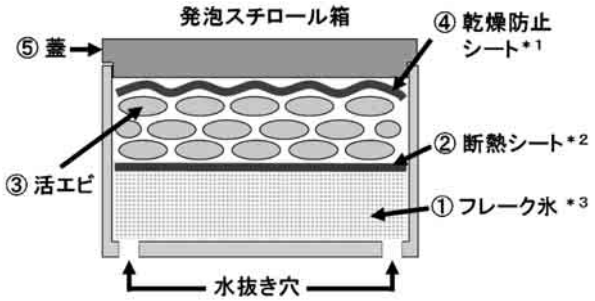


図１　黒変抑制処理したエビの保存方法

***1 スポンジシートまたはペーパータオルなど保水性の高いものを用い、3%食塩水で湿らせて使用。**

***2 ウレタンシートなどを使用。**

***3 施氷量は、発泡スチロール箱の約半分。**

(イ)酸化防止剤添加海水での活エビ蓄養によるエビ頭胸部の黒変抑制

酸化防止剤を任意の濃度で含む冷却ろ過海水（約４℃）を調製し，エビ重量の約10倍量を用いて蓄養した。

(ウ) エビ殻の軟化処理と加工品の試作

陸上げ直後の生鮮エビ（小サイズ，発泡スチロール箱入り）を余市郡漁協より購入して試料とした。これを，試験開始まで−25℃で冷凍保管した。なお，各種処理におけるエビ殻の軟化程度を判定するために，昨年度と同様に，以下の条件でレオメーターによる貫通強度を測定した。

試料：１cm×２cmに成形したエビの腹甲
機器：レオテック社製，RT−2010J−CW
プランジャー（アダプター No.）：φ３mm針状（No.5）
テーブル移動速度：５mm/min
測定上の注意：No.19アダプターで測定試料（腹甲）の両側を固定し，張った状態で測定。
貫通強度：針状プランジャーがエビ腹甲を貫通する際の最大応力（g）

イ　試験方法

（ア）酸化防止剤によるエビ頭胸部の黒変抑制効果

酸化防止剤であるアスコルビン酸Naまたはその異性体で同じ酸化防止剤のエリソルビン酸ナトリウム（以下，エリソルビン酸Naとする）について，エビ頭胸部に対する黒変抑制効果を検討した。表１に示す試験区①〜⑨の各条件でエビを処理した後，それらを２日間保存して頭胸部の黒変率および白化率を測定した。なお，試験区①と④以外は各溶液に浸漬処理後，エビ表面に付着した浸漬溶液を洗い流すために３％食塩水で２回洗浄した。また，無処理（対照）を除くすべての試験区では，乾燥防止のために３％食塩水で湿らせたスポンジシートを用いた。

表１　酸化防止剤溶液の浸漬処理試験区

試験区	浸漬溶液*1	濃度（%）	浸漬時間（分）
①*2	無処理（対照）	―	―
②	亜硫酸水素Na	0.5	10
③	アスコルビン酸Na	1.0	10
④*3	アスコルビン酸Na	1.0	10
⑤	アスコルビン酸Na	1.0	30
⑥	アスコルビン酸Na	1.0	60
⑦	アスコルビン酸Na	3.0	60
⑧	アスコルビン酸Na	10.0	1
⑨	エリソルビン酸Na	1.0	60

*1　3%食塩水を用いて調製した。
*2　乾燥防止として3%食塩水で湿らせたスポンジシートを用いなかった。
*3　浸漬処理後3%食塩水で洗浄しなかった。

（イ）酸化防止剤の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変および白化抑制効果の変化

表２に示した条件により，アスコルビン酸Na浸漬溶液の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変と体表の白化抑制効果の挙動ついて検討した。浸漬溶液のアスコルビン酸Na濃度を10%，浸漬時間を１分間とし，繰り返し使用回数を15回まで検討した。各条件で処理したエビは，ア（ア）に示した方法で２日間保存した後，頭胸部の黒変率および体表の白化率を測定した。亜硫酸水素Naによる試験区は，浸漬処理した後，エビ表面に付着した浸漬溶液を洗い流すためにろ過海水で２回洗浄した。無処理（対照）を除くすべての試験区では，乾燥防止のために３％食塩水で湿らせたスポンジシートを用いた。なお，本試験は２回実施した（2010年９月16日および10月20日）。

表２　酸化防止剤の繰り返し使用条件

試験区*1	浸漬溶液の繰り返し使用回数（回）	試験実施日
無処理（対照）	1	2010年　9月16日
	1	2010年10月20日
亜硫酸水素Na（0.5%）×10分間	1	2010年　9月16日
	1	2010年10月20日
アスコルビン酸Na（10%）×1分間	1	2010年　9月16日
	1	2010年10月20日
	5	2010年　9月16日
	5	2010年10月20日
	10	2010年　9月16日
	10	2010年10月20日
	15	2010年　9月16日
	15	2010年10月20日

*1　浸漬溶液の濃度と浸漬時間を（%）×時間（分）として並記した。

（ウ）酸化防止剤を用いた蓄養海水によるエビ頭胸部の黒変と体表の白化抑制効果

アスコルビン酸Na溶液への浸漬処理作業を簡略化するために，アスコルビン酸Na存在下での活エビ蓄養による頭胸部の黒変と体表の白化抑制効果について検討した。表３に，蓄養に供した冷却ろ過海水のアスコルビン酸Na濃度，および蓄養時間を示した。各条件でエビを処理した後，ア（ア）に示した方法で２日間保存して，頭胸部の黒変率および体表の白化率を測定した。

表３　酸化防止剤を使用したエビの蓄養条件

蓄養海水中のアスコルビン酸Na濃度（%）	蓄養時間（時間）	試験実施日
0.2	6	2010年　9月　8日
0.05	16	2010年10月20日
0.1	16	2010年10月20日
0.2	16	2010年10月20日
0.2	16	2010年　9月16日
0.2	16	2010年11月17日
0.5	16	2010年　9月13日

（エ）酸化防止剤によるエビの保存期間の検討

表４に示した条件により，エビの頭胸部黒変と体表白化を抑制できる期間について検討した。各条件でエビを処理した後，ア（ア）に示した方法で３日間保存して，頭胸部の黒変率および体表の白化率を測定した。

表４　酸化防止剤による保存試験の条件

試 験 区	浸漬溶液または蓄養水中の濃度（%）	エビの処理方法	溶液浸漬または蓄養時間（分）
無処理(対照)	―	―	―
亜硫酸水素Na	0.5	溶液に浸漬	10
アスコルビン酸Na	10.0	溶液に浸漬	1
アスコルビン酸Na	0.2	蓄養	960

（オ）過熱水蒸気によるエビ殻の軟化効果

解凍したエビを，120℃で５分間，200℃で３分間，300℃で1，2および３分間の条件で過熱水蒸気処理した後，殻を分離してその貫通強度を測定した。殻の軟化程度を比較するため，酢酸処理して得られた殻を対照として用いた。これは，昨年度に検討した条件の中で，殻が軟化したと判定された処理条件であり，殻を５倍量の２％酢酸水溶液で５分間浸漬処理した後，洗浄のため水道水で３分間浸漬処理を２回行い液切りしたものである。過熱水蒸気処理には，連続式過熱水蒸気処理装置（岩井商会TA200L－６CS：装置内高さ10cm，コンベア面積0.45m２（内幅0.5m×コンベア長0.9m），蒸気ボイラー（三浦工業RV−250XE）およびスーパーヒーター（三浦工業MSH−200G）を装備：（地独）道総研食品加工研究センターに配置）を用いた。

表５　エビ殻軟化の処理条件

試験区	処理条件
①	無処理（対照）
②*1	2%酢酸溶液5分浸漬
③	油ちょう（180℃・3分）
④*2	②と③の併用
⑤	過熱水蒸気（300℃・1分）

*1　５倍量の2%酢酸水溶液で５分浸漬処理後、洗浄のため水道水で３分浸漬処理を２回行った。
*2　②を液切りした後、油ちょう処理した。

（カ）エビ殻軟化方法の検討

表５に示した処理条件でエビを前処理した後，これらに表６に示した調味料を配合し，煮熟して加工品を試作した。得られた試作品からエビ殻を分離し，その貫通強度を測定した。

表６　調味煮熟における調味配合

調味料	配合割合（%）
砂糖	40
醤油	17
みりん	17
水飴	2
グルタミン酸Na	0.3
しょうが	少々
水道水	適宜

(3) 得られた結果

ア　エビ頭胸部の黒変抑制方法の検討

(ア)酸化防止剤によるエビ頭胸部の黒変抑制効果

表７に，各酸化防止剤溶液への浸漬処理によるエビ頭胸部の黒変率と，体表の白化率を示した。アスコルビン酸濃度および浸漬時間が同じである試験区③および④を比較すると，浸漬処理後に洗浄を行わなかった試験区④で，黒変率は48％と低かったが，その値は対照である試験区①とほぼ同様な値であった。一方，試験区⑤および⑥は，アスコルビン酸Na濃度が上述の試験区と同様であるが，浸漬時間をそれぞれ30および60分間に増加させたことにより，黒変率を14～20％に低減させ

表７　各酸化防止剤の浸漬処理におけるエビ頭胸部の黒変および体表白化の抑制効果試験区

試験区	浸漬溶液*1	濃度（%）	浸漬時間（分）	保存2日目 黒変率（%）	保存2日目 白化率（%）
①*2	無処理（対照）	―	―	50	85
②	亜硫酸水素Na	0.5	10	30	0
③	アスコルビン酸Na	1.0	10	80	0
④*3	アスコルビン酸Na	1.0	10	48	0
⑤	アスコルビン酸Na	1.0	30	14	0
⑥	アスコルビン酸Na	1.0	60	20	0
⑦	アスコルビン酸Na	3.0	60	5	0
⑧	アスコルビン酸Na	10.0	1	13	0
⑨	エリソルビン酸Na	1.0	60	50	0

*1　3%食塩水を用いて調製した。
*2　乾燥防止として3%食塩水で湿らせたスポンジシートを用いなかった。
*3　浸漬処理後3%食塩水で洗浄しなかった。

た。そして，アスコルビン酸Na濃度を試験区⑤の３倍（３％）とした試験区⑦では，黒変率を５％まで顕著に低減させた。さらに，その濃度を10％とした試験区⑧では，浸漬時間が１分間と最も短いにもかかわらず，黒変率が13％まで減少した。エリソルビン酸Naを用いた試験区⑧は，濃度および浸漬時間を試験区⑥と同じであるが，黒変率は50％に止まった。白化率は，対照である試験区①を除いたすべての試験区で０％となった。

以上の結果から，エビ頭胸部の黒変抑制にアスコルビン酸Na溶液を用いる場合，その処理作業時間を10分間以内に完了させるためには，アスコルビン酸Na濃度を10％で浸漬時間を１分間とする方法が好ましいと判断した。

（イ）酸化防止剤の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変および白化抑制効果の変化

表８に，浸漬溶液の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変と，体表の白化抑制効果の変化を示した。

表８　浸漬溶液の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変および体表の白化抑制効果の変化

試験区＊1	浸漬溶液の繰り返し使用回数	試験実施日	保存2日目	
			黒変率（％）	白化率（％）
無処理（対照）	1	2010年10月20日	97	47
亜硫酸水素Na（0.5％）×10分間	1	2010年 9月16日	13	10
	1	2010年10月20日	6	0
アスコルビン酸Na（10％）×1分間	1	2010年 9月16日	14	21
	1	2010年10月20日	13	0
	5	2010年 9月16日	21	13
	5	2010年10月20日	0	0
	10	2010年 9月16日	19	19
	10	2010年10月20日	13	7
	15	2010年 9月16日	25	25
	15	2010年10月20日	0	7

＊1　浸漬溶液の濃度と浸漬時間を（％）×時間（分）として並記した。

2010年９月16日の試料では，1回目の浸漬処理により黒変率は14％で，亜硫酸水素Naのそれと類似した値（13％）を示した。そして，使用回数の増加に伴い，15回使用した試験区では黒変率が25％と増加する傾向が見られた。白化率は，初回の浸漬処理で21％と亜硫酸水素Naによる試験区の２倍の値を示し，15回使用した試験区では25％に微増した。一方，同年10月20日の試料では，初回の浸漬処理による黒変率は13％と前述の試料の値とほぼ同様であったが，15回使用した試験区に黒変率の顕著な増加は観察されなかった。しかし，10回以上繰り返した試験区で白化率が０％から７％に増加した。

浸漬溶液の繰り返し使用によるエビ頭胸部の黒変抑制効果の変化については，9月と10月の試料で若干異なった結果となり，その理由は不明である。しかし，どちらの試料でも無処理（対照）と比較してエビ頭胸部の黒変抑制効果が顕著に認められたため，10％アスコルビン酸Na溶液の繰り返し使用は可能であると考えられた。

（ウ）酸化防止剤を用いた蓄養海水によるエビ頭胸部の黒変と体表の白化抑制効果

表９に，アスコルビン酸Naを用いた蓄養海水によるエビ頭胸部の黒変と体表の白化抑制効果を示した。蓄養海水中のアスコルビン酸Na濃度が0.2％以上で，蓄養時間を16時間とした試験区で，エビ頭胸部の黒変率および白化率が20％以下を示した。

この結果から，上述の条件で活エビを蓄養することにより，アスコルビン酸Na非存在下で蓄養した活エビを，アスコルビン酸Na溶液で浸漬処理する方法（アスコルビン酸Na濃度が１％で浸漬時間を30分間とするか，同濃度が10％で浸漬時間を１分間とする方法）と類似した黒変抑制効果が得られると判断した。

表９　蓄養海水への酸化防止剤使用によるエビ頭胸部の黒変および体表の白化抑制への影響

蓄養海水中のアスコルビン酸Na濃度（％）	蓄養時間（時間）	試験実施日	保存2日目	
			黒変率（％）	白化率（％）
0.2	6	2010年 9月 8日	73	0
0.05	16	2010年10月20日	60	30
0.1	16	2010年10月20日	62	24
0.2	16	2010年10月20日	20	17
0.2	16	2010年 9月16日	14	14
0.2	16	2010年11月17日	20	0
0.5	16	2010年 9月13日	17	0

（エ）酸化防止剤によるエビの保存期間の検討

表10に各アスコルビン酸Na処理条件とエビの保存日数について検討した結果を示した。アスコルビン酸Na溶液に浸漬した試験区では，アスコルビン酸Naの濃度や浸漬時間の差異に関係なく，保存２日目でのエビ頭胸部の黒変率は，いずれも20％であった。しかし，保存３日目では，アスコルビン酸Na濃度10％で処理した試験区で，黒変率

が33％に増加した。アスコルビン酸Naを0.2％含有する海水で蓄養した試験区は，保存２日目における黒変率は20％と前述の試験区と同様な値を示したが，保存３日目には57％まで急増した。

ここで示した条件でエビを処理することにより，エビ頭胸部の黒変率は保存２日目まで20％以下に抑制できると判断した。

表10　酸化防止剤使用条件とエビの保存日数の関係

試験区	浸漬溶液または蓄養海水中の濃度	エビの処理方法	溶液浸漬または蓄養時間	保存2日目		保存3日目	
				黒変率	白化率	黒変率	白化率
	（％）		（分）	（％）	（％）	（％）	（％）
無処理(対照）	−	−	−	47	0	80	13
亜硫酸水素Na	0.5	溶液に浸漬	10	20	0	7	0
アスコルビン酸Na	10.0	溶液に浸漬	1	20	0	33	0
アスコルビン酸Na	0.2	蓄養	960	20	0	57	0

（オ）過熱水蒸気によるエビ殻の軟化効果

図２に各過熱水蒸気処理したエビ殻の貫通強度を示した。昨年度，殻の軟化処理として適当と考えられた２％酢酸溶液５分浸漬処理（貫通強度で110g以下）と比べると，120℃または200℃での過熱水蒸気処理では，エビ殻の貫通強度は120～130gを示し，エビ殻を十分に軟化することができないと判断した。一方，300℃で１分間以上の過熱水蒸気処理では，エビ殻の貫通強度は100～110gまで減少し，殻が軟化することを確認した。しかし，同温度で２分間以上処理すると，殻が焦げることを観察した。したがって，過熱水蒸気処理によるエビ殻の軟化には，300℃で１分間処理することが適当と考えた。

（カ）エビ殻軟化方法の検討

イ（カ）に示した方法により得られた試作品（調味煮熟品）から殻を分離し，その貫通強度を測定した結果を図３に示した。前処理として酢酸浸漬，油ちょうおよびそれらを併用した試作品では，調味煮熟することにより，エビ殻の貫通強度が80g前後にまで顕著に減少した。また，過熱水蒸気処理した試験区では，その値がおよそ100ｇまで減少した。これらの試作品を官能評価したところ，前処理として酢酸浸漬，油ちょうおよびそれらを併用した試作品は，口中における殻の残留感が少なく，そのまま喫食できる硬さであると判断された。

（キ）まとめ

以上の結果から，現状の亜硫酸水素Naによるエビ頭胸部の黒変抑制方法の代替方法を，次のようにまとめた。①活エビを0.2％のアスコルビン酸Naを含む海水で一晩蓄養する方法。②10％のアスコルビン酸Naを含む３％食塩水に１分間浸漬させる方法。そして，これらの方法で処理したエビは，図１に示した方法で保管する。これらの操作により，エビは２日間保存しても亜硫酸水素Naを用いた方法と類似した黒変抑制効果が期待できる。なお，①は漁獲後のエビの選別から，競りに向けた箱詰めまでの作業において余計な作業を組み込まないことを，②は短時間で処理できることを目的として考案された方法である。この

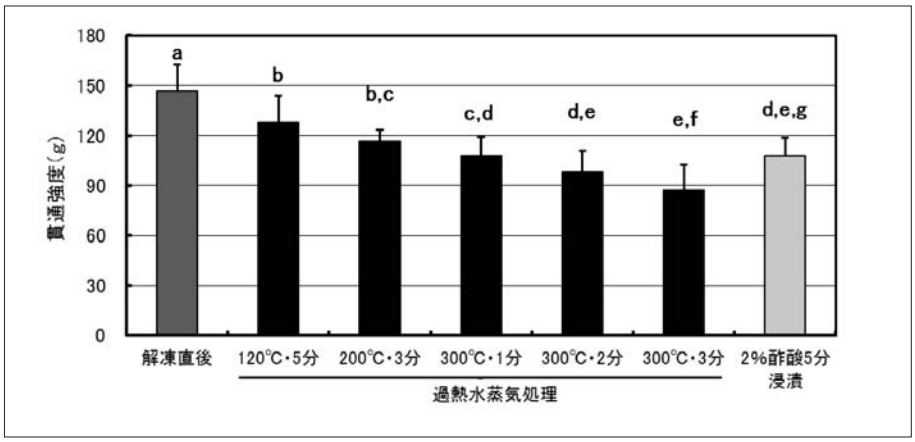


図２　過熱水蒸気および酢酸処理によるエビ殻の貫通強度

注）異なるアルファベット間では１％で有意（U検定）。

ため，どちらの方法もえびかご漁業現場に十分に対応した黒変抑制方法であると考える。

エビ殻を喫食できるまでに軟化させるためには，エビを酢酸浸漬，油ちょうおよびそれらを併用した処理を行った後に，調味煮熟することが好ましいと考えられた。

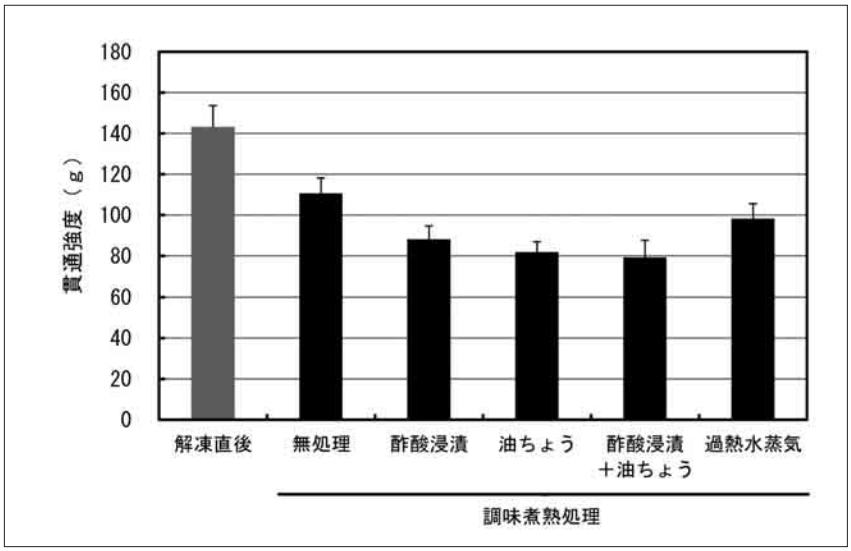


図３　異なる前処理を経て調味煮熟処理したエビ殻の貫通強度

注）異なるアルファベット間では１％で有意（U検定）。

６．水産物流通安全対策に関する試験研究（経常研究費）
６．１　ホタテガイの部位別毒性値検査

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**三上加奈子　武田忠明**
資源管理部　海洋環境グループ　**嶋田　宏**

(1) 目的

麻痺性貝毒によって毒化したホタテガイについて，部位別（中腸腺，貝柱，その他部位）の毒成分を高速液体クロマトグラフィー（以下HPLC）およびマウステストにより測定し，部位別毒性値の相関関係を明らかにすることにより，貝毒発生期の処理加工要領改正の検証資料とする。

(2)　経過の概要

ア　ホタテガイ部位別毒性値検査

昨年と同様に，麻痺性貝毒発生期において高毒化したホタテガイ試料が得られなかったため，試験は実施しなかった。

イ　給餌飼育によるホタテガイの毒化試験

（ア）馴致方法

平成22年９月30日に小樽産養殖２年ホタテガイをサンプリングし，試験場に搬入した後，10月11日まで資源増殖部飼育棟において10℃に調整した天然濾過海水で馴致した。このホタテガイを試験１週間前に資源管理部実験室（10℃）内に設置した10Ｌ用水槽（仕切有り）２本に２枚ずつ計４枚入れ馴致した。

（イ）飼育方法

給餌用の貝毒プランクトンは，八雲産 *Alexandrium tamarense*（以下，*A.t*）クローン培養株を用いた。実験室での照射は14時間行い，10時間を暗室とした。また，飼育海水は給餌する毎に全量交換した。

（ウ）給餌方法

給餌飼育は平成22年10月19日から11月12日まで25日間行った。給餌は，月曜日と金曜日の週２回，*A.t* 培養液を１水槽あたり４Ｌずつ行った。最終給餌は11月12日で，培養液を５Ｌずつ給餌した。なお，給餌に用いた培養液は，1mlを中性ホルマリンで固定し，顕微鏡で細胞数を計測した。給餌した総培養液量と給餌期間からホタテガイ１個当たりの給餌量（細胞数）を算出した。また，給餌前に各水槽から10ml海水を採取し同様に固定後，摂餌しなかった細胞数を計測して摂餌量（細胞数）を算出した。

（エ）培養液の麻痺性毒抽出方法

昨年と同様に行った。すなわち，給餌に用いた培養液10mlを予め計量した15ml滅菌プラスチック遠心管に採取し，1,500rpmで10分間冷却遠心後，上澄を捨て0.5Nの酢酸を0.5ml加え，沈殿物の重量を測定し凍結した。これを解凍後に冷却しながら超音波破砕機で10回程度破砕し，1.5mlのバイアルに移して15,000rpmで３分間冷却遠心した。上澄を限外濾過キット（Milipore Amicon Ultra 10,000 MWcut）に300−400μl入れ，15,000rpmで３分間冷却遠心し，ろ液をHPLC用試料とした。

ウ　部位別の毒成分組成

（ア）ホタテガイの貝毒抽出

昨年と同様に行った。すなわち，中腸腺（約４g）は，小ビーカーに入れハサミで細かくした後に重量を測定した。これに0.1N HClを等量加えヒスコトロンで磨砕した後，pH３～４に調整した。磨砕液を1.5ml小バイアルに移しフタを締めて５分間加温沸騰した後，急冷した。これを再びpH３～４に調整後，15,000rpmで10分間遠心分離して得られた上澄液を検液とした。貝柱（約15g）とその他部位（約25ｇ）の場合も，pH調整までは同様の手順で行い，ビーカーにラップを被せた後，5分間加温沸騰した後に急冷し，pH調整後ろ紙（No.2）で処理したろ液を検液とした。

（イ）毒成分分析と毒力算出

昨年と同様に行った。すなわち，検液2.5mlをSep-packカラム（C−18）処理（最初の1.5mlを捨て，次の0.4mlを分取）した後，0.45umのフィルターでろ過し，これをHPLC用試料とした。10種の毒成分（STX，neoSTX，GTX1,2,3,4，dcGTX2,3，C1,C２）を大島の方法[1]に従って分析定量（標準品などから算出）し，毒量および毒力を求めた。また，凍結検液を日本冷凍検査協会送付し，マウステス

トによる毒力も算出した。

(3) 得られた結果

ア　ホタテガイ部位別毒性値検査

ホタテガイの高毒化が発生しなかったため，当該試験を実施することができなかった。しかし，データ蓄積は重要と判断していることから，今後も当該試験を実施する体制を継続する。

イ　給餌飼育によるホタテガイの毒化試験

各水槽における給餌量と摂餌量を図１に示した。A,B水槽共に，一水槽当たりの給餌量（グラフ上）は，　2,300万～3,900万細胞，最終回は7,400万細胞で，ホタテガイ１個体１日当たりの給餌量は約1,200万細胞であった。摂餌量（グラフ下）は，A水槽では2,200万～7,300万細胞，給餌６日目以降の摂餌率は98％以上で，昨年と同様であった。一方，B水槽では，1,700万～3,500万細胞，給餌６日目以降の摂餌率が48～100％と給餌日による差が大きかった。ホタテガイ１個体１日当たりの摂餌量は，A水槽では約1,100万細胞，B 水槽では約700万細胞であり，A水槽の66％であった。なお，11月１日の摂餌量の低下は，恒温実験室が一時故障した影響による。その摂餌量および摂餌率の最小値から除外した。

給餌に用いた*A.t* 培養株の毒組成を図２に示した。

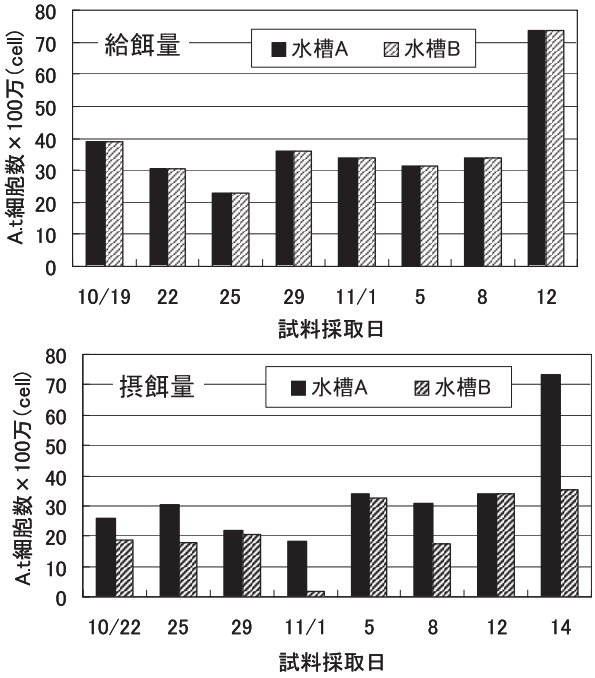


図１　一水槽当たりの給餌量（上）と摂餌量（下）

A.t 培養株１細胞当たりの毒量は，87～123 fmol/cellであり，毒組成は給餌中に大きな変化はなかった。なお，11月１日の測定値の欠損は，試料採取に失敗したことによる。

これまでの給餌試験に用いた*A.t* 培養株の年度別平均毒量を図３に，毒組成を図４にそれぞれ示した（2010年）の毒量は103fmol/cellと過去４年間の毒量と比較して平均的な値で，毒組成は2007年および2009年と類似していた。

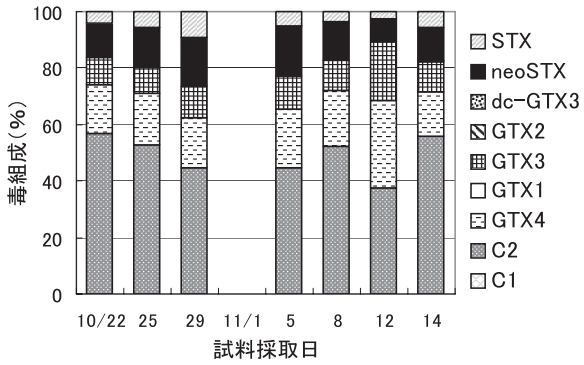


図２　給餌用 *A.tamarense* の毒組成の変化

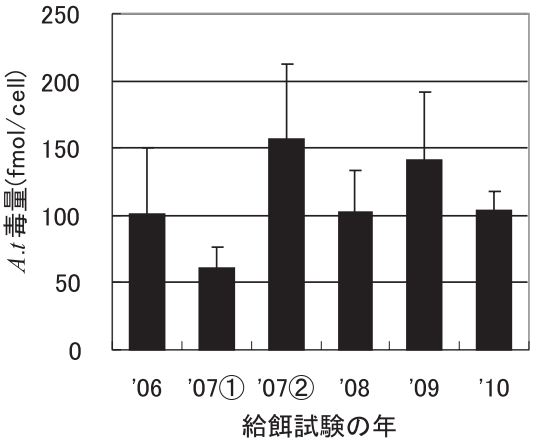


図３　給餌用 *A.tamarense* の年度別平均毒量

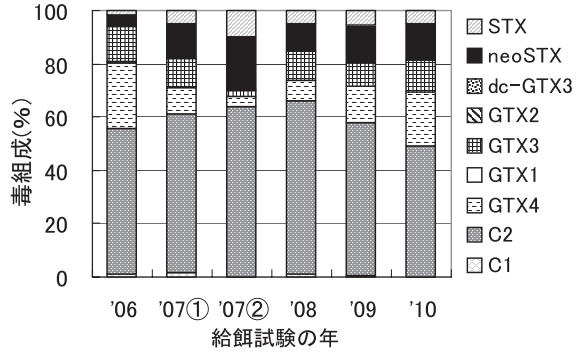


図４　給餌用 *A.tamarense* の年度別平均毒組成

給餌後のホタテガイにおける部位別毒組成および給餌用*A.t*株の毒組成を図５に示した。*A.t*株の毒組成はC２が約50%，GTX４が約20%，GTX３が12%とβ型主体であり，その他，STX群が約20%を占めていた。給餌後の中腸腺の毒組成は，C群が60%以上を占めており，*A.t*株に比べて，C1，GTX１およびGTX2，STXが多く，GTX４およびGTX3，neoSTXが少なかった。その他の部位では，GTX１およびGTX2，STXが多く，C2，GTX４が少なかった。貝柱では，C１およびC２が約60%を占め，次いでGTX１およびGTX２が多かった。

ホタテガイ各部位のマウスアッセイによる毒力と，HPLC分析による毒力を表１に示した。マウスアッセイとHPLCによる毒力は，その他部位で一部差が大きいものがあったが，中腸腺と貝柱ではほぼ一致していた。マウスアッセイによる毒力は，中腸腺では1,021～1,569 MU/gであり，何れも1,000 MU/gを超えていた。また，その他部位では36～61 MU/gであった。貝柱では，A水槽で蓄養した２個体がそれぞれ，2.1および2.0 MU/g，B水槽では全て2.0 MU/g（検出限界）未満で，いずれも麻痺性貝毒規制値（４MU/可食部１g）未満であった。また，HPLC分析による貝柱の毒力も1.3～2.6MU/gとマウステスト結果とほぼ一致しており，何れも規制値未満であった。

これまでの給餌試験におけるホタテガイが摂餌した*A.t*株総毒量に対するホタテガイ各部位への蓄積した毒量の割合を図６に示した。2010年の蓄積割合は*A.t*株総毒量の53%で，これまでに行なった給餌試験（2006年から2008年）と概ね同様であった。また，部位別の蓄積割合は，中腸腺が33%，その他の部位が9.9%，貝柱が0.3%であった。

2003年以降の貯蔵試験および給餌試験で得られた全ての部位別毒性値データのうち，マウスアッセイによる中腸腺毒力とHPLCによる貝柱毒力の関係を図７に示した。これまでの給餌試験で，7個体のホタテガイで中腸腺毒力が1,000 MU/gを超え，最高値は1606 MU/gであった。その際の貝柱の毒力はHPLCでは0.7～2.6 MU/g,マウステストでは２個体が2.1, 2.0MU/g, 残り５個体が２MU/g未満であり,いずれも規制値未満であった。このことから，中腸腺毒力が1,000 MU/gを超えても，貝柱の毒力,規制値を超えない可能性が示唆された。

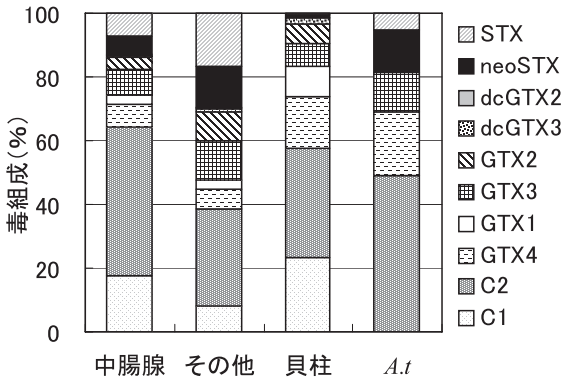


図５　給餌後のホタテガイ部位別及び*A.t*株の 平均毒組成

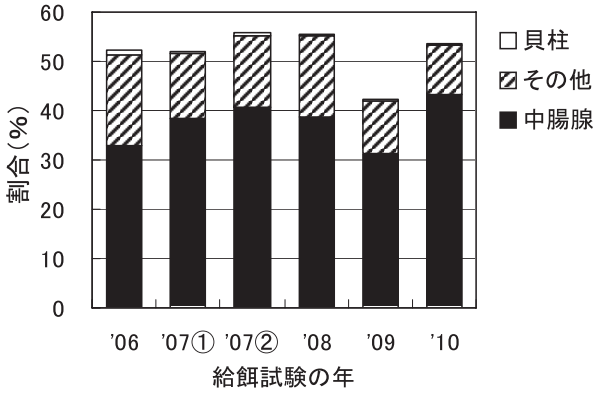


図６　ホタテガイへの貝毒の年度別蓄積割合

表１　HPLC及びマウスアッセイによる毒力

マウスアッセイ(MU/g)

	No.1	No.2	No.3	No.4
中腸腺	1109	1569	1080	1021
その他	59	58	61	36
貝柱	2.1	2.0	<2.0	<2.0

HPLC（MU/g）

	No.1	No.2	No.3	No.4
中腸腺	898	1278	1090	718
その他	21	41	68	56
貝柱	2.5	2.6	1.3	1.5

（4）要約

・*A.t* 培養株の大量給餌によりホタテガイの中腸腺の毒力は 4 個体すべて1,000 MU/gを超え，最高1,569 MU/gの高毒化に成功した。
・ホタテガイは 1 日に 1 個体あたりA水槽では1,100万細胞を，B水槽では700万細胞を摂餌した。
・今回の給餌試験の結果，ホタテガイ 1 個体が摂餌した*A.t* 総毒量の33％が中腸腺に，9.9％がその他に，0.3％が貝柱に蓄積した。
・中腸腺の毒力が高い場合でも，貝柱の毒力はHPLCで，1.3～2.6 MU/gと低く，マウスアッセイでは全て2.1 MU/g以下となった。
・5 年間の試験結果から，中腸腺が高毒化しても貝柱の毒力は規制値を超えない可能性が示唆された。

【引用文献】

1) Ohshima Y (1995) Post-column derivatization HPLC methods for paralytic shellfish poisons In: Hallegraeff GM, Anderson DM, Cembella AD (eds) Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO, Paris, pp. 81−111.

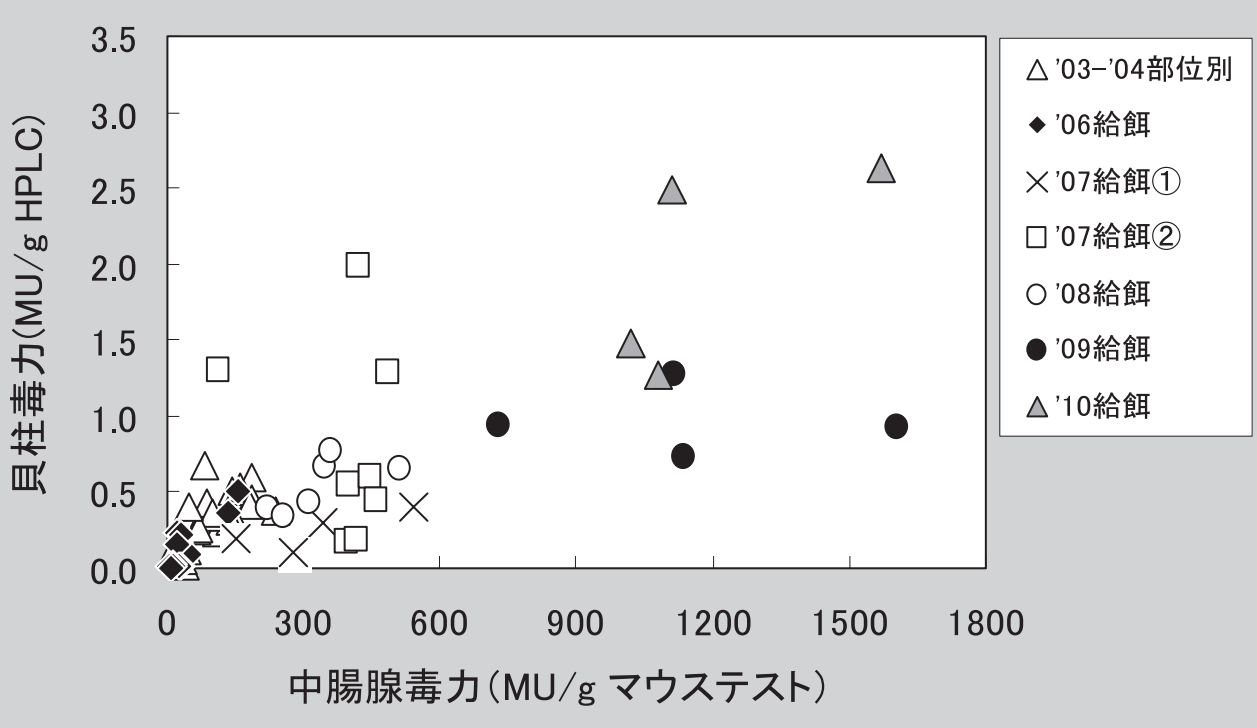


図 7　中腸腺毒力と貝柱毒力の関係

7．貝毒プランクトンによるホタテガイ毒化実態モニタリング試験（受託研究費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**三上加奈子　武田忠明**
函館水産試験場　調査研究部　**馬場勝寿**

(1) 目的

貝毒プランクトンの出現状況とホタテガイ中腸腺に蓄積される毒成分組成の関係を明らかにする。

(2) 経過の概要

平成22年１月から12月まで八雲沖定点において，月１回採取したホタテガイの中腸腺から毒成分を抽出し，毒力をマウスアッセイと高速液体クロマトグラフィー (以下HPLC)により評価すると同時に，その毒組成をHPLCにて分析した。

(3) 結果

八雲定点における麻痺性貝毒プランクトンの鉛直分布の季節変化（出現月のみ）を表１に示した。貝毒プランクトン*Alexandrium　tamarense*（以下, *A.t* ）は２月から６月まで出現した。４月までは出現数は僅かであったが，5月には最大出現数730細胞/Lに著しく増加し，6月には70細胞/Lと著しく減少した。

ホタテガイ中腸腺の毒力（マウスアッセイおよびHPLC ）と毒量の変化を図１に示した。中腸腺の毒量は１月から４月まで徐々に増加し，3,4月は約３ nmol/gであったが，５月には23 nmol / g と最大値を示し, 6月は16 nmol / g , 7月は3.8 nmol/gへと著しく減少した。一方，毒力（マウスアッセイ）は，3，4月は３ MU/ g であったが，５，6月に27 MU/gと最大値を示し，7月には４ MU/gへと著しく低下した。また，HPLCによる毒力は，マウスアッセイとほぼ同様に推移した。

なお，1月から２月，11月から12月の毒力はマウスアッセイ，HPLCのいずれも２ MU/ g 未満であった。

ホタテガイ中腸腺の毒組成の変化を図２に示した。２月から５月は，C２やGTX２の割合が低くなり，GTX４が高くなった。６月以降は，C2, GTX４の割合が低くなり，C1,GTX２が高くなった。また，STX群は３月以降出現し，neoSTXの割合は６月に最大値８％となり，その後は徐々に低下して10月以降は消失した。

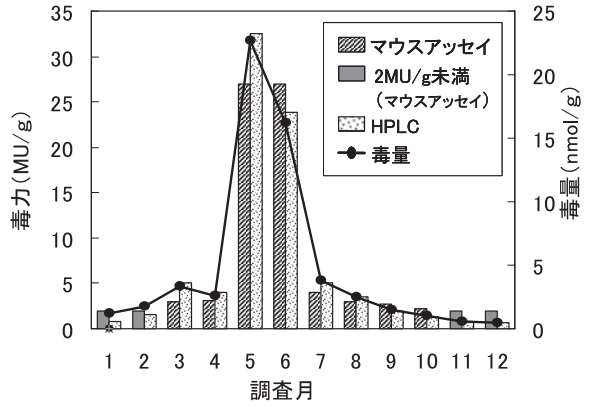


図１　ホタテガイ中腸腺の毒力と毒量の変化

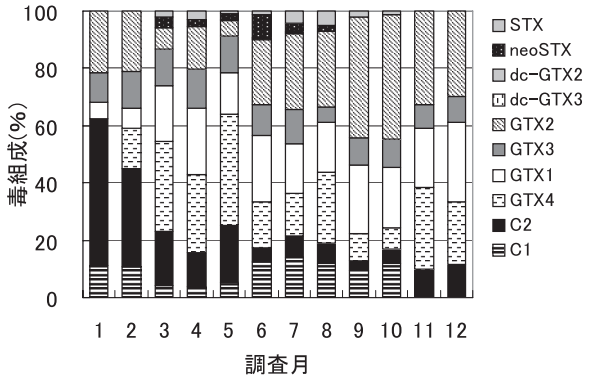


図２　ホタテガイ中腸腺毒組成の変化

表１　八雲定点におけるプランクトン出現状況（出現月のみ抜粋）

年月日	10/2/16		10/3/18		10/4/19		10/5/17		10/6/21	
	麻痺性原因種		麻痺性原因種		麻痺性原因種		麻痺性原因種		麻痺性原因種	
深度	*At*	*A*属他種	*At*	*A*属他種	*At*	*A*属他種	*At*	*A*属他種	*At*	*A*属他種
(m)	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L	細胞/L
0	0	0	0	0	0	0	730	0	70	0
5	10	0	0	0	10	0	60	0	0	0
10	0	0	20	0	0	0	20	0	0	0
15	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8．水産バイオマスの資源化技術開発事業（原料前処理技術開発）（受託研究費）

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**

(1) 目的

海藻類は再生産性が高く有望な水産バイオマス資源であると考えられている。特にコンブの主生産地である北海道での生産量は約 10万トン(生鮮換算)で，そのうち養殖ものは25％を占めている。この養殖コンブの出荷の際には５千トンもの付着器が廃棄され，成長促進のため間引きされるコンブも１千トンに達する。さらに，コンブ漁場にはスジメ等の褐藻類が繁殖し，未利用のまま３千トンが駆除・廃棄されているほか，調味料メーカー等では200トンものコンブエキス抽出残滓が廃棄されており，これらの未低利用褐藻類の有効利用が望まれている。そこで本課題では，サイレージ貯蔵により海藻に含まれるアルギン酸から付加価値の高い可溶性アルギン酸を生産する技術を開発する。また，同時に得られる発酵残滓については，バイオマス燃料化によるカスケード利用の可能性について協力研究機関と連携した技術開発を行う。

(2) 経過の概要

昨年度までに，間引きコンブ及びスジメのアルギン酸を効率良く可溶性アルギン酸を生産させる貯蔵条件について，ビーカースケールで検討し，AR海水（アルギン酸分解菌AR06株接種人工海水）浸漬後25℃，16～24時間静置貯蔵で貯蔵前の総アルギン酸の概ね80％以上が安定的に可溶化され，その分子量組成はオリゴ糖が主体であることを明らかにした。この結果を踏まえ，今年度は，スジメを原料としたサイレージ発酵処理による可溶性アルギン酸の大量調製について検討した。スジメ原料（固形物量839g，アルギン酸505g含有）から可溶性アルギン酸223gを含む粗抽出液(以下粗抽出液)及び残滓221g（固形物量）を調製した。可溶性アルギン酸粗抽出液粗抽出液は精製処理を行い，植物成長促進活性及び動物細胞活性用試料として中央水研に提供した。また，発酵残滓はエタノール及びメタン発酵試料として，東京海洋大学及び広島大学にそれぞれ提供した。また，アイヌワカメ及び出汁がらコンブはビーカースケールによるサイレージ発酵条件について検討した。スジメの至適発酵温度25℃で，アイヌワカメ及び出汁がらコンブを発酵させ，AR菌数及びアルギン酸の可溶化率を経時的に測定した。アイヌワカメでは，AR菌の増殖が比較的良好であったが，アルギン酸の可溶化は最大50%程度に留まった。一方，出汁がらコンブでは発酵開始からAR菌が増殖せず，アルギン酸の可溶化が認められなかった。今後，それぞれの至適発酵条件について，さらに検討を要する。

なお，詳細は，「平成22年度水産バイオマスの資源化技術開発委託事業報告書」(中央水産研究所)にて報告した。

9．依頼試験（技術支援費）

担当者　加工利用部　加工利用グループ　**蛯谷幸司　武田忠明　菅原　玲　小玉裕幸**
三上加奈子　臼杵睦夫　金子博実

(1) 目的

水産業界等からの依頼により，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研究機構諸料金規定に基づき処理した。

1．ニシン切り込みの異物鑑定

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（経常研究費））

担当者 企画調整部　企画課　**夏目雅史**

(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（経常研究費)「北海道とサハリンのコンブ漁場の環境に関する比較調査」で記載し，ここでは，共同調査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40回研究交流

（ア）開催場所

北海道立中央水産試験場（余市町）

（イ）開催日程

2010年６月16日～19日

（ウ）出席者

サフニロ：フロロフ・エブゲニー応用生態研究部長，ザバルジン・デニス上席研究員，レプニコワ・アンナ技師

水産研究本部：吉川正基本部長，中島和彦総務部長，野俣洋企画調整部長，夏目雅史企画課長

中央水試：西内修一副場長，高柳志朗資 源 管理部長，志田修研究主幹，山口幹人主査，三原行雄主査，山口浩志研究主任，浅見大樹研究主幹，西田芳則主査，嶋田宏主査，品田晃良研究主任，栗林貴範研究職員，蔵田護資源増殖部長，中島幹二研究主幹，高橋和寛主任研究員，西原豊研究主任，秋野秀樹研究主任，今村琢磨加工利用部長，田中伊織研究参事

稚内水試：中明幸広調査研究部長，川井唯史主査

さけます内水試：下田和孝内水面資源部研究主任

通 訳 者：大島剛

（エ）日程

６月16日（水）サフニロ研究者は，ユジノサハリンスクから航空機で新千歳空港へ移動し，業務車で余市町へ移動。

６月17日（木）研究交流会議
イトウおよび汽水湖のプランクトンに関する情報交換。魚介類の病理およびニシンの成長に関する情報交換。水産国際共同調査第４次計画について協議。

６月18日（金）協議事項ほか
中央水試庁舎およびニッカ会館見学
確認書の作成・合意
研究交流終了挨拶
余市町から札幌市へ移動
途中おたる水族館見学

６月19日（土）札幌市内見学
札幌市から新千歳空港へ移動
サフニロ研究者は新千歳空港から空路ユジノサハリンスクへ移動

イ　第41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）

（イ）開催日程

2010年10月20日～23日

（ウ）出席者

サフニロ：ブスロフA.V.所長，ラプコV.V.学術担当副所長，ルダコワS.L.学術秘書，フロロフY.V.応用生態研究部長，ガ

ラニンD.A.沿岸調査・養殖研究室長，クサイロO.V.生物海洋学研究室代行，ラトコフスカヤE.M.化学分析研究室長，キム・セン・トクV.D.海洋漁業魚類研究室長，ニキティンV.D.淡水魚類・沿岸魚類研究室長，オゴロドニコフV.S.サケ・マス類資源動態研究室長代理，ジヴォグリャドフA.A.上級研究員，ブキンS.D.上級研究員，ムハメトワO.N.上級研究員，ドゥブロフスキーS.V.研究員，ザワルジナN.K.研究員，フロロワS.E.初級研究員，レプニコワA.R.初級研究員

稚内水試：中明幸広調査研究部長（派遣団長）
さけます内水試：中島美由紀内水面資源部主査
中央水試：秋野秀樹資源増殖部研究主任
通 訳 者：イグナトチキナA.V.

（エ）日程

10月20日（水）道総研水産研究本部研究者は，新千歳空港から空路ユジノサハリンスク市へ移動。

10月21日（木）研究交流会議
ミズダコの資源管理に関する情報交換。さけます・内水面漁業資源に関する情報交換。水産国際共同調査第４次計画について協議。

10月22日（金）協議事項ほか
サフニロ調査エリア（コルサコフ）見学

10月23日（土）ユジノサハリンスク市内見学
道総研水産研究本部研究者は，ユジノサハリンスクから新千歳空港へ移動し帰国。

(3) 得られた結果

ア　第40回研究交流

(ア)汽水湖のプランクトンに関する情報交換およびイトウに関する情報提供

道総研水産研究本部とサフニロは以下の研究発表を行って，汽水湖や内水面の環境変動や遊漁が生態系に与える影響等について，有益な情報を交換した。

a　北海道におけるイトウ資源の現状と保全に向けた取り組み（さけます内水試　下田和孝）

b　Zooplankton of Tunaycha Lake and its change under the influence of esalination.（ザバルディン・デニス）

c　北海道網走湖で優占する汽水性カイアシ類，Sinocalanus tenellus(Kikuchi)の個体群動態と生産量（中央水試　浅見大樹）

(イ)魚介類に関する病理解析およびニシンの成長に関する情報提供

道総研水産研究本部とサフニロは，以下の発表を行って，コマイとアサリの病理解析，及びニシンの成長について有益な情報を交換した。

a　The first registration of clavinemosis at saffron cod (Eleginus gracilis).（フロロフ・エブゲニー）

b　北海道におけるアサリのパーキンサス原虫の感染（中央水試　西原豊）

c　鱗輪径計測によって推定された北海道北部日本海のニシン（通称，礼文冬ニシン）の成長（高柳志朗）

(ウ) 水産国際共同調査第4次計画「コンブ漁場における海洋環境と生態に関する日ロ比較調査」について

サフニロと道総研水産研究本部は以下の発表を行って，水産国際共同調査第４次計画についての詳細な協議を行った。

a　Biological characteristic of kelp (Laminariales) of the southern Sakhalin and southern Kuril Islands.（レプニコワ・アンナ）

b　〇協議事項１：栄養塩分析の手法原理・精度・今後
〇協議事項２：ガゴメ共同論文
〇協議事項３：北海道でのコンブ調査報告と計画検討（稚内水試　川井唯史）
・道総研水産研究本部は栄養塩分析技術や採水技術の向上のため，今後は担当者同士が直接電子メールで情報交換することを提案した。サフニロはその提案を検討する。
・この提案について了解が得られれば，分析結果を次回の研究交流で検討する。
・ガゴメの論文は次の研究交流で原稿の確認を行い，3月までに「応用藻類」に投稿する。
・また，道総研水産研究本部は「北水試だより」に投稿することを提案した。

・次回研究交流において道総研水産研究本部とサフニロはコンブと栄養塩の具体的なデータを示しながら検討を行う。

（エ） 協議事項

a　第41回研究交流について
開催場所：サフニロ（ユジノサハリンスク）
開催時期：2010年の10月頃。サハリン航空が週２便運航期間中の開催を希望する。詳細はサフニロに戻ってから再度連絡する。
交流議題:「コンブ漁場における海洋環境と生態に関する日ロ比較調査」に関する協議と漁業資源に関する情報交換を行う。この他に，内水面の生物について情報交換を行う。

b　科学技術共同研究に関する合意書の更新について
・調印の手順について次回研究交流までに，お互いに確認する。

c　その他
・サフニロは41回研究交流において職員名簿を提供する。
・道総研水産研究本部は「La Perouse」プロジェクトに関する98年４月以降のCTDデータの交換を提案した。交換可能なCTDデータの内容は双方で確認する。

（エ） 確認書の作成

道総研水産研究本部とサフニロは，第40回研究交流の結果を確認し，確認書を作成した。

イ　第41回研究交流

（ア）海洋，漁業資源状況に関する情報交換

道総研水産研究本部とサフニロは，以下の研究発表を行って，研究情報を相互に交換した。

a　小クリル諸島におけるミズダコ漁獲量変動(ユルコワYu.A.)
b　北海道宗谷沿岸におけるミズダコの資源管理（佐野稔・中明幸広）
c　サハリン島のサケ・マス類が遡る川の生態系研究の主な方向（ジヴォグリャドフA.A.）
d　北海道の流域生態系におけるサケマスを中心とした物質循環と食物網（中島美由紀）
e　サハリン島の南東部における潟のイクチオプランクトン（ムハメトワO.N.）

（イ）「コンブ漁場における海洋環境と生態に関する日ロ比較調査」に関する協議

道総研水産研究本部とサフニロは，共同調査について協議を行い，次のことを確認した。

a　サハリン島と北海道島の日本海沿岸におけるコンブ及びウニの資源に関する調査の継続はお互いに望ましいことであることを確認する。
b　第42回研究交流の際に，サフニロは，日ロ比較調査におけるコンブとウニの資源及び海洋環境に関する調査結果を発表する。
c　データ解析を基に，5年間の共同調査プログラムで得られるサハリン側と北海道の調査結果を，どのようにまとめるか，検討を始める。
d　道総研水産研究本部が提案した週１回の採水について，サフニロは検討し回答する。
e　技術的な課題については，担当者同士が緊密な連絡を行う。

（ウ）協議事項

a　合意書（連携協定）の更新について
・サフニロと道総研水産研究本部間の科学技術共同研究に関する合意書の最終案は，10月にロシアで開催される第43回の日ロ交流の際に調印する。

b　第42回研究交流について
開催場所：北海道（中央水産試験場）
開催時期：2011年６月頃
・発表テーマについては，直接電子メールで話し合って調整する。

c　次期共同研究について
・2013年４月から始まるサフニロと道総研水産研究本部との次期共同研究テーマの案について協議を始める。

d　その他
・道総研水産研究本部は，サフニロにサハリン島の日本海沿岸におけるコンブ資源に関するデータを提供する依頼をした。
・サフニロは，道総研水産研究本部に今後の日ロ交流の際に，可能であれば，道総研水産研究本部の科学者による以下の発表を聴取したいと依頼した。
〇サクラマスの河川生活期の生態あるいは年齢査定に関する研究
〇ナマコの養殖

◯ウニ年齢査定
◯北海道での汽水域のワカサギ・シラウオ等の仔稚魚の現存量に関する研究
・サフニロは，道総研水産研究本部が今後の協議において選んだテーマについて発表をする。

（エ）確認書の作成

道総研水産研究本部とサフニロは，第41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　**今村琢磨　蛯谷幸司　武田忠明　菅原　玲**
小玉裕幸　三上加奈子　臼杵睦夫　金子博実

(1) 目的

地域水産資源の有効利用と水産加工技術及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22年８月
対象者：北海道立余市紅志高等学校
内　容：サケフレーク製造に関する研修会
参加人員:160名

（イ）鹿部町
日　時：平成22年９月～10月
対象者：漁業研修所
内　容：水産加工に係わる研修会
参加人員:43名

（ウ）余市町
日　時：平成22年11月
対象者：北海道漁業協同組合連合会小樽支店
内　容：ヒラメ活け締め講習会
参加人員：11名

（エ）小樽市
日　時：平成22年12月
対象者：小樽市漁業協同組合
内　容：石狩湾系ニシンミニプラザ
参加人員：48名

（オ）小樽市
日　時：平成22年12月
対象者：石狩湾漁業協同組合
内　容：石狩湾系ニシンミニプラザ
参加人員：44名

（カ）余市町
日　時：平成23年２月
対象者：石狩・後志管内漁業士会
内　容：活け締めの説明と実技指導
参加人員：26名

（キ）余市町
日　時：平成23年２月
対象者：北後志えびかご協議会
内　容：ホッコクアカエビの白化及び黒変抑制に関する研修会
参加人員：16名

（ケ）余市町
日　時：平成23年３月
対象者：余市郡漁業協同組合えびかご部会
内　容：ホッコクアカエビの白化及び黒変抑制に関する研修会
参加人員：10名

イ　巡回技術指導

企業等の要望に応じ，個々の企業を訪問して当面する技術的問題点に関する指導，助言を以下の地域で行った。

余市町，小樽市，岩内町，泊村，標津町，別海町

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22年７月27日
場　所：釧路水産試験場分庁舎
参集機関：
根室水産加工振興センター，釧路市水産加工振興センター，標津町ふれあい加工体験センター，大樹町地場産品研究センター，羅臼町水産商工課，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，北海道立工業技術センター，北海道水産林務部水産経営課，食品加工研究センター，ノー

ステック財団，中央水産試験場，釧路水産試験場，網走水産試験場

参加人員:26名

内　容：

・公設研究施設の事業説明

・北海道立総合研究機構研究機関の事業説明

・話題提供

テーマ「活け締めと付加価値向上の可能性について」

・行政機関の事業説明

エ　加工技術相談

67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）北海道中小企業家同友会12月例会

北海道中小企業家同友会の主催で，札幌市において平成22年12月に開催され,「活きた貝柱を産地から消費地へ～ホタテガイ活貝柱の流通技術開発について～」を講演した。

参加人員40名。

（イ）加工食品フェアー

北海道食品産業協議会の主催で，札幌市において平成23年２月に開催され，約60品目について審査を行った。

参加人員11名。

２．２　一般指導
２．２．１　資源管理部

普及指導事項	実施月	実施場所	協議会等（対象者）	指導事項の概要	担当者名
研修	5月	余市町	新任研修	年齢査定の講義と実習	星野　昇
指導	5月	札幌市	日本海北区ハタハタ漁業者実践協議会事務方協議	ハタハタ（道西日本海）の資源動向とH22年度漁期の見通し	星野　昇 高柳志朗
報告	6月	札幌市	日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会	石狩湾系ニシン漁況予測調査結果	山口幹人 高柳志朗
報告	7月	札幌市	北大低温研共同研究集会「宗谷暖流を始めとした対馬暖流系の変動メカニズム」	対馬暖流・津軽暖流・西サハリン海流の観測例の紹介	田中伊織 西田芳則
指導	9月	石狩市	ホッケ勉強会（北海道漁連および北海道機船連職員）	ホッケ資源の現況と将来予測について	高嶋孝寛 星野　昇 高柳志朗
講演	9月	小樽市	小樽機船沖合漁業交流プラザ	スケトウダラの資源動向について	志田　修
講演	9月	小樽市	小樽機船沖合漁業交流プラザ	ホッケの資源動向について	高嶋孝寛
講演	9月	小樽市	小樽機船沖合漁業交流プラザ	ハタハタの資源動向について	星野　昇
講演	9月	小樽市	小樽機船沖合漁業交流プラザ	マダラの資源動向について	星野　昇
講演	9月	小樽市	小樽機船沖合漁業交流プラザ	海洋環境	西田芳則
報告	9月	上ノ国町	上ノ国町藻場再生事業推進協議会	栄養塩添加による磯焼け漁場再生調諫結果について	栗林貴範
報告	10月	札幌市	日本海北区ハタハタ漁業者実践協議会事務方会議	ハタハタ（道西日本海）のH22年度漁期漁況見通し	星野　昇 高柳志朗
報告	10月	札幌市	日本海北区ハタハタ漁業者実践協議会	ハタハタ（道西日本海）の資源動向とH22年度漁期の来遊について	星野　昇 高柳志朗
報告	10月	余市町	日本海すけとうだら漁業協議会代表者委員会	スケトウダラの資源状況について	志田　修
報告	10月	東京都	平成22年度磯焼け対策全国協議会	磯焼け対策総合推進事業の藻場再生実証事業における21年度の結果と今後の計画	栗林貴範
報告	11月	岩内町	スケトウダラ延縄漁業漁況説明会	スケトウダラの資源状況について	志田　修
報告	11月	札幌市	北海道連合海区漁業調整委員会資源管理専門部会	平成22年度北海道周辺海域主要魚種の資源評価について	高柳志朗 三原行雄
報告	11月	古平町	沿岸刺し網漁業者スケトウダラTAC説明会	スケトウダラの資源状況について	志田　修
報告	12月	函館市	日本海南部海域べにずわいがに試験操業指導会議	2010年度日本海南部海域ベニズワイガニの資源評価について	星野　昇
報告	12月	札幌市	石狩湾系ニシン資源利用に関する意見交換会	石狩湾系群ニシンの資源動向と漁況予測について	山口幹人 高柳志朗 星野　昇

普及指導事項	実施月	実施場所	協議会等（対象者）	指導事項の概要	担当者名
報告	12月	石狩市	石狩湾系ニシン資源管理に関する打ち合わせ	石狩湾系群ニシンの資源動向と漁況予測について	山口幹人 高柳志朗
報告	12月	小樽市	ニシンミニプラザ	石狩湾系ニシンの資源管理について	山口幹人
報告	12月	石狩市	ニシンミニプラザ	石狩湾系ニシンの資源管理について	山口幹人
報告	12月	札幌市	石狩湾系ニシン資源利用に関する意見交換会	石狩湾系群ニシンの資源動向と漁況予測について	山口幹人 高柳志朗 星野昇
講演	1月	札幌市	北海道磯焼け対策連絡会議	液肥の海中添加による藻場再生実証事業	栗林貴範
報告	2月	小樽市	石狩後志地区資源管理推進委員会	平成22年度石狩後志管内主要魚種の資源評価について	高柳志朗 三原行雄
報告	2月	小樽市	石狩後志地区資源管理推進委員会	ホッケ資源の現況と将来予測について	高嶋孝寛
報告	2月	札幌市	スケトウダラ日本海北部系群資源回復計画漁業者協議会	平成22年度スケトウダラの稚魚調査と計量魚探調査結果について	高柳志朗 三原行雄
報告	2月	札幌市	北海道資源管理推進委員会	ヒラメの資源管理協定における制限の妥当性について	高柳志朗 三原行雄
指導	2月	札幌市	留萌管内大型えびかご協議会	ホッコクアカエビ資源とえびかご漁業について	山口浩志
指導	2月	余市町	北後志えび籠漁業協議会定	ナンバンエビの資源について・えびかご人工餌料開発の進捗状況について	山口浩志 高柳志朗
講演	2月	石狩市	海辺の自然塾（石狩市石狩浜海浜保護センター主催）	シラウオの生態について	山口幹人
講演	2月	札幌市	北海道気候変動観測ネットワーク設立記念フォーラム	気候変動と春ニシンについて	田中伊織
講演	2月	羽幌町	平成22年度留萌北部地区ホタテガイ養殖研究会	浮遊幼生の分布動態	西田芳則
講演	2月	遠別町	平成22年度留萌北部地区ホタテガイ養殖研究会	浮遊幼生の分布動態	西田芳則
報告	3月	寿都町	寿都町、島牧漁業関係者（小女子部会）	コウナゴ22年度漁期調査結果および漁況について	星野　昇
報告	3月	雄武町	雄武漁協関係者	雄武と網走の沿岸環境の比較	嶋田　宏

２．２．２　資源増殖部

普及指導項目	実施月	実施場所	対象者	人数	指導事項の概要	担当者名
報告	4月	岩内町	後志南部地域ニシン資源対策協議会	30名	日本海南部海域ニシン資源造成試験2009年度報告	瀧谷明朗
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	積丹・忍路でのマナマコの年齢と体サイズとの関係	高橋和寛
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	ホタテガイ採苗不振に係る成熟と水温の関係	中島幹二
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	ALCを用いたエゾバフンウニ放流効果精度向上試験	中島幹二
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	磯焼け対策としての嵩上げ礁について－理論と実例－	金田友紀
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	ホソメコンブの初期生活史における栄養塩と流動環境の影響（室内試験）と施肥試験（上ノ国）の経過	干川　裕
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	磯焼け対策のためのホソメコンブ成熟に及ぼす栄養塩類の濃度と流速に関する研究	秋野秀樹
報告	7月	余市町	水産林務部・振興局・指導所	23名	藻場造成における適地評価システムの開発	金田友紀
報告	8月	札幌市	関係団体等	132名	磯焼け対策の一つの試み　－寿都の藻場造成礁の効果–	金田友紀
講演	8月	余市町	石狩後志海区漁業調整委員会	22名	コンブ繁茂状況と磯焼け対策について	秋野秀樹
講演	10月	神恵内村	漁業者，藻場事業協賛者	70名	藻場の機能と磯焼けについて	秋野秀樹
報告	12月	小樽市	漁業者・漁協・漁連・水産林務部・振興局・指導所・市役所	37名	ニシンの産卵藻場について	高橋和寛
報告	12月	石狩市厚田	漁業者・漁協・漁連・振興局・指導所・市役所	31名	ニシンの産卵藻場について	高橋和寛
講演	12月	寿都町	漁協，漁業者，町村担当者	100名	磯焼けの原因と対策について	秋野秀樹
報告	12月	岩内町	後志南部地域ニシン資源対策協議会	30名	日本海南部海域ニシン資源造成試験2010年度中間報告	瀧谷明朗
報告	2月	寿都町	寿都町漁協歌棄定置底建網部会青年部	20名	南後志で始まったニシンの試験放流について	瀧谷明朗
報告	2月	札幌市	漁協・市町村・道栽培公社・北海道・指導所	38名	ヒラメ市場調査概要(H21年1-12月分)	石野健吾
報告	2月	横浜市	水産研究者・行政	44名	北海道における親集団造成による個体群保全・資源回復手法の開発	干川　裕
報告	2月	常呂町	漁業者・漁協職員・指導所職員・水試職員・建設業者	15名	湾・内湾スケールでのアサリ稚貝の自給と干潟ゾーニングによる生産増大システムの開発	櫻井　泉
報告	2月	常呂町	漁業者・漁協職員・指導所職員・水試職員・建設業者	15名	漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成及び新規創出技術開発	秦　安史
講演	3月	寿都町	漁業者	40名	ウニ増殖場について	高橋和寛

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
22. 7.29	中央水産試験場一般公開	余市町	210人	海藻お絵かき、地曳き網体験ほか
22. 8. 6	水産研究本部成果発表会	札幌市	132人	最新の研究成果について、口頭発表、ポスター発表各7題
22. 8.11	サイエンスパーク	札幌市	30人	かまぼこ作り体験
22.12.13	ニシンミニプラザ	小樽市	48人	ニシンの高付加価値化・資源状況・産卵状況等に関する話題提供
22.12.15	ニシンミニプラザ	石狩市	44人	ニシンの高付加価値化・資源状況・産卵状況等に関する話題提供

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）	１１	２５５	
道　　内 （上記以外）	１０	３４５	
道　　外	2	２３	
国　　外	3	３０	
合　　計	２６	６５３	

５．所属研究員の発表論文等一覧

資源管理部門

海（ニシン）　ニシン漁の変遷と資源復活の取り組み：**高柳志朗**　日本の里山・里海評価：クラスターの経験と教訓　里山･里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ　北海道．国際連合大学高等研究所．53−55 &　85−87(2010)

スケトウダラ太平洋系群の資源変動におよぼす成魚期の海洋環境の影響に関する研究：**志田　修**，北水試研報，79，1−75(2011)

北海道のハタハタ資源：**星野　昇**他　北水試技術資料，No.6，118p，2011.3

北海道日本海におけるマダラの資源状態について：**星野　昇**　北水試研報，78，41−50(2010)

後志北部海域沿岸におけるイカナゴ稚魚漁業の特徴について：**星野　昇**　北水試研報，78，51−58(2010)

後志産コウナゴの研究状況：**星野　昇**　試験研究は今，672.

”5.Adaptive significance of egg size variation of aquatic organism in relation to mesoscale features of aquatic environments”　Kinya Nishimura and **Noboru Hoshino**. The Evolution of Anisogamy, Cambridge, Cambridge University Press, 2011, 131−167.

石狩湾系ニシンのVPAおよびトロール調査に基づく漁況予測:**山口幹人**，三宅博哉，**高柳志朗**，北水試研報，79，77−85(2011)

シラウオの性的二型と産卵行動：**山口幹人**　東京大学大気海洋研究所共同利用シンポジウム　水生生物の性的二型適応と進化．要旨集，4− 5 (2010)

Spatial variation in otolith elemental composition of the Pacific herring Clupea pallasii in northern Japan：Kodai Yamane, Kotaro Shirai, Yoshimoto Nagakura, **Motohito Yamaguchi**, **Akio Takiya**, Takashi Horii, Sachinobu Yamane, Takaomi Arai, Tsuguo Otake，Aquatic Biology，10，283−290(2010)

不確実性を考慮したシミュレーショによる日本海北部系群スケトウダラ資源管理におけるBban３万トンの妥当性の検討：**山口宏史**　平成22年度日本水産学北海道支部例会講演要旨集，xx，2010.12

2004年～2010年に北海道西部日本海に来遊したスルメイカの発生時期について(要旨):**佐藤　充**　スルメイカ資源評価協議会報告(平成22年度)，日本海区水産研究所，62(2011)

2005・2006年夏期に北海道南部～東北日本海沿岸海域に分布したスルメイカの発生時期について（短報）:**佐藤　充**，澤村正幸，三橋正基　北水試研報，78，73−75(2010)

漁船位置情報を活用したえびこぎ網漁場におけるホッコクアカエビの資源量指数推定方法：**山口浩志**，**高柳**

志朗（道中央水試），佐野　稔，前田圭司（稚内水試），宮下和士（北大FSC），畑中勝守（東農大），戸田真志，岡本　誠，和田雅昭（はこだて未来大）　2010（平成22）年度日本水産学会春季大会講演要旨集，99，2010.9

ニシン：長澤和也，**丸山秀佳**　新魚類解剖図鑑　緑書房（東京），88−91，2010.6

気候変動と春ニシンのはなし：**田中伊織**，北海道気候変動観測ネットワーク設立記念フォーラム報告書．37−45．2011.6.

北部日本海におけるホタテガイ浮遊幼生の分布動態：**西田芳則**，宮園　章　平成22年度水産海洋学会講演要旨集，13，2010.11

定期海洋観測からみた2009年の津軽暖流水の張り出し状況：**西田芳則**　日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会，20−28，2010.12

2008年冬季から春季の対馬暖流流量の極度な低下：**西田芳則**・森本昭彦（名大水循環セ）　2011年度日本海洋学会春季大会講演要旨集，73，2011.3

2007年４月に行われた親潮域の連続CTD観測による海水特性とその短期変動：佐藤正俊（東北水研）・河野時廣（東海大）・清水勇吾（東北水研）．**西田芳則**（道中央水試）　平成22年度水産海洋学会講演要旨集，38，2010.11

Toxin profile of Alexandrium tamarense（Dinophyceae）from Hokkaido, northern Japan and southern Sakhalin, eastern Russia : **Hiroshi Shimada**, Irina Victorovna Motylkova, Tatyana Alexandrovna Mogilnikova, **Kanako Mikami**, Minoru Kimura, Plankton & Benthos Research，6（1）, 35−41（2011）

北海道およびサハリン南部におけるAlexandrium tamarenseの毒成分組成：**嶋田　宏**，イリーナ・モティリコワ，タチアナ・モギリニコワ，**三上加奈子**，木村　稔　平成22年度東北ブロック水産業関係試験研究推進会議海区水産業部会・分科会報告書，38（2011）

2009年５月下旬の親潮域におけるNeocalanus属カイアシ類バイオマスの低下と海況の関係：**嶋田　宏**　2010年度日本海洋学会春季大会講演要旨集，249（2010）

オホーツク海の有毒渦鞭毛藻類のブルーム発生とホタテ貝の毒化：**嶋田　宏**，**澤田真由美**，**田中伊織**，**浅見大樹**，深町　康　平成22年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，154，2010.9

能取湖の低次生産と貧酸素化：品田晃良，2010年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集，218，2010.9

能取湖の水理特性と貧酸素水塊の上昇機構：井上佑奈，瀬戸雅文，多田匡秀，**品田晃良**，渡部貴聴，川尻敏文，巻口範人　日本水産工学会学術講演会講演論文集，22，41−42，2010.5

High-level congruence of Myrionecta rubra Prey and Dinophysis species plastid identities as revealed by genetic analyses of isolates from Japanese coastal waters.：Goh Nishitani, Satoshi Nagai, Katsuhisa Baba, Susumu Kiyokawa, Yuki Kosaka, Kazuyoshi Miyamura, Tetsuya Nishikawa, Kiyonari Sakurada, **Akiyoshi Shinada** and Takashi Kamiyama　Applied and Environmental Microbiology，76，2791−2798（2010）.

Genetic analyses of the cryptomonad nucleomorph in natural Myrionecta rubra cells reveal a simple lineage of Dinophysis kleptoplastids.：Goh Nishitani, Satoshi Nagai, Katsuhisa Baba, Susumu Kiyokawa, Yuki Kosaka, Kazuyoshi Miyamura, Tetsuya Nishikawa, Kiyonari Sakurada, **Akiyoshi Shinada** and Takashi Kamiyama Proceedings of the 13th International Conference on Harmful Algae, 3－7 November 2008, Hong Kong, China. Ho, K.C, Zhou, M.J. & Qi, Y.Z. (eds.). Environmental Publication House Hong Kong, 75−179(2010)..

能取湖における貧酸素水塊の分布特性：**品田晃良**, 多田匡秀, 西野康人, 川尻敏文　北水試研報, 78, 69−71(2010)

資源増殖部門

北海道日本海沿岸における大型海藻現存量の年変動に及ぼす環境要因：**秋野秀樹**，**高橋和寛**，日本藻類学会第35回大会要旨集，79，2011.3

ニシンの放流による体成分の変化，耳石障害輪の形成および行動の変化：**瀧谷明朗**，福士暁彦（釧路水試），2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，153，2011.3

石狩湾系ニシンの放流魚の生き残り：**瀧谷明朗**　北水試だより，82，1−4，2011.3

高塩分短期蓄養によるホタテガイの呼吸・排泄速度の変化：**櫻井　泉**，辻浩司（釧路水試），**野俣　洋**　2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，50，2010.9

人工餌料に対するホッコクアカエビの蝟集行動：**金田友紀**，**蛯谷幸司**，阪本正博，武田浩郁，北川雅彦（釧路水試），若杉郷臣（工試），2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，108，2010.9

キヒトデの飼育下におけるアサリ捕食量：**秦　安史**，佐々木正義，阿部英治（釧路水試），町口裕二（水研セ西海水研），2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，113，2010.9

高密度収容に伴うエゾバフンウニのカゴ内分布に及ぼす要因について：**干川　裕**，**金田友紀**，2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，118，2010.9

ウバガイの濾水活動による水質浄化効果の便益算定：**櫻井　泉**，**青山俊生**，神田謙治，木村哲晃，松浦謙二（北海道庁），2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，180，2011.3

石詰めコレクターを用いたエゾアワビ当歳貝の採集：**干川　裕**，**金田友紀**，高橋英昭（豊浦町），角田博義，鈴木芳房（(株）海洋探査），伊勢諭至（後志南部水指），磯野康（岩内郡漁協），**青山俊生**，2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，181，2011.3

増殖礁における波浪によるウニ食圧制御機能の検証：**金田友紀**，**高橋和寛**，**干川　裕**，**秋野秀樹**，2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，183，2011.3

エゾバフンウニ蓄養における身入りに及ぼす収容密度の影響：**干川　裕**, 鵜沼辰哉(水研セ北水研), **菅原　玲**, **金田友紀**，2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，211，2011.3

アサリの成長・生残に適した生育場選定手法の検討：**櫻井　泉**，**秦　安史**，中山威尉（北海道庁），前川公

彦（サロマ湖養殖組合），山田俊郎（(株）西村組），桑原久実（水研セ水工研），田中良男（(株）東京久栄），2011年度日本水産学会春季大会講演要旨集，225，2011.3

加工利用部門

未定利用水産資源の有効利用を目的としたすり身の開発～とくにウロコメガレイすり身の品質評価について～：山本恭子，今裕，長谷川一美，**菅原　玲**，北上誠一，石下真人，舩津保浩　平成22年度日本水産学会北海道支部大会講演要旨集，23，2010．12

低温畜養がホタテガイ生鮮貝柱の硬化抑制に与える影響：**武田忠明**，**秋野雅樹**，**今村琢磨**，埜澤尚範　日本水産学会誌　76(５)，946−952，2010.12

企画調整部門

第40回日ロ研究交流開催される：**夏目雅史**　北水試だより81，20，2010.10

「中央水産試験場一般公開」の開催：**古明地恵一**　北水試だより81，21，2010.10

「平成22年度水産研究本部成果発表会」の開催：**三坂尚行**　北水試だより81，22，2010.10

「2010サイエンス・パーク」の開催：**古明地恵一**　北水試だより81，23，2010.10

「余市紅志高校の体験授業」を実施：**古明地恵一**　北水試だより82，30，2011.3

「中華人民共和国大連市幹部代表団来場」：**古明地恵一**　北水試だより82，30，2011.3

「ヒラメの活け締めに関する技術指導」を実施：**古明地恵一**　北水試だより82，31，2011.3

「ニシンミニプラザ」を実施：**三坂尚行**　北水試だより82，31，2011.3

平成22年度

道総研中央水産試験場
事業報告書

平成24年 3 月発行

編集　北海道立総合研究機構水産研究本部
発行　〒046-8555　余市町浜中町238番地
TEL　総合案内0135-23-7451（総務部）
図書案内0135-23-8705（企画調整部）
印刷　株式会社　総北海