



道総研

平成24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24年度 道総研中央水産試験場事業報告書

目 次

中央水産試験場概要

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

調査及び試験研究の概要

I 資源管理部所管事業

1. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	
1. 1 ソウハチ	5
1. 2 マガレイ	10
1. 3 マダラ	14
1. 4 ヒラメ	18
1. 5 スケトウダラ	20
1. 6 ホッケ	26
1. 7 スルメイカ	31
1. 8 ニシン	33
1. 9 ハタハタ	35
1. 10 イカナゴ	38
1. 11 タコ類	40
1. 12 ベニズワイガニ	42
1. 13 エビ類	44
1. 14 シャコ	51
1. 15 シラウオ	54
2. 海洋環境調査研究（経常研究）	
2. 1 定期海洋観測	56
2. 1. 1 北海道周辺海域の海況に関する調査	58
2. 1. 2 化学環境調査	62
2. 1. 3 低次生産環境に関する調査	64
2. 2 沿岸環境モニタリング	67
2. 3 定期海洋観測以外の物理環境調査 檜山沖海流調査	70
2. 4 北方沖合域の生物生産向上に関する基礎調査	72
3. 沿岸環境調査（経常研究）	75
4. 漁況・海況予報調査（経常研究）	77

5. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）	
5. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査	78
6. 水産国際共同調査（経常研究）	
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	81
7. 藻場再生に関する調査研究（経常研究）	
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	83
8. 資源評価調査事業（公募型研究）	93
8. 1 マダラ	94
8. 2 スケトウダラ新規加入量調査	96
9. 国際資源評価事業（日本周辺クロマグロ）（公募型研究）	100
10. 資源変動要因分析調査（スケトウダラ日本海北部系群）（公募型研究）	101
11. 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）（公募型研究）	102
12. 資源管理指針等推進事業（公募型研究）	103
13. 漁業生物の資源・生態調査及び資源管理手法開発試験調査（受託研究）	
13. 1 資源・生態調査	104
13. 2 資源管理手法開発試験調査	
13. 2. 1 ハタハタ	105
13. 2. 2 ホッケ	107
14. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査（受託研究）	109
15. 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）	113
16. オホーツク海ホタテガイ海外採苗安定調査および浮遊幼生自動解析技術開発 （受託研究）	114
17. ホタテガイ成長モニタリング調査（受託研究）	119

II 資源増殖部所管事業

1. チシマタマガイによるアサリの食害防止技術の普及（職員研究奨励）	122
2. ホタテガイの殻体運動に基づく養殖環境モニタリング技術の定着支援 （職員研究奨励）	124
3. 抗ナマコ抗体による幼生の簡易選別法の開発（職員研究奨励）	128
4. 給餌型ウニ低温蓄養システムの開発（重点研究）	131
5. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	
5. 1 岩礁域の増殖に関する研究	134
6. 磯焼け海域におけるホソメコンブ群落形成を促す栄養塩類の種類と 流速に関する研究（経常研究）	137
7. 磯焼け漁場におけるウニ密度管理手法に関する基礎研究（経常研究）	139
8. 北海道周辺に分布するニシンの遺伝情報を利用した集団構造解析技術開発 I －産卵群のミトコンドリアDNA（mtDNA）を中心とした系群特性値 データベースの構築－（経常研究）	141
9. 日本海ニシン栽培漁業調査研究（経常研究）	142
10. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
10. 1 ヒラメ放流調査	
10. 1. 1 ヒラメ放流基礎調査	147

10. 1. 2	ヒラメウイルス性神経壊死症対策	153
10. 2	マツカワ放流事業	
10. 2. 1	マツカワウイルス性神経壊死症対策	154
10. 3	養殖技術開発推進事業（マツカワ蓄養試験）	156
11.	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（公募型研究）	160
12.	水産基盤整備調査（受託研究）	
12. 1	嵩上げ礁の天端高設計基準を策定するウニ食圧マップの開発	169
12. 2	藻場及び魚礁における餌料供給機能に関する調査業務	177
13.	魚類防疫対策調査検査業務（受託研究）	
13. 1	海産魚介類の魚病診断及び防疫対策事業	186

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（戦略研究）	
1. 1	道産魚貝類の高付加価値化技術の開発	188
2.	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）	189
3.	給餌型ウニ低温蓄養システムの開発（重点研究）	191
4.	石狩湾系ニシンの高付加価値化（経常研究）	194
5.	水産物流通安全対策に関する試験研究（経常研究）	
5. 1	ホタテガイの部位別毒性値検査	198
6.	海洋環境の変動に伴うホタテガイ活力低下の予測手法に関する研究（公募型研究）	204
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）	205
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）	208
9.	水産品の鮮度及び脂質の数値化によるブランド化事業（受託研究）	209
10.	依頼試験（依頼試験）	211

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））	212
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	214
2. 2	一般指導	
2. 2. 1	資源管理部	216
2. 2. 2	資源増殖部	220
3.	試験研究成果普及・広報活動	227
4.	研修・視察来場者の記録	227
5.	所属研究員の発表論文等一覧	228

中央水産試験場概要

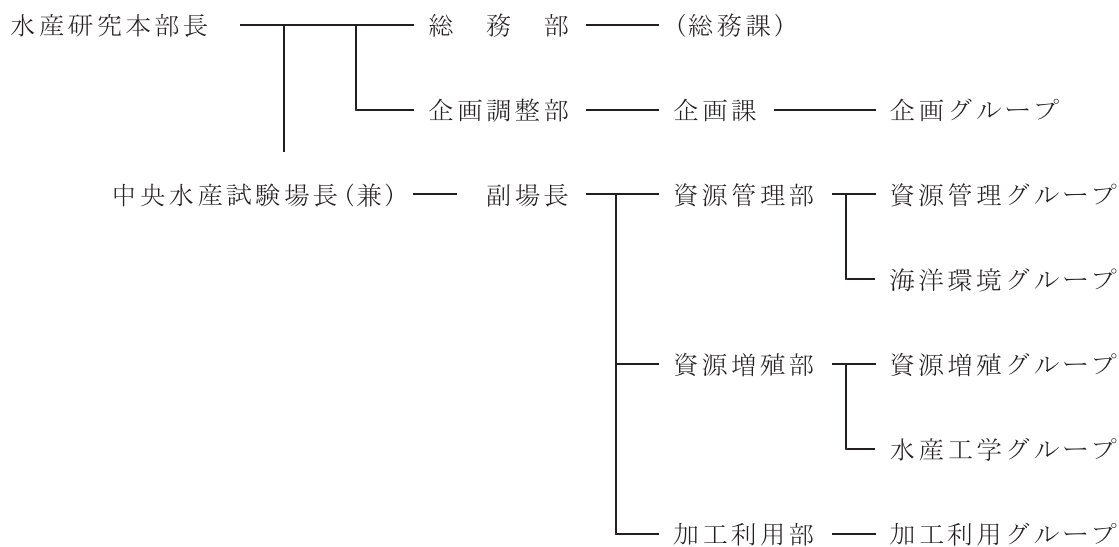
1. 所在地

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25年3月31日現在）



4. 職員配置

職種別	本部長 兼場長	総務部	企 画 調整部	副場長	参事	資源管理部		資源増殖部		加工利用部	計	
						資源管理 グループ	海洋環境 グループ	資源増殖 グループ	水産工学 グループ	加工利用 グループ		
行政職	事務吏員	3	1								4	
	技術吏員	2		1							3	
研究職員		1	5		1	9	6	10	4	7	43	
合 計		1	5	6	1	1	9	6	10	4	7	50

(平成25年 3月31日現在)

5. 経費

(平成25年 3月31日現在)

区 分	金 額	備 考
人件費	345,731 千円	
管理費	107,470 千円	
業務費	128,742 千円	研究費, 研究用施設・機械等を含む
合 計	581,943 千円	

6. 職員名簿

平成25年3月31日現在

水産研究本部

本 部 長 鳥 澤 雅

総 務 部

部 長 佐 藤 伸 治
 総務課長(兼) 佐 藤 伸 治
 主 査(総務) 古 明 地 恵 一
 主 査(調整) 林 敦 之
 主 任 畑 谷 衣 里
 主 任 雫 奈 名

企画調整部

部 長 野 俣 洋
 企 画 課 長 佐 藤 一

企画グループ

主査(研究企画) 三 坂 尚 行
 主査(連携推進) 金 田 友 紀
 主査(研究情報) 坂 本 達 彦
 研 究 主 任 坂 口 健 司

中央水産試験場

場 長(兼) 鳥 澤 雅
 副 場 長 寺 井 稔
 研 究 参 事 田 中 伊 織

資源管理部

部 長 三 宅 博 哉

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 任 和 田 昭 彦
 研 究 主 任 高 嶋 孝 寛
 研 究 主 任 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
 研究主任 澤田真由美
 研究主任 品田晃良
 研究主任 栗林貴範

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) 福田裕毅
 研究主任 秦安史

資源増殖部

部長 蔵田護

加工利用部

部長 北川雅彦

資源増殖グループ

研究主幹 中島幹二
 主査(栽培技術) 石野健吾
 主査(資源増殖) 瀧谷明朗
 主査(増殖環境) 高谷義幸
 主査(魚病防疫) 三浦宏紀
 研究主任 伊藤慎悟
 研究主任 秋野秀樹
 研究職員 伊藤義三
 研究職員 阿部英治

加工利用グループ

研究主幹 蛭谷幸司
 主査(加工開発) 菅原玲
 主査(利用技術)(兼) 蛭谷幸司
 主査(品質保全) 武田忠明
 研究主任 小玉裕幸
 研究主任 三上加奈子
 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 ソウハチ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦 山口浩志

(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、2012年の漁獲量は水試集計速報値に基づく暫定値である。

イ 漁獲物調査

2012年6月、7月の東しゃこたん漁協本所において刺し網漁業により、2012年5月、11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)

2012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 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、2012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。

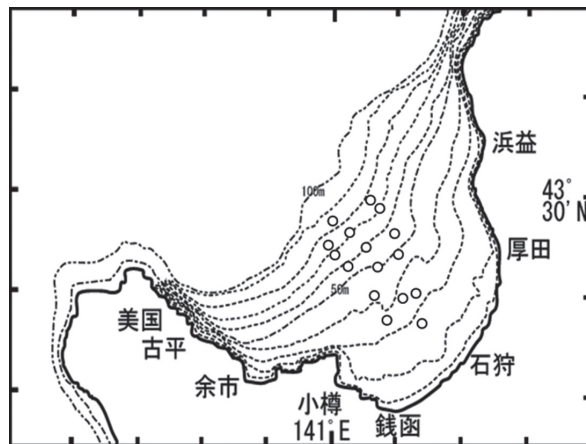


図1 そりネットによる未成魚分布調査の調査点。図中点線は10m毎の等深線を示す。

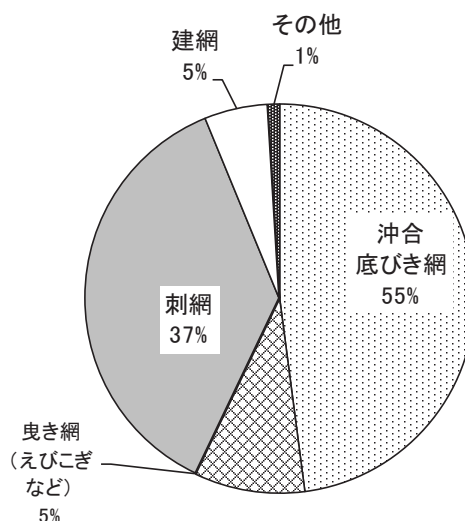


図2 ソウハチの漁業種別漁獲量の割合 (日本海~オホーツク海の2008~2012年の平均)

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

本系群は松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37%）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年以降2,000トンを下回り、2012年は前年度より330トン減少の1,467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、1,000～2,000トンの範囲で推移している（表2, 図3）。2012年の漁獲量は前年より238トン減少して1,006トンであった。

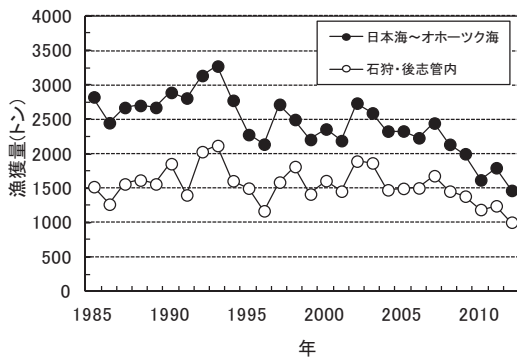


図3 日本海およびオホーツク海におけるソウハチの漁獲量の推移

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

年	沿岸漁業	沖合底びき網 漁業	単位:トン
			計
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	805	815	1,620
2011	929	868	1,797
2012	814	654	1,467

沿岸漁業：松山振興局からオホーツク総合振興局
 沖合底びき網漁業：中海区のおコック沿岸、北海道日本海
 集計：年（1月1日～12月31日）
 2012年は速報値

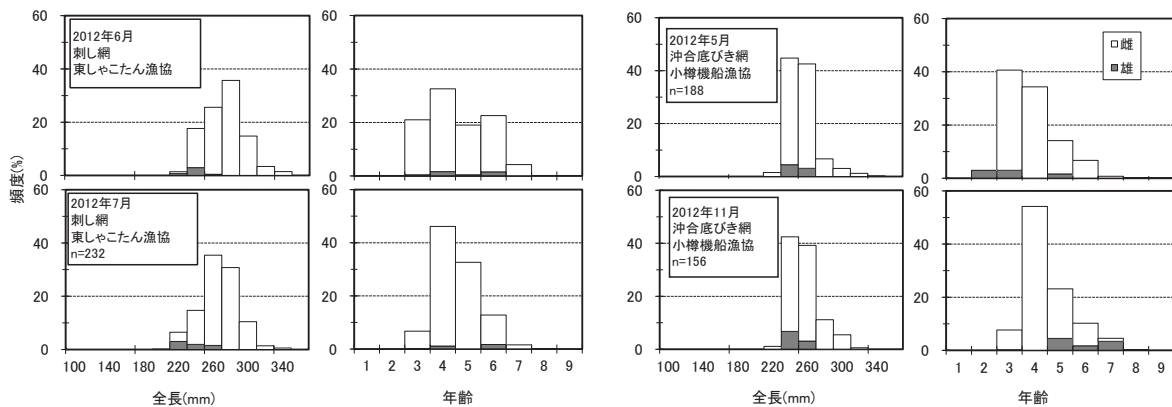


図4 各漁業種で水揚げされたソウハチの全長と年齢組成（加齢の基準日8月1日）

表2 石狩、後志管内の各地区におけるソウハチの漁獲量

年/地区	単位:トン															計
	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	
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
2011	1	0	0	94	621	73	86	52	26	58	22	91	88	13	19	1,244
2012	7	1	1	138	406	141	89	29	16	20	8	37	74	22	17	1,006

※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）
 2012年は暫定値

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

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見ると、東しゃこたん漁協6月の標本では280～300mmに、同7月の標本では260～280mmにそれぞれモードがあった。年齢組成のモードは、東しゃこたん漁協では4歳に見られた。沖合底びき網の漁獲物における全長組成のモードは、いずれの月も240～260mmに見られた。年齢組成のモードは4歳に見られた。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。

ウ 調査船調査（未成魚分布調査）

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）。2009・2010年は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。2012年は水深40m台で0歳魚の密度がもっとも高く、1歳魚は20～50m台の密度が比較的高か

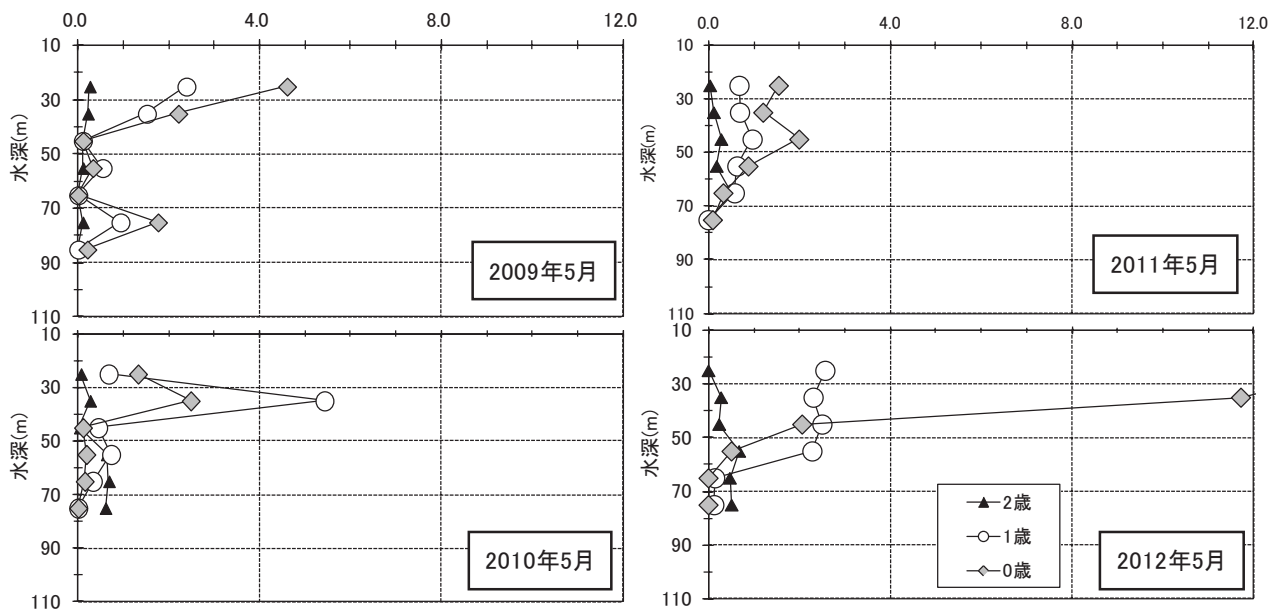


図5 そりネットによるソウハチ未成魚の水深・年齢別の採集尾数

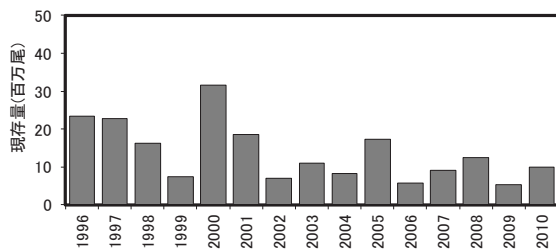


図6 年級群別の1歳時現存量

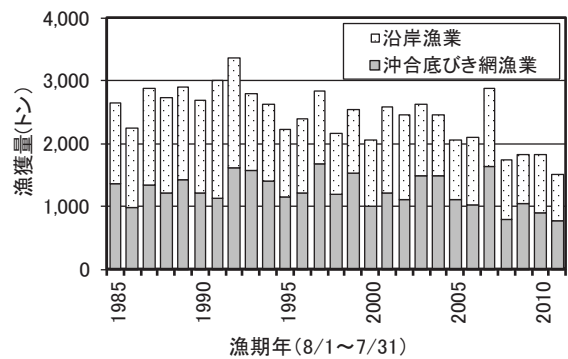


図7 漁期年集計によるソウハチ漁獲量の推移 (日本海～オホーツク海)

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。ここで現存量は面積密度法で求めた。表3に示すように石狩湾全体の水深20～80mの範囲を10m間隔で層化し、その層の面積で各層のCPUEを積み付けた値(百万尾)とした。採集効率を1.0、各層には対象魚が均一密度で分布すると仮定した。

過去14年の調査の中では2000年級群が最も豊度が高く、2006年級群が最も低かった。2010年級群は9.9百万尾と推定され、過去の平均値(14.0)よりも低いものの、中程度の豊度と推察された(図6)。

Ⅰ 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日までとして漁獲量を再集計した(2011年度は2011年8月～2012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。

2010, 2011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, 2011年度の3歳の資源尾数を2010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2,000~3,000トンの範囲で安定し推移していたが, 2008年度に急減して1,736トンとなった。2011年度は前年度から320トン減少して1,506トンの漁獲だった。

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)。これは先述した資源管理協定の取り組みや魚価安によって, 漁獲対象魚が3歳以上にシフトしたためと考えられる。

雌の資源尾数および重量は1995年度以降に増加傾向

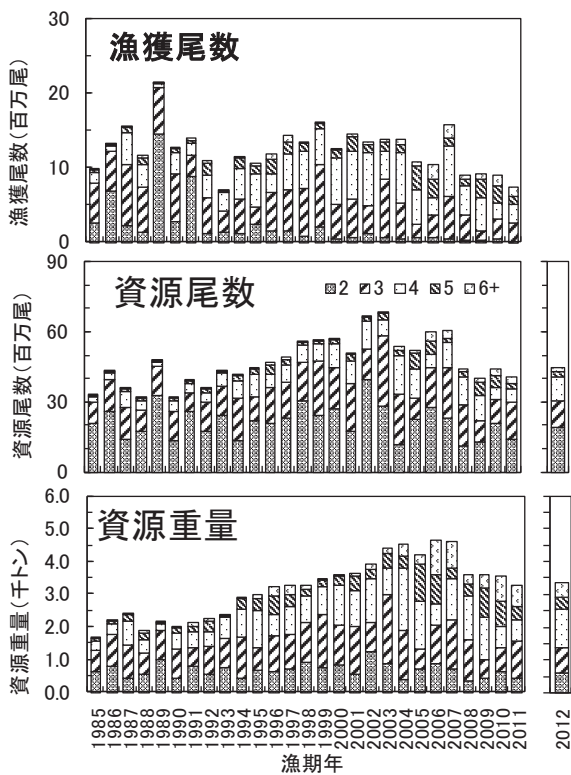


図8 ソウハチ雌の年齢別漁獲尾数とVPAにより推定された資源尾数および資源重量(日本海~オホーツク海)

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)。2011年度は4歳魚が増加したが, 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2012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, 2011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た(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, 2012年度北海道水産資源管理マニュアル, 北海道, 19p (2013)

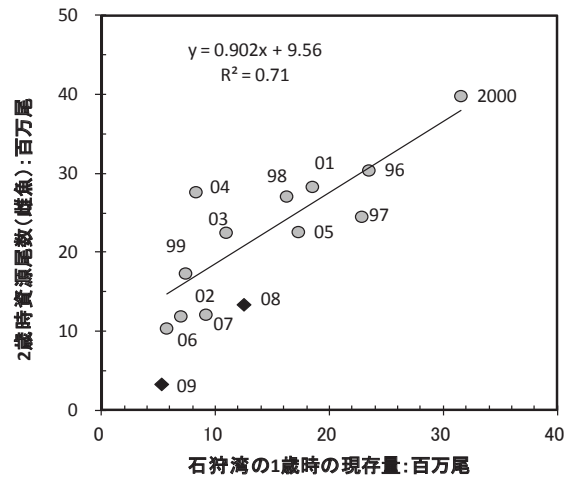


図9 1歳時現存量と単純なVPAによる雌2歳資源尾数との関係(回帰式は1996~2006年級群から求めた。図中の数字は年級群を示す)

1. 2 マガレイ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦 山口浩志

(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群が存在する。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

漁獲量を漁業生産高報告および北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計から集計した。なお、2012年については水試集計速報値に基づく暫定値である。

イ 漁獲物調査

2012年4月に余市郡漁協においてかれい刺し網漁業および2013年1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

表1 日本海～オホーツク海におけるマガレイの漁獲量の推移

年	沿岸漁業(振興局別)							沖合底びき網漁業			計
	網走	宗谷	留萌	石狩	後志		小計	オホーツク海	日本海	小計	
					北部	南部					
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	397	656	86	161	31	1,742	108	183	291	2,033
2011	357	492	728	51	144	33	1,806	263	194	458	2,263
2012	526	269	1,167	69	153	24	2,207	239	429	668	2,875

集計:年(1月1日～12月31日)
2012年は暫定値

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

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

集計:年(1月1日~12月31日)
2012年は暫定値

表3 2012年の石狩・後志振興局管内における沿岸漁業によるマガレイの漁協別月別漁獲量

漁協名	支所名/月	単位:トン												計	割合(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
石狩湾	浜益	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	9	3.5
	本所	0	1	0	6	6	1	0	0	0	0	1	1	15	6.0
	石狩	0	0	0	25	12	1	0	0	0	0	7	0	45	18.4
小樽市		0	0	6	65	20	1	0	0	0	0	0	0	92	37.3
余市郡		0	1	4	33	2	0	0	0	0	0	0	0	41	16.8
東しやこたん	本所	0	0	1	5	0	0	0	0	3	1	0	0	12	4.7
	美国	0	0	0	2	1	0	0	0	3	1	0	0	8	3.2
	積丹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
古宇郡	神恵内	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.5
	盃	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
	本所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
岩内郡		0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2.1
寿都町		0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	7	3.0
島牧		0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	6	2.4
計		1	2	15	151	47	5	1	2	9	2	9	2	246	
割合(%)		0.6	0.9	6.1	61.1	19.2	1.9	0.6	0.6	3.7	0.9	3.5	1.0		

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

ウ 調査船調査(未成魚分布調査)

1. 1. ソウハチの未成魚分布調査と同時に、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網走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)

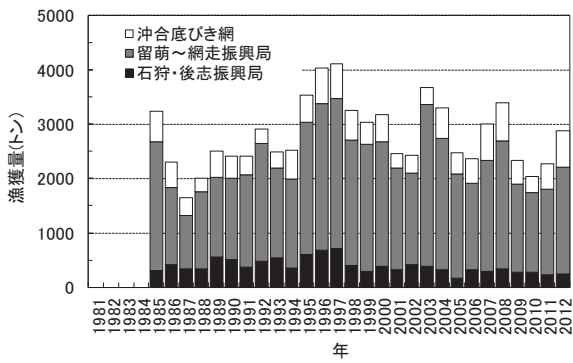


図1 日本海～オホーツク海におけるマガレイの漁獲量の推移

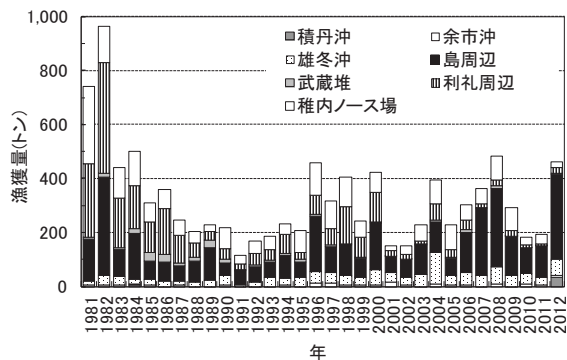


図2 沖合底びき網漁業による日本海におけるマガレイの小海区別漁獲量

の漁獲量は、1,600～4,100トンの範囲で推移し、2012年は前年より612トン増加し、2,875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150～700トンの範囲で推移し、2012年は前年より20トン増加して247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郡漁協，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110～960トンの範囲で推移し、2012年は前年より235トン増加し429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78%（2008～2012年の平均値）を占めている（図2）。

イ 漁獲物調査

2009～2012年度に実施した生物測定調査で得られた全長組成および年齢組成を図3に示す。沿岸漁業では

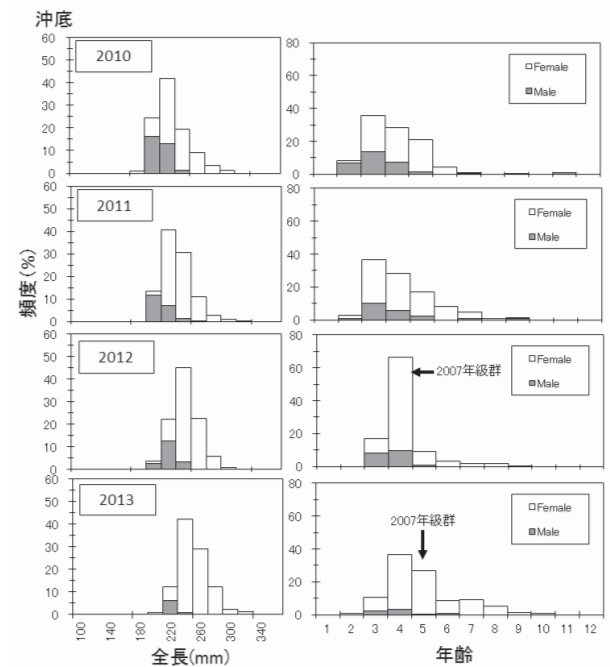
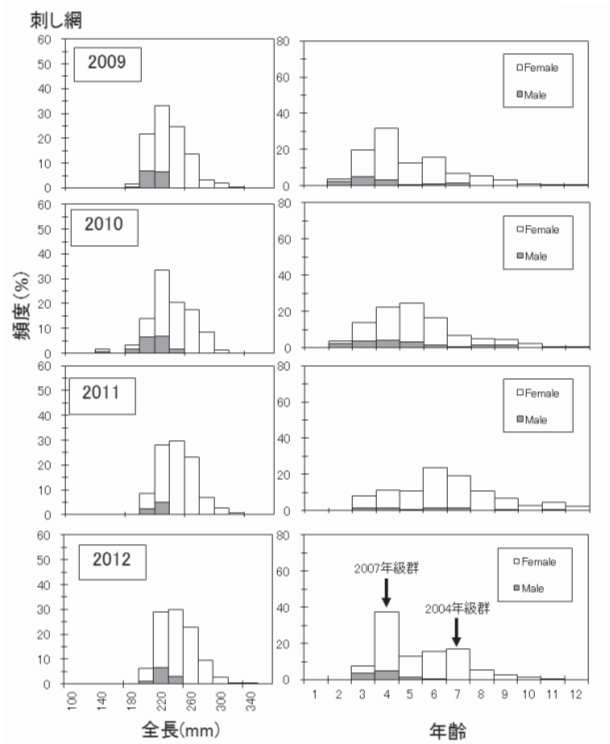


図3 余市郡漁協（かれい刺し網：上4列図）および小樽機船漁協（沖合底びき網：下4列図）に水揚げされたマガレイの全長と年齢組成（加齢の基準日7月1日）

全長180mm以上を水揚げしており、2012年の全長組成のモードは240~260mmであった。年齢組成では、2007年級群の頻度が高く、2012年に7歳となる2004年級群が依然として多かった。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240~260mmであった。年齢組成では、2007年級を含む4.5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、近年では2002、2005、2007年級群が高く、このうち2007年級群は漁業で多く漁獲された。2005年級群の推定現存量も最近では高かったが、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年度以降は400トン以下になり、2004年度に過去最低の140

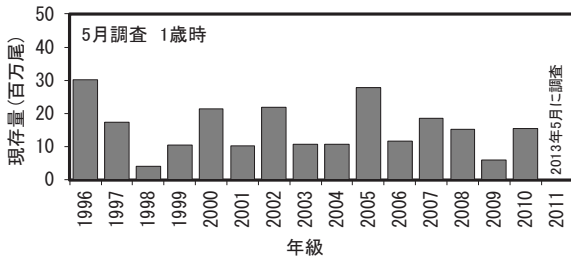


図4 カレイ類未成魚分布調査から推定された1歳時マガレイの現存量

トンとなった(図5)。その後は200~300トンの間で推移していたが、2012年度は232トンであった。

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によると、漁獲量が増加した1993~1996年度にかけて、1990、1991年級群が4~6歳として多く漁獲されており、1993~1996年度の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(図5)。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おらず、漁獲量は減少傾向となった。石狩湾における未成魚分布調査では、2005年級群の豊度が高いと期待されたが、2011年までの漁獲物には多く含まれていなかった(図4、5)。一方で、網走・稚内水試が実施している雄武沖・小平沖における未成魚分布調査では2007年級が高い豊度で認められており、2012年1月の小樽機船の漁獲物にもこの年級は高い割合で出現した(図3)。

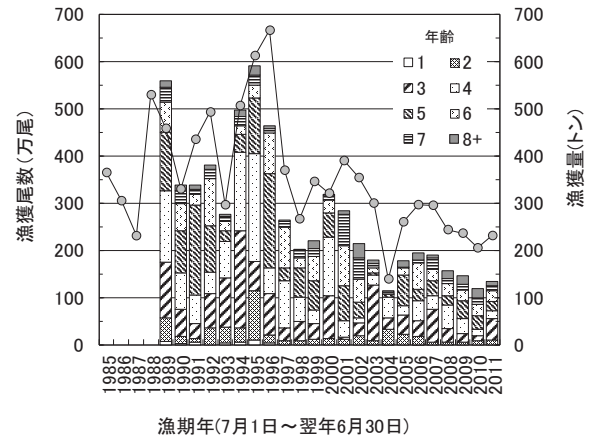


図5 マガレイの年齢別漁獲尾数と漁獲量の推移(石狩湾漁協浜益支所～東しゃこたん漁協積丹支所)

1. 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ついては、「遠洋・沖合底びき網」および「北洋はえなわ・刺し網」による漁獲分を除いている。2012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～日高振興局えりも地区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日高振興局鹿野地区、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照）。

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することで資源評価を行った。

オ 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、全道の漁獲は4万トンを超える高い水準で推移していたが、その後の漁獲減により全道の漁獲量も大きく減少した。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増加し、2012年は前年から微減の2万4千であった。

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、その後は過去最低水準で推移したが、最近の沿岸漁業では増加傾向で推移した。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2011年を除いて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続いていると考えられる。なお、2012年は秋季に室蘭沖の漁獲物から100Bq/kgの放射性セシウムが検出されたことに伴い、一時的に出荷が規制された。

(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。

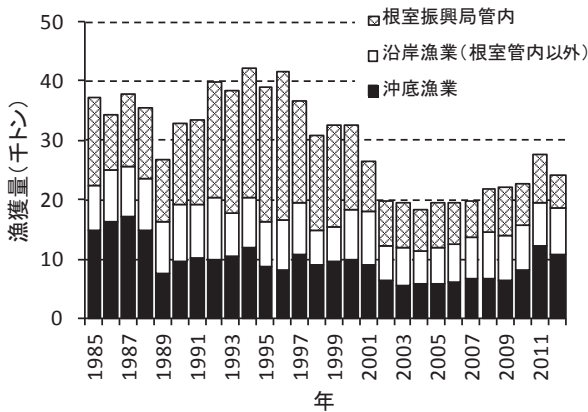


図1 北海道周辺におけるマダラの漁獲量推移

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。

(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りもによる漁獲が多く、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いく、その動向は他海域に比べて年間の変動幅が大きい。2000年代に入って減少傾向が続いていたが、2007、2009、2010、2011年はCPUE(図9)とともに、いずれも前年を大幅に上回ったが、2012年は一転して大きく減少した。

ウ 主な研究成果

2012年7~8月に実施された北海道の水産資源管理会議に提供する資源評価に関連して、日本海海域については前年度までの年齢別漁獲尾数推定値に基づき、VPA解析による資源尾数の推移を算出した(図10)。1990年台前半の資源尾数は1千万尾以上と推定されたが、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。その後は、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

表1 北海道周辺におけるマダラの漁獲量 (単位: kg)

年	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	オホーツク
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	295	1,461	369	1,025	317	1,262	7,149	384	719	691	4,251	2,634	22,812
2011	1,508	241	1.0	885	229	1,600	709	788	198	732	8,176	474	1,466	1,006	6,078	3,672	27,763
2012	2,033	262	0.6	945	188	1,319	677	782	212	1,007	5,733	463	888	938	6,987	1,886	24,318

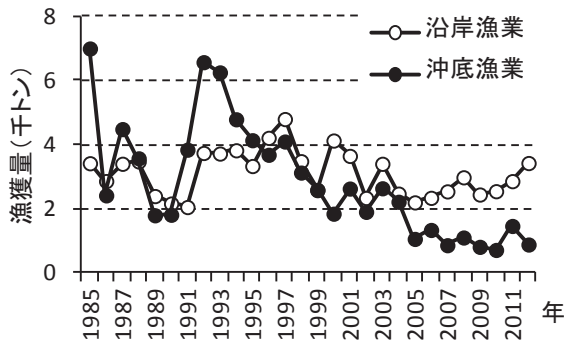


図2 日本海海域におけるマダラの漁獲量推移

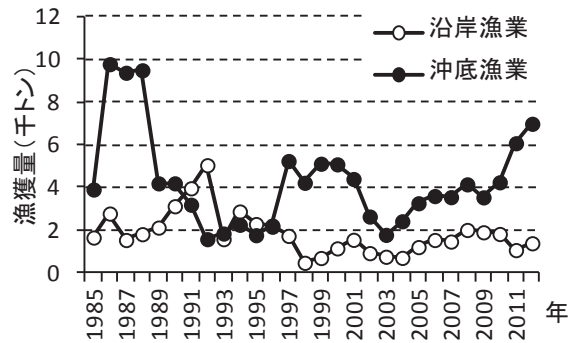


図6 えりも以東太平洋海域におけるマダラの漁獲量推移

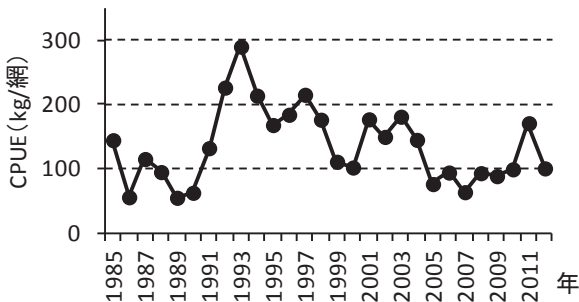


図3 日本海海域におけるマダラのCPUE推移 (沖底かけまわし漁法)

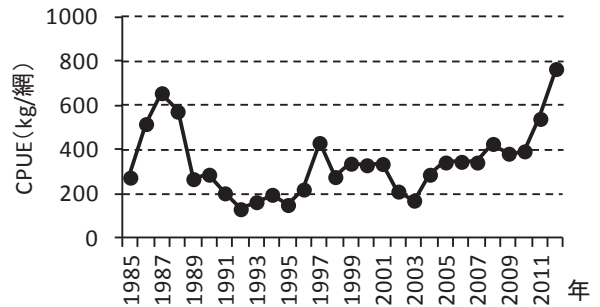


図7 えりも以東太平洋海域におけるマダラのCPUE推移 (沖底かけまわし漁法)

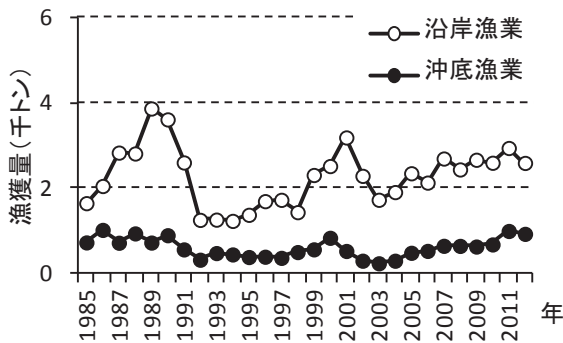


図4 えりも以西太平洋海域におけるマダラの漁獲量推移

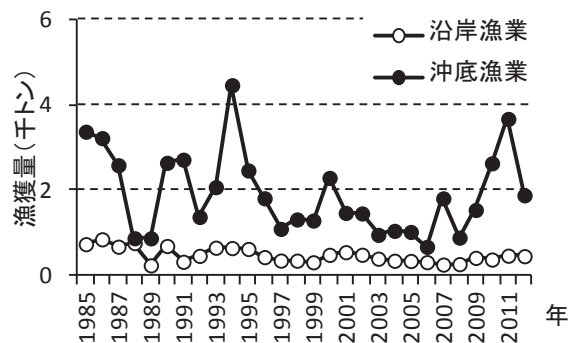


図8 オホーツク海海域におけるマダラの漁獲量推移

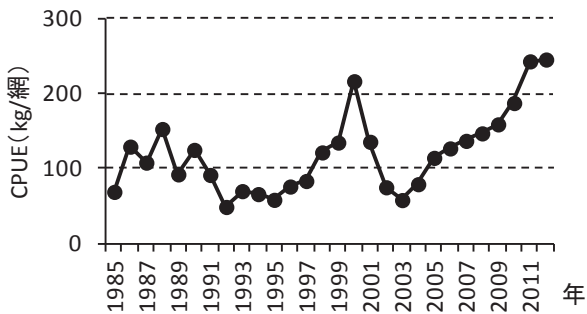


図5 えりも以西太平洋海域におけるマダラのCPUE推移 (沖底かけまわし漁法)

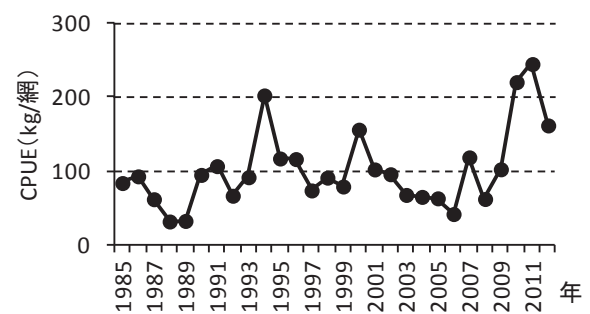


図9 オホーツク海海域におけるマダラのCPUE推移

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。近年は2005年級が比較的高豊度で加入したことで水準が維持され、2011年度には2008年級の漁獲が多く、資源水準は低いながらも維持されている。

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。2011年時点の資源水準は日本海で中水準、太平洋海域で高水準、オホーツク海海域で高水準と評価した。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、2012年9月に小樽市と羽幌町において漁業関係者に、現在の資源状況や生態に係る情報を提供した。

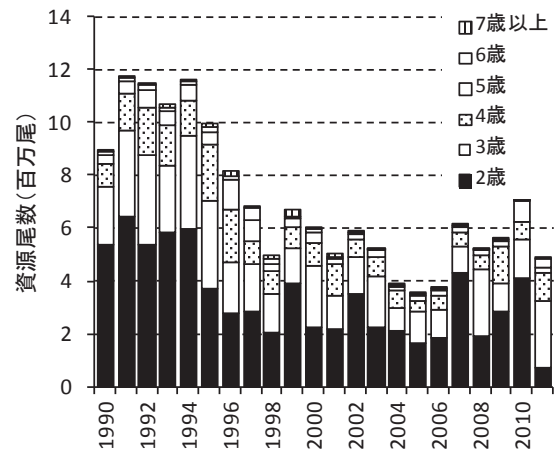


図10 VPA解析で推定された日本海海域におけるマダラの資源尾数推移 (7月～翌年6月を単年度範囲として推定)

1. 4 ヒラメ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 星野 昇

(1) 目的

北海道においてヒラメは主に日本海から津軽海峡の沿岸域に分布する重要な漁業資源である。毎年220万尾の放流を目標とした種苗生産も行われている。ヒラメ資源の合理的利用や種苗放流効果の評価を進めるため、漁獲動向や漁獲物の特徴等の情報を収集し、資源状態を把握することを目的としている。

(2) 経過の概要

ア 漁獲動向

全道の漁獲量を海域別、時期別に集計した。漁獲統計には漁業生産高報告（北海道資料）を用いた。なお、2012年の値については水試集計速報値に基づく暫定値である。

イ 漁獲物の全長組成と年齢

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

ウ 資源状態の評価

上記のデータから資源評価を行った。

エ 事業成果の活用

得られた事業成果を北海道の資源評価関連業務に活用した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲動向

漁獲量は500～1,000トンの間で推移しており、2012年は909トン（暫定値）と前年に続いて比較的高い水準であった（表1）。8月1日を起算日とする漁期年度の集計値でみると、1990年代後半に漁獲量が急増し、1999年度にピークとなったが、その後は減少して700トン前後で推移した。2006、2007年度と漁獲増となりその後は減少したものの、2010、2011年度と連続して漁獲増となった（図1）。

イ 漁獲物の全長組成と年齢

漁獲物は全長400mm台のヒラメが主体となるが、尾数としては400mmに満たないサイズの漁獲が最も多い（図2）。漁獲量が前年を大きく上回った2006年度は380mm未満の小型魚が著しく多い組成となり、その翌

表1 ヒラメの漁獲量

	単位:トン						合計
	北部		南部		沖底漁業		
	上半期	下半期	上半期	下半期	上半期	下半期	
1985	177	64	113	155	2	4	515
1986	114	240	116	277	1	2	749
1987	221	148	134	161	1	7	672
1988	172	138	101	260	1	1	672
1989	103	68	132	117	1	3	425
1990	137	98	146	165	5	7	558
1991	255	190	159	218	8	2	833
1992	353	188	159	186	16	4	907
1993	241	89	160	89	7	10	596
1994	220	93	112	101	14	1	540
1995	184	89	147	135	6	5	565
1996	222	159	139	165	13	1	701
1997	176	220	139	169	5	19	729
1998	297	266	174	196	18	15	966
1999	233	345	184	288	10	45	1,106
2000	386	245	257	250	22	11	1,171
2001	199	186	168	245	4	3	806
2002	149	146	189	163	7	5	660
2003	279	181	130	164	16	10	779
2004	268	150	124	128	19	7	696
2005	287	177	103	146	13	4	730
2006	234	209	141	211	11	6	812
2007	194	287	190	206	9	40	926
2008	291	163	156	188	5	10	813
2009	225	152	164	148	8	5	701
2010	253	135	155	221	8	12	783
2011	310	257	162	211	20	15	975
2012	343	180	177	189	15	6	909

北部：稚内市～積丹町、南部：神恵内村～函館市楳法華
上半期：1-7月、下半期：8-12月

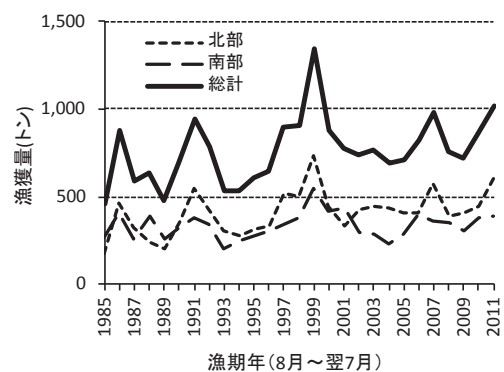


図1 ヒラメの漁獲量の推移

北部：稚内市～積丹町、南部：神恵内村～函館市楳法華

年の2007年度は400mm台前半の割合が大きくなって漁獲増に寄与した。2010～2011年度にかけてもこれと同様の傾向がみられており、2010年度に400mm未満のサイズ範囲の漁獲が前年を大きく上回ると、翌2011年度には400mm台の漁獲が増加した。

余市港に水揚げされた漁獲物の年齢査定から、2010年12月、2011年6月の400mm台は3歳魚(2008年度発生年級群)主体で構成されており、この年級は2012年12月の標本にも4歳魚として多く出現していた(図3)。

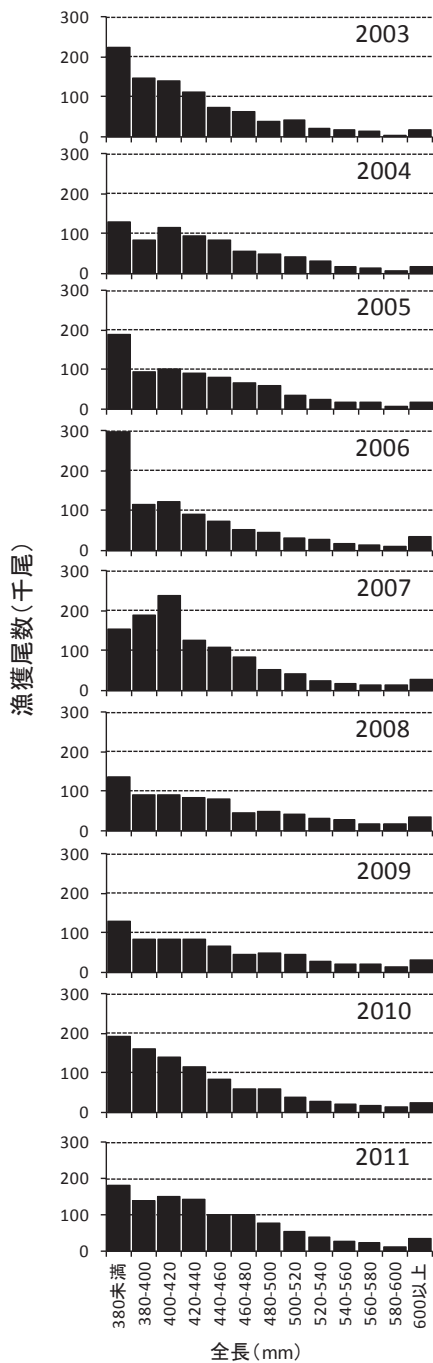


図2 評価範囲全体の漁獲物全長組成

ウ 資源状態の評価

年齢査定を行った漁獲物が余市産のみであることから海域全体の特徴は不透明であるが、余市産の標本が全海域を概ね代表するとみれば、ここ2年間の漁獲増は2008年級群が比較的高豊度に漁獲加入したことが背景にあると考えられる。2006～2007年度の漁獲増についても、余市産の漁獲物の年齢査定では2005年級が主体となっていた。これらのことから、ヒラメ資源は高豊度年級群が発生すると、その1～2年後から2年程度の間、一時的に漁獲増となる特徴があると考えられる。1990年代後半以降の漁獲動向(図1)からは、1998～1999、2006～2007、2010～2011年度と、三度の漁獲増加時期が認められ、それ以外の時期は700トン前後で推移しており、連続的な減少傾向は認められない。したがって、資源は適度な漁獲圧のもとで比較的高い水準を維持している状態にあると考えられる。

エ 事業成果の活用

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

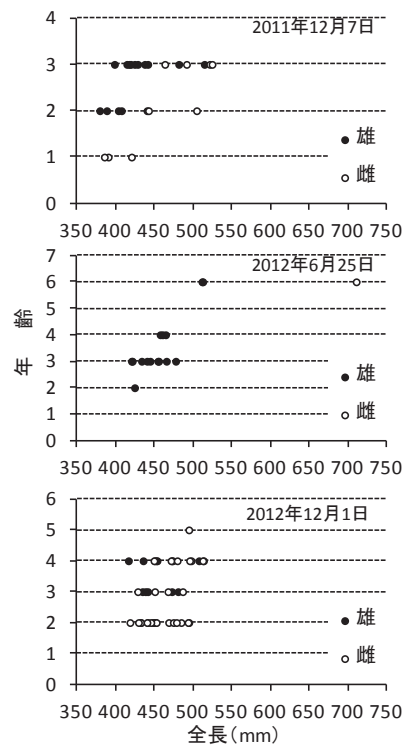


図3 余市港に水揚げされた漁獲物の全長と年齢の関係

1. 5 スケトウダラ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 三原行雄 志田 修 山口幹人

(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：漁獲量は、4月～翌年3月を年度として集計した。集計に用いた資料は、沖合底びき網漁業については北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料、沿岸漁業については漁業生産高報告、ただし2011年度および2012年度については水試集計速報値（暫定値）を用いた。

操業隻数：小樽根拠の沖合底びき網漁業と岩内湾のすけとうだらはえ縄漁業、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集計した。

(イ) 商業漁獲物調査

沿岸漁業：標本採集の時期および標本採集を実施した場所は次のとおりである。

- ・岩内湾のすけとうだらはえなわ漁業については、11～2月、岩内郡漁協
- ・岩内湾の刺し網漁業：2月、島牧漁協
- ・石狩湾のすけとうだら刺し網漁業：11～2月、東しゃこたん漁協古平本所

沖合底びき網漁業：4～5月に島周辺、雄冬沖および積丹沖で漁獲され、小樽機船漁協で水揚げされた漁獲物を対象に標本採集した。

漁獲物が銘柄区分されている場合に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。

*資源解析については平成24年度より稚内水産試験場が実施している。詳細は稚内水産試験場事業報告を参照のこと。

イ 調査船調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査（新規加入量調査・秋季新規加入量把握調査）

本調査は産卵親魚の現存量推定を目的に、1996年度から稚内水試および函館水試と共同で実施している。内容詳細は資源評価調査の項を参照のこと。

(イ) 冬季卵仔魚分布調査（2004年度～）

本調査は資源変動要因分析調査事業により実施している。2013年2月定期海洋観測時に北洋丸にて卵仔魚採集を実施した。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。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。

*稚内水産試験場と共同で実施している「新規加入量調査・春季仔稚魚分布調査」「未成魚分布調査」の詳細については稚内水産試験場事業報告を参照のこと。

ウ 研究成果の普及・広報

日本海におけるスケトウダラの資源動向および2012年度の漁況予測などについて、「沖合漁業振興交流プラザ」、「日本海すけとうだら漁業協議会」、「岩内郡漁協すけとうだらはえなわ部会」および「桧山すけとうだら延縄漁業振興協議会」で発表した。また8月下旬～9月上旬の武蔵堆周辺海域における魚群分布調査の結果、10月の漁期前調査の結果については「調査速報」として取りまとめ、漁業協同組合等の関係機関に送付した。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ている⁵⁻⁷⁾。

稚内、中央、函館水産試験場の調査結果を稚内水産試験場がとりまとめて日本海海域スケトウダラの資源評価を行い、結果を水産試験場ホームページ

(<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/>)にて公表した。さらに、評価結果は2012年度北海道水産資源管理マニュアル⁸⁾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年度には15万トンに達した。1980～1992年度には7万トン台～12万トン台の範囲で増減していたが、1993年度以降は漸減傾向が継続している。2006年度以降は2万トン以下となり、2011年度は1970年代以降では最低の1.0万トンとなった。2012年度は前年比12%増の1.1万トンであった(図1, 表1)

石狩・後志管内の漁獲量(表1)は、1980年代前半には3万トンを超えていたが、1990年代初めに急減し、1992年度には1万トンを下回り、その後も減少傾向が継続している。2012年度は石狩湾が1,137トン(前年比33%減)、岩内湾は1,246トン(前年度比19%減)であった。

b 努力量の推移

各着業隻数の推移を表3に示した。小樽地区の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いる。1980年代には22さらに

2012年度には4隻にまで減少した。

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10隻(2012年度)、同漁協積丹支所が19隻(1986～1988年度)から2隻(2012年度)、岩内湾(神恵内漁協～島牧漁協)のはえ縄漁業の着業隻数は95隻(1984年度)から2012年度には4隻(岩内3隻、寿都1隻)へと大幅に減少した。

(イ) 商業漁獲物調査

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組成は、4月、5月とも6歳魚(2006年級群)が全体の42～58%を占め、次いで7歳魚(2005年級群)が15～28%を占めていた(図2)。

岩内湾におけるすけとうだらのはえ縄漁業の漁獲物の年齢組成は、漁期を通して6歳が全体の32～47%を占め、次いで7歳魚が20～29%を占めていた(図3)。すけとうだら刺し網漁業においても、沖合底びき網漁業およびはえ縄漁業と同様に6歳魚が最も大きな割合を占めており、7歳魚がこれに次いでいた(図2)。

イ 調査船調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査

a 産卵親魚量の推定結果

2012年度産卵群漁期前分布調査は、荒天の日が続いたために参考値とする。産卵群漁期前分布調査により得られた1998年以降のスケトウダラ成魚の分布量を比較すると2012年の分布量(参考値)は最も低位であった2008年並であったと推定された。

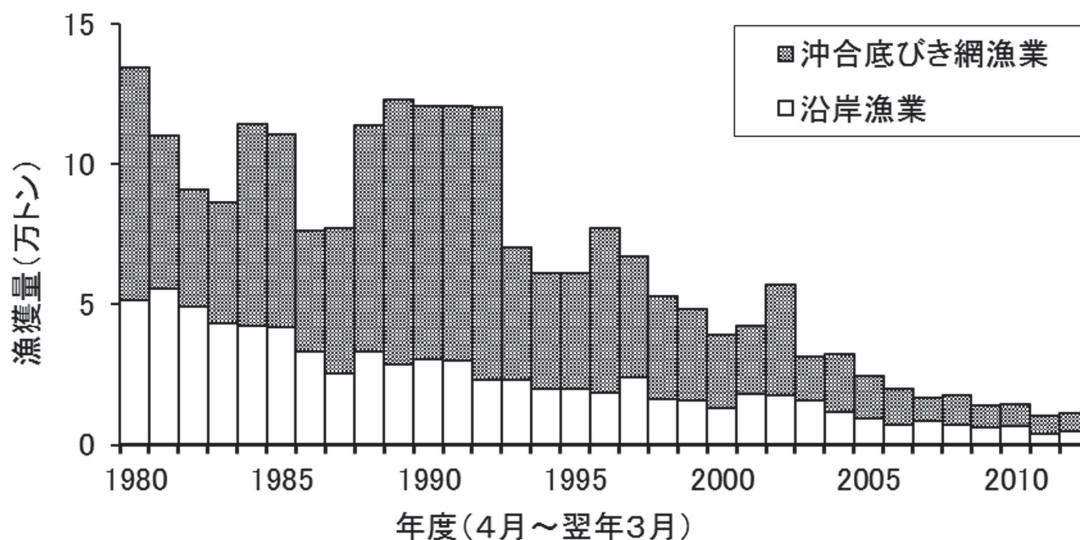


図1 北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量の推移

表1 北海道日本海のスケトウダラ漁獲量の推移 (単位: トン)

年度	北海道日本海海域			石狩・後志管内			
	合計	沖合漁業	沿岸漁業	沖合漁業	沿岸漁業 合計	沿岸漁業海域別	
						石狩湾	岩内湾
1980	134,560	82,928	51,632		37,388	18,187	19,202
1981	110,266	54,341	55,925		37,721	19,178	18,543
1982	91,092	41,969	49,123		34,480	15,576	18,904
1983	86,614	43,278	43,335		31,925	14,147	17,778
1984	114,229	71,997	42,232		32,516	16,004	16,511
1985	110,676	68,874	41,802		31,996	15,641	16,355
1986	76,363	43,140	33,224		25,509	13,692	11,817
1987	77,254	51,936	25,318		14,588	6,946	7,641
1988	113,846	80,777	33,069		18,422	8,349	10,073
1989	122,858	94,019	28,838		13,324	5,304	8,020
1990	120,762	90,429	30,333		12,082	6,163	5,919
1991	120,605	90,502	30,103		10,445	6,266	4,179
1992	120,443	97,459	22,984		6,001	3,616	2,385
1993	70,487	47,386	23,102		4,667	3,329	1,338
1994	61,045	41,018	20,027		5,597	4,491	1,106
1995	61,033	41,116	19,917		3,965	3,102	863
1996	77,175	58,693	18,482	27,417	6,293	5,086	1,207
1997	67,265	43,158	24,107	21,591	5,956	4,418	1,537
1998	52,957	36,430	16,527	15,991	4,654	3,372	1,282
1999	48,535	32,482	16,053	20,392	3,926	2,333	1,593
2000	39,157	25,952	13,204	18,717	2,588	1,613	975
2001	42,603	24,646	17,957	15,137	2,765	901	1,864
2002	57,309	39,733	17,576	29,720	3,762	1,239	2,523
2003	31,267	15,209	16,058	10,867	4,383	2,056	2,327
2004	32,291	20,717	11,574	16,404	2,869	1,349	1,519
2005	24,646	15,134	9,511	12,546	2,004	612	1,392
2006	19,883	12,605	7,278	11,791	1,791	356	1,434
2007	16,870	8,506	8,364	7,085	3,187	501	2,686
2008	17,550	10,383	7,167	6,072	3,390	832	2,557
2009	13,970	7,894	6,075	3,990	2,136	704	1,432
2010	14,662	7,768	6,894	3,882	2,581	617	1,963
2011	10,248	6,395	3,854	3,198	2,383	1,137	1,246
2012	11,465	6,375	5,090	3,203	1,778	765	1,013

資料

北海道日本海海域

- ・沖合底びき網漁業：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の中海区北海道日本海
- ・沿岸漁業：北海道水産現勢の福島町から稚内市までと八雲町熊石地区

石狩・後志管内

- ・沖合底びき網漁業：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計の陸揚港小樽
- ・沿岸漁業：北海道水産現勢の石狩市～積丹町（石狩湾）および神恵内村～島牧村（岩内湾）

* 2011, 2012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

表2 スケトウダラ漁業着業隻数の推移 (単位: 隻)

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

*2012年度: 年度途中(9月)に小樽の沖合底びき網漁業かけまわし船2隻が減船した。

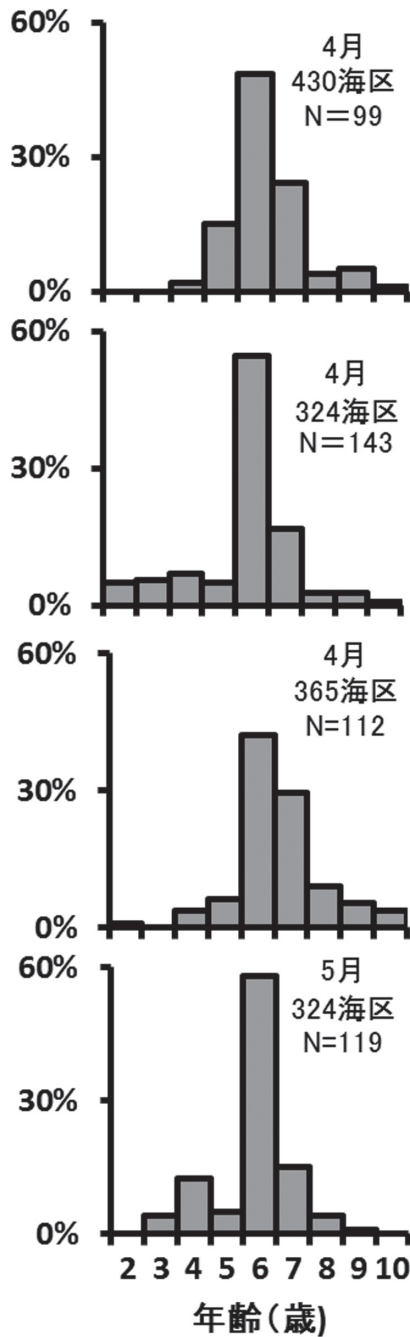


図2 小樽根拠船における沖合底びき網漁業の商業漁獲物の年齢組成 (2012年度)

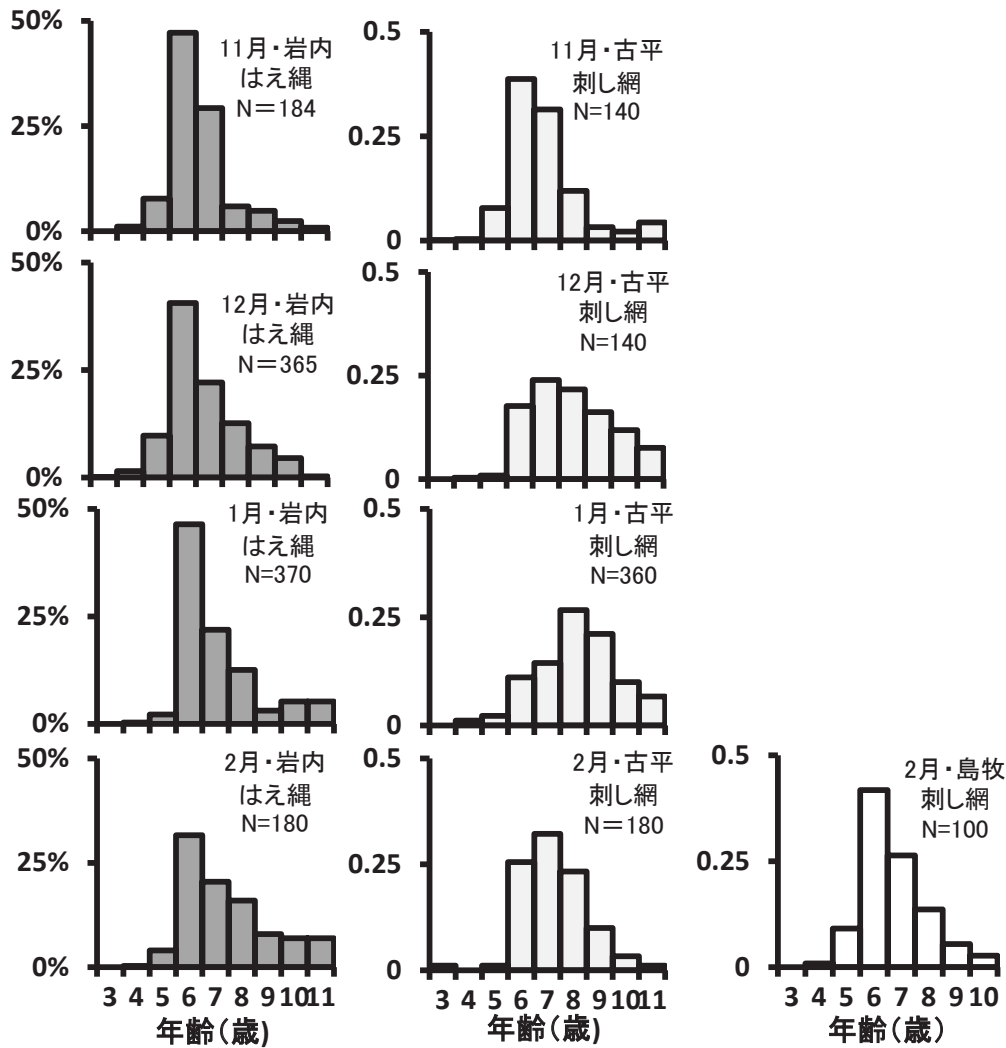


図3 石狩・後志管内の沿岸漁業における商業漁獲物の年齢組成 (2012年度)

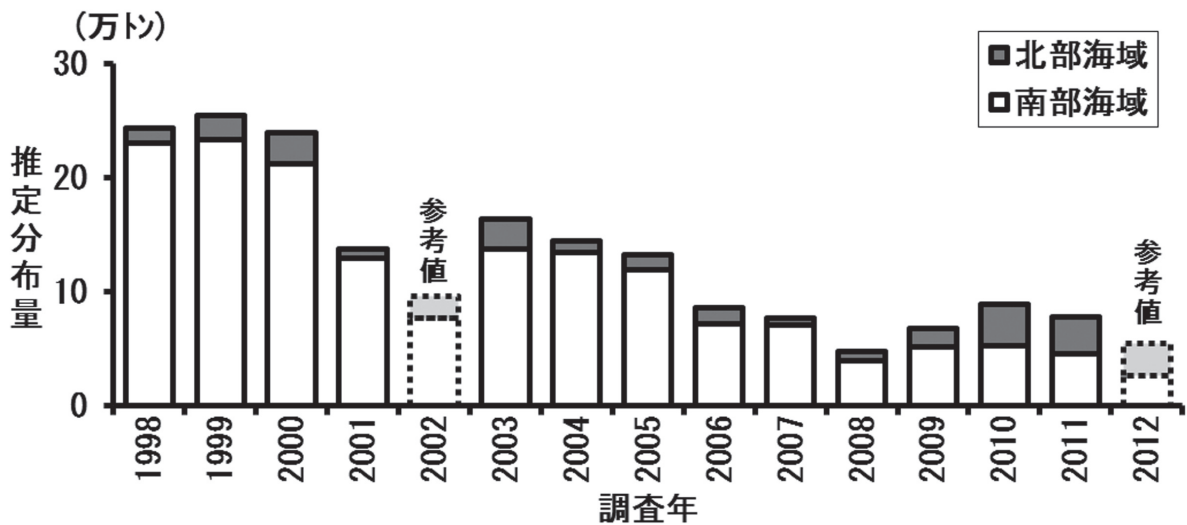


図4 産卵群漁期前分布調査により推定された産卵親魚量の経年変化
2002, 2012年度は荒天による欠測が多いため参考値とした。

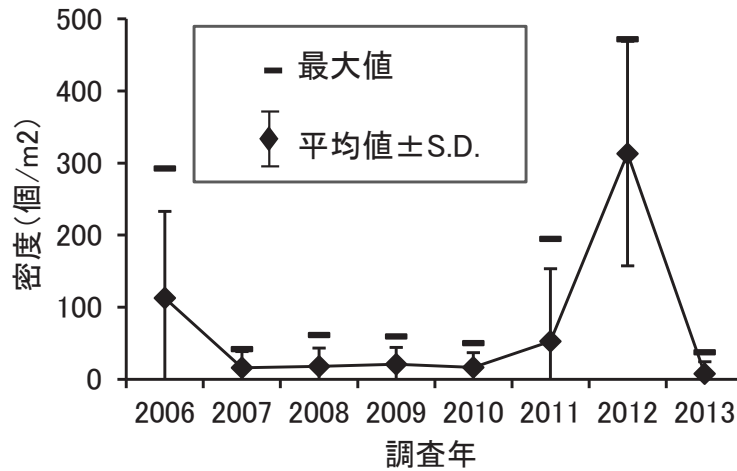


図5 石狩湾におけるスケトウダラ卵の分布密度の経年変化

b 漁況予報

前述の(ア)-aの調査結果に基づき、以下のとおり調査速報をとりまとめ、関係機関に周知した。

- ・2012年度の分布量は2011年の同一海域に比べて約7割減となった。
- ・2012年度も2006年級群（6歳）が主体と考えられる。しかし2006年級群の資源量は徐々に減少している。
- ・後続の2007～2009年級群（5～3歳）の豊度は3年連続して低いものと評価されている。
- ・2012年度の漁況は低調であった2011年度と同程度かそれよりも減少する可能性がある。

(イ) 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5に示す。年級豊度の高かった2006年および2012年は平均値、最大値とも卵の分布密度が高く、2012年は2006年を大きく上回る値となった。2013年の卵の分布密度は、2007～2010年並の低い水準となった。

(4) 文献

- 1) 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)
- 2) 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)

- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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)
- 6) 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)
- 7) 三宅博哉, 板谷和彦, 浅見大樹, 嶋田宏, 渡野遼雅道, 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)
- 8) 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2012年度. 2013.

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

(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。

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

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	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
		石狩・後志										
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	39,439	(10,274)	4,515	43,954	10,737	471	64	6,173	150	5,249	22,844	66,798
2011	28,281	(3,806)	8,171	36,452	7,095	497	77	5,853	146	2,964	16,631	53,083
2012 ¹⁰⁾	29,391	(2,879)	7,859	37,250	6,415	435	352	6,360	51	11,105	24,717	61,967

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分以上を除いた計
- 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分以上の計
- 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) 2012年はすべて速報値

なお、2012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月、4月、5月、9月、10月および11月に、稚内機船漁協において12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5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重み付けして漁獲物体長組成を作成した。

漁獲物の年齢組成については、高嶋らの方法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 資源評価および普及・広報

アならびにイの調査結果を使用し、稚内水産試験場ならび網走水産試験場による調査結果と合わせて、道北群についてVPA解析による資源評価を実施した。その結果はWeb (<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/Sigen>

Hyoka/)にて公表されたほか、2012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、10~15万トンで推移していたが、2009年以降急激に減少した。2012年は前年から微増して6.2万トン(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。一方で、沖底漁業における

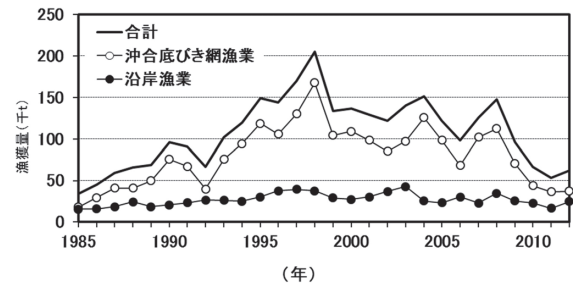


図1 道北海域(道央日本海~オホーツク海)におけるホッケ漁獲量の推移

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
2011	3,806	7,095	4,128	2,957	10	10,901
2012	2,879	6,415	4,245	2,161	9	9,294

*) 北緯43度40分以南について集計
2012年はすべて速報値

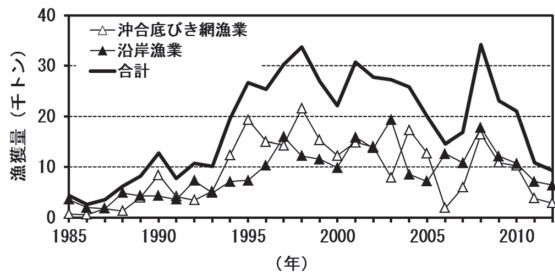


図2 石狩・後志海域におけるホッケの漁獲量の推移

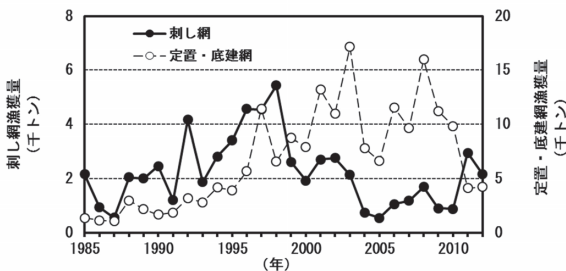


図3 石狩・後志海域における沿岸漁業によるホッケ漁獲量の推移

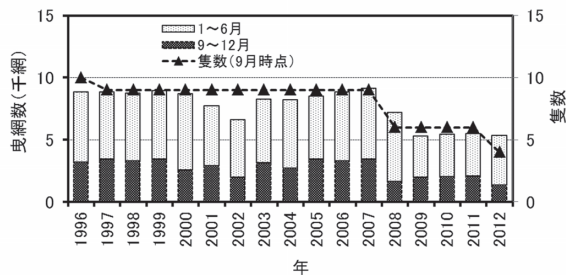


図4 小樽地区根拠沖合底びき網船の隻数および延べ曳網数の推移

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 (2011年・2012年)

年	海域	単位:トン			総計
		1-6月	9-12月	年計	
2011年	43° 40' 以北	2,551	6,696	9,248	13,053
	43° 40' 以南	1,119	2,687	3,806	
2012年	43° 40' 以北	5,959	4,852	10,811	13,690
	43° 40' 以南	875	2,004	2,879	

資料:「沖合底びき網漁獲実績報告書」(小樽機船・小樽市漁協)

漁獲減が進行し、2012年の総漁獲量に占める沖底漁業漁獲物の割合は、2011年の69%をさらに下回り、60%だった。

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、2012年も沿岸漁業の漁獲量が上回った(表2、図2)。一方で、2012年は両漁業種とも2011年に引き続いてさらに漁獲が減り、合計の漁獲量は約1.6千トン少ない9,294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。

2012年の定置・底建網による漁獲量は2011年並みの4,245トンだったが、刺し網では約3割減の2,161トンだった(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月から6隻に減船された。2012年9月にはさらに2隻減り、4隻になった。2008年の減船に伴い、曳網数は9千網前後から5千網強に減少した。2012年の曳網数は、減船された9月以降では前年同期と比べて743網減の1,380網だったが、6月以前では3,969網と前年同期と比べて575網増加したため、年間網数は2011年(5,517網)と同水準の5,349網だった。

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、ほぼ4万トン前後で推移していたが、2009年以降急減した。2012年の北緯43度40分以南・以北両海域を合わせた漁獲量は、2011年とほぼ同量の13,690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底の上半期期では、主モードが21cm台に、副モードが28cm台にあり、主モードは1歳魚、副モードは2歳魚が占めていた。下半期期では主モードが28cm台に、副モードが21cm台に観察され、主モードは1歳魚が、副モードは0歳魚が占めていた。

沖底以南海域の上半期では、21cm台に主モードが、28cm台に副モードが観察され、主モードは1歳魚が、副モードは2歳魚が占めていた。下半期では26cm台にモードが観察され、1歳魚が占めていた。下半期の以北海域で観察された0歳魚は、以南海域では観察されなかった。

定置・底建網の上半期では23cm台にモードが観察され、ほとんどが1歳魚で占められていた。下半期では26cmにモードが観察され、上半期と同様にほとんどを

1歳魚が占めていた。

刺し網の上半期では29cm台に主モードが、24cm台に副モードが観察され、主モード付近は主に3歳以上で構成されていた。下半期では30cm台にモードが観察され、左裾野付近は1歳魚が、右裾野付近は2歳魚以上が占めていた。

2012年の漁獲物の特徴として、漁具のサイズ選択性が刺し網類に比べて比較的少ない沖底と定置・底建網では、年間を通じて1歳魚が漁獲物の多くを占めてい

た。下半期の沖底以北海域では0歳魚が出現したが、その量は少なかった。これらことから、2012年は1歳魚(2011年級群)が石狩・後志海域の漁獲を支えていたと考えられる。

ウ 資源評価

アおよびイにより推定された道央海域における漁獲物年齢組成を、稚内水産試験場ならびに網走水産試験場において同様に推定された年齢組成と合わせ、道北群の半期ごと年齢別漁獲尾数を推定した(図6)。上半

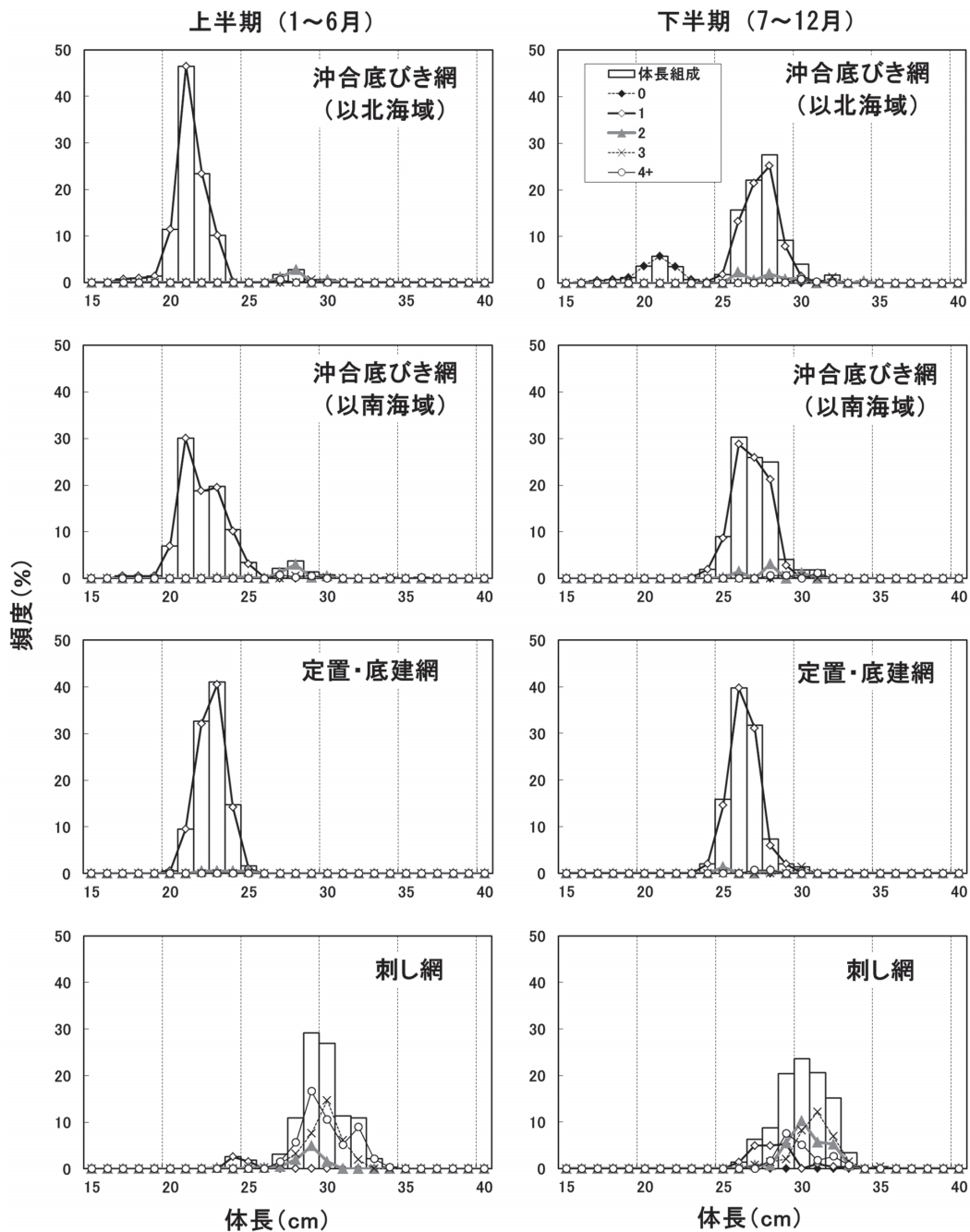


図5 ホッケ漁獲物の体長組成・体長階級別年齢組成 (2012年)

期の漁獲尾数は、過去最低だった2011年から大きく増加して2.2億尾となったものの、そのほとんどが1歳魚で占められていた。一方、下半期の漁獲尾数は1.3億尾であり、前年と比べて半減した。これは0歳魚の漁獲尾数が少なかったことによる。

これら年齢別漁獲尾数を用いてVPA解析を行い、道北群の下半期魚期はじめ資源尾数を推定した(図7)。2012年の資源尾数は6.5億尾であった。1歳魚は前年の0.3億尾から1.7億尾に大きく増加したものの、0歳魚の加入が7.4億尾から4.4億尾に減少したため、合計では前年の8.2億尾と比べて1.3億尾の減少となった。そのため、資源状態は2009年以降の低水準状態を脱していない。

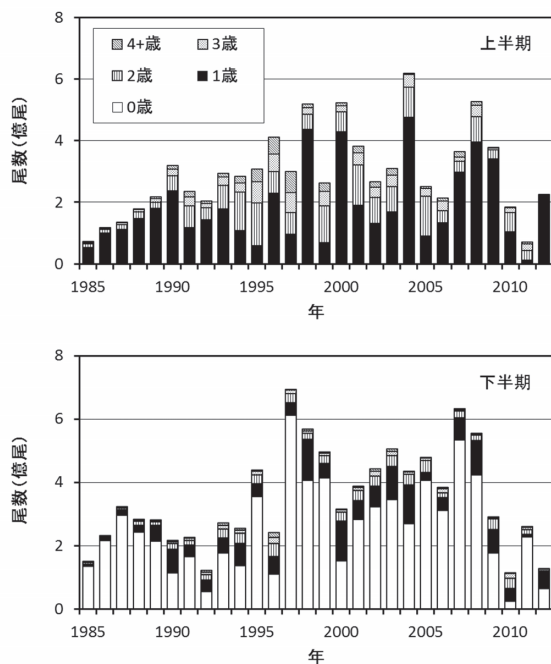


図6 ホッケ道北群の年齢別漁獲尾数
上：上半期，下：下半期

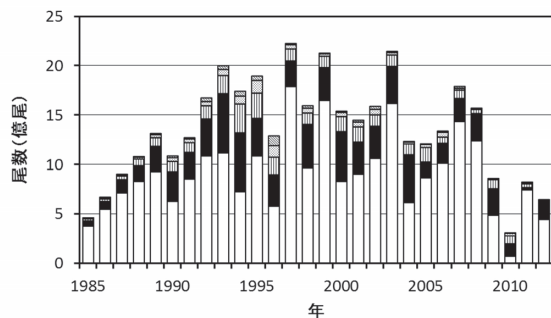


図7 年齢別資源尾数(下半期はじめ)
凡例は図6に従う

半期ごとの年齢別漁獲死亡係数(F値)の推移(図8)では、どの半期あるいは年齢においても、1990年代後半以降、F値は上昇傾向にあり、近年は本資源に対する漁獲圧が相対的に高まっていることが示された。

(4) 文献

- 1) 高嶋孝寛, 星野 昇, 板谷和彦, 前田圭司, 宮下和士: 耳石断面観察によるホッケ道北群の年齢査定法と年齢-サイズ関係, 日水誌79, 383-393 (2013) .
- 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. 2011年度北海道水産資源管理マニュアル, 北海道, 14p (2012) .

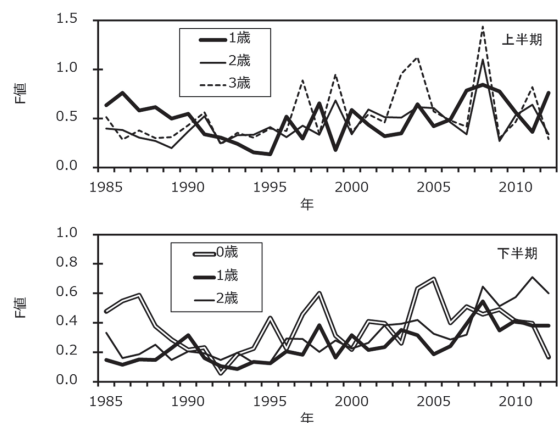


図8 年齢別F値の推移
上：上半期，下：下半期

1. 7 スルメイカ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口幹人 山口浩志

(1) 目的

道西日本海に來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する、生物測定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

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

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「北水試魚分類測定・海洋観測マニュアル」(北海道立水産試験場, 1996)に従った。

表1 2011~2012年の余市港におけるスルメイカの水揚げ隻数とCPUE

月	旬	2011年				2012年			
		隻数	漁獲尾数	漁獲重量	CPUE尾数	隻数	漁獲尾数	漁獲重量	CPUE尾数
6月	上					8	28,730	6,726	3,591
	中					6	10,555	2,556	1,759
	下					30	103,990	22,660	3,466
7月	上	51	349,750	48,436	6,858	57	132,470	33,816	2,324
	中	72	357,445	69,128	4,965	58	86,865	23,784	1,498
	下	73	357,570	76,051	4,898	80	197,890	53,472	2,474
8月	上	73	447,085	89,784	6,124	60	125,475	34,692	2,091
	中	39	63,505	15,448	1,628	33	32,490	8,784	985
	下	32	59,905	17,202	1,872	52	162,475	44,602	3,125
9月	上	25	88,050	25,274	3,522	28	40,065	11,454	1,431
	中	45	120,695	35,280	2,682	49	126,720	37,158	2,586
	下	62	193,230	55,442	3,117	49	102,170	29,914	2,085
10月	上	27	90,010	26,330	3,334	36	51,635	14,230	1,434
	中	30	47,255	13,638	1,575				
	下	66	268,705	75,292	4,071	2	460	132	230
11月	上	62	475,045	129,350	7,662	9	14,685	4,326	1,632
	中	40	233,435	67,008	5,836	27	83,830	24,282	3,105
	下	33	187,840	49,198	5,692	21	121,472	28,844	5,784
12月	上	16	41,655	11,850	2,603	25	61,692	17,969	2,468
	中	4	6,930	2,010	1,733	7	10,895	2,922	1,556
	下					2	2,120	612	1,060
6月計					44	143,275	31,942	3,256	
7月計		196	1,064,765	193,615	5,432	195	417,225	111,072	2,140
8月計		144	570,495	122,434	3,962	145	320,440	88,078	2,210
9月計		132	401,975	115,996	3,045	126	268,955	78,526	2,135
10月計		123	405,970	115,260	3,301	38	52,095	14,362	1,371
11月計		135	896,320	245,556	6,639	57	219,987	57,452	3,859
12月計		20	48,585	13,860	2,429	34	74,707	21,503	2,197
6-9月計		472	2,037,235	432,045	4,316	510	1,149,895	309,618	2,255
10-12月計		278	1,350,875	374,676	4,859	129	346,788	93,317	2,688
年計		750	3,388,110	806,721	4,517	639	1,496,683	402,935	2,342

余市郡漁協資料, 中央水試調べ。(重量単位: kg)

イ 資源評価

2011年度に日本海海域へ來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2012年度北海道水産資源管理マニュアル¹⁾に掲載された。

(3) 得られた結果

ア 陸上調査

(ア) 漁獲統計調査

2012年度の余市港におけるいか釣り漁船による漁獲量は403トンと前年の807トンの約半分にまで大きく減少した(表1)。述べ水揚げ隻数も750隻から639隻に減少しているが、漁獲量の減少割合はそれを上回っており、年度を通してのCPUE(1隻1日当たりの漁獲尾数)は2,342と前年(4,517)を大きく下回った(表1, 図1)。時期別CPUEを見ても、6~9月で2,255(前年:4,316), 10~12月で2,688(前年:4,859)と、どちらも前年を下回っており、漁期を通して漁獲が低調であった。

(イ) 生物調査

7~11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2,

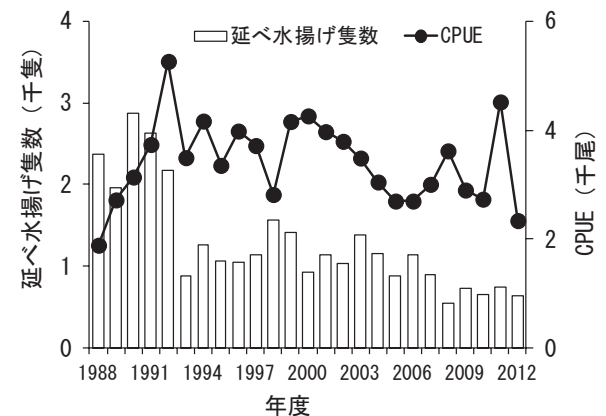


図1 余市港におけるスルメイカの延べ水揚げ隻数とCPUE(1隻1日当たりの漁獲数量)の経年変化

図2)。外套長組成は、対象とした漁船の水揚物の銘柄別箱数で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11日が21cm、8月7日～11月8日が24cm、11月26日が25cmであった。これらは前年にくらべ、7～8月で5cm、それ以降では1～2cm大きくなっていった。また、8月7日には20cm、9月12日には29cm、10月9日には20cmと22cm、11月8日には22cm、11月26日には23cmに副モードが見られた。

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。

(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、2012年度北海道水産資源管理マニュアル、47p (2013)

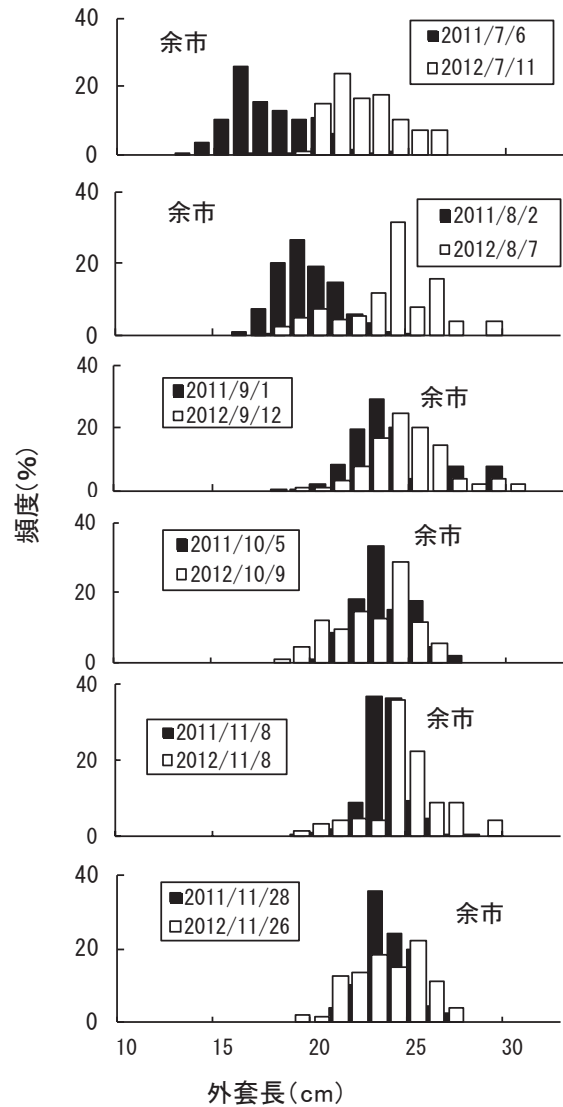


図2 2011および2012年に余市港で水揚げされたスルメイカの外套長組成

表2 2012年度に余市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)																													測定 尾数	♂ 成熟度(%)						♀ 成熟度(%)					
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	10	11	20	10	11	20	21													
7月11日	余市沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	0	0	91	9	0	0					
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	93	0	7	100	0	0	0					
		30	0	0	0	0	0	1	3	6	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	0	100	0	0	0						
8月7日	43° 30' N, 140° 11' E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	2	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	33	50	17	79	14	0	7						
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	8	3	0	0	0	0	0	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	2	8	11	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	100	0	0	88	13	0	0						
9月12日	余市沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	11	8	2	1	2	1	0	0	0	0	0	40	8	33	58	68	32	0	0							
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	58	8	33	100	0	0	0							
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	86	0	14	96	0	4	0							
10月9日	43° 25' N, 140° 18' E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	20	40	60	30	0	10								
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	50	0	50	94	0	6	0								
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	86	0	14	96	0	4	0								
11月8日	43° 31' N, 140° 23' E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	5	2	2	0	1	0	0	0	0	0	20	10	30	60	90	10	0	0									
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	11	1	0	0	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	0	0	1	5	4	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	45	45	100	0	0	0									
11月26日	余市沖	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	92	0	8	100	0	0	0									
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	0	100	0	0	0									
		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	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。

1. 8 ニシン

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「I. 14 石狩湾系のニシン漁況予測調査」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びき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）を見ると、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トンで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年には1,886トンと最高値となり、2012年は前年よりは減少して1,400トンであった。

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	4,062		20		24,462
1983	1,420	8,400		9,820	669		73		10,562
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		116,374	71,200	187,574	21,129	1,326	17,399	379	227,807
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		1,943	430	2,373	347		7		2,727
1991		3,472		3,472	533		5		4,010
1992	422	801	153	1,376	209	409	821	27	2,842
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	37,360	1,960	40,340	3,321		10		43,671
1999	7,534	59,065	4,867	71,466	15,672	4	167		87,309
2000	25,614	47,512	11,505	84,631	29,859	55	1		114,546
2001	20,741	57,782	40,676	119,200	61,667	216	18		181,102
2002	27,041	79,940	18,093	125,074	21,108	1,142	3,456		150,780
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	120,827	360	812	9	877,058
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	1,458	67	287,767
2007	191,972	405,713	162,523	760,209	229,863	17,436	25,674	1,127	1,034,308
2008	71,884	302,719	192,194	566,797	125,402	32,406	74,812	34,668	834,085
2009	180,757	574,502	486,955	1,242,214	559,421	12,551	45,269	26,625	1,886,079
2010	188,916	576,990	270,305	1,036,211	419,480	66,110	49,807	67,076	1,638,684
2011	145,346	531,466	373,575	1,050,387	476,778	64,300	59,462	127,229	1,778,155
2012	196,901	399,425	371,243	967,569	214,897	112,149	7,356	94,017	1,395,988

資料：漁業生産高報告（2012年は暫定値）、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。

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、1～624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2008～2011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2009年以降100トンを超え、沖合域全体の漁獲量は2010年には384トンに達した。2012年は前年のおよそ50%程度にまで大きく減少して168トンであった。

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「2012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。

(4) 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. 2012年度北海道水産資源管理マニュアル, 北海道, 25p (2013)

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
2011	181,325	157,899	339,224
2012	122,847	45,375	168,222

資料：漁業生産高報告. 2012年は暫定値

1. 9 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、2012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。2012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。また、沿岸漁業については不漁で標本購入ができず、石狩市厚田区の漁業者が刺し網で漁獲した漁獲物を100尾程度ランダムに測定することで対応した。年齢は耳石輪紋の観察に基づき、1月1日を基準日として決定した。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、漁期中に來遊する資源の年齢・体長組成や豊度、來遊時期を事前に把握するため、2002年より留萌管内沖合域にて水産試験場調査船によるトロール調査を行っている。

2012年は、9月11、12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。なお、例年実施している10月の同調査は荒天により実施できなかった。

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。2012年は5月22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。2012年の漁獲量は前年と同程度の33トンと低水準であった。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
2011	19	4	13	0	0	36
2012	14	17	2	0	0	33

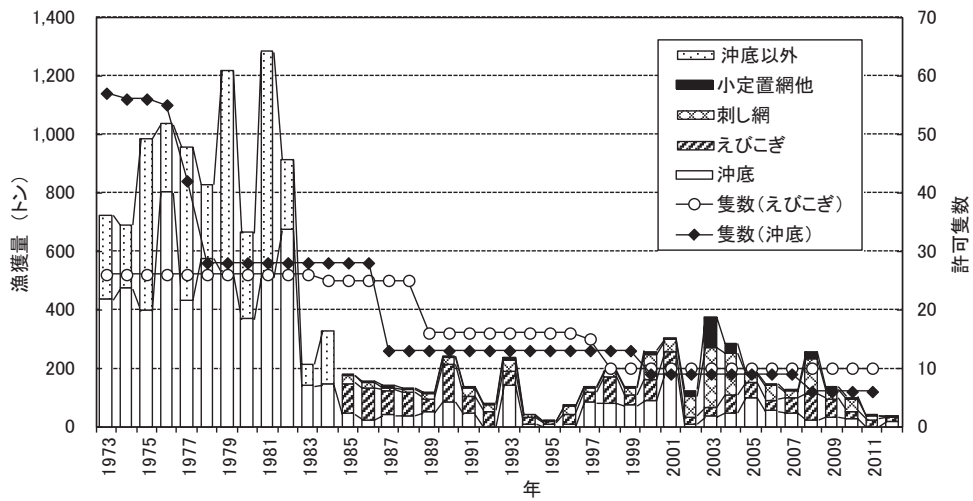


図1 留萌，石狩，後志管内におけるハタハタの漁獲量と，えびこぎ網漁業および沖底漁業の着業隻数の推移

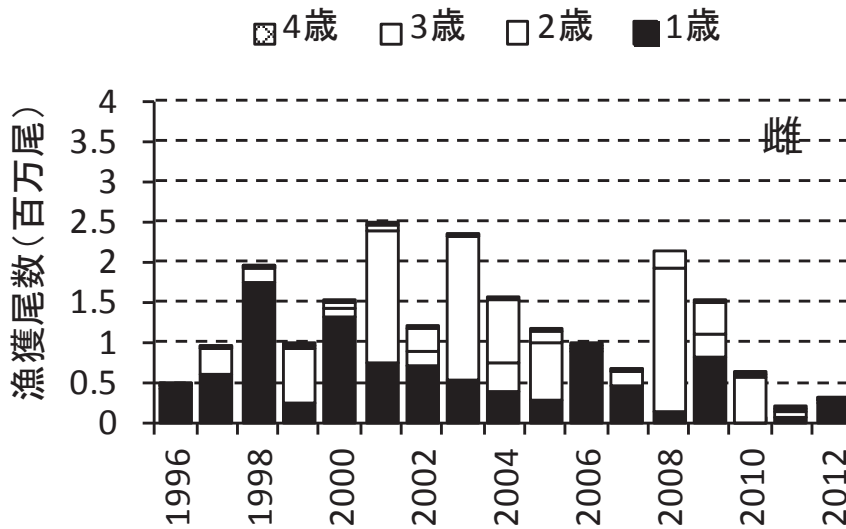


図2 年齢別漁獲尾数の推移（雌のみ）
 ※近年の雄の年齢組成の推定誤差が大きいためと考えられたことから，雌のみを示した。

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（2012年）

調査期間	曳網回数 (有漁のみ)	調査水深帯 (m)	採集尾数(上段:雄、下段:雌)				底層水温 (°C)
			1歳	2歳	3歳	計	
2012年9月	6	210~274	172	31	6	209	1.0~3.3
			76	16	4	96	
2012年10月	海況不良のため調査できず						
計			248	47	10	305	

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。えびごぎ網漁業は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。2012年は1歳魚（2011年級群）が中心となったが、その量自体は少なく漁獲量は前年に続いて低水準に終わった。

ウ 漁期前分布調査（表2）

9月に実施したトロール調査では6点においてハタハタを採集した。年齢別の採集尾数では当業船の漁獲物と同様に1歳魚（2011年級群）の割合が大きかった。雌雄別では雄の採集尾数の方が雌より多いという例年の傾向であった。

エ 稚魚調査（図3）

図3に1998～2012年の採集状況を示す。2012年の調査で採集された2012年級群の採集尾数は258尾、1地点あたりの平均採集尾数は43尾と、2009年以降の減少が続いた。

オ 事業成果の活用

秋漁期前に得られた上記の情報に基づ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。2012年秋漁期に来遊する資源は、1歳の小型魚主体で来遊量は前年より微増するが低水準、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、石狩湾への来遊は11月末か12月初めであった模様。

2011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。2011年時点の資源水準は低水準、2011年から2012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、北海道水産林務部発行の「水産資源管理マニュアル」の基資料として活用された。

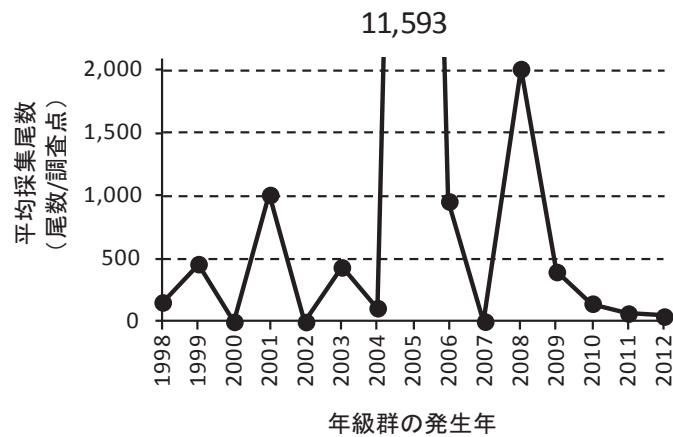


図3 石狩市厚田区沿岸における稚魚分布調査による採集数の推移

1. 10 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。2012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 後志総合振興局管内のイカナゴ（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
2011	183	39	189	118
2012	86	105	163	121

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

2012年4月19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。

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に示す。2012年の漁獲量は、寿都町と島牧村では前年並みの163トンおよび121トンで、神恵内村～蘭越町にかけての漁獲量は前年から大きく増加して105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86トンと前年を大幅に下回った。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に示す。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255.5kgと、両漁協とも前年に引き続いて近年の最高水準であった。

イ コウナゴ漁業漁期前調査

漁期前調査では6調査点のうちすべてでコウナゴの採集があった。全点の採集物から無作為に抽出した標

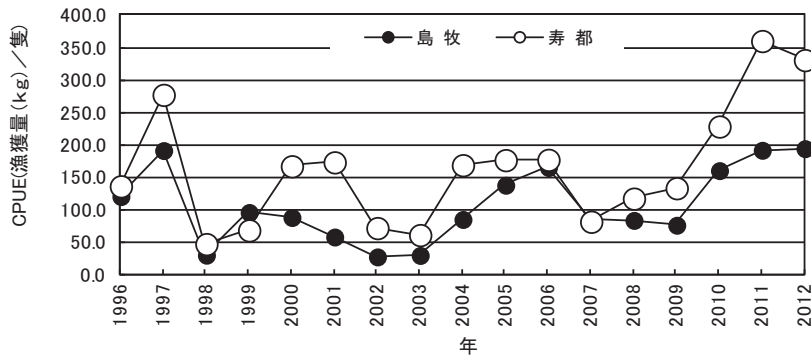


図1 島牧, 寿都町各漁業協同組合におけるCPUEの推移

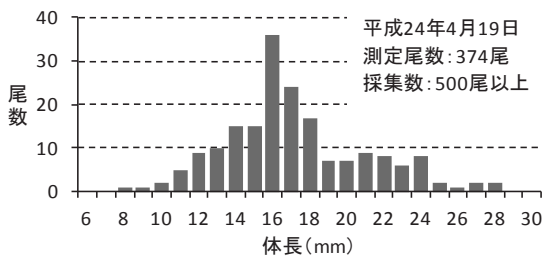


図2 漁期前調査 (4月19日) の漁獲物体長組成

本の体長組成 (図2) に基づき, 体長16mm前後にモードのある群が22~23mm程度に達して本格的に漁期が開始されるのは4月末頃と予測した。

ウ 漁獲物調査

2012年漁期中に採集した漁獲物標本について, 各標本の体長組成にみられるモード階級値を示す (図3)。ふ化時期の異なる複数の体長群が段階的に資源に加入することで漁獲物を構成するという例年の傾向がみられたが, 前年と同様2012年についても例年より多くの体長群 (ふ化群) の加入が認められ, これによって高い資源水準となり, 好漁となったと考えられる。

エ 水温調査

2012年の寿都湾内の観測定点 (水深20m) の水温は, 5月中旬に一時的に低水温となったものの, 漁期中は全体的に平年より高めで推移した (図4)。

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 (2013年3月29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, 後志南部地区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。

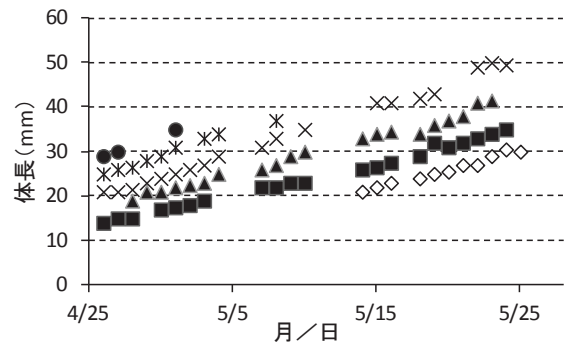


図3 2012年に漁獲された漁獲物の体長組成のモード推移

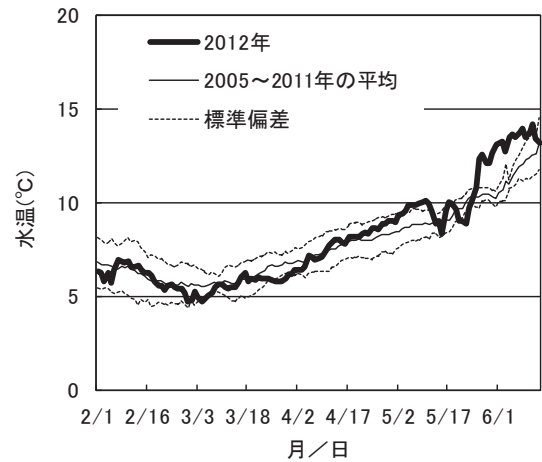


図4 寿都海域における水温推移 (水深20m)

1. 11 タコ類

担当者 資源管理部 資源管理グループ 丸山秀佳 志田 修

(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じ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・後志管内のミズダコ・ヤナギダコ漁獲量の経年変化

年	ミズダコ			ヤナギダコ		
	石狩	後志	合計	石狩	後志	合計
1985	119	1,507	1,626	-	431	431
1986	69	1,378	1,446	-	428	428
1987	58	1,388	1,446	-	488	488
1988	61	1,394	1,455	-	674	674
1989	44	1,304	1,348	-	606	606
1990	73	1,433	1,486	-	616	616
1991	55	1,037	1,092	-	528	528
1992	98	1,423	1,521	-	489	489
1993	142	1,534	1,676	-	680	680
1994	116	1,685	1,801	-	571	571
1995	128	1,445	1,573	-	407	407
1996	138	1,227	1,365	-	307	307
1997	135	1,428	1,563	-	399	399
1998	176	1,652	1,828	-	427	427
1999	158	1,273	1,431	-	420	420
2000	92	971	1,063	-	543	543
2001	154	1,090	1,245	-	466	466
2002	207	1,573	1,780	-	527	527
2003	232	1,851	2,083	-	703	703
2004	154	1,358	1,512	-	415	415
2005	137	1,074	1,211	-	580	580
2006	158	1,369	1,527	-	637	637
2007	160	1,619	1,779	-	571	571
2008	148	1,285	1,434	-	349	349
2009	172	1,255	1,427	-	418	418
2010	126	993	1,119	-	311	311
2011	97	1,096	1,193	-	245	245
2012	125	1,077	1,201	-	216	216

※2012年は暫定値

(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ミズダコとヤナギダコの漁獲量の経年変化を表1に示した。

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1.1千トンから2.1千トンの間で変動しながら推移している。2003年には漁獲量は2,083トン記録し1985年以降最高となった。しかし、その後も漁獲量は変動しながら推移し、2012年には1,201トンと前年をわずかに上回ったものの低水準となっている。

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200トンから700トンの間で変動しながら推移している。1996年に307トンと低い数値を示してから増加傾向を示し、2003年は703トンとなり、ミズダコ同様1985年以降最高を記録した。しかし、その後も増減を繰り返し2006年に637トン記録した後は減少し、2012年は216トンと1985年以降の過去最低となった。

2011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(74%)。一方、ヤナギダコはえびかご(35%)と沖合底びき網(42%)で漁獲されており、え

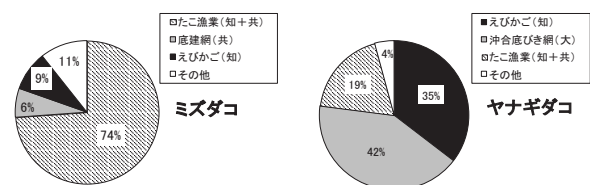


図1 石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ漁法別漁獲比率

びかごでは秋に、沖合底びき網では春に漁獲が多くなっている。

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5-7月であった。

ヤナギダコでは、たこ漁業とえびかごの漁獲量が多い5-6月と沖合底びき網の漁獲が多い10-11月に漁獲量が多く、えびかごの休漁期間とも一部重なる12月から4月の冬期間の漁獲量は少ない。

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地区(東しゃこたん漁

協)、島牧で多く、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、余市郡、小樽機船漁協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深いと思われる。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。

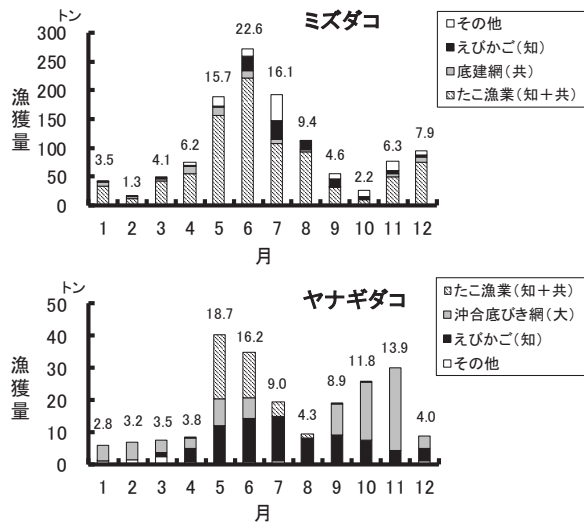


図2 石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ漁法別、月別漁獲量(2012年)
図中の数字は月別漁獲量(全漁法の合計)の年漁獲量に占める割合(%)

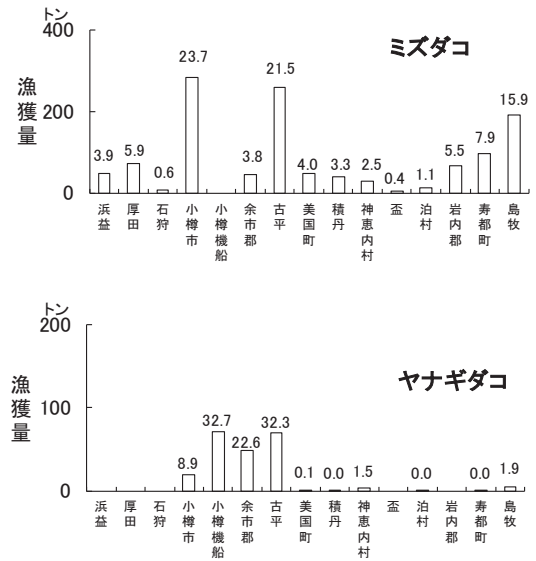


図3 石狩、後志におけるミズダコ・ヤナギダコ地区別漁獲量(2012年)
図中の数字は地区別漁獲量の全漁獲量に占める割合(%)

1. 12 ベニズワイガニ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 星野 昇

(1) 目的

北海道日本海南部海域（松前半島から檜山振興局の沖合域）に分布するベニズワイガニ資源の合理的な利用を図るため、松前さくら漁業協同組合およびひやま漁業協同組合所属の知事許可「べにずわいがにかご漁業」について、操業結果のとりまとめと資源評価、ならびに生物学的許容漁獲量の算出を行う。

(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、各船の漁業者によって、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で採集し、性別と甲幅の測定を実施している。2011年まではほぼ10日間隔で実施されたが、2012年より本操業への移行に伴い一ヶ月に一度のペースで行うこととした。加えて、松前港および江差港に水揚げされた漁獲物を銘柄ごとに無作為に抽出し甲幅を測定することとなった。2012年は両港とも4月と7月に、それぞれの振興局水産課の職員が現地にて測定を実施した。

(3) 得られた結果

ア 試験操業結果

2012年の許容漁獲量は1,100トン（各船550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1,001トン（許容漁獲量の91.0%）で、2011年（1,040トン）をやや下回った。俊洋丸の漁獲量は447トン（許容漁獲量の81.3%）であった。型別ではLLサイズが37トン（前年比123%）、Lサイズが259トン（前年比82.7%）、Mサイズが151トン

（前年134%）と、LLとMサイズの漁獲量が前年を上回った。宝樹丸の漁獲量は550トンで、許容漁獲量に達した。型別ではLLサイズが119トン（前年比71.8%）、Lサイズが266トン（前年比86.6%）、Mサイズが169トン（前年比153%）と、LLサイズの漁獲量が前年を大きく下回ったが、Mサイズは大きく増加した。

(イ) CPUE（図2）

両船合わせたCPUE（1かご当たり漁獲量）は17.2kgであった。2007年からやや減少傾向で推移したが、過去に比べると比較的高い水準を維持している。

(ウ) 甲幅組成（図3）

2012年の漁獲物甲幅組成（小型個体を海中還元する前の入籠時の組成）は95～100mmのサイズが突出して多かった。全漁獲尾数に占める100mm未満サイズの割合は、近年30～40%程度で推移していたが2012年は70%と高く、その一方で110mm以上の比較的大型の個体の漁獲は、前年の半数程度であった。

(エ) 資源評価

2012年の資源状態は小型ガニの加入により資源量が増加し、2004年以前（1999年を除く）に比べると比較的高い水準を維持しており、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。従って、現行程度の漁獲圧であれば今後著しく資源が減少するような可能性は今のところ小さいと考えられる。ただし、2012年の小型ガニの漁獲増が、次年度以降のLサイズあるいはLLサイズの漁獲増につながっていく可能性は現時点で見通せない。一方、Lサイズ以上の資源量は著しく減少したと考えられることから、次年度以降の漁獲物のサイズやCPUEの推移には、これまで以上に注意を払う必要がある。

イ 事業成果の活用

以上の調査および評価結果に基づき、例年の方法(佐野, 1996)に基づいて2012年漁期の生物学的許容漁獲量を1,169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、2012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、2013年については、許容漁獲量1,100トン(各船550トン配分)で許可方針が定められた。

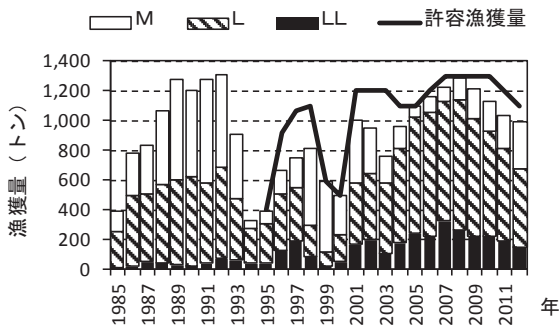


図1 日本海南部ベニズワイガニ漁業における漁獲量の経年変化

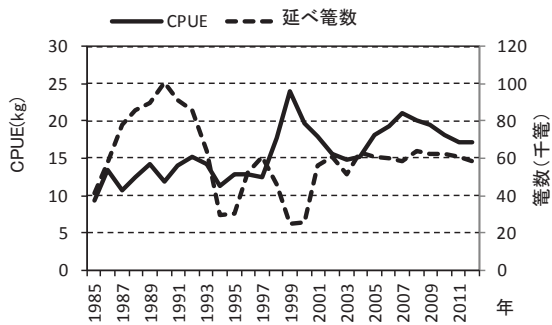
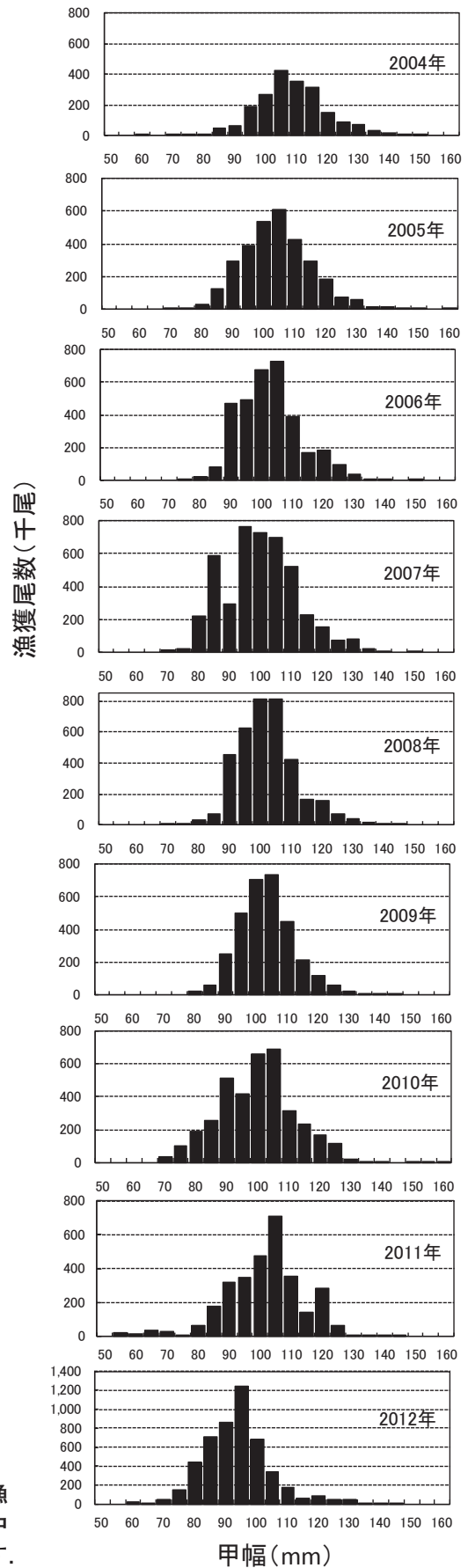


図2 日本海南部ベニズワイガニ漁業における延べ籠数とCPUE(漁獲量/籠)の経年変化

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



1. 13 エビ類

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口浩志 山口幹人

(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漁業生産高報告に基づいて、漁獲量および漁獲努力量(操業日数等)を集計した。なお、2012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

2012年4月10日、7月18日、9月25日、および11月6日に余市港を根拠地とする知事許可えびかご当業船および2013年2月14日に留萌港を根拠地とする知事許可えびかご網当業船によって漁獲されたホッコクアカエビについて、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および知事許可えびかご網漁業の平均的

な発育段階別の甲長組成を求めた。さらに、1999～2011年に実施された調査船北洋丸によって実施された、えびかごを用いたエビ類資源調査結果から求められたAge-length keyを、漁獲物甲長組成に適用し、漁獲物年齢組成を推定した。

ウ 調査船調査

稚内水産試験場所属調査船北洋丸によって、深海ソリネット(幅2.2m、高さ1.5m)によるエビ類資源調査を行った。ソリネットの曳網は各調査点において30分行った。調査の概要を表1に示した。採集されたホッコクアカエビは、漁獲物調査と同様に、性別と抱卵の有無を識別し、甲長を測定した。

エ 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、知事許可えびかご漁業の振興局別船型別の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1.83、留萌管内大型船には1.52)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(以下、えびかごCPUE)とした。また、知事許可えびかご網漁業漁獲成績報告書に基づき、前年12月～2月のえびかご網漁業のべ出漁隻数および漁獲量を集計し、その期間の1日1隻あたりの漁獲量を求めた(以下えびかごCPUE)。

表1 2012年に実施された深海ソリネットによるエビ類資源調査の概要

調査点 番号	調査日	調査位置		水深 (m)	曳網距離 (m)	掃海面積 (m ²)	表面水温 (°C)	底水温 (°C)	採集個体数	分布密度指数 (ind./m ²)
		N	E							
1	2012/7/5	45 ° 22.39 '	140 ° 39.04 '	511	1,320	2,905	18.2	0.6	1,711	0.589
2	2012/7/5	45 ° 22.70 '	140 ° 36.55 '	464	1,342	2,953	18.5	0.8	743	0.252
3	2012/7/5	45 ° 23.22 '	140 ° 34.62 '	405	1,169	2,571	17.7	0.8	934	0.363
4	2012/7/6	45 ° 19.24 '	140 ° 40.01 '	496	1,105	2,431	16.3	0.6	992	0.408
5	2012/7/6	45 ° 20.56 '	140 ° 36.86 '	453	1,311	2,885	17.2	0.7	489	0.169
6	2012/7/6	45 ° 20.35 '	140 ° 34.18 '	388	1,284	2,824	17.7	0.8	457	0.162
7	2012/7/9	45 ° 19.17 '	140 ° 50.78 '	538	1,356	2,983	18.2	0.6	2,348	0.787
8	2012/7/9	45 ° 11.05 '	140 ° 46.74 '	462	1,284	2,824	17.9	0.8	2,911	1.031
9	2012/7/9	45 ° 09.85 '	140 ° 49.19 '	382	1,196	2,632	18.1	0.7	3,265	1.240
10	2012/7/5	45 ° 16.82 '	140 ° 29.24 '	370	1,204	2,648	17.0	0.8	539	0.204
11	2012/7/6	45 ° 07.18 '	140 ° 36.88 '	357	1,488	3,273	18.4	1.0	2,479	0.757

産卵親魚量(SSB)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SSBは、同年の7, 9, 11歳の資源尾数に6, 8, 10歳の体重²⁾を乗じたものとした。

(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2)は1985年以降、増減を繰り返しながら、ほぼ3,000~4,000トンの水準で推移している。2012年は前年よりもやや減少し、2,958トンとなり、1985年以降では過去2番目に低い水準となった。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。2012年の後志振興局の漁獲量は前年(874トン)より252トン減少して622トン、留萌振興局のそれは前年(1,808トン)より41トン減少して1,767トンとなった(図1)。これら2振興局を除いた2012年の漁獲量は、前年(595トン)に比べて25トン減少し、570トンになった。

エビ類の種別漁獲量(表2)をみると、ホッコクアカエビ、トヤマエビ、ホッケ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2,000~3,000トンの範囲で変動しており、2012年は前年(2,487トン)より356トン減少して、2,131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。2012年は前年(484)より2トン増加して、482トンになった。ホッケイエビの漁獲量は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、2012年は、前年(200トン)より31トン増加し231トンであった。

表2 北海道におけるエビ類の魚種別漁獲量

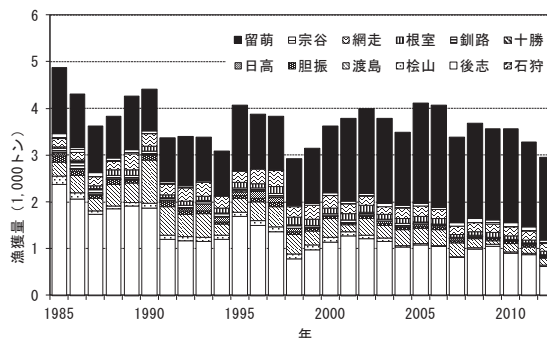
単位：トン						
年	ホッコク アカエビ	トヤマ エビ	ホッケイ エビ	ヒゴロモ エビ ³⁾	その他 エビ	合計
1985	4,121	442	132	25	163	4,882
1986	3,451	469	206	53	139	4,317
1987	2,515	764	196	50	101	3,626
1988	2,452	916	271	48	150	3,836
1989	2,921	799	297	8	237	4,262
1990	2,720	1,131	262	47	251	4,410
1991	2,190	822	234	35	460	3,742
1992	2,121	870	249	22	309	3,570
1993	1,935	1,032	268	21	475	3,730
1994	2,051	657	271	37	132	3,148
1995	2,379	734	265	39	105	3,522
1996	2,613	845	260	36	133	3,886
1997	2,502	819	309	29	169	3,828
1998	1,723	643	351	41	179	2,938
1999	2,177	506	316	35	126	3,160
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	2,721	501	242	-	102	3,566
2011	2,487	484	200	-	106	3,277
2012 ²⁾	2,131	482	231	-	114	2,958

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



出典：北海道水産現勢元資料(1985年～)。2011年は暫定値。農林水産大臣許可漁業のかご漁業はロシア水域での操業であるため、集計から除外した。

図1 北海道における北海道におけるエビ類の振興局別漁獲量

(出典：北海道水産現勢元資料。2011年は暫定値。農林水産大臣許可漁業のかご漁業はロシア水域での操業であるため集計から除外した。)

(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の漁獲量は、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、1998年以降は1,000トン前後で推移

表3 後志総合振興局管内におけるホッコクアカエビ漁獲量の推移

年	北後志				北後志 合計	南後志			後志		
	小樽	余市	古平	積丹 ¹⁾		古平郡	岩内	寿都	島牧 ²⁾	南後志 合計	後志 合計
1985	594	496	671	132	1,893	46	79	73	95	294	2,186
1986	644	419	489	146	1,698	30	86	64	66	246	1,944
1987	414	453	79	121	1,067	27	74	63	57	221	1,288
1988	550	498	8	176	1,231	25	61	48	63	197	1,429
1989	511	443	430	126	1,509	33	55	53	67	208	1,718
1990	454	479	506	99	1,537	30	46	42	61	179	1,717
1991	143	403	273	142	961	33	38	30	77	178	1,139
1992	306	320	256	99	980	19	29	25	46	119	1,100
1993	147	344	255	93	839	27	58	19	58	161	1,000
1994	272	304	315	91	983	21	26	19	78	144	1,127
1995	181	401	259	104	944	26	53	18	80	177	1,120
1996	462	275	410	99	1,245	28	38	21	80	167	1,413
1997	461	192	458	41	1,152	25	33	18	63	139	1,291
1998	63	226	246	58	592	23	26	26	61	136	728
1999	73	304	296	64	737	33	41	26	88	188	924
2000	97	366	357	86	905	32	42	28	96	198	1,102
2001	135	501	335	87	1,058	32	41	28	73	173	1,231
2002	153	321	383	112	968	32	42	25	84	182	1,150
2003	129	360	356	115	960	28	38	18	76	160	1,120
2004	117	389	263	102	872	31	22	28	46	128	999
2005	136	431	274	140	982	25	6	12	24	68	1,050
2006	124	413	305	107	950	5	9	26	40	90	990
2007	119	242	253	95	709	3	7	14	24	73	733
2008	128	310	354	105	896	6	11	20	37	93	934
2009	126	364	362	99	951	6	20	22	48	99	999
2010	120	273	349	59	802	6	14	32	52	85	854
2011	107	318	300	62	786	4	15	21	40	82	826
2012 ³⁾	99	217	168	52	536	2	6	10	17	53	553

1) 積丹、奥羽地区の合計値
2) 島牧、西島牧地区の合計値
3) 暫定値

表4 北後志えびかご漁業における漁獲努力量の推移

年	大型船			小型船			合計	
	着業 隻数 (隻)	年間延べ 操業日数 (日)	1隻当たり年間 平均操業日数 (日)	着業 隻数 (隻)	年間延べ 操業日数 (日)	1隻当たり年間 平均操業日数 (日)	着業 隻数 (隻)	年間延べ 操業日数 (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	1,683	140	13	1,855
2002	1	162	162	12	1,644	137	13	1,806
2003	1	167	167	12	1,707	142	13	1,874
2004	1	162	162	12	1,649	137	13	1,811
2005	1	165	165	12	1,711	143	13	1,876
2006	1	171	171	12	1,764	147	13	1,935
2007	1	170	170	12	1,739	145	13	1,909
2008	1	171	170	11	1,661	151	12	1,832
2009	1	155	155	11	1,676	152	12	1,831
2010	1	162	162	11	1,633	148	12	1,795
2011	1	160	160	11	1,584	144	12	1,744
2012	1	143	143	10	1,474	147	11	1,617

出典：えびかご漁業漁獲成績報告書

してきた(表3)。2012年の漁獲量は、前年(826トン)より273トン減少して553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4に、漁獲量およびCPUEの推移を表5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。これは日口共同事業により、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160日前後にまで減少した(表4)。

小型船(30トン未満)の着業隻数(表4)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。2008年には、余市郡漁協所属の1隻、さらに2011年漁期中に同漁協所属の1隻が廃業し、10隻になっている。

延べ操業日数は1996年以降、2,000日を割り込んで1,800日前後で推移していた(表4)。2012年には着業隻数の減少が影響して、1,617日になった。1隻当たりの年間操業日数は1998年の減船以降増加し、1985年が89日であったが、近年は150日前後で推移している。

北後志大型船のCPUE(kg/日・隻)は、1987年は300であったが、その後、増加傾向が続き2002年には最も高い1,023になった(表5)。その後、おおむね、600~800の間で推移している。小型船のCPUEは、1987~1998年までは200~300の間で推移していたが、2000~2009年にはおおむね400~500の間を推移した。2012年は前年(402)よりも大幅に減少し286であった。

b トヤマエビ

後志総合振興局管内におけるトヤマエビの漁獲量は、100トンを超えた年もあったが、多くの年は50トン以下である(表6)。2012年の漁獲量は前年(37トン)より14トン増加して51トンであった。

イ 漁獲物調査

北後志海域におけるえびかご漁業による甲長階級別漁獲尾数では、2006年から2008年にかけて甲長20~25mmの漁獲尾数が増加する傾向にあった(図2)。また、2010年以降は甲長30mm以上の漁獲尾数が減少する傾向にある。えびこぎ網漁業による漁獲物はほとんどが抱卵雌であった(図3)。また、最も漁獲尾数が多かった甲長階級は、2010~2012年には甲長26mm台であったが、2013年はやや小型化し、25mm台であった。

2000年以降の北後志海域における年齢組成は(図4)によると、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⁾。2001~2002年には比較的高齢の非抱卵雌である9歳が

表5 北後志えびかご漁業におけるエビ類漁獲状況

年	大型船			小型船				合計				
	ホコアカエビ	トヤマエビ	他のエビ	ホコアカエビ	トヤマエビ	他のエビ	ホコアカエビ	トヤマエビ	他のエビ			
	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/日・隻)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/日・隻)	漁獲量 (kg)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/日・隻)	漁獲量 (kg)			
1987	513,803	300	4,767	122,520	598,737	277	3,184	16,667	1,112,540	285	7,951	139,187
1988	526,601	327	108	129,745	676,709	292	16,615	11,206	1,203,310	316	16,723	140,951
1989	587,519	403	612	78,083	657,064	284	21,325	11,756	1,244,583	321	21,937	89,839
1990	545,377	439	674	58,319	699,398	281	11,425	14,434	1,244,775	316	12,099	72,753
1991	286,398	429	771	4,671	630,435	299	16,809	4,000	916,833	243	17,580	8,671
1992	186,877	478	453	228	532,100	227	24,773	14,020	718,977	193	25,226	14,248
1993	146,364	469	1,063	519	605,316	271	15,213	11,555	751,680	271	16,276	12,074
1994	395,959	475	4,257	8,014	502,751	229	12,947	1,263	898,710	329	17,204	9,277
1995	185,997	511	2,579	7,422	613,229	293	14,010	10,751	799,226	314	16,589	18,173
1996	524,716	685	2,160	8,315	466,309	259	20,748	11,522	991,025	328	22,908	19,837
1997	430,751	563	1,766	3,362	457,181	234	15,072	9,771	887,932	361	16,838	13,133
1998	79,913	563	0	0	504,003	293	19,299	2,875	583,916	228	19,299	2,875
1999	113,583	693	0	0	618,150	357	10,977	6,906	731,733	269	10,977	6,906
2000	117,242	792	0	0	742,935	443	7,685	6,866	860,177	462	7,685	6,866
2001	139,038	808	0	0	823,621	489	6,964	1,839	962,659	508	6,964	1,839
2002	163,864	1,012	0	0	703,363	428	8,153	746	867,227	475	8,153	746
2003	132,836	795	0	0	705,874	414	9,572	10,093	838,710	452	9,572	10,093
2004	118,590	732	0	0	698,028	423	8,799	5,035	816,618	452	8,799	5,035
2005	140,909	854	0	0	711,755	416	9,146	4,631	852,664	455	9,146	4,631
2006	131,908	771	0	0	719,009	408	19,162	7,895	850,917	470	19,162	7,895
2007	118,795	699	0	5,288	511,799	294	33,902	1,998	630,594	336	33,902	7,286
2008	127,719	751	0	2,580	694,894	418	14,133	4,489	822,613	425	14,133	7,069
2009	125,834	812	0	2,400	765,763	457	10,871	718	891,597	467	10,871	3,118
2010	119,973	741	0	1,190	632,714	387	13,280	1,406	752,687	411	13,280	2,596
2011	106,589	666	0	723	636,246	402	12,168	2,701	742,835	406	12,168	3,424
2012	99,179	694	0	3,236	421,047	286	26,019	7,597	520,226	290	26,019	10,833

出典：えびかご漁業漁獲成績報告書

表6 北後志総合振興局におけるトヤマエビ漁獲量の推移

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	380 ³⁾	16	400	2	6	0	16	24	424
1988	0	16	337 ³⁾	16	369	1	4	0	12	18	387
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	18	2	2	0	13	17	35
2000	1	5	3	3	12	1	2	0	11	14	25
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	2	12	1	0	1	9	11	24
2006	0	10	7	10	27	3	0	2	12	16	43
2007	1	15	16	9	41	4	0	1	16	21	62
2008	2	3	11	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	33
2011	0	7	2	6	17	7	0	1	12	20	37
2012	2	13	11	5	32	7	0	1	11	19	51

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。

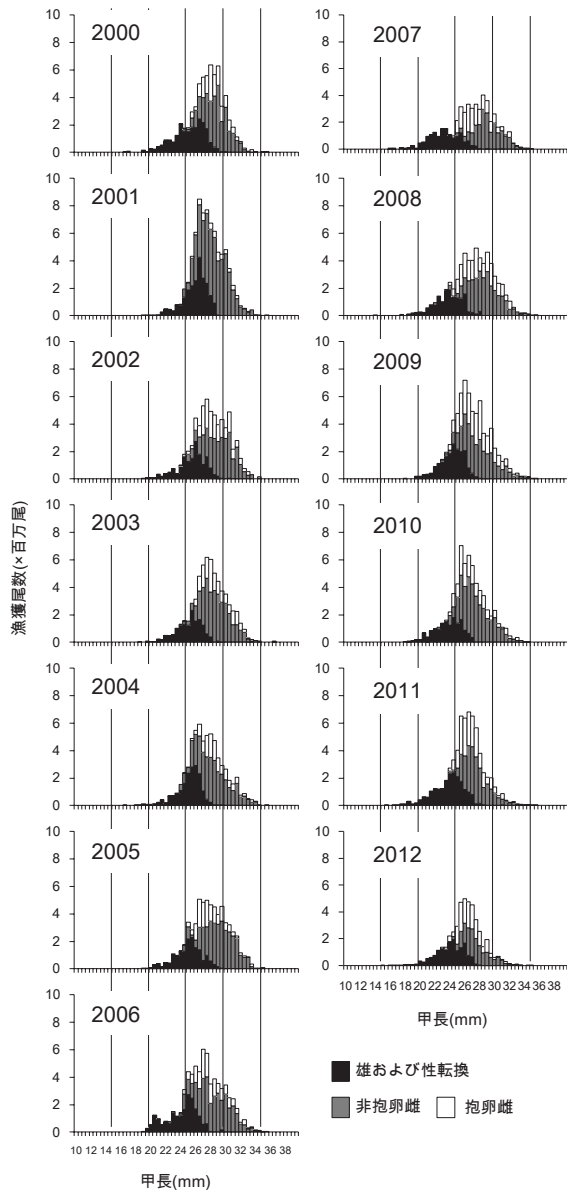


図2 北後志えびかご漁業によるホッコクアカエビの甲長階級別漁獲尾数

1,800万尾以上と多く漁獲されていた。その後、9歳の割合は減少し、2012年は5～7歳が漁獲物の主体となっている。

ウ 調査船調査

深海ソリネットによって推定されたホッコクアカエビの分布密度指数(尾/m²)は、0.162～1.240の範囲であり、St.9において最も高かった(表1)。甲長階級別採集尾数によると、ほとんどの調査点で甲長階級10mm前後に峰を持つ1歳が最も多く採集された(図5)。一方、St.6, 10, 11では、甲長階級12～15mmに峰を持つ2歳が1歳よりも多く採集された。

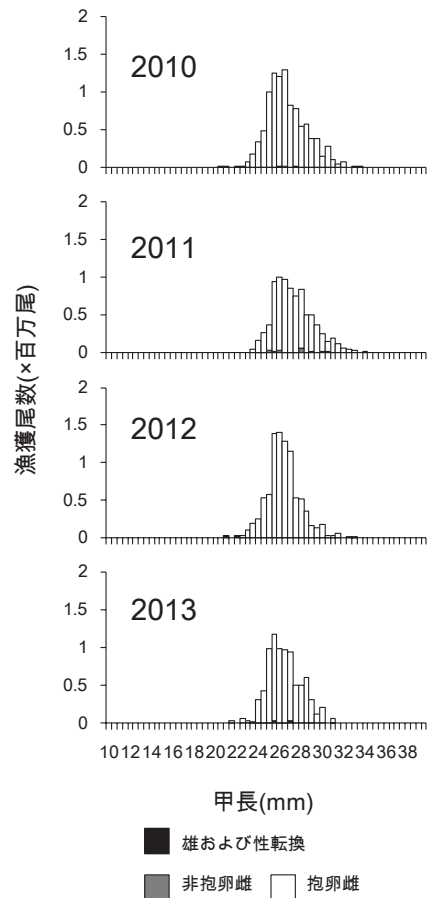


図3 えびかご網漁業によるホッコクアカエビの甲長階級別漁獲尾数

エ 資源評価

えびかごCPUE(kg/日・隻)は、1989～1994年には250前後、1995～1999年には250～300で推移していたが、2000年には急激に増加して400以上の高い値を示し、2005年には、過去最高の524になった(図6)。2007年には365になり、2000年以降初めて400以下に落ち込んだが、2008年以降は再びには400以上に回復した。2012年は408であった。えびかごCPUE(kg/日・隻)は、1990～1996年では200以下であったが、その後、急激に増加し、1998年以降は350～500の間で推移していた(図7)。2012年は前年より大幅に減少し、297になったが2013年はやや回復し325になった。えびかごCPUEを資源状態を判断する指標とすると、現在の資源状態は中水準と判断される。

2013年の資源動向を判断するため、12月～2月が盛漁期であるえびかご網漁業のCPUEを参考にした。えびかご網漁業では大陸棚縁辺部に集群したふ化直前の抱卵雌を漁獲対象としている。これら抱卵雌は、えび

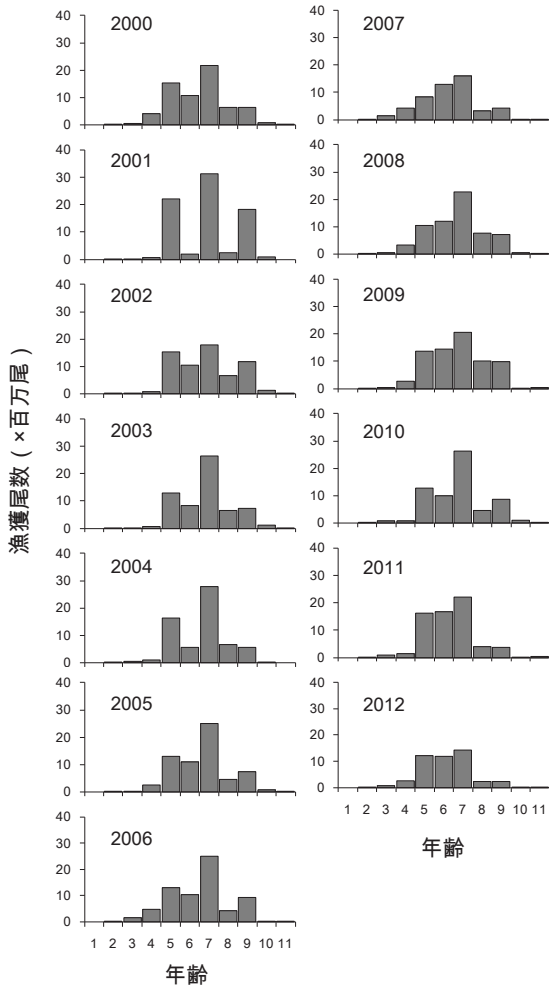


図4 北後志えびかご漁業によるホッコクアカエビの年齢別漁獲尾数

かご漁業の漁期が始まる3月以降には非抱卵雌となり、当該漁業の主漁獲対象となる。そこで、えびかご漁業による非抱卵雌（7，9，11歳）の1日1隻あたりの漁獲量とえびこぎCPUEを比較すると増減パターンはよく一致しており、資源動向を予想するための指標になると考えられた(図7)。2012年12月～2013年2月のえびこぎCPUEは前年度盛漁期の297から325とやや増加したものの、2000年代の400以上の水準と比較して依然として低く、前年と同程度の水準であると考えられる。したがって、えびかご漁業の主漁獲対象となる非抱卵雌の資源動向も大きな変動はないと考えられ、全体の資源動向も横ばいと判断した。

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、2012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。

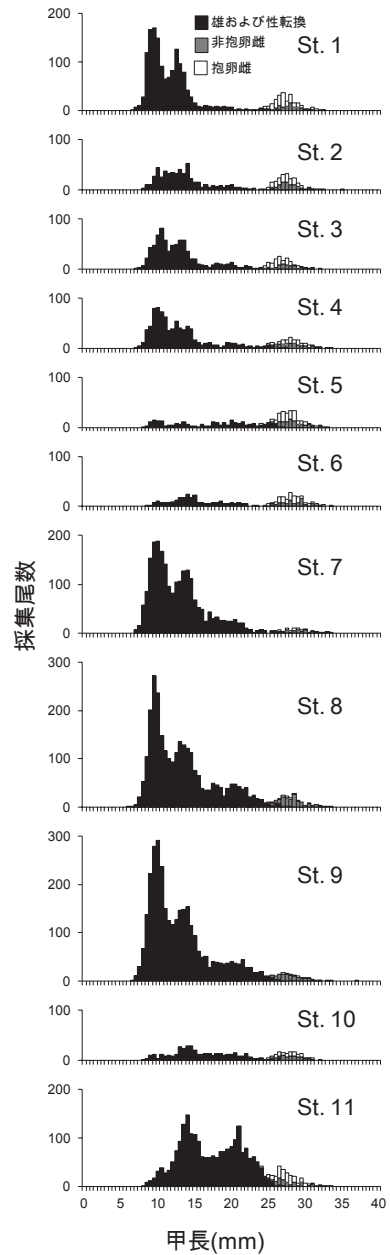


図5 2012年エビ類資源調査によって採集されたの甲長階級別採集尾数数

(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)

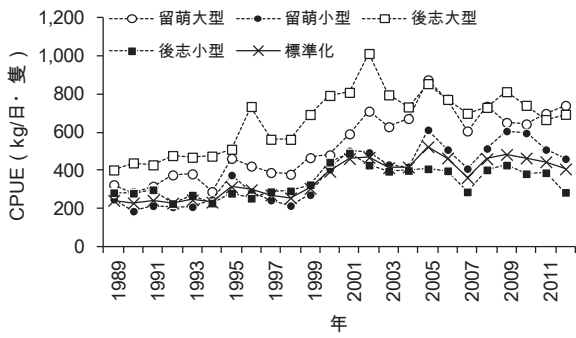


図6 知事許可えびかご漁業によるホッコクアカエビのCPUEの経年変化

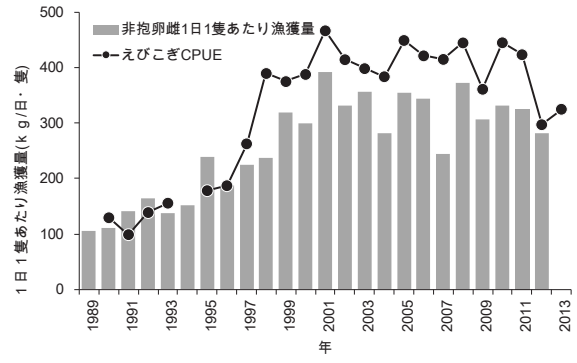


図7 ホッコクアカエビ非抱卵雌の1日1隻あたりの漁獲量およびえびかごCPUEの経年変化

1. 14 シャコ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 三原行雄 丸山秀佳

(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）が行われている。2012年における漁獲物測定は春漁で1回、秋漁で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・卵巢の成熟度・甲殻硬度・体重・捕脚脱落の有無とし、「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」に基づいて判定・計測を行った。

春漁の漁獲物測定：5月24日に石狩市厚田地区の刺し網漁獲物を対象に実施した。計測尾数は雌雄込標本から雌雄を考慮せずランダムに抽出した200尾、その内訳は雄111尾、雌89尾である。

秋漁の漁獲物測定：11月6日に小樽市高島地区の刺し網漁獲物を対象に実施した。計測尾数は雌雄込標本から雌雄を考慮せずランダムに抽出した200尾、その内訳は雄117尾、雌83尾である。

ウ 結果の普及

取りまとめ結果は、2012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23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年代には50～100トンの間で増減していたが、1999～2009年には100トン前後で比較的安定して推移していた。2010年、2011年には80トン前後にまで減少したが、2012年には前年比18%増の99.5トンとそれ以前の水準となった（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69.0トン（前年64.0トン）、石狩湾漁業協同組合本所が10.0トン（前年3.6トン）、同石狩支所が20.6トン（前年16.6トン）となり、いずれも前年を上回った（図1上）。

総水揚げ金額をみると、2004年以降は1億5千万円前後で比較的安定して推移していた。2012年における総水揚げ金額はそれを上回る1億7千万円であった（図1下）。

イ 漁獲物調査

2012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。また近年5年間（2008～2012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。

春漁における甲長組成は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。石狩市厚田地区における過去5年間の推移をみると（図3）、2008～2010年には甲長30mm以上の割合が増加して、小型化の傾向は一旦収まった。2011年には再び甲長30mm未満の小型シャコの割合が増加したが、2012年には再

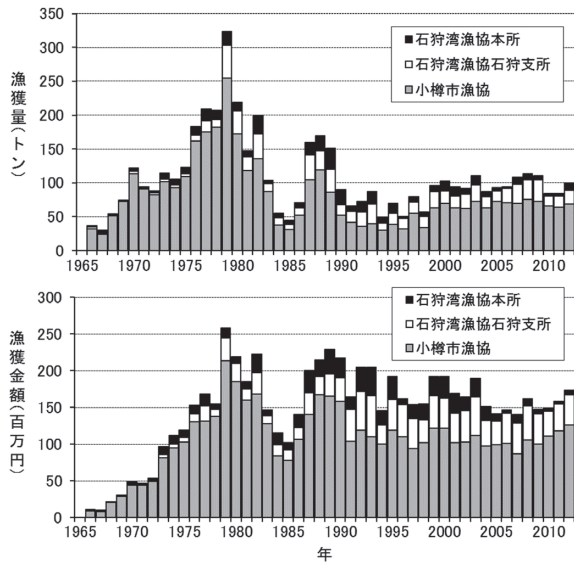


図1 石狩湾における漁協別および本所支所別のシャコの漁獲量(上図)と漁獲金額(下図)

び2010年とほぼ同じ組成となり、明瞭な小型化、大型化の傾向は認められていない。

秋漁における甲長組成は、2004～2007年には甲長30mm未満の割合が増加して、小型化の傾向が認められ、2007年にはその割合が全体の66%を占めていた。小樽市高島地区の過去5年間の推移をみると(図4)、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り、それ以降は甲長30mm以上の大型シャコの割合が高い状態が続いている。

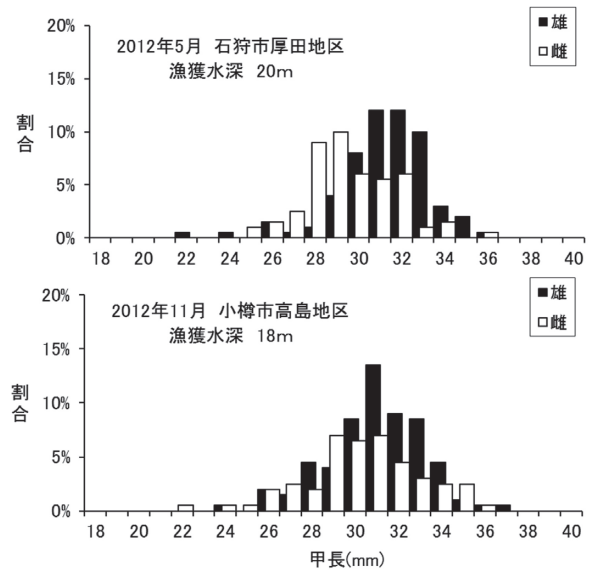


図2 石狩湾におけるシャコ漁獲物の甲長組成

ウ 現状におけるシャコ資源について

年間漁獲量は、2010年と2011年にはやや落ち込んだが、2012年には比較的安定していた1999～2009年の水準に回復した(図1)。漁獲物組成の推移では、2012年には明瞭な小型化または大型化の傾向が認められていないが、聞き取り情報によると2011年秋漁と2012年春漁において、甲長25mm以下の小型シャコが例年に比べて目立っていたとのことである。2005～2007年においても同様な現象が認められ、その後漁獲量はしばらく安定していた。今後の動向に注視していく必要がある。

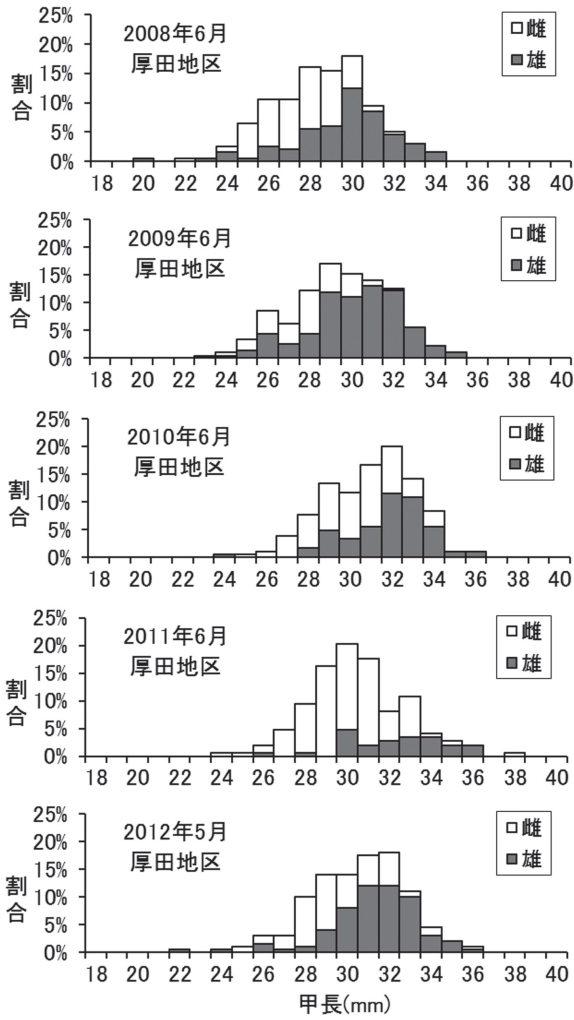


図3 春漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成 (2008～2012年5～6月, 石狩市厚田地区)

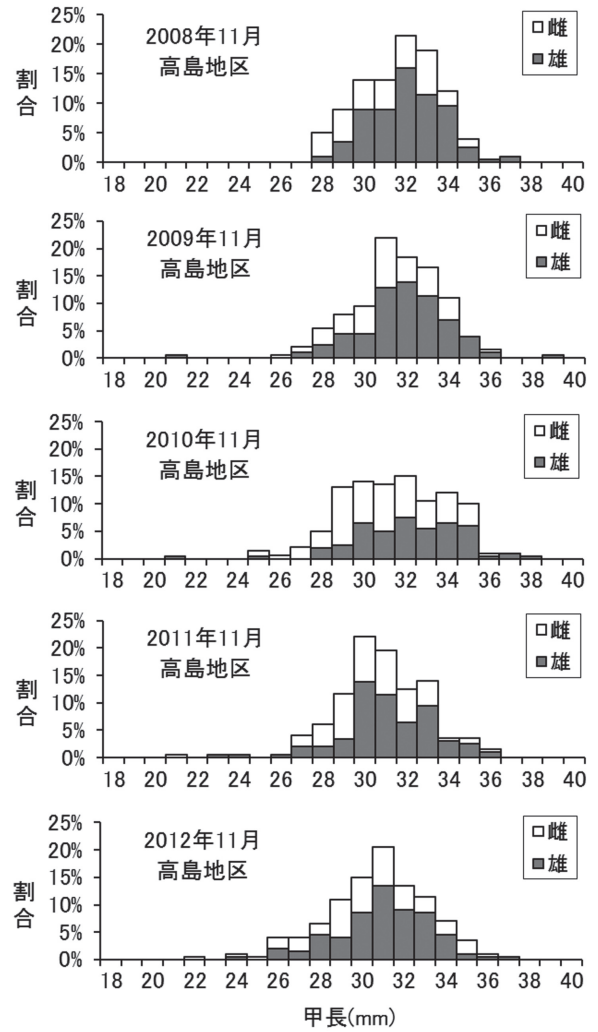


図4 秋漁におけるシャコ漁獲物の甲長組成 (2008～2012年11月, 小樽市高島地区)

1. 15 シラウオ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 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。そこで、資源管理に必要な生態知見を得る為に、平成元～3年に水産試験研究プラザ関連調査研究事業、平成4～8年には依頼調査・研究として各種調査を行った。その結果、産卵場、産卵生態、成長、移動回遊経路等の知見を得た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行う。

(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。

イ 生物標本の測定

本年度は、5月29日の刺し網漁業の漁獲物から標本を得て、生物測定を実施した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

石狩湾漁業協同組合石狩支所における漁獲量の経年

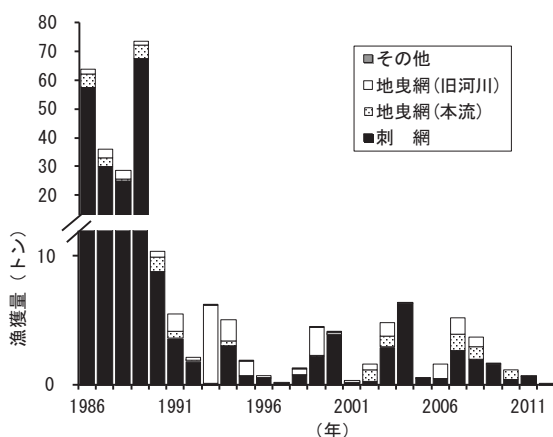


図1 漁獲量

変化を表1および図1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、現在に至るまで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。

主漁業である春季刺し網の漁獲量について見ると、2007年に約2.7トンの漁獲があったものの、その後年々減少して2012年には109kgと1993年に次ぐ過去2番目に少ない漁獲となった。また、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も本年は皆無であった。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

刺し網漁業で漁獲されたシラウオを見ると、5月29日では雄が3割に対して雌が7割と多く漁獲されていた(図2)。石狩川に分布するシラウオは産卵期を通して、性比の偏りがオスからメスに移ることが知られており¹⁾、5月末時点で産卵が終了に向かっていたことが伺える。また、体長については、オスは75～80mmモード、メスは85～90mmモードとなっていた(図2)。

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。漁業者の資源管理への意欲を削いでいる要因として、資源水準の低迷により、管理施策を実行しても資源回復に必要な産卵親魚が十分確保できない可能性があげられる。一方、2004年や2007年のような5トン前後の漁獲がみられる年があること、

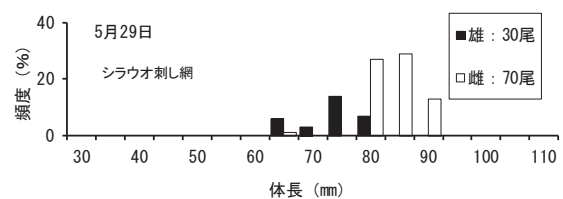


図2 春期のシラウオの体長組成

さらに未成魚を対象とした秋期の地曳網漁業が操業しておらず漁獲圧が減少したことなどから、現在は資源の回復が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、動向を把握し、その状況に合わせて回復施策¹⁾を再度提案して行く必要がある。

(4) 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)

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

- 1) 1997年は主対象であるワカサギの成長不良のため地曳網漁は休漁した。
 2) 2004年は春漁をすべて刺網、秋漁をすべて地曳網(旧河川)として集計した。
 3) 2009年より秋の地曳網漁業は廃業となった。

2. 海洋環境調査研究 (経常研究)

2. 1 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進展させる。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に示す。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バックネット(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ADCP(金星丸:RD 300kHz, 北洋丸:FURUNO CI-30)による流れの連続観測を行った。

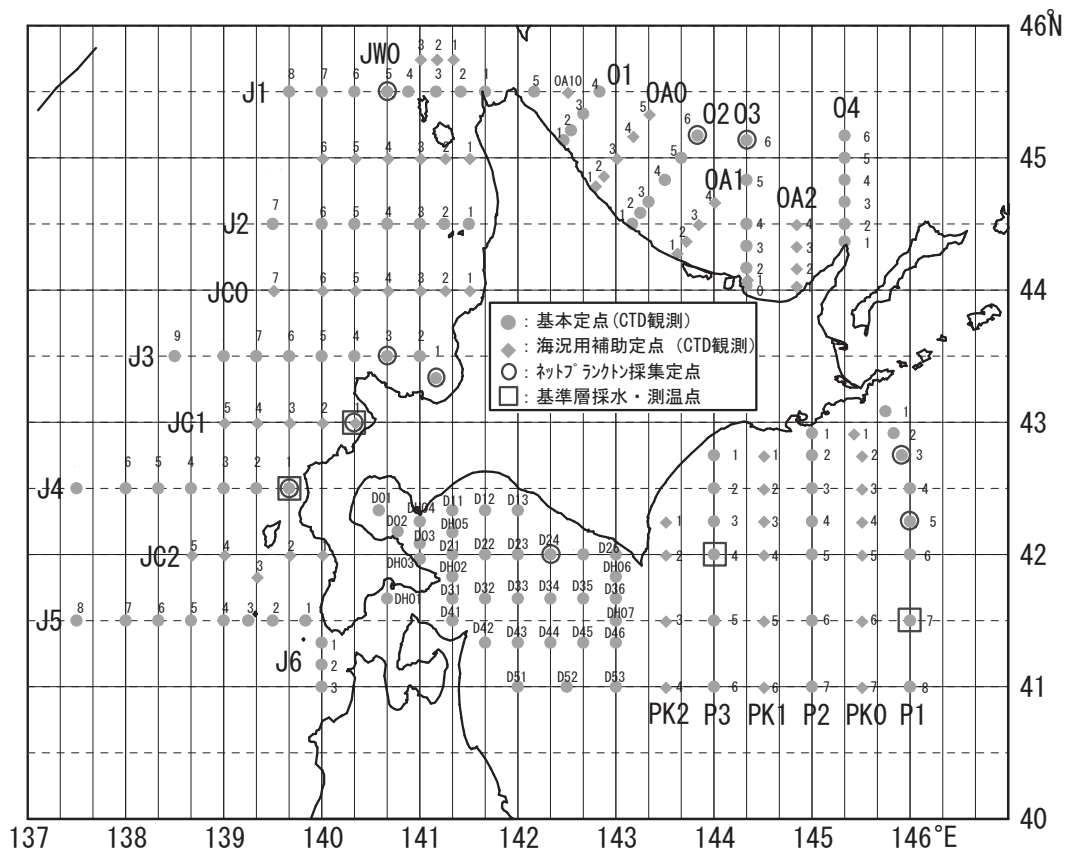


図1 北海道周辺海域における定期観測定点

表1 北海道周辺海域の定期観測の分担 (平成24年度)

調査海域	単位月	調査年月日	船名	担当水試
道北日本海海域	4	2012/4/10-4/18	北洋丸	稚内水試
道西道南日本海海域	4	2012/4/12-4/16	金星丸	中央水試
オホーツク海海域	4	2012/4/23-4/24	北洋丸	中央水試
道東太平洋海域	4	2012/4/16-4/22	北辰丸	釧路水試
道南太平洋海域	4	2012/4/20-4/25	金星丸	函館水試
道西道北日本海海域	6	2012/6/11-6/14	北洋丸	稚内水試
道西道南日本海海域	6	2012/5/28-5/31	金星丸	中央水試
オホーツク海海域	6	2012/6/4-6/6	北洋丸	中央水試
道東太平洋海域	6	2012/5/22-5/27	北辰丸	釧路水試
道南太平洋海域	6	2012/5/26-6/6	金星丸	函館水試
道西道北日本海海域	8	2012/7/29-8/1	北洋丸	稚内水試
道西道南日本海海域	8	2012/7/30-8/1	金星丸	中央水試
オホーツク海海域	8	2012/7/24-7/26	北洋丸	中央水試
道東道南太平洋海域	8	2012/7/26-8/1	北辰丸	釧路水試
道北日本海海域	10	2012/9/26-9/27	北洋丸	稚内水試
道西道南日本海海域	10	2012/9/20-9/24	金星丸	中央水試
オホーツク海海域	10	2012/9/19-9/20	北辰丸	釧路水試
オホーツク海海域	10	2012/9/12	北洋丸	稚内水試
道東太平洋海域	10	2012/10/15-10/17	北辰丸	釧路水試
道南太平洋海域	10	2012/10/30-11/1	金星丸	函館水試
道西道北日本海海域	12	2012/12/2-12/3	北洋丸	中央水試
道西道南日本海海域	12	2012/12/12-12/18	金星丸	中央水試
オホーツク海海域	12	2012/11/20-11/21	北洋丸	稚内水試
道東太平洋海域	12	2012/11/30-12/3	北辰丸	釧路水試
道南太平洋海域	12	2012/12/1-12/3	金星丸	函館水試
道西道北道南日本海海域	2	2013/2/12-2/26	北洋丸	中央水試
道東道南太平洋海域	2	2013/2/12-2/19	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	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	2012/4/11-4/14	J3-6, JC1-2, DH01	32	浅見大樹	定期*1
函館	2012/5/28-5/31	J4-6, JC1-2, DH01	24	田中伊織	定期*1
函館	2012/7/30-8/2	J4-6, JC1-2, DH01	24	品田晃良	定期*1
函館	2012/9/20-9/22	J3-6, JC1-2, DH01	32	浅見大樹	定期*1
函館	2012/12/11-12/18	J4-6, JC1-2, DH01	21	栗林貴範・本間隆之	定期*1・日ロ*2・資源*3
調査船名: 北洋丸 (定繋港稚内港)					
稚内	2012/4/23-4/25	O1-3, OA0-2	25	品田晃良・板谷和彦	定期*1・ホタテ成長*4・スケソ仔稚魚*5・ホッケ仔稚魚*6
稚内	2012/5/8-5/11	JW1-2, L1-2	30	西田芳則・エコニクス(株)3名	生産*7・武蔵*8
稚内	2012/6/4-6/7	O1-3, OH01, 06, 11, OA0-2	47	浅見大樹・嶋田宏	定期*1・貝毒*9・ホタテ採苗*10
稚内	2012/7/24-27	O1-4, OA0-2	37	嶋田宏・三好晃治・清水茂雅	定期*1・貝毒*9
稚内	2012/12/2-12/4	J1-2, JW1	17	西田芳則	定期*1・日ロ*2
稚内	2013/2/12-2/14	J1-2, JW1	19	西田芳則・鈴木祐太郎・城幹昌	定期*1・日ロ*2・資源*3・ホッケ仔稚魚*6・スケソ卵*11
稚内	2013/2/22-2/26	J3-4, JC1	17	栗林貴範・三原行雄	定期*1・日ロ*2・資源*3・ホッケ仔稚魚*6・スケソ卵*11

- *1 海洋環境調査研究(定期海洋観測、漁況・海況予報調査)
- *2 水産技術国際交流事業(日ロ共同コンブ調査)
- *3 資源評価調査(スケトウダラ新規加入量調査)
- *4 ホタテガイ成長モニタリング調査
- *5 スケトウダラ仔稚魚分布調査
- *6 ホッケ仔稚魚分布調査
- *7 海洋環境調査研究(石狩湾低次生産調査)
- *8 武蔵堆環境調査
- *9 貝毒プランクトン調査
- *10 オホーツク海ホタテガイ採苗安定化調査
- *11 スケトウダラ卵分布調査

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

対馬暖流（指標：100m層水温6℃以上）が北海道の西岸に沿って順調に流れています。松前沖では、暖流の幅が狭くなっており、強い北上流になっています。対馬暖流の流量は、前回2月では例年の2割程度でしたが、今回は例年の2倍程度と強勢に転じています。

水温は、対馬暖流が流れる低層（深度100m、深度200m）で、例年よりも1～3℃高くなっています（水温偏差表参照）。

余市における旬平均水温は4月上旬では「かなり低い」でしたが、その後昇温し、4月下旬では「やや高い」になっています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸を沿岸親潮（*1、指標：水温2℃以下）が広く覆っており、その先端はえりも岬を超え道南太平洋に達しています。また、北緯41度、東経144度と北緯42度、東経145度付近に黒潮系北上暖水がみられます（指標：50m層水温6℃以上）。

水温は、黒潮系北上暖水が分布する海域で、例年よりも2～5℃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（指標：50m層水温4℃以上）。

水温は、宗谷暖流が流れる海域で例年よりも1～2℃高くなっています（水温偏差表参照）。

☆道南太平洋海域

沿岸親潮が道南太平洋の沿岸側を覆っており、その先端は噴火湾湾口部近くにあり（指標：50m層水温2℃以下）。津軽暖流は沿岸モード（*2）です。

水温は、津軽暖流が分布する海域で、例年よりも1～3℃高くなっています（水温偏差表参照）。

5月下旬～6月上旬の海況

☆日本海海域

松前沖と積丹半島沖に暖水域（指標：100m層水温7℃以上）があり、せたな沖、雄冬岬沖および宗谷岬沖では沖合冷水（指標：100m層水温4℃以下）の本道側への張り出しがみられます。このため、対馬暖流（指標：100m層水温6℃以上）は暖水域の西方、沖合冷水の東方を流れ、蛇行した流路になっています。対馬暖流の流量は、前回4月では例年の2倍程度と強勢でしたが、今回は例年の半分程度と弱勢に転じています。

水温は、暖水域のみられる海域で例年よりも1～3℃高く、沖合冷水の張り出す海域で例年よりも1～3℃低くなっています（水温偏差表参照）。

余市における旬平均水温は、5月下旬と6月上旬では「かなり高い」でしたが、その後降温し、6月中旬では「やや高い」になっています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸を沿岸親潮（*1、指標：水温2℃以下）が広く覆っており、その先端はえりも岬付近にあります。北緯41度、東経146度付近には黒潮系北上暖水がみられます（この場合の指標：50m層水温7℃以上）。また、えりも岬南方では広く暖水域がみられます（指標：50m層水温7℃以上）。

水温は、暖水が分布する海域で、例年よりも2～5℃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（指標：50m層水温4℃以上）。

宗谷暖流よりも沖合では、表面水温が例年よりも1～2℃高くなっています（水温偏差表参照）。

☆道南太平洋海域

津軽暖流は渦モード（*2）へ移行中です。

水温は、噴火湾湾口部の海域で、例年よりも1～3℃低くなっています（水温偏差表参照）。

7月下旬～8月上旬の海況

☆日本海海域

岩内湾のはるか西方に暖水渦（指標：100m層水温7℃以上）、松前沖と雄冬岬沖に冷水域（指標：100m

層水温4℃以下)がみられます。このため、松前沖では岸寄りを流れている対馬暖流(指標:100m層水温6℃以上)は、せたな沖から分枝し、1つは本道沿岸を、もう1つは暖水渦の西方を迂回し北上しています。対馬暖流の流量は、前回6月では例年の半分程度でしたが、今回も前回と同程度であり、弱勢が続いています。

水温は、積丹半島のはるか沖合で2~3℃高くなっているのを除き、水温躍層のある深度50mと深度100mを中心に例年よりも低い海域が広くみられます(水温偏差表参照)。この低水温化の要因として、対馬暖流の流量が少ないことによる熱輸送量の低下、天候不順に起因した昇温の遅れ、などが考えられます。

余市における旬平均水温は、6月下旬では「平年並み」でしたが、その後は「やや高い」で推移しています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸を親潮(指標:100m層水温5℃以下)が広く覆っており、その先端はえりも岬付近にあります。また、えりも岬沖合の北緯41度40分以南では、黒潮系北上暖水がみられます(指標:50m層水温7℃以上)。

水温は、親潮が分布する海域で例年よりも1~3℃低く、暖水が分布する海域で例年よりも1~6℃高くなっています(水温偏差表参照)。

☆道南太平洋海域

津軽暖流は、前回に引き続き、渦モード(*2)へ移行中です。

水温は、表面で例年よりも2~4℃高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(指標:50m層水温7℃以上)。また、宗谷岬西方には冷水帯(指標:表面水温10℃以下)がみられます。

水温は、全般に、例年よりも低い海域が多くなっています(水温偏差表参照)。

9月下旬~10月下旬の海況

☆日本海海域

積丹半島西方に暖水渦(指標:100m層水温8℃以上)、松前西方に暖水域(指標:100m層水温7℃以上)がみられます。また、宗谷岬西方、羽幌沖とせたな沖では、沖合冷水(指標:100m層水温5℃以下)の沿岸方向への張り出しがみられます。このため、対馬暖流(指標:100m層水温6℃以上)は、暖水域の西方、冷水域の東方を通る蛇行した流路になっています。対馬暖流の流

量は、前回までは弱勢が続いていましたが、今回は強勢に転じ例年よりも多くなっています。対馬暖流が沿岸よりを流れるせたな沖では、深度30m以浅の流れが例年よりも強くなっています。

水温は、表面の全域で例年よりも4~7℃高くなっています(水温偏差表参照)。また、北緯42度以北の深度50m,100mでは、沖合冷水が東方に張り出す海域で、水温は例年よりも1~6℃低くなっています(水温偏差表参照)。

余市における旬平均水温は、9月上旬から10月中旬まで「非常に高い」状態が続いていましたが、10月下旬では「やや高い」まで低下しています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸では道東沿岸流(*3)が流れており、その沖合では親潮(指標:100m層水温5℃以下)に広く覆われています。

水温は、道東沿岸流が流れる海域で例年よりも1~2℃高く、親潮が分布する海域で例年よりも1~3℃低くなっています(水温偏差表参照)。

☆道南太平洋海域

津軽暖流は、渦モード(*2)になっています(指標:200m層水温7℃以上)。

水温は、表面を中心に例年よりも1~2℃低くなっていますが(水温偏差表参照)、この要因として、観測時期が例年よりも1ヶ月遅いことが考えられます。

☆オホーツク海海域

オホーツク海沿岸を宗谷暖流が流れています。しかし、50m深水温の水平分布から、紋別沖を境に南方の沿岸水温が低下しており、宗谷暖流は紋別以南からオホーツク中冷水の影響を強く受けて流れています。

水温は、表面の全域で例年よりも2~7℃高くなっていますが、50m以深では例年よりも低い海域が広くみられます(水温偏差表参照)。

11月中旬~12月中旬の海況

☆日本海海域

対馬暖流(指標:100m層水温6℃以上)が本道の沿岸寄りを北上しています。また、沖合冷水(指標:100m層水温4℃以下)の本道側への張り出しが広くみられます。このため、対馬暖流の幅は狭く、大きな蛇行はみられません。対馬暖流の流量は例年よりも6割程度多くなっています。

水温は、積丹半島以南では、表面から深度100mまで例年よりマイナス傾向で、2~5℃低くなっているところ

ろが多くなっています(水温偏差表参照)。また、道北では、対馬暖流が流れる利尻島・礼文島の西方で、例年よりも1～2℃高くなっています(水温偏差表参照)。

余市における旬平均水温は、10月下旬以降、11月上旬の「平年並み」を除き、「やや高い」でしたが、12月中旬では「やや低い」になっています。

☆道東太平洋海域

道東沿岸流(*3)が道東沿岸を流れており、親潮(指標:100m層水温5℃以下)が道東沖合の深度100m以深を広く覆っています。また、えりも岬沖では津軽暖流が道東海域まで張り出しており、津軽暖流と道東沿岸流・親潮との間に強い水温前線が形成されています。

水温は、黒潮系北上暖水(指標:50m層水温10℃以上)がみられる北緯41度30分、東経146度付近を除き、全体的に例年よりも1～3℃低くなっています(水温偏差表参照)。

☆道南太平洋海域

津軽暖流は、前回に引き続き、渦モード(*2)になっています(指標:100m層水温10℃以上)。

水温は、ほぼ例年並になっています(水温偏差表参照)。

☆オホーツク海海域

枝幸沖の北緯45度以南の表層では東カラフト海流の接岸がみられます。このため、宗谷暖流は枝幸沖から潜流となり流れています。

水温は、表層を中心に深度50m以浅では例年よりも2～3℃高く、深度100m以深では1～3℃低くなっている海域がみられます(水温偏差表参照)。

2月中旬～下旬の海況

☆日本海海域

対馬暖流(指標:100m層水温6℃以上)は、積丹半島以南では本道の沿岸寄りを、道北では利尻・礼文島の西方を北上しており、ほぼ直進した流路になっています。また、宗谷海峡近海ではオホーツク海水の流入がみられ(指標:表面水温2℃以下)、その一部は本道沿岸寄りを南下しています。対馬暖流の流量は、前回に引き続き、例年よりも多くなっています。

水温は、積丹半島以南の沿岸側で例年よりも1～2℃高い他は、例年よりも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、1月上旬から下旬では「かなり低い」でしたが、2月中旬からは「平年並み」になっています。

☆道東太平洋海域

道東海域一帯を親潮が覆っており、黒潮系北上暖水はみられません。また、道東沿岸では沿岸親潮(*1, 指標:水温1℃以下)が流れ、その先端はえりも岬まで達しています。

水温は、例年よりも低い海域が広くみられ、特に北緯41°東経144°～146°の海域では、水温は例年よりも1～3℃低くなっています(水温偏差表参照)。

☆道南太平洋海域

沿岸親潮が胆振・日高の沿岸域を覆っています。津軽暖流は沿岸モード(*2)ですが(指標:100m層水温6℃以上)、えりも岬沖の北緯41°30′、東経143°では、津軽暖流から派生した水塊がみられます(指標:100m層水温5℃)。

水温は、沿岸親潮が分布する胆振・日高の沿岸域で例年よりも1～2℃低くなっています。また、噴火湾湾口沖合では、水温は例年よりも1～2℃高くなっています(水温偏差表参照)。

水温偏差表*:中央水産試験場資源管理部海洋環境グループのホームページに掲載されています

(<http://www.fishexp.hro.or.jp/cont/central/section/kankyuu/index.html>)

*1:オホーツク海の海水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崎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。今年度は4月と12月の流量が約2.0Svで例年よりも多く、6月と8月の流量が約0.5Svと例年よりも少なかったのが特徴である。

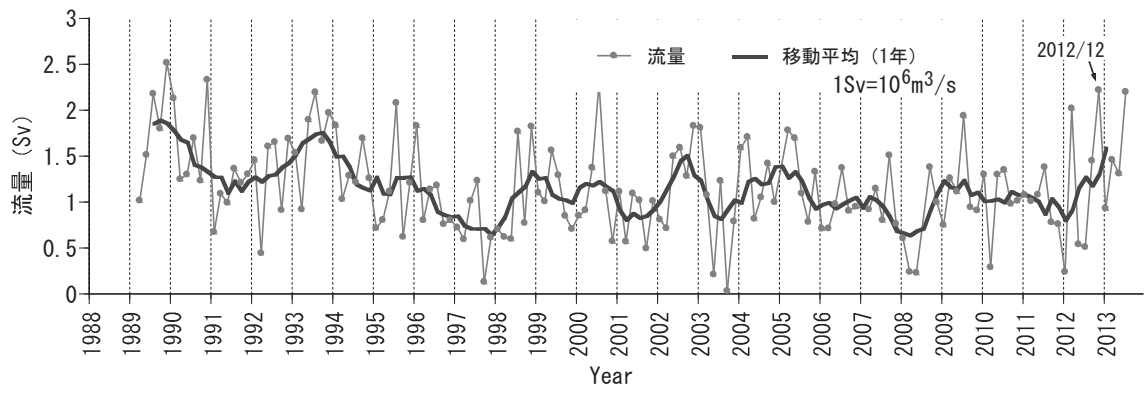


図2 対馬暖流傾圧地衡流量の経年変化

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; 世界測地系) および沖合冷水域の定点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調査を実施した。平成24年度は、J41で4, 6, 8, 10, 12, 2月の計6回, J46で12月に1回の調査をそれぞれ行った。

採水深度は、J41で表面, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500mまで (クロロフィルは深度200mまで), J46で表面を基準とし、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 (NO₃-N), 亜硝酸態窒素 (NO₂-N), アンモニウム態窒素 (NH₄-N), リン酸態リン (PO₄-P) および溶存態ケイ素 (DSi) の5項目を栄養塩自動分析計 (QuAAtro 2-HR: ビーエルテック社製) により分析した。クロロフィル (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 (10-AU: 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23年2月, 平成24年2~6月, 平成25年2月のNO₃-N, PO₄-P, DSi濃度および平成23年4月, 平成24年2~6月および平成25年2月のCHL濃度の鉛直分布を深度200mまでそれぞれ示す。平成24年2~6月の栄養塩類濃度をみると、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、4月に表層付近で高い値を示した。これらのことは、栄養塩類が2月に表層へ供給され、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、2月の表層における栄養塩類濃度を平成23年, 24年および25年で比較すると、平成24年がDSiを除いて最も高い分布を示した。

平成24年2月の表面栄養塩類濃度は、NO₃-N, PO₄-PおよびDSiでそれぞれ6.2, 0.452および8.2μMと、DSi以外は前年の濃度 (それぞれ5.7, 0.449および9.1μM) より高く、過去23年間 (平成元~平成23年) の平均濃度 (それぞれ5.2, 0.446および7.8μM) と比較して3項目ともに高い値を示した (図2)。

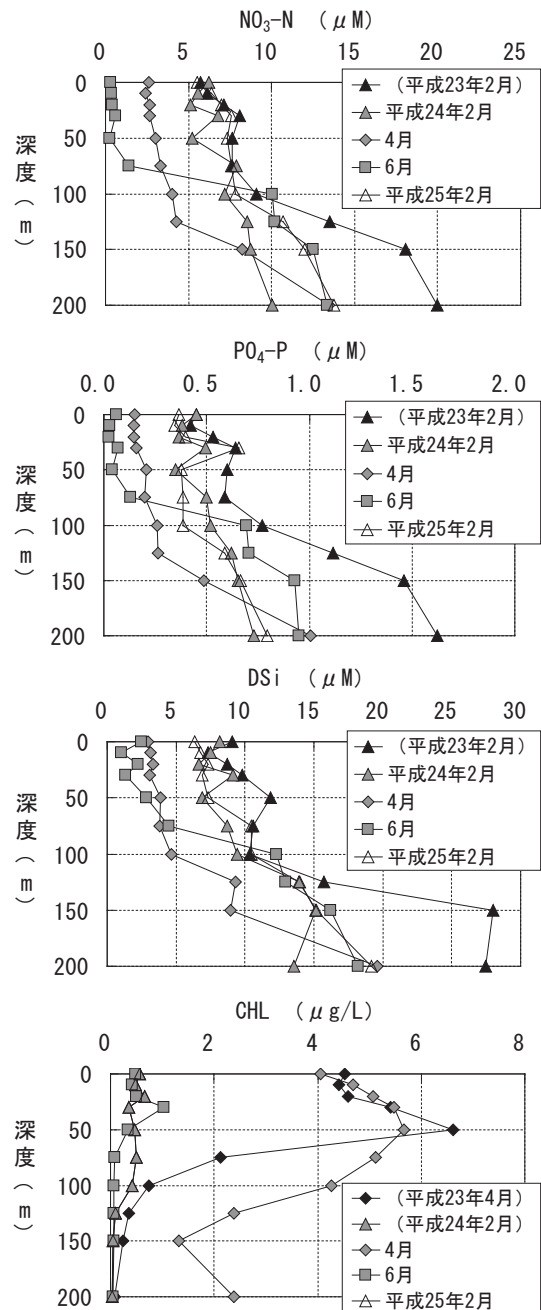


図1 対馬暖流域 (J41) におけるNO₃-N, PO₄-P, DSiおよびCHL濃度の鉛直分布

平成25年2月の表面栄養塩濃度は、NO₃-N、PO₄-PおよびDSiでそれぞれ5.5、0.367および6.4μMと、3項目で前年の濃度より低く、過去24年間（平成元～平成24年）の平均濃度（それぞれ5.2、0.442および7.7μM）と比較して3項目ともに低い値を示した(図2)。このことは、2月の表層混合層深度が過去24年間の平均深度(110m)より深かった(134m)が、表面水温が過去24年間の平均表面水温(7.3℃)に比べて高く(7.5℃)、貧栄養である対馬暖流の勢力が例年に比べて強かった

ことにより、混合層深度が深かったわりに栄養塩類が表層まで供給されなかったためと考えられる。このことは、本道対馬暖流域における平成25年の春季珪藻ブルームの規模や時期、期間、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。

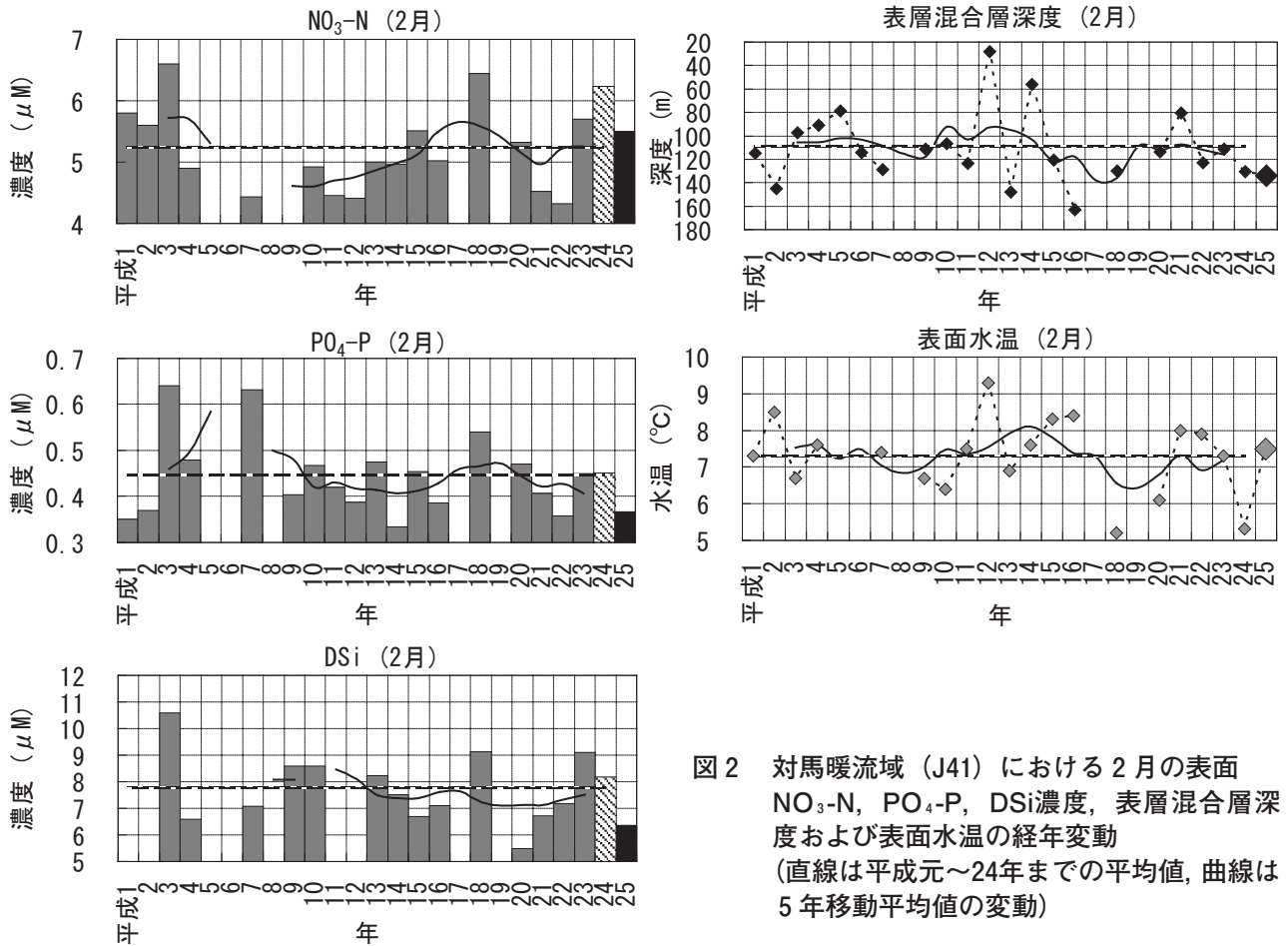


図2 対馬暖流域 (J41) における2月の表面NO₃-N、PO₄-P、DSi濃度、表層混合層深度および表面水温の経年変動 (直線は平成元～24年までの平均値、曲線は5年移動平均値の変動)

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

(1) 目的

漁業資源の源である動物プランクトン量が長期的にどのように変化していくのかを全道規模 (J4,J3,J1,O2,O3,P1,P5 定線上の合計10観測点で偶数月を基本に採集) で監視し、長周期で変動を繰り返すマイワシ、サンマ、マサバ、ニシン等浮魚類の資源変動要因の調査研究に資することを目的とする。

(2) 経過の概要

2012年も例年同様に、中央水試、函館水試、釧路水試、網走水試、稚内水試が共同で、3隻の水試調査船 (金星丸、北辰丸、北洋丸) によって調査を実施した。なお、1989年から継続実施している本調査に際しては、1995年12月以前は従来型の北太平洋標準ネット (ノルパックネット、網目幅0.33mm、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 (海底水深の浅いO26では300m) 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、夜間採集のほうが昼間採集よりも生物量が多い。このため、動物プランクトン湿重量の季節変化および経年変動の解析に際しては、1989~2007年に採集された湿重量の全データから、採集時間の昼夜別の湿重量の平均値を海域別に求め、得られたファクター ($f = \text{夜間採集試料湿重量} / \text{昼間採集試料湿重量}$ 、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

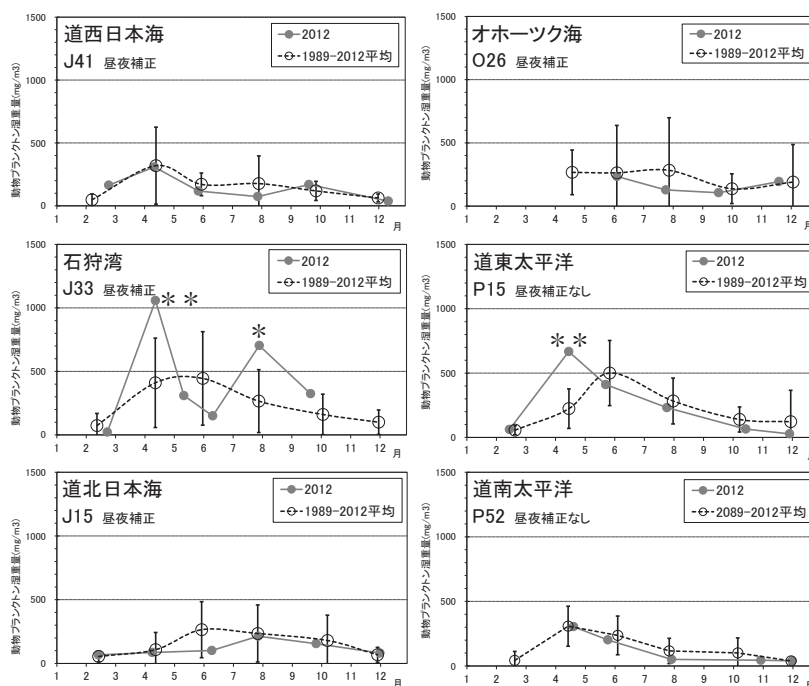


図1 2012年の海域別6定点における動物プランクトン湿重量 (深度150m鉛直曳, 昼夜補正済の値) および1989~2012年の平均値 (誤差範囲は標準偏差) の季節変化

*はクラゲ類を多く含んでいたことを示す。

**は植物プランクトンを多く含んでいたことを示す。

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、道西日本海J41における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。

(3) 得られた結果

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。2012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、4月にそれぞれ1058 mg/m³お
よび667mg/m³の季節ピークを示したが、これら2試
料には植物プランクトンが多く混入していたため、実
際の動物プランクトン現存量はこの半分程度と考える
べきであろう。その他4海域における動物プランク
トン現存量の季節変化をみると、道西日本海J41およ
び道南太平洋P52では4月に季節ピークが認められ
た。道北日本海J15およびオホーツク海O26では季
節変化は不明瞭であった。2012年の動物プランク
トン現存量の季節ピークの値を23年間（1990～2012
年）の平均値と比較すると、総じて「例年並み」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～
2012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2mm以上, ヤムシ類につい
ては体長5mm以上, その他の分類群については体長
2mm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

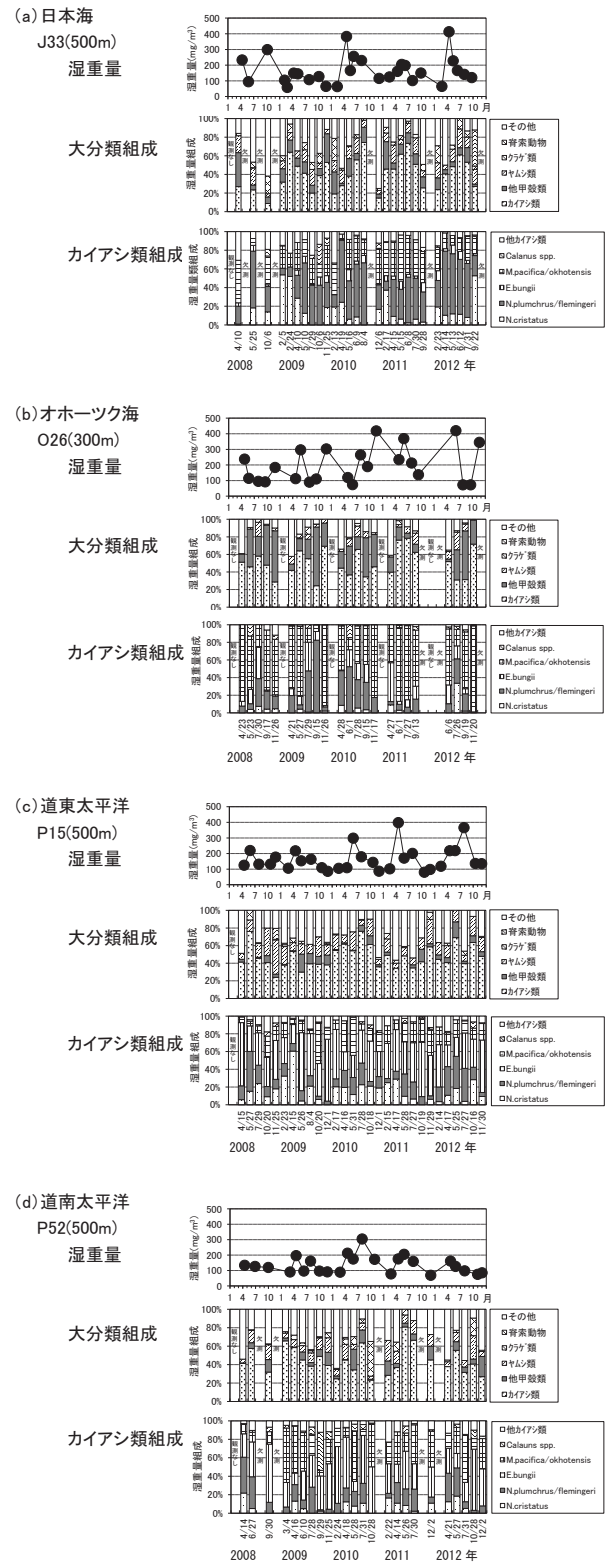


図2 2008～2012年の海域別代表4定点における動物プランクトン（深度500/300m鉛直曳）のバイオマス組成の季節変化

見ら2010), 2012年春季は2010および2011年に続いて*Neocalanus*属 (*N. plumchrus*) が多く出現した。この原因は, 春季の対馬暖流弱勢 (2010年) や大規模な春季珪藻ブルーム (2010, 2011および2012年) が*Neocalanus* 属の未成体の分布を拡大かつ成長を促進したことにあ
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731mg/m²のピークを示した。2012年のクロロフィルa濃度の季節ピークの時期と値を23年間 (1990~2012年) の平均値と比較すると, 道西日本海における植物プランクトン現存量のピーク時期は例年並み, ピーク時の値は例年よりもかなり高めであった。

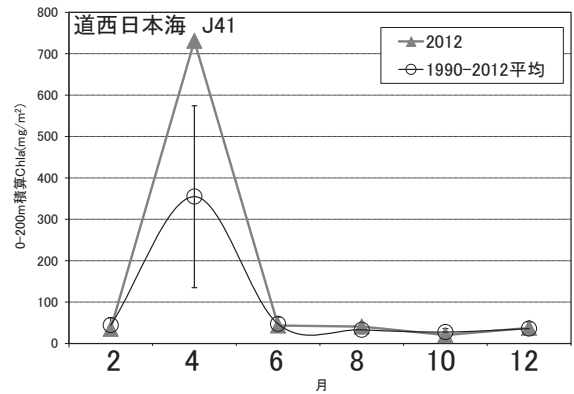


図3 2012年J41における水柱積算クロロフィルa濃度および1990~2012年の平均値 (誤差範囲は標準偏差) の季節変化

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。

2012年度の旬平均水温の推移で特徴的であったのは、9月上旬から10月中旬にかけて、「非常に高い」状態が持続したことがあげられる。

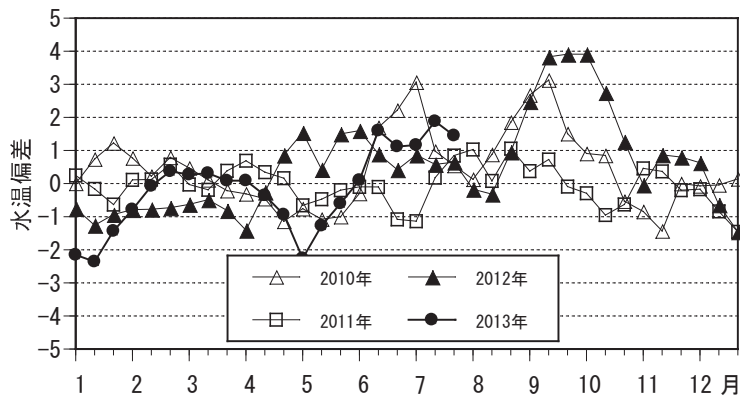


図1 余市旬平均水温の平年値からの偏差 (平年値は1971-2000年の平均)

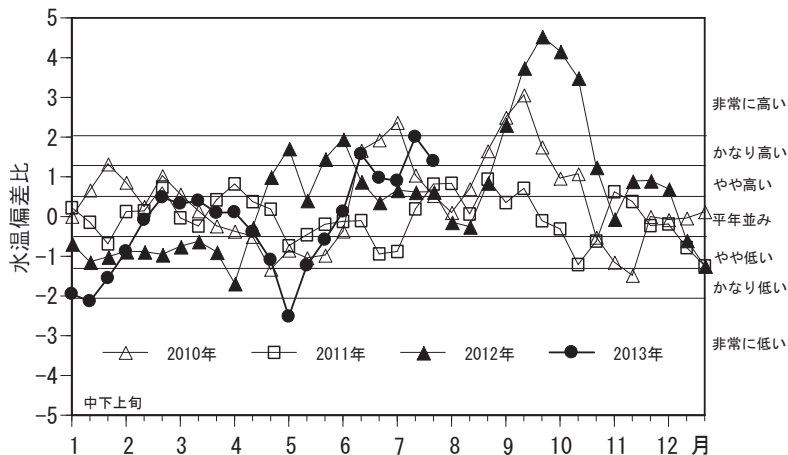


図2 余市旬平均水温の平年値からの偏差比 (平年値は1971-2000年の平均)

(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。

2012年4月から2013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。夏季に高気温に見舞われた2010年では7月下旬から9月中旬まで最高気温旬平均値が25℃以上であったが、今年度では、2010年度とほぼ同様に、最高気温旬平均値が25℃以上になることが多かった。次に、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。夏季から初冬にかけては最高気温旬平均値、最低気温旬平均値ともに約2ヶ月周期の変動が顕著にみられた。冬季においても周期的な変動はみられるが、両旬平均気温は平年並みか、平年よりも低めで推移した。

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。今年度の積雪量は、各旬において、平年を上回ることが多かった。

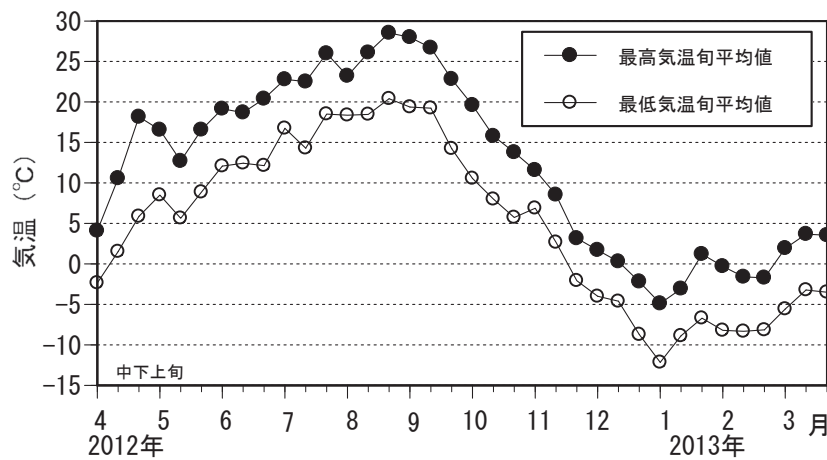


図3 試験場敷地内における最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の旬変化 (2012年度)

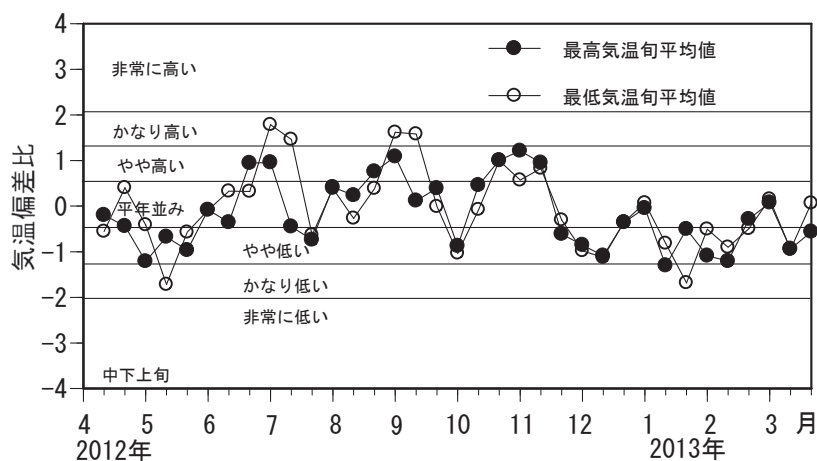


図4 試験場敷地内における最高気温旬平均値と最低気温旬平均値の平年値からの偏差比 (2012年度)。平年値は1971-2000年の平均。

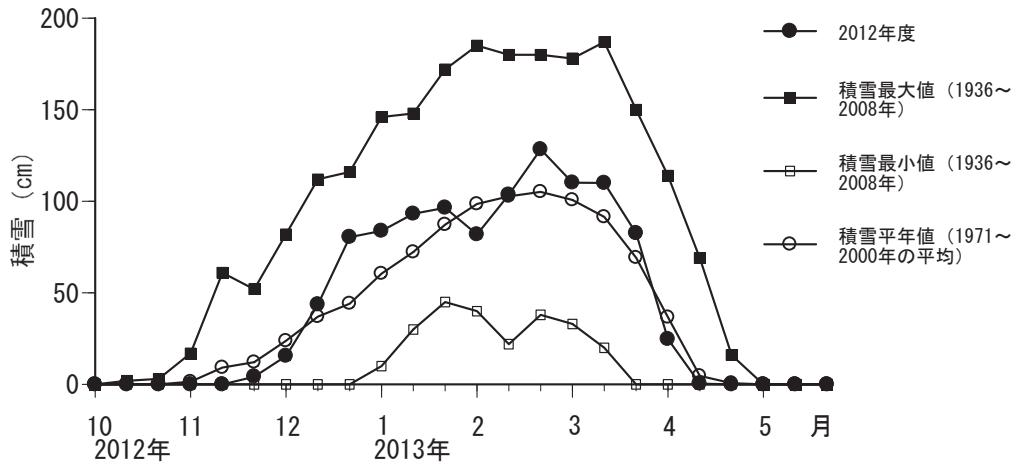


図5 試験場敷地内における旬最大積雪量の変化 (2012年度)

(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。2012年度の深度0m層の

結果を図6に示す。2012年度の春季から秋季にかけての水温は例年よりも高く推移した。また2012年度の特徴として、秋季から冬季にかけて、硝酸態窒素濃度、リン酸態リン濃度が例年よりも高く推移したことがあげられる。

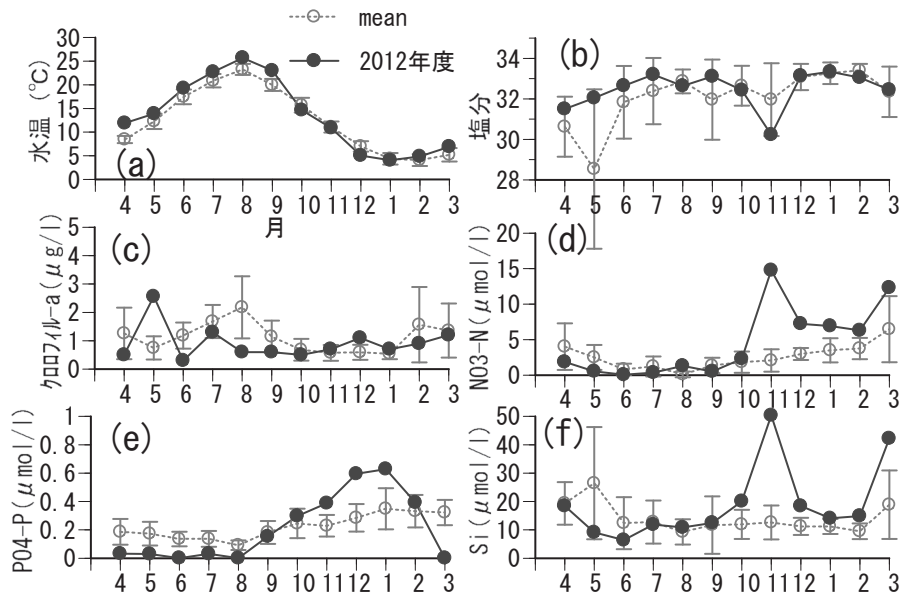


図6 忍路モニタリング定点における表面の (a) 水温, (b) 塩分, (c) クロロフィルa量, (d) 硝酸態窒素, (e) リン酸態リン, (f) ケイ酸態ケイ素の2012年度, および2001年~2008年平均値の月変化。図中の縦線は標準偏差を示す。

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。

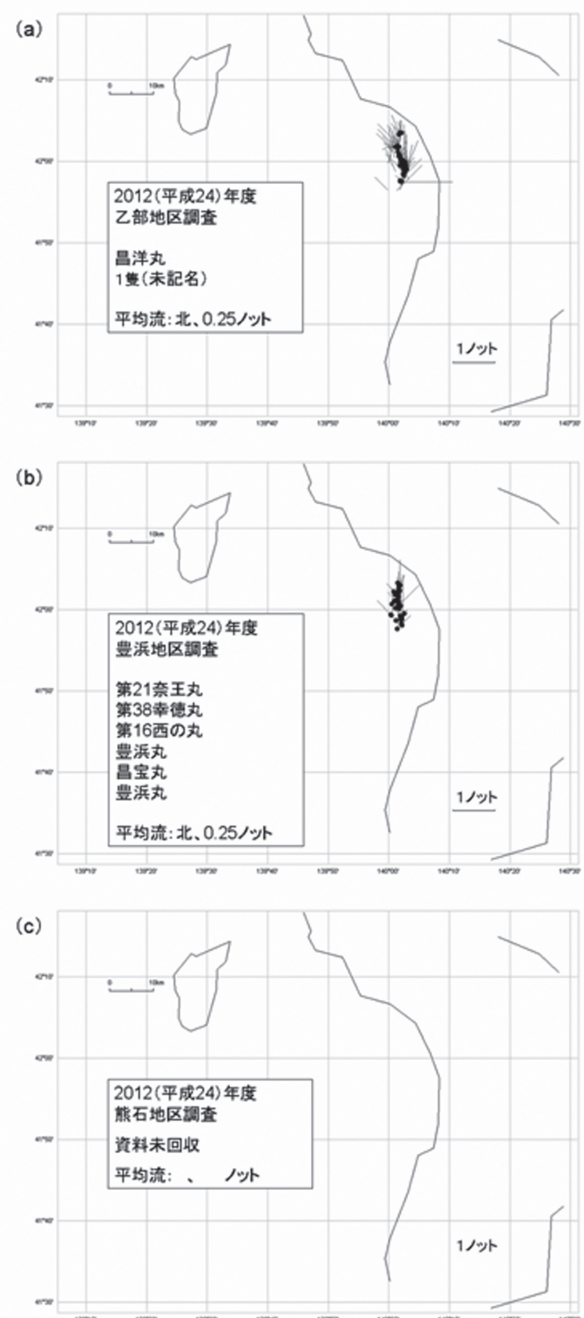


図1 投縄前海流調査情報から得られた地区別全海流ベクトル (2012年11月～2012年1月)
 (a) 乙部地区, (b) 豊浜地区, (c) 熊石地区。

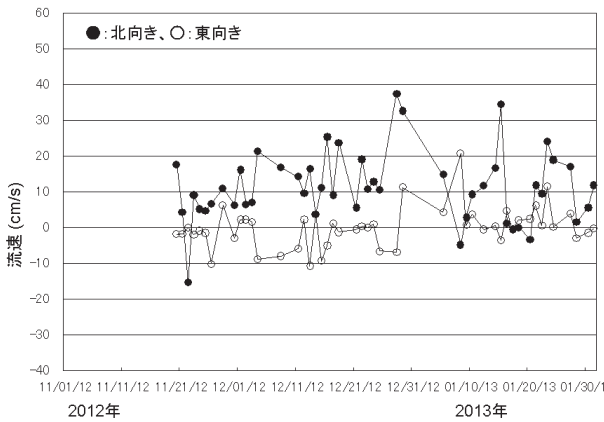


図2 漁場内日平均海流の時系列 (2010年11月～2011年1月)
●：南北成分 (正：北向き), ○：東西成分 (：東向き)。

(3) 2012年度に得られた沖合の流れの結果

2012 (平成24) 年度は乙部地区, 豊浜地区, 熊石地区の延べ8漁船から投縄前に行う海流調査情報の提供を受けた(熊石地区は未回収)。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(2012年11月～2013年1月)を図1に示した。地区別の平均流は, 北0.25ノット(乙部地区), 北0.25ノット(豊浜地区)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0.25ノットであった。この結果は2011年度に得られた平均流の結果(北0.25ノット)と同じであった。

2012年度に乙部地区, 豊浜地区の延べ8漁船から得られた漁場内の日平均海流時系列(2012年11月～2013年1月)を図2に示した。漁期前半は長周期振動が不

鮮明であり, 振幅も0.1ノット程度で, これまでに見られない状況にあった。年明けの漁期後半は, 周期8～18日で振幅が0.2～0.3ノットの南北方向の長周期振動流が再び卓越して現れ, 例年並みの状況に戻った。2011年度の場合0.5ノット弱程度の振幅の大きい年だったのに比べ, 2012年度は漁期を平均すると振幅の小さいという特徴があった。2006年度以降, 周期の範囲は5～20日の間にあるので, 周期に対しては例年並みであった。

(4) 2012 (平成24) 年度に得られた陸棚上の流れ

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。

(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, 毎年松山すけとうだら延縄漁業協議会代議員会(2012年度は2012年11月8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 北方沖合域の生物生産向上に関する基礎調査

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

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、プランクトンなどの餌生物を増大させて資源回復を狙うものである。しかし、この海域の流況、基礎生産などの知見が十分には得られていないため、人工礁の設置が上記効果をもたらすかどうかはわかっていない。そこで、当海域の湧昇の有無、人工礁の効果の算定に必要な流れの特性などを季節毎に把握することを目的とする。

(2) 経過の概要

2012年5月8日から10日にかけて、図1に示した調査点(JW1線, L1線, L2線, J2線)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)を実施した。なお、本年度が本事業の最終年度であるため、3ヶ年の結果をまとめて報告する。

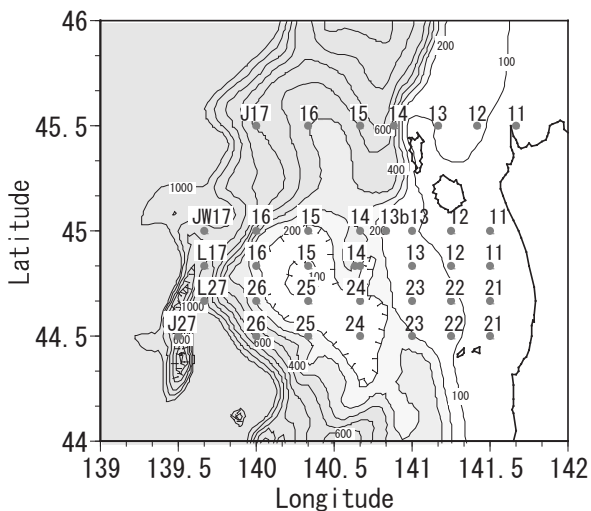


図1 武蔵堆周辺海域の水深と海洋観測点。なお、武蔵堆はL15およびL25付近を中心とした浅海域をいう。

(3) 得られた結果

ア 大規模な湧昇の有無を確認するための現地観測

L1線上の密度(σ_t)の鉛直断面を図2に示す。武蔵堆直上の密度の等値線の形状は、いずれの季節においても上に凸にはなっていない。したがって、当海域の深度100m付近では湧昇は生じていないことがわかった。

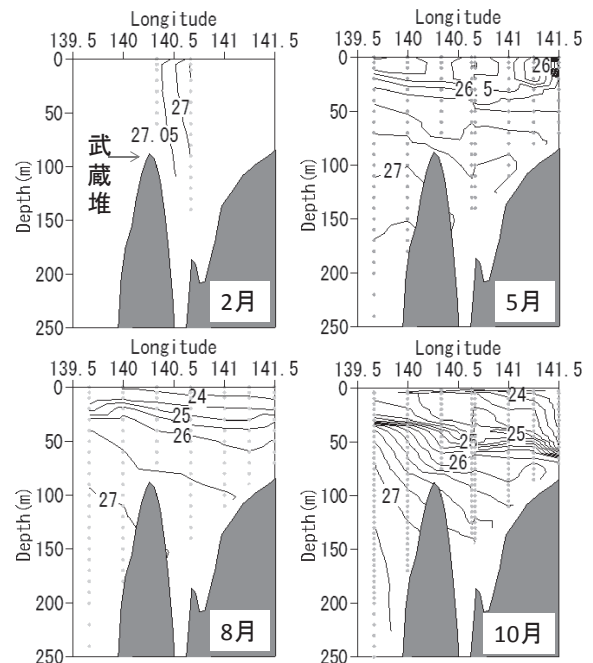


図2 L1線上の密度(σ_t)の鉛直断面

イ 武蔵堆周辺海域を流れる対馬暖流の流路

武蔵堆周辺海域の深度50mにおける流速ベクトルの水平分布を図3に示す。日本海では、強い流れは対馬暖流によってもたらされるが、現地観測により、対馬暖流は武蔵堆の南方で東西に分枝することがわかった。武蔵堆の西方を流れる対馬暖流は等深線に沿って北上しており、このことは、対馬暖流は渦度変化(水柱の伸び縮み)を嫌う性質があることを示している。したがって、対馬暖流は武蔵堆を迂回して流れるため、武蔵堆直上では強い流れは発生しないことが考えられた。

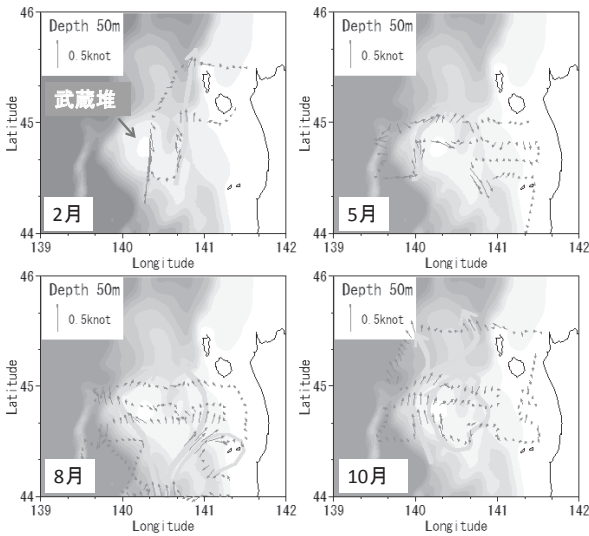


図3 武蔵堆周辺海域の深度50mにおける流速ベクトルの水平分布

ウ 対馬暖流の流れの特徴

武蔵堆周辺海域における実測流速と傾圧流速の鉛直分布を図4に示す。対馬暖流の実測流速と水温、塩分から求められる傾圧地衡流速の鉛直分布はよく一致している。このことは、対馬暖流は地衡流平衡を保ちながら流れていることを示している。一般に下層の密度の水平傾度は表層に比べ小さいので、深所では強い流れは生じない。このように下層の流速が速くならないことが、武蔵堆周辺海域で大規模な湧昇が生じない理由と考えられる。

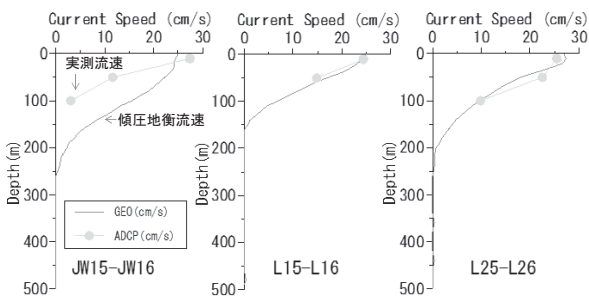


図4 武蔵堆周辺海域における実測流速と傾圧流速の鉛直分布

エ 武蔵堆表層の内部波動

東経140° 20' 線上の密度 (σ_t) の鉛直断面を図5に示す。冬季の鉛直混合期を除き、表層の等値線の形状は武蔵堆直上で下に凸、武蔵堆の南北で上に凸にな

っており、内部波の発生が示唆される。そこで、密度分布と流速をもとに密度フルード数を計算し、この値を過去の室内実験(界面波動)の結果と比較したところ、武蔵堆直上の表層で内部波動が発生してもおかしくないという結果が得られた。

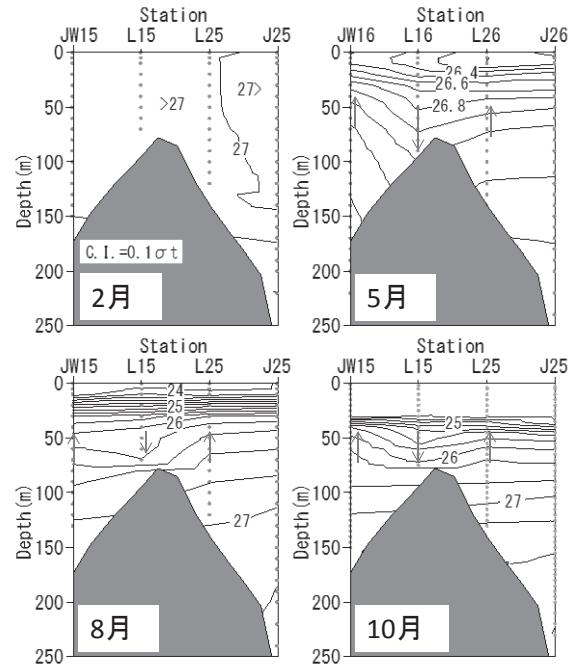


図5 東経140° 20' 線上の密度 (σ_t) の鉛直断面

オ 武蔵堆周辺海域の平均的な流速、密度の鉛直分布の作成

人工礁設置により、武蔵堆表層で内部波動による下層からの栄養塩添加は皆無ではないということが推察された。そこで、湧昇に有効的な人工礁の形状の開発など、今後の研究に寄与するため、効果算定に不可欠である平均的な流速、密度の鉛直分布を過去の水温、塩分資料を用いて導出し、その結果は図6に示す。

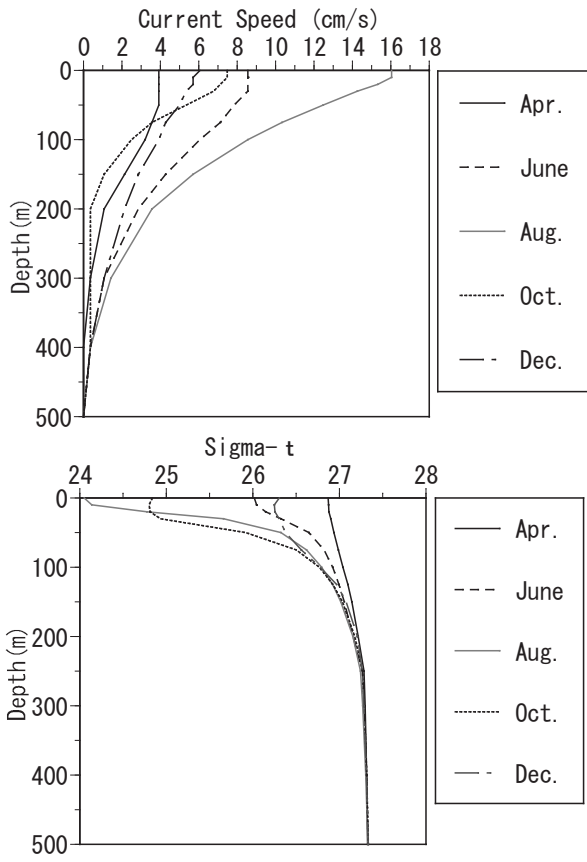


図6 J25-26間における累年平均した傾圧地衡流速, 密度の鉛直分布 (1989年~2008年の平均)

3. 沿岸環境調査（経常研究）

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 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

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

(2) 経過の概要

平成14年度から始められた事業で、全道の各地区水産技術普及指導所および地元漁協の協力体制のもとに、各定点（表）において水温、塩分観測およびクロロフィル濃度の測定を全道統一的な手法で原則毎月1回以

上行う。各地区水産技術普及指導所は、マリネット端末のパソコンに観測データを入力し、各地区のデータベースを構築する。海洋環境グループは、全地区のデータを共有化し、沿岸資源の安定化にむけて活用可能なデータベースを構築する。

(3) 得られた結果

平成23年度までは、Excelでデータベースを構築し、取りまとめた結果について、水試・行政・指導所に電子メールで定期的送信していたが、長期的データとして活用するためには不便であったため、平成24年度以降はAccessでデータベースを構築し、データを共有、管理している。また、各地区水産技術普及指導所は、環境速報として調査結果を地元関係機関に随時報告している。海洋環境グループは、クロロフィルの分析手法や解析方法に関する技術指導を各地区水産技術普及指導所に実施している。

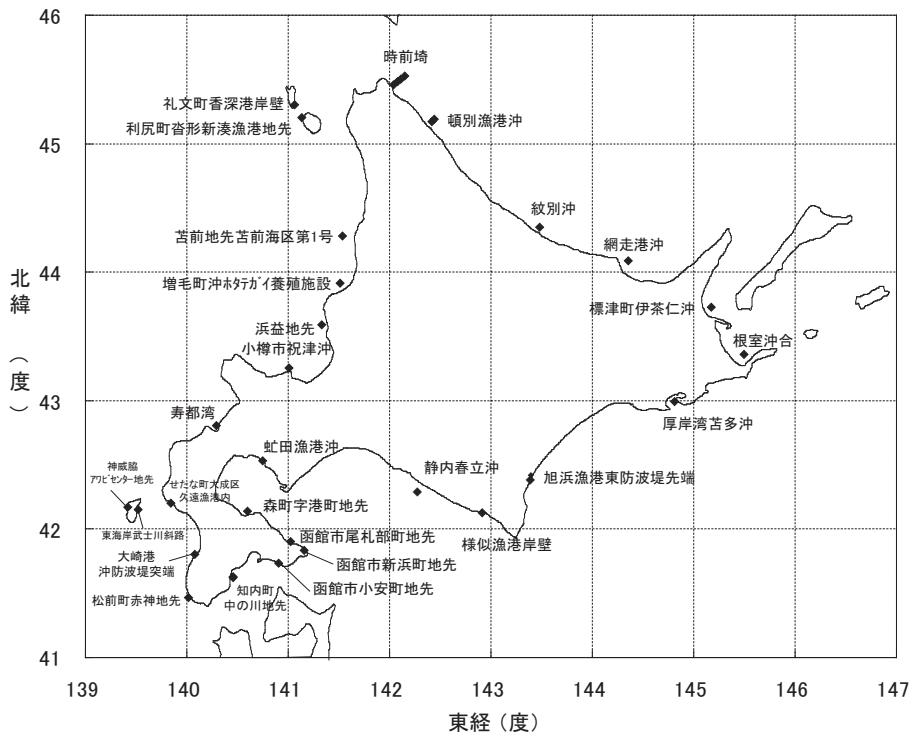


図1 平成24年度の調査定点図

表 全道各地区水産技術普及指導所における平成24年度の調査地点

大区分	海域(指導所)	中区分	調査地点名称	小区分	距岸(m)	北緯	東経	水深(m)	観測深度(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	利尻町畚形 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	石狩市浜益区(旧浜益村浜益地先)	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	神威脇アピセンター地先	1	180	41° 10.100'	139° 24.900'	12	10
		2	東海岸武士川斜路	1	30	42° 09.183'	139° 31.417'	5	5
15	渡島西部	1	松前町赤神本所地先	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 楸法華村楸法華地先)	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'	140° 54.492'	20	0~20
4	函館市尾札部町地先(旧 南茅部町字尾札部地先)	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	0~57
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

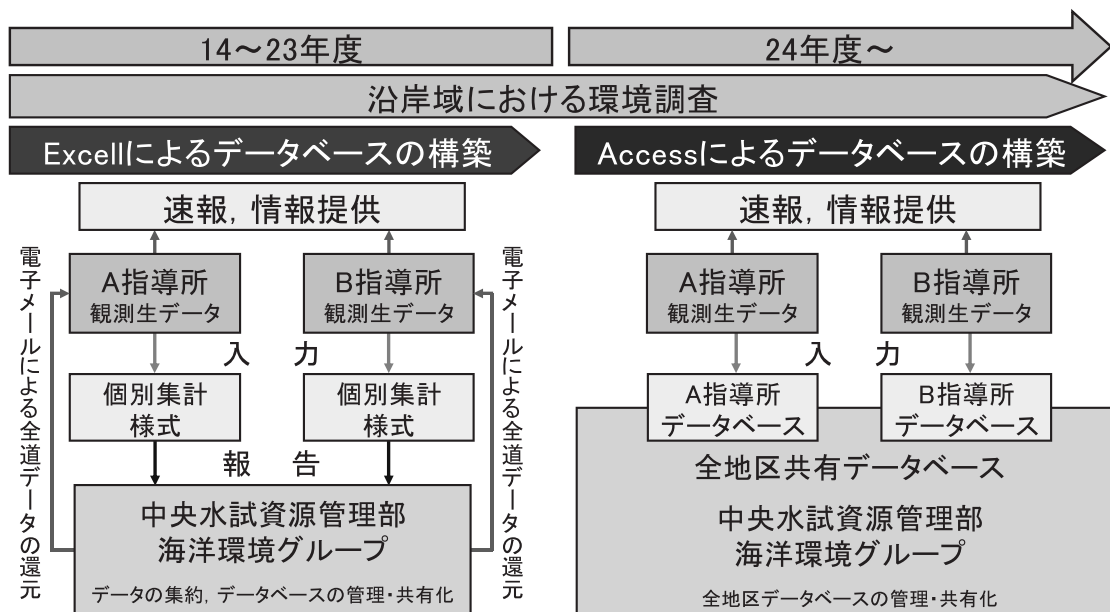


図2 平成24年度からの沿岸環境調査データ管理への移行について

4. 漁況・海況予報調査（経常研究）

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 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ではノルバックネット、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24年度のJC1線の観測について、4、6、8、10、月定期海洋観測では全観測点を完了した。12月には2観測点（JC14、JC15）、2月には3観測点（JC13、JC14、JC15）を欠測した。J4線では4、6、8、10、12月定期観測では全観測点を完了した。2月には4観測点（J43、J44、J45、J46）を欠測した。

平成25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145号から第150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 品田晃良 嶋田 宏

(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。なお、本研究の成果は「貝毒プランクトン調査結果報告書(赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書)」としてマリンネット北海道のHPに公開している。

(2) 経過の概要

本調査は、2005年4月上旬に厚岸産マガキから麻痺性貝毒が検出されたのを機に、貝毒プランクトン出現傾向と貝毒性値の推移の関係を総点検する目的で定点を追加し、2007年3月まで、全道沿岸の19海域21定点で原則として月2回の頻度で実施した。これらの調査結果をもとに、2007年4月以降は17海域18定点に重点集約して実施した。噴火湾海域を除く15定点のうち、江差、浜益、増毛、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した。現地調査については、当該地域の水産技術普及指導所と漁業協同組合が担当した。貝毒プランクトンの出現状況を速報するため、一部の試料の検鏡を株式会社日本海洋生物研究所に委託した。

ここでは、中央水試および網走水試が担当した12海域(日本海～オホーツク海(宗谷・網走海域)～根室海峡)の結果について、要約を以下に記す。

(3) 得られた結果

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、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。2012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。

節変化を図2～5に示した。

網走中部および南部海域で7月下旬に、麻痺性貝毒による生鮮ホタテガイの出荷自主規制値(4 MU/g・可食部)を超える毒化が認められた。

網走北部～根室海峡では6～7月に、*A.tamarense*が出現した。最高出現数は7/21紋別(網走北部)の130細胞/Lであった。太平洋では、*A.tamarense*は5～8月に出現し、最高出現数は6/13厚岸(太平洋東部)の60細胞/Lであった。津軽海峡、日本海および宗谷海域では*A.tamarense*の出現は認められなかった。

根室海峡海域で7月上旬に、下痢性貝毒による生鮮ホタテガイの出荷自主規制値(0.05 MU/g・可食部)を超える毒化が認められた。

津軽海峡～日本海～オホーツク海(宗谷・網走海域)～根室海峡では、主な出現種は*D. fortii*、*D. acuminata*、*D. norvegica*、*D. mitra*であった。*D. fortii*は9/3サロマ湖で最高90細胞/L、*D. acuminata*は5/15能取湖で最高580細胞/L、*D. norvegica*は7/12標津で最高160細胞/L、*D. mitra*は9/21能取湖で最高120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. fortii*、*D. acuminata*、*D. norvegica*であった。*D. fortii*は10/4厚岸で最高140細胞/L、*D. acuminata*は8/6厚岸で最高130細胞/L、*D. norvegica*は6/28厚岸で最高370細胞/L出現した。

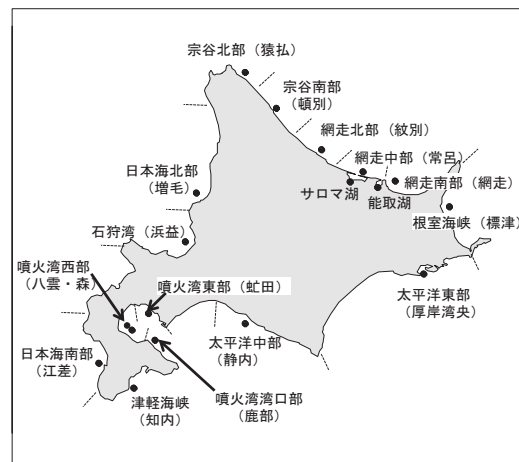


図1 貝毒規制の海域区分と調査定点 (2012年)

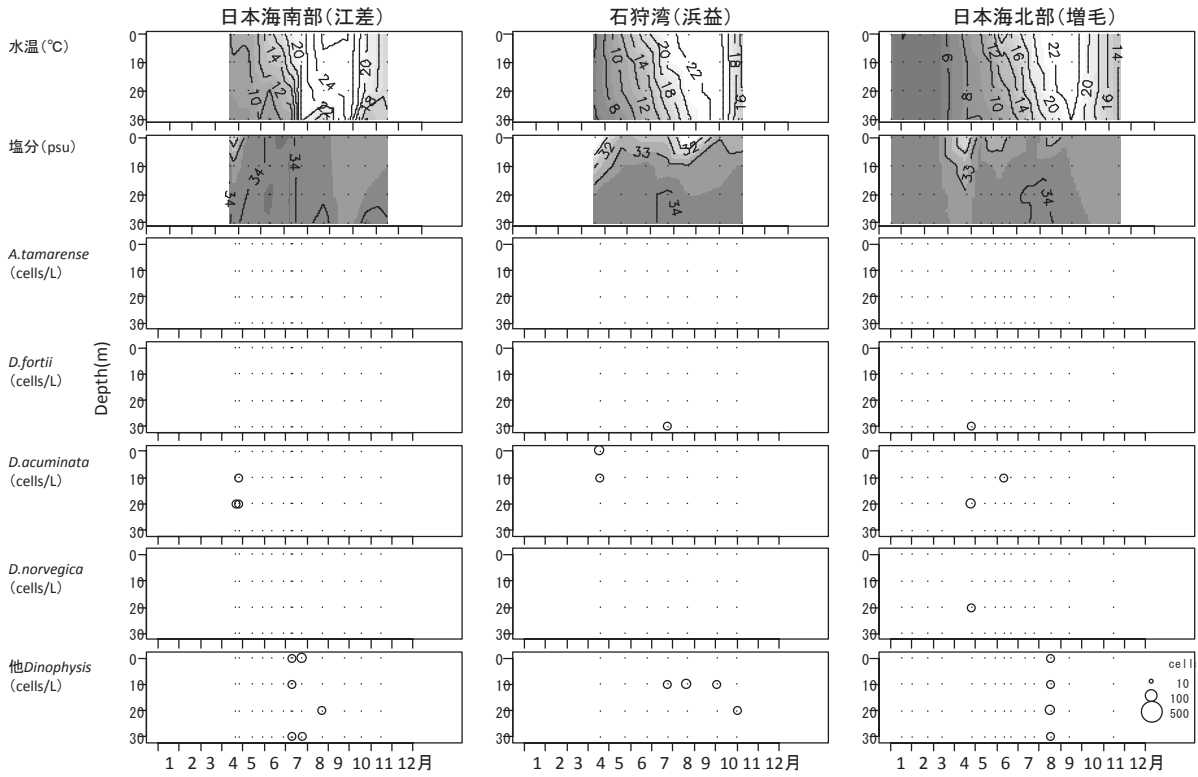


図2 日本海南部(江差), 石狩湾(浜益), 日本海北部(増毛) 海域における水温・塩分と *A. tamarensis* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

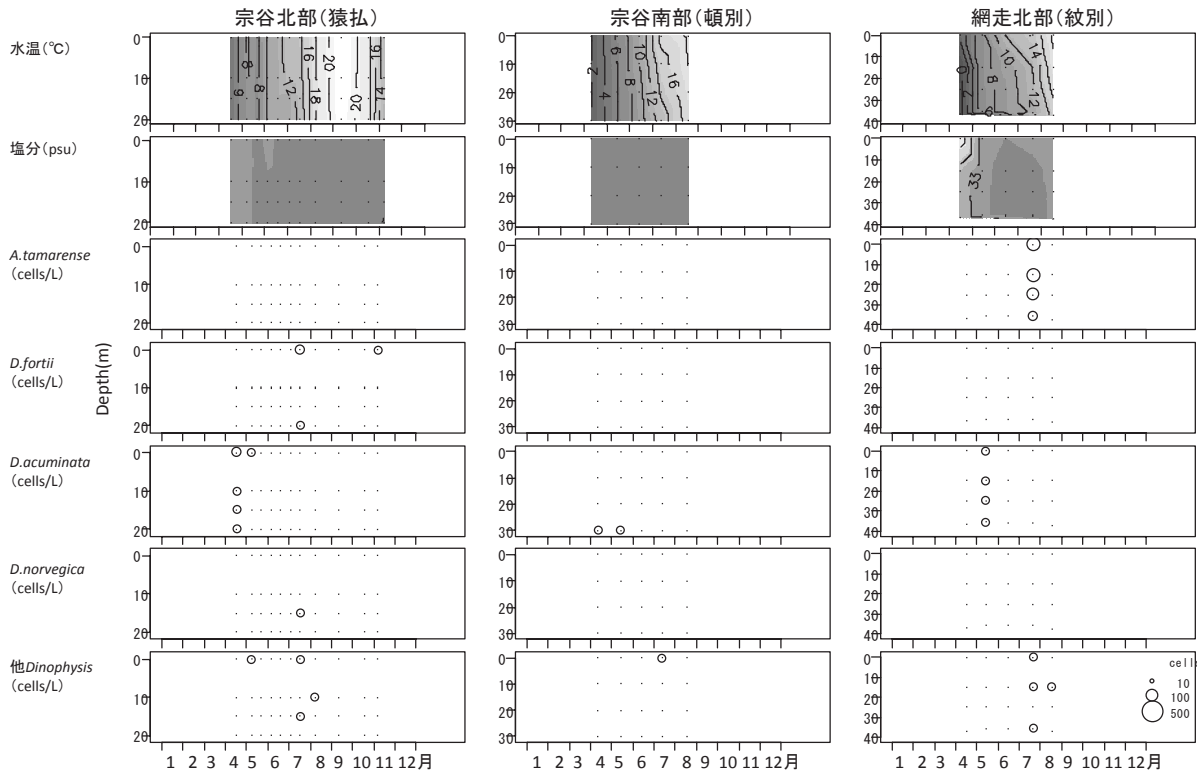


図3 宗谷北部(猿払), 宗谷南部(頓別), 網走北部(紋別) 海域における水温・塩分と *A. tamarensis* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

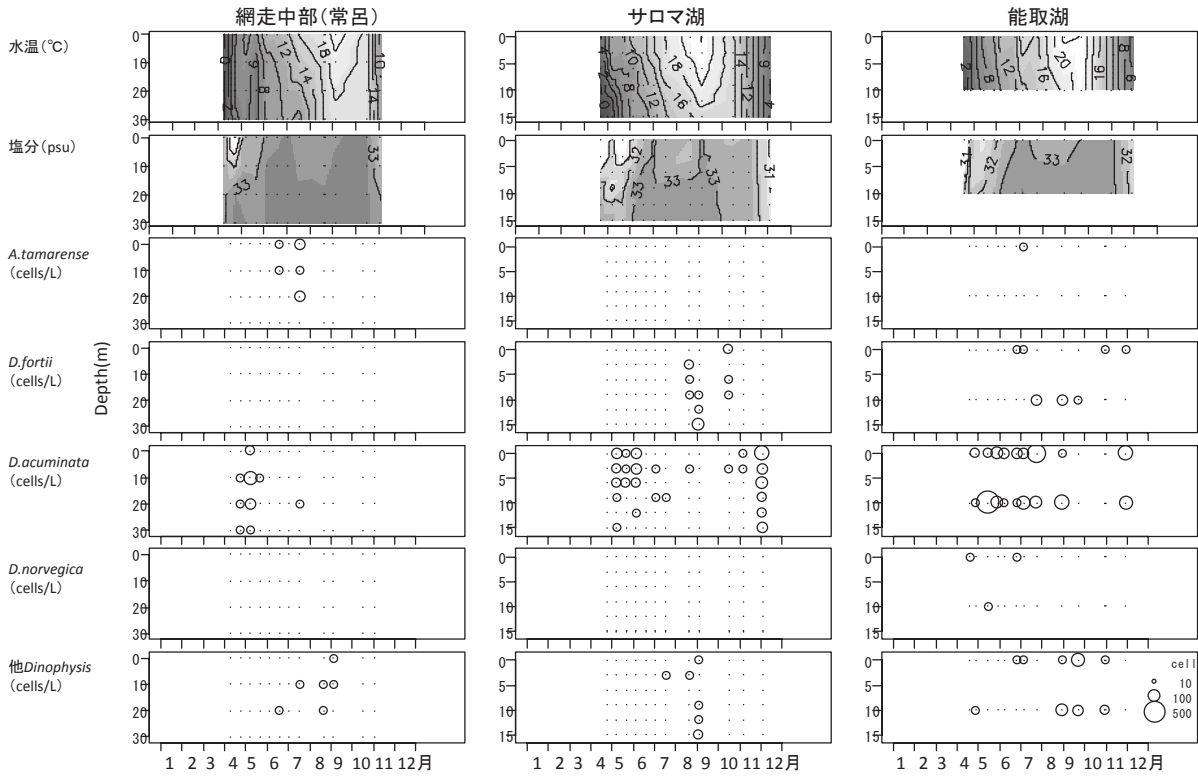


図4 網走中部 (常呂), サロマ湖, 能取湖海域における水温・塩分と *A. tamarensis* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

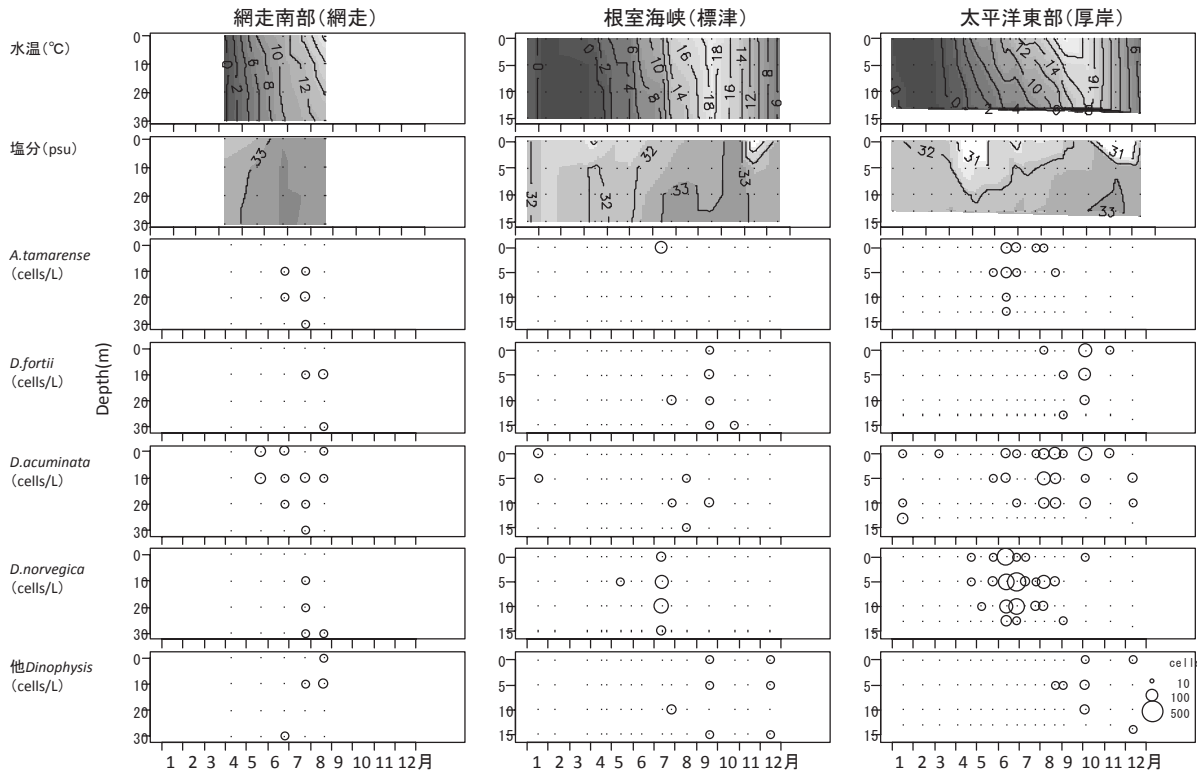


図5 網走南部 (網走), 根室海峡 (標津), 太平洋東部 (厚岸) における水温・塩分と *A. tamarensis* および *Dinophysis* 属の鉛直分布の季節変化

6. 水産国際共同調査 (経常研究)

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

沖合域の水温・塩分・栄養塩観測

2012年12月、2013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。

(3) 得られた結果

沖合域の水温・塩分・栄養塩観測

2013年2月における深度10mの水温、塩分、鉛直混合深度、表面の硝酸態+亜硝酸態窒素濃度、リン酸態リン濃度及びクロロフィルa量の水平分布を図2に示す。なお、ここでの鉛直混合深度とは、深度0m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、水塊分布については、対馬暖流の指標を水温7℃以上とすると、暖流は岩内湾までは岸沿いを、積丹半島以北では、離岸し沖合域を北上している。このような暖流の流路は、暖流表層水の塩分が周囲よりも低いいため、塩分の水平分布からも同様に判断できる。宗谷海峡近海では水温が4℃以下、塩分33.9以下の水塊が岸沿いに分布しており、その先端は羽幌沖まで達している。水温、塩分が低いことから、この水塊はオホーツク海からの移流の影響を受けている(以後オホーツク水)。宗谷海峡のはるか西方には水温4℃以下の沖合冷水が分布し、塩分34.05及び34.025の等値線の形状から、この沖合冷水は周囲の海水と混合しながら石狩湾方向に舌状に張り出している。このように、観測時の水塊構造は大きく、対馬暖流水、オホーツク水、沖合水に分けることができる。

次に、硝酸態窒素濃度は7 $\mu\text{mol/l}$ 以上の海域が多くみられ、例年よりも栄養塩環境は良い。鉛直混合深度は、積丹半島以北では、対馬暖流域、沖合冷水域及び浅海な沿岸域を除き、150m以上になっており、例年よりも鉛直混合が深所に達している。したがって、2013年2月の硝酸態窒素濃度が全体的に高い傾向にある要

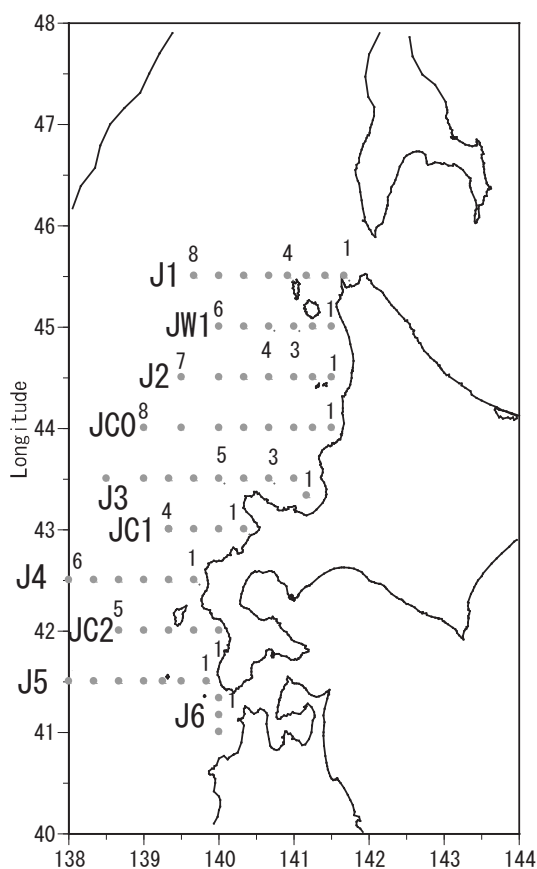


図1 CTD観測点、表層採水点(黒丸)と各層採水点(白抜丸)の位置

因の1つに、鉛直混合が例年よりも強いことが考えられる。

水塊別に硝酸態窒素濃度を比較すると、窒素濃度は対馬暖流域では $7 \mu\text{mol/l}$ 以下と低く、沖合冷水域では $10 \mu\text{mol/l}$ 以上と高い。また、沖合水の張り出しがみられる積丹半島の北方では硝酸態窒素濃度は $9 \mu\text{mol/l}$ 以上と高くなっている。一方、オホーツク水が分布する羽幌以北沿岸域では硝酸態窒素濃度は天塩以北で高く、以南で低い。クロロフィル a量が石狩湾以北沿岸域で高い傾向にあることから、硝酸態窒素濃度の海域

差の要因に植物プランクトンの小ブルーミングによる硝酸態窒素の消費の影響が考えられる。

以上のことから、沿岸域の栄養環境は水塊分布の影響を強く受けていることがわかった。今年度の観測結果では、沖合水が積丹半島以北の海域に広く張り出しており、このことが、前述した鉛直混合の強化に加え、当海域で高栄養環境になった要因と考えられる。2013年2月の対馬暖流の流量は約 0.93Sv ($=1 \times 10^6 \text{m}^3/\text{s}$)と例年よりも2割ほど少ない。したがって、沖合水の張り出しの要因に対馬暖流勢力の弱化が示唆される。

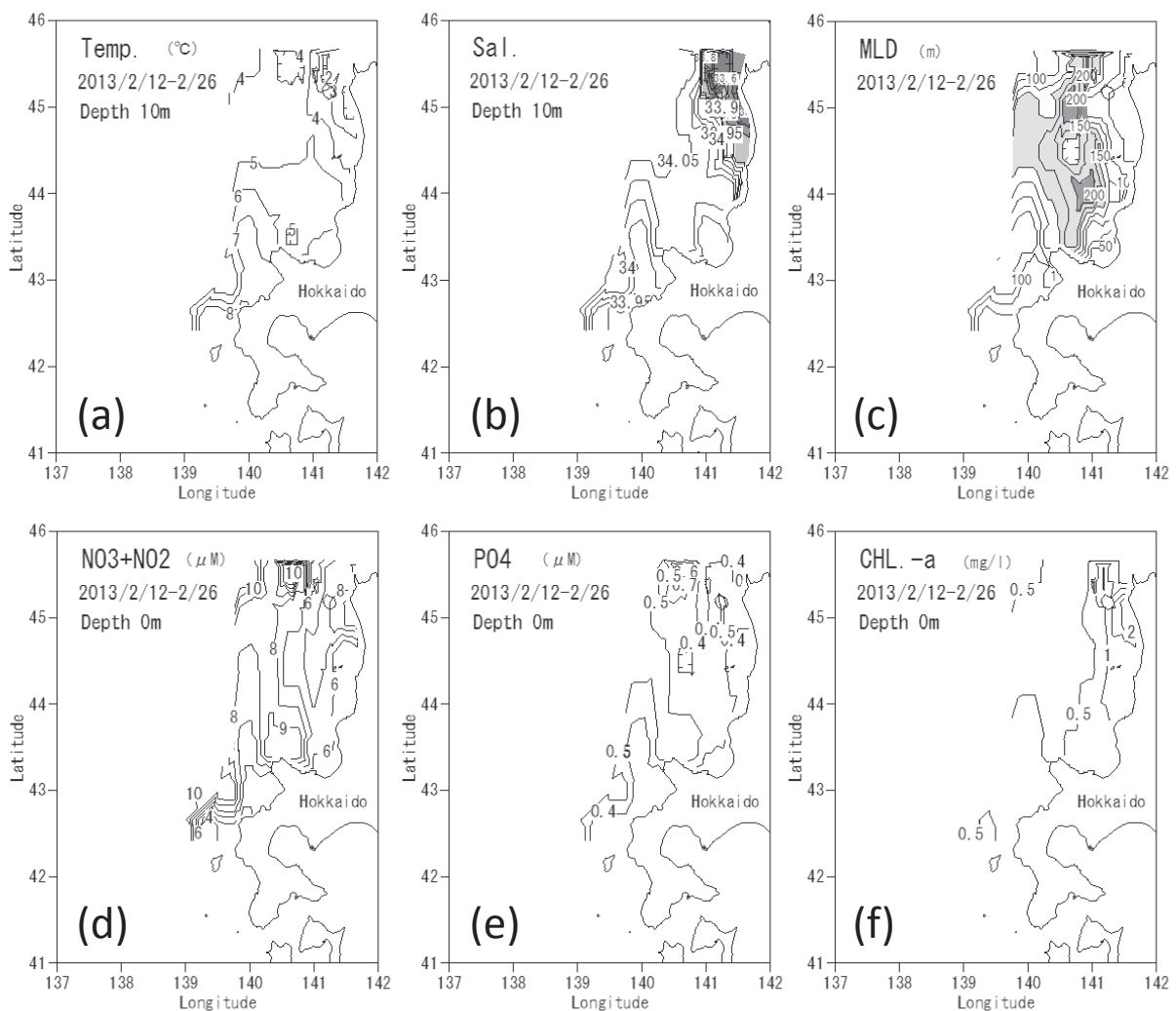


図2 2013年2月の日本海における10m深 (a) 水温, (b) 塩分, (c) 鉛直混合深度, 表面の (d) 硝酸態窒素濃度, (e) リン酸態リン濃度, 及び (f) クロロフィル a量の水平分布。

7. 藻場再生に関する調査研究 (経常研究)

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 浅見大樹
函館水産試験場調査研究部

協力機関 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、ウニ類やエゾアワビ等磯根資源の生産低下を招く「磯焼け」が持続している。その解決策として、イカゴロや魚粕、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が、海藻類の成長や群落形成のための施肥効果の検証や効果的な施肥方法の検討が望まれており、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において、窒素態栄養塩の添加による施肥試験を共同で実施している。

平成23年度では、新たな対照区を施肥や陸水等の影響が小さい海洋牧場外の東側に選定し、平成23年10月よりウニ類除去を前提とした施肥試験を実施した。試験は、平成21, 22年度より硫酸投入量を20%まで削減して実施した(平成21年度:7.7t, 平成22年度:7.5t, 平成23年度1.9t)。その結果、施肥地点付近の窒素態栄養塩濃度は施肥期間を通じて1~2 mg/L前後と削減

前の20%程度を維持し、施肥により窒素態栄養塩が調整された濃度で継続添加され、拡散している状況が確認された。

また、平成23年度も施肥とウニ類除去により海藻群落形成され、施肥による海藻現存量増大効果が確認されたが、ホソメコンブの群落形成には至らなかった。一方で、海底に設置したコンブの孢子付け基質や「モアシス」によるホソメコンブ種苗糸での生育状況から、コンブへの施肥効果が示唆された。しかしながら、孢子無し基質ではコンブが生育せず、孢子的不足または基質への着底阻害が示唆された。

平成24年度は、ホソメコンブの群落形成に至らなかった要因の一つとして、秋~冬季における浮泥による孢子的基質着底阻害に注目し、懸濁粒子および沈降粒子の調査を新たに加えた。また、施肥量を昨年度と同様(平成21, 22年度の20%まで削減)とし、施肥期間を秋~冬季に短縮(平成21~23年度は秋~翌年春季)して施肥試験を実施した。中央水試は、主に液肥拡散状況調査および懸濁粒子調査を担当した。

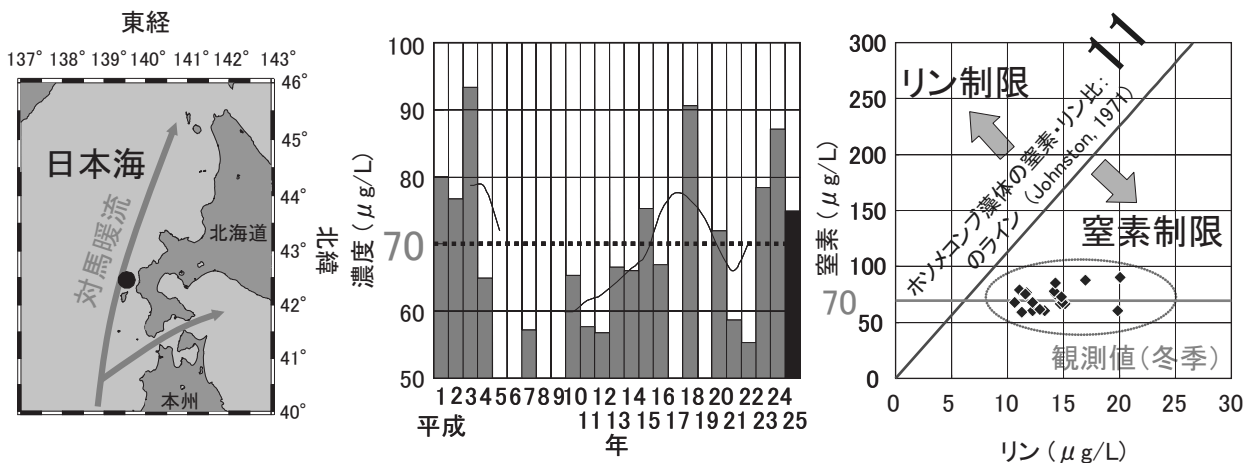


図1 北海道南西部日本海対馬暖流流域の観測地点 (●: 43-00N, 140-00E) における冬季 (2月) の表面硝酸態窒素濃度の経年変動 (中央) と硝酸態窒素濃度およびリン酸態リン濃度の関係 (右)

なお、本研究は年度を跨って実施されるため、平成23年度施肥試験のうち平成24年4～6月に実施した調査および平成24年度施肥試験のうち平成24年11月～平成25年5月まで実施した調査について報告する。

(2) 経過の概要

ア 施肥実施概要

ホソメコブが発芽する冬季には、流速の違いによるフラックス効果を見れば、70 μg/L (= 5 μM) 以上の窒素態栄養塩が必要であると考えられている (Mizuta *et al.*, 2001)。北海道南西部対馬暖流域に

おいて、冬季(2月)の表層窒素態栄養塩(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、平成元年以降70 μg/L前後で変動し、近年はホソメコブの発芽にとって十分な窒素濃度が維持されていたとは言い難い(図1)。また、ホソメコブを構成する藻体内窒素:リン比(g/g)は11:1と報告されている(Johnston, 1971)が、本海域はその比より小さく、窒素不足であると考えられる(図1)。平成21年度に実施した試験海域の事前(施肥前)調査では、硝酸態窒素濃度が冬季(2月)の80 μg/L前後から春～夏季(4, 6月)の10 μg/L前後まで減少し、対馬暖流域とはほぼ同様の季節変化を示すことが明らかである。

そこで平成23年度では、ホソメコブの発芽および成長時期である秋～春季に、平成24年度では、ホソメコブの発芽時期である秋～冬季(平成24年11月～平成25年2月)にのみ、窒素態栄養塩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を添加し、施肥試験を実施した。

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において実施された(図2)。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((NH₄)₂SO₄)を添加して液肥を調整した。液肥の窒素濃度は、平成23, 24年度ともに平成21, 22年度の321mg/Lから20%まで調整された64mg/Lである。次に施肥区まで延長したパイプから液肥を4.2t/hで連続放出した。平成23年度は、平成23年10月27日から施肥を開始し、終了した平成24年6月末日までに、200～1,000kg/日、累計で9t(窒素換算で1.9t)の(NH₄)₂SO₄を投入した。平成24年度は、平成24年10月21日から施肥を開始し、終了した平成25年2月末日までに、400～800kg/日、累計で3.5t(窒素換算で0.7t)の(NH₄)₂SO₄を投入した。なお、平成23年度および平成24年度において栄養塩添加装置に硫酸を投入した実績を表1に示す。

イ 平成23年度施肥試験における液肥拡散状況調査

平成24年4月23日、5月17日および6月25日に、檜山管内上ノ国町原歌地先海洋牧場の試験海域15定点、施肥区27定点および海洋牧場外東側に新しく選定された対照区8定点の合計50定点において調査を実施した(図3)。調査項目は、水温、塩分、栄養塩類、クロロフィル、溶存酸素、pHおよび気象(風向・風速)観測である。水温および塩分はメモリー STD (アレック電

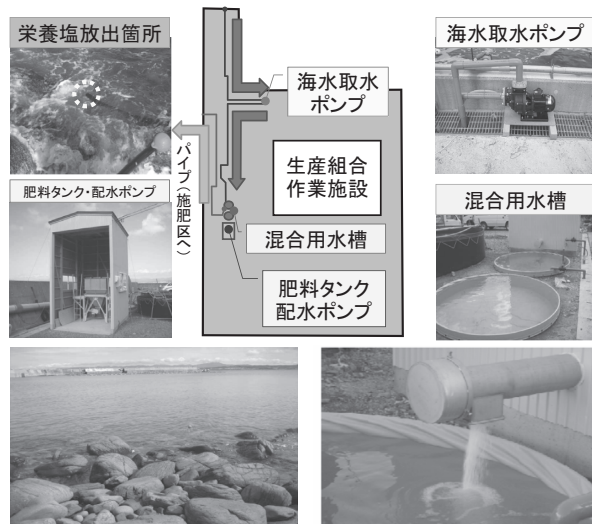


図2 施肥のしくみ(上)、施肥前の施肥区(左下:平成22年9月22日)および混合用水槽に硫酸を投入している様子(右下)

表1 硫酸アンモニウムの投入実績(上:平成23年度施肥試験, 下:平成24年度施肥試験)

H23年10月	27日(木)				計	累計
投入量(kg)	200				200	200
11月	1日(火)	20日(日)			計	累計
投入量(kg)	1,000	1,000			2,000	2,200
12月	12日(月)	29日(木)			計	累計
投入量(kg)	400	600			1,000	3,200
H24年1月	17日(火)				計	累計
投入量(kg)	600				600	3,800
2月	6日(月)	27日(月)			計	累計
投入量(kg)	600	600			1,200	5,000
3月	16日(金)				計	累計
投入量(kg)	600				600	5,600
4月	1日(日)	13日(金)			計	累計
投入量(kg)	400	600			1,000	6,600
5月	7日(月)	11日(金)			計	累計
投入量(kg)	400	1,000			1,400	8,000
6月	1日(金)	21日(木)			計	累計
投入量(kg)	600	400			1,000	9,000
H24年10月	21日(日)				計	累計
投入量(kg)	400				400	400
11月	1日(木)				計	累計
投入量(kg)	760				760	1,160
12月	1日(土)				計	累計
投入量(kg)	760				760	1,920
H25年1月	2日(水)				計	累計
投入量(kg)	800				800	2,720
2月	1日(金)	※2月末日で施肥投入(運転)を終了。			計	累計
投入量(kg)	800				800	3,520

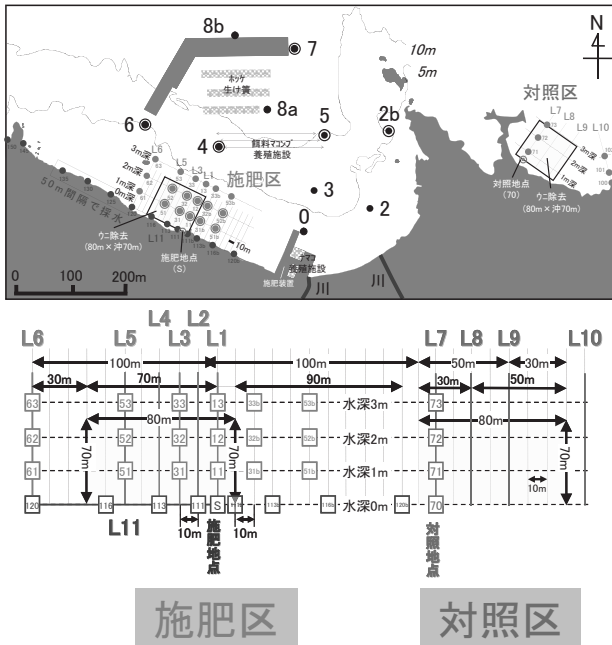


図3 平成23年度施肥試験（施肥期間：平成23年10月～平成24年6月）の調査定点図（上），施肥区・対照区の拡大図（下），施肥地点および対照地点はそれぞれSおよび70とした。
 ●：施肥期間のうち偶数月に調査を計画した定点
 ○：施肥期間のうち毎月調査を計画した定点

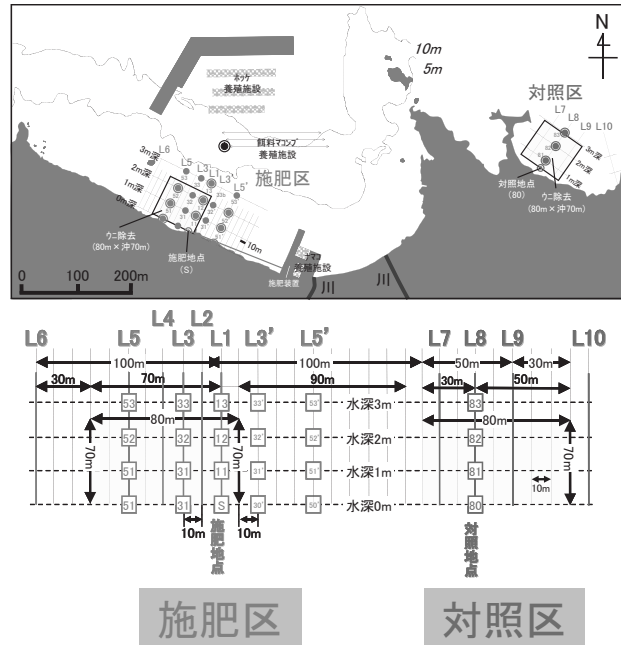


図4 平成24年度施肥試験（施肥期間：平成24年11月～平成25年2月）の調査定点図（上），施肥区・対照区の拡大図（下），施肥地点および対照地点はそれぞれSおよび80とした。
 ●：施肥期間のうち毎月調査を計画した定点
 ○：施肥期間のうち懸濁粒子調査を計画した定点

子社製）により表面から底層まで観測した。海水中の栄養塩類濃度は、表面をバケツで、底層をバンドン型採水器により採水、濾過し、濾液を-30℃で凍結保存した後、硝酸態窒素（NO₃-N）、亜硝酸態窒素（NO₂-N）、アンモニウム態窒素（NH₄-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（QuAAtro 2-HR：ピーエルテック社製）により分析した。クロロフィル濃度は、GF/Fで回収した懸濁物から90%アセトンで抽出し、蛍光光度計（10-AU：ターナーデザイン社製）により分析した。溶存酸素濃度およびpHは、それぞれDOメーターおよび水質センサー（ともに堀場製作所社製）により施肥地点と対照地点で観測した。気象（風向・風速）観測は、気象庁の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。

ウ 平成24年度施肥試験における液肥拡散状況調査

施肥期間のうち平成24年11月16日、12月27日および平成25年2月6日に、施肥区20定点および対照区4定点の合計24定点において調査を実施した(図4)。ただし、平成24年12月は荒天のため深度0、1mでのみ実施、

平成25年1月は荒天のため調査を実施することができなかった。また、施肥終了後の平成25年4月16日に深度0、1mで補足調査を追加した。調査項目および方法は平成23年度施肥試験における液肥拡散状況調査と同様である。

エ 平成23年度施肥試験における海藻類の安定同位体比分析

ホソメコンブ等海藻類による添加栄養塩の利用状況を把握するために、平成24年5、6月に試験海域に着生した海藻類を採取し、藻体の全有機炭素・窒素含有量（TOC・TN）、C/N比および炭素・窒素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ ）を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-安定同位体比質量分析計（Fisons NA 1500-Finnigan MAT 252）により分析した。なお、炭素・窒素安定同位体比はそれぞれ国際標準物質であるPDB（米国南カロライナ州のPee Dee層から産出したペレムナイト化石）および大気の同位体比に対する千分率偏差で表し、同位体比の分析精度は共に±0.2%以内であった。

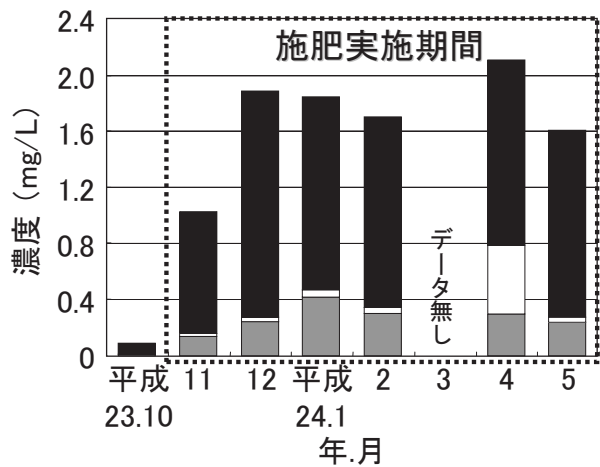


図5 平成23年度施肥試験における施肥地点での形態別窒素態栄養塩濃度の変化

■:アンモニウム態窒素 □:亜硝酸態窒素
■:硝酸態窒素

オ 平成24年度施肥試験における海藻類の安定同位体比分析

ホソメコンブ等海藻類による添加栄養塩の利用状況を把握するために、平成25年5月に施肥区および対照区に着生した海藻類を採取し、藻体の全有機炭素・窒素含有量 (TOC・TN)、C/N比および炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) を分析した。分析方法、炭素・窒素安定同位体比の表示形式および精度は平成23年度施肥試験における海藻類の安定同位体比分析と同

様である。

カ 懸濁粒子調査

施肥期間のうち平成24年11月16日および平成25年2月6日に、施肥区10定点および対照区4定点の合計14定点において調査を実施した(図4)。また、施肥終了後の平成25年4月16日に、深度0、1mでのみ補足調査を追加した。懸濁粒子は焼済みGF/Fに回収して濃度を測定した他、含有する有機物の起源を把握するために、有機炭素・窒素 (POC・PON) 濃度、C/N比およびその炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) を分析した。分析方法、炭素・窒素安定同位体比の表示形式および精度は平成23年度施肥試験における海藻類の安定同位体比分析と同様である。

(3) 得られた結果

ア 平成23年度施肥試験における液肥拡散状況調査

施肥地点 (S) における施肥前後での窒素態栄養塩濃度の変化をみると(図5)、施肥前に0.08mg/Lと低濃度であったが、施肥開始後(平成23年11月)は急激に増加し、平成24年5月まではほぼ1~2mg/L前後の高濃度を維持して推移した。前述のように、平成23年度の施肥量は、平成21、22年度までの20%(施肥地点で1~2mg/Lの窒素態栄養塩)まで削減されたが、施肥後の濃度は概ね設定した範囲にあり、窒素態栄養塩が調整された濃度で海域に継続添加されていることが確認された。

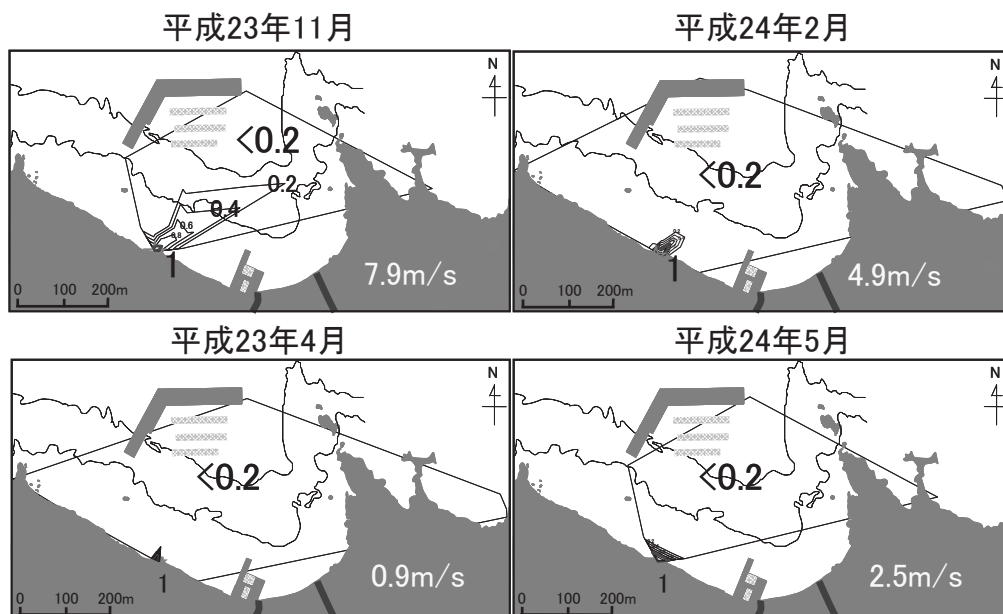


図6 平成23年度施肥試験における試験海域での窒素態栄養塩濃度分布の変化(図中の矢印の向きと長さは調査開始時における風向と風速を示す)

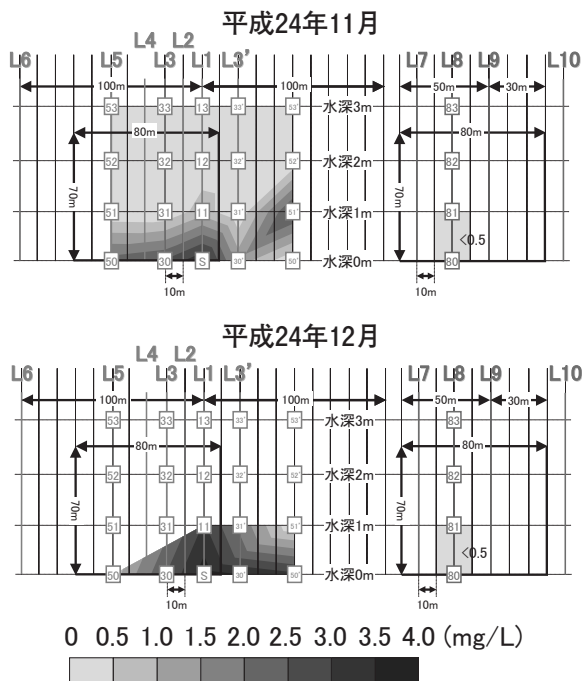


図7 平成23年度施肥試験における施肥区と対照区での窒素態栄養塩濃度の分布 (平成24年11, 12月)

試験海域(底層)における窒素態栄養塩濃度の分布をみると(図6), 施肥前では, 試験海域全体で0~0.1mg/L台と低濃度の分布を示したが, 施肥後は施肥地点を中心に高濃度の分布を示し, 施肥により窒素態栄養塩が海域に添加され, 拡散されている状況が確認された。

窒素態栄養塩濃度の分布は, 調査時期により異なった。11月では施肥地点の窒素態栄養塩濃度が施肥期間中の他の時期と比較して低いが, 拡散範囲が広く, 施肥地点から北東100m付近で施肥地点での窒素態栄養塩濃度の50%(約0.5mg/L), 北東400m付近で施肥地点でのDIN濃度の10%(約0.1mg/L)を維持していた。気象庁のホームページによると, 11月の調査開始時は, 江差において7.9m/秒のやや強い南西風が卓越していた。一方, 2, 4, 5月の窒素態栄養塩は11月と比べて拡散範囲が狭く, 施肥地点から半径約30m付近で施肥地点における窒素態栄養塩濃度の10%(約0.2mg/L)まで低下した。気象庁のホームページによると, 2, 4および5月の調査開始時における江差の風向・風速はそれぞれ西南西の風4.9m/秒, 東南東の風0.9m/秒および西南西の風2.5m/秒であった。本海域における施肥区の水深は0~3mと浅く, 平成22年度の施肥試験においても液肥の分布と風との関係が示唆されていたこ

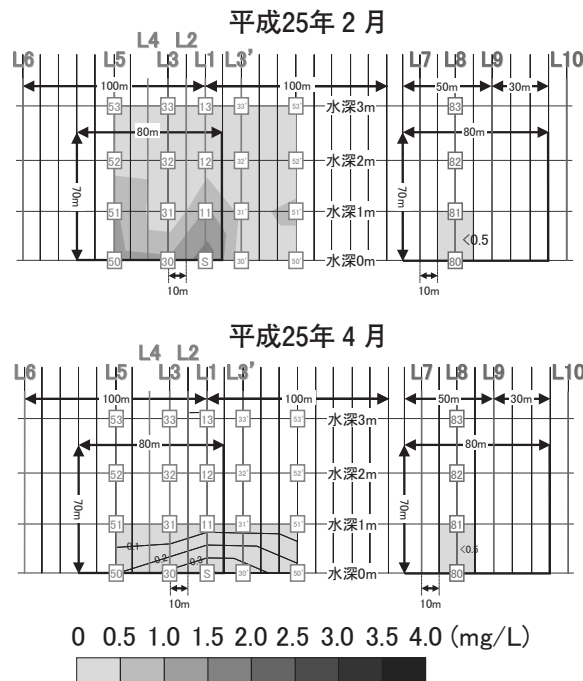


図8 平成24年度施肥試験における施肥区と対照区での窒素態栄養塩濃度の分布 (平成25年2, 4月)

とから, 試験海域における風は, 添加された液肥の拡散方向や範囲を考察するうえで重要な環境因子の一つと考えられた。なお, 時化による悪天候のため, 平成23年12月および平成24年1月は施肥地点でのみ調査を実施し, 平成24年3月は全定点で調査を実施することができなかった。

ウ 平成24年度施肥試験での液肥拡散状況調査

施肥後における施肥区および対照区の窒素態栄養塩濃度の分布を図7, 8に示す。施肥区の窒素態栄養塩濃度は, 施肥期間中の平成24年11月, 12月および平成25年2月に施肥地点付近において1.8~3.8mg/Lの高い範囲を示した。前述のように, 平成24年度の施肥量も, 施肥地点で1~2mg/Lの窒素態栄養塩濃度(平成23年度と同様, 平成21, 22年度の20%まで削減)に調整したが, 施肥実施期間中の濃度は概ね設定した範囲にあり, 施肥により濃度調整された窒素態栄養塩が海域に添加され, 拡散されている状況が確認された。一方, 施肥終了後の4月では, 0.5mg/L未満と低い値を示し, 施肥の終了により窒素態栄養塩が海域に添加されていない状況が確認された。対照区の窒素態栄養塩濃度は, 施肥実施期間中および施肥終了後ともに, いずれの定点においても0.5mg/L未満と低い値を示した。なお, 時化による悪天候のため, 平成24年12月は水深

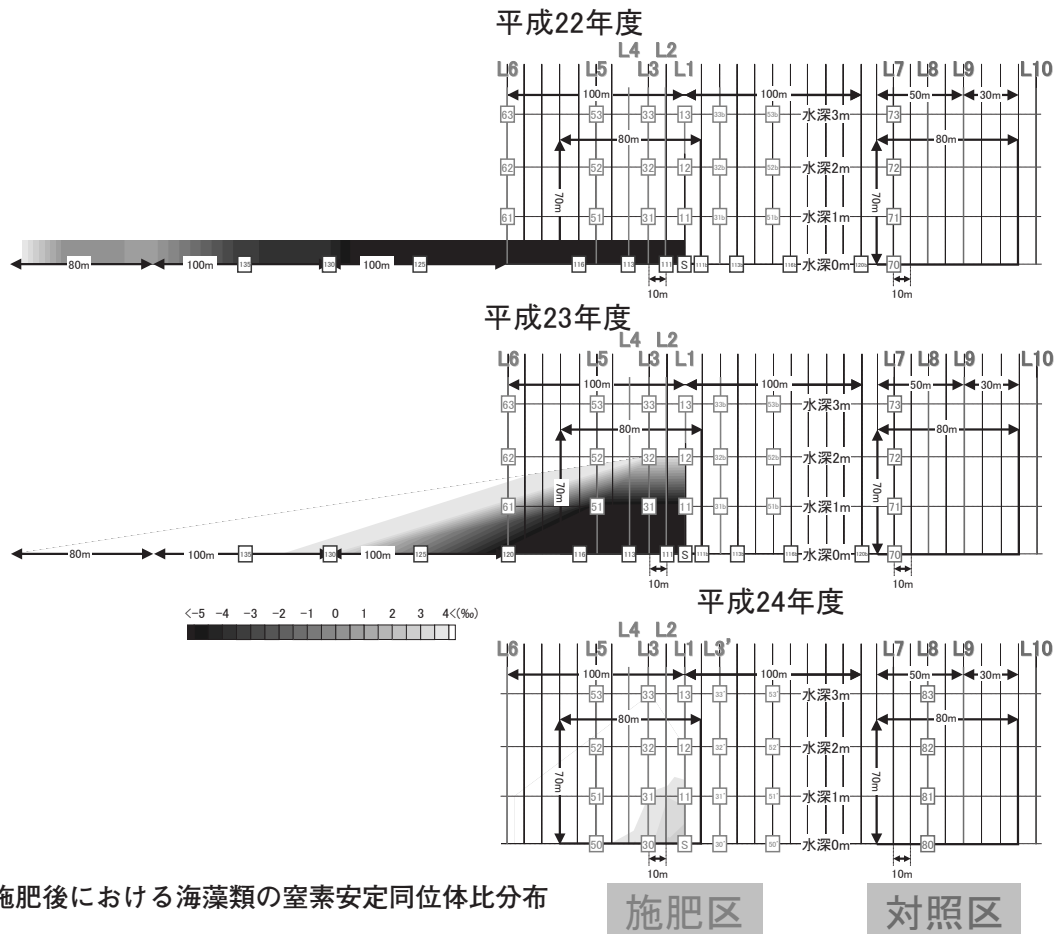


図9 施肥後における海藻類の窒素安定同位体比分布

0～1mの定点でのみ調査を実施し、平成25年1月は全定点で調査を実施することができなかった。

エ 海藻類の窒素安定同位体比

(ア) 海藻類の窒素安定同位体比分布

一般に窒素態栄養塩の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) は、起源により異なる値を示すことから、植物プランクトンや海藻類、陸上植物等基礎生産者の $\delta^{15}\text{N}$ は、最終的に利用した窒素態栄養塩の $\delta^{15}\text{N}$ 値を反映する。このことは、基礎生産者の $\delta^{15}\text{N}$ を指標とすることで、海域における窒素態栄養塩の分布状況だけでなく、基礎生産者が実際に利用した窒素態栄養塩の起源を推定できる可能性を意味する。これまでの調査より、対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、4～7%程度を示す一方、添加された硫酸の $\delta^{15}\text{N}$ は-4%前後を示すことが明らかである。このことから、着生した海藻類が施肥により添加された硫酸起源の窒素態栄養塩を利用すれば、藻体の $\delta^{15}\text{N}$ は低下することが予想される。平成21、22年度の施肥試験においても、施肥により添加された窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、顕著に低下することが確認されている。

施肥区

対照区

平成23年度の施肥試験において、施肥後の平成24年5、6月に試験海域で採取したホソメコンブの $\delta^{15}\text{N}$ をみると(図9)、施肥実施期間中に高濃度の窒素態栄養塩が検出された施肥地点付近において-15%前後と、添加された硫酸の $\delta^{15}\text{N}$ より低い値を示した。海藻類を採取した5月は施肥実施中であり、施肥地点付近では高濃度の窒素態栄養塩が連続して観測されていた。このことは、海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ が、利用した窒素態栄養塩の $\delta^{15}\text{N}$ だけでなく、窒素態栄養塩を利用する際の同位体分別(基礎生産者が窒素態栄養塩を利用する際、 ^{15}N よりも ^{14}N を優先的に利用するため、海藻類の $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ 、すなわち $\delta^{15}\text{N}$ は添加した硫酸の $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ 、すなわち $\delta^{15}\text{N}$ よりもさらに低くなる)の影響を受ける可能性があることを意味する。施肥地点付近に着生したホソメコンブは、高濃度の窒素態栄養塩環境において同位体分別を起こしながら、添加された硫酸起源の窒素態栄養塩を利用していった可能性がある。

ホソメコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は、施肥地点から離れるに従い上昇し、距離で70～100m付近、水深では2m付近で4%以上と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類

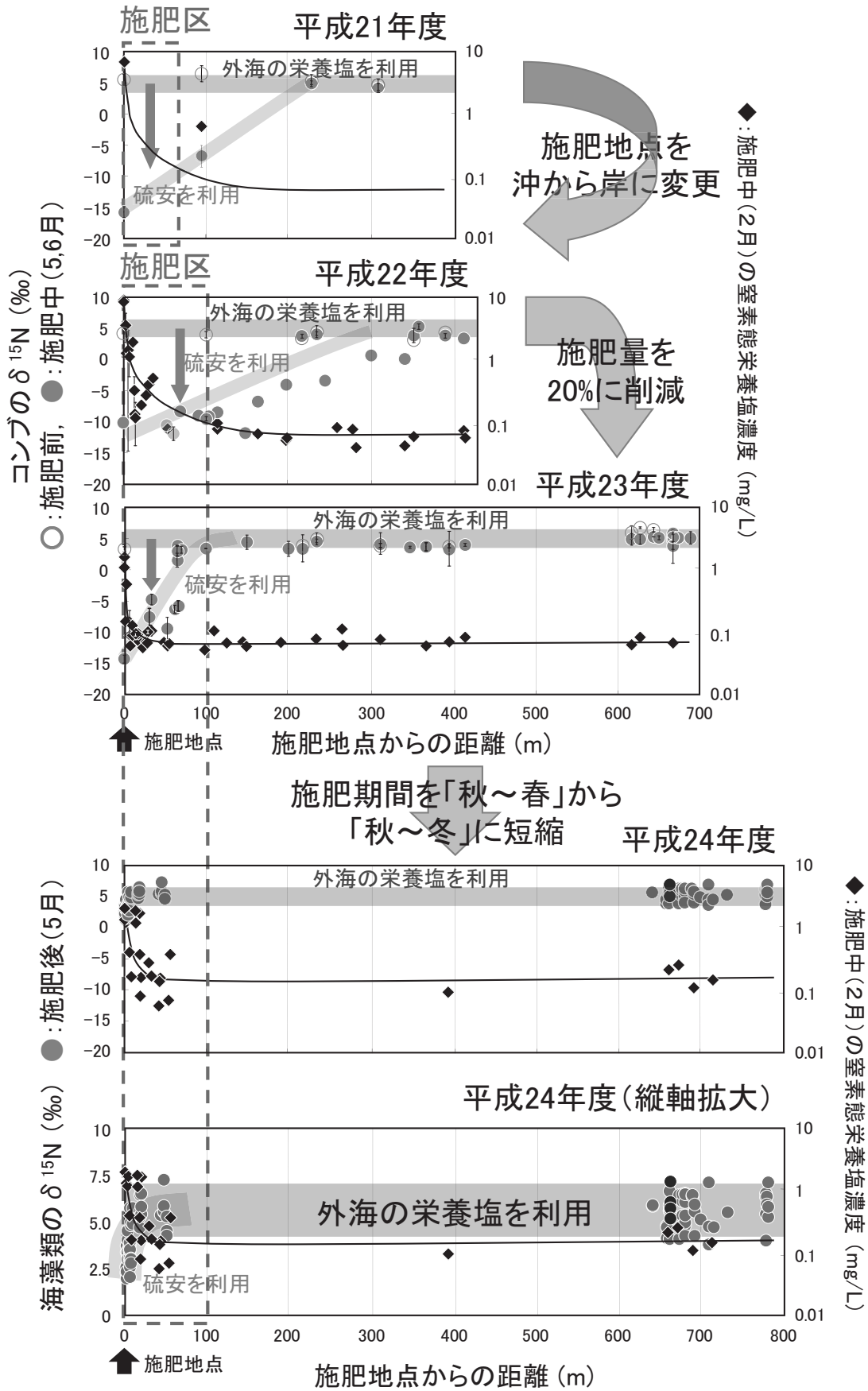


図10 施肥地点からの距離による海藻類の窒素安定同位体比および栄養塩濃度の変化

の $\delta^{15}\text{N}$ に近い値を示した。対照区では対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に近い範囲を示した。平成22年度の施肥試験結果と比較すると、施肥地点付近に着生した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ 施肥効果範囲を示す低下した $\delta^{15}\text{N}$ 分布の範囲も、平成22年度の施肥試験と比べて狭くなった。この要因として、平成23年度は、施肥量を平成21、22年度の20%まで削減したことが考えられる。施肥量の削減は、海域に添加された窒素態栄養塩の「積算量」を減少させ、生息海域における発芽から採取時までの栄養塩状態を「積算して」藻体内に反映するホソメコンブ等海藻類にも影響し、藻体 $\delta^{15}\text{N}$ の低下する範囲も狭くなったと考えられる。

平成24年度施肥試験において、施肥後の平成25年5月に施肥区および対照区で採取したホソメコンブ等海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ 分布をみると(図9)施肥区で採取した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、施肥実施期間中に高濃度の窒素態栄養塩が検出された施肥地点付近において2.5%と添加された硫酸の $\delta^{15}\text{N}$ に近い値を示した。施肥地点から離れるに従い上昇し、ラインではL5付近、水深では2m付近で4%以上と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に近い値を示した。対照区では4.5~6.5%と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に近い範囲を示した。このことは、施肥による海藻類への効果範囲が施肥地点からラインでL5付近、水深で2m付近までであることを示唆している。

しかしながら、過去の施肥試験結果と比較すると、施肥地点付近に着生した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、平成23年度以前と比較して低い値を示さなかった。また、低下した $\delta^{15}\text{N}$ 分布の範囲も、これまでの施肥試験と比べて狭くなった。この要因として、平成24年度は、施肥期間を平成21~23年度の秋季~春季から秋季~冬季までに短縮し、施肥量を平成21、22年度の20%まで削減したことが考えられる。今回採取した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ には、主に施肥を実施した期間(秋季~冬季の配偶体成長期)に利用した施肥由来栄養塩の低い $\delta^{15}\text{N}$ に加えて、施肥を終了してから採取されるまでの期間(冬季~春季の胞子体成長期)に利用した対馬暖流由来栄養塩の高い $\delta^{15}\text{N}$ も反映されていたと考えられる。

また、平成24年度の施肥試験では、2月末日で施肥を終了しており、海藻類を採取した5月では窒素態栄養塩が枯渇している。そのため、窒素態栄養塩を利用する際に起こる同位体分別は、平成21~23年度の施肥試験と異なり、海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に大きく影響しない可能性がある。施肥により添加された窒素態栄養塩を利用し

た海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、利用した窒素態栄養塩起源の $\delta^{15}\text{N}$ をより反映し、添加した硫酸を起源とする窒素態栄養塩の $\delta^{15}\text{N}$ と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ の間を示すことが考えられた。

(イ) 施肥地点からの距離による海藻類の窒素安定同位体比の変化

施肥地点からの距離による海藻類の窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)の変化を図10に示す。平成23年度の施肥試験において、施肥後の平成24年5、6月に試験海域で採取したホソメコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は、施肥地点付近で最も低く、施肥地点から離れるに従い上昇し、施肥地点から70m、水深では2m付近で4%以上と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に近い値を示した。これらのより遠方の $\delta^{15}\text{N}$ は、4~6%前後でほとんど変化しなかった。また、施肥前後で比較すると、施肥地点付近に生息したホソメコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は、施肥後に大きく低下したが、試験海域や対照区ではほとんど変化しなかった。一方、一年間で最も高い栄養塩濃度を示す2月の窒素態栄養塩濃度は、施肥地点付近で高く、施肥地点から離れるに従い減少する傾向を示した。これらのことから、海藻類への施肥効果は施肥地点付近で最も大きく、施肥地点から離れるに従いその効果が小さくなり、施肥地点から70m付近、水深帯で1m付近まではその効果を受けて成長している可能性が示唆された。また、施肥区以外の試験海域や対照区に着生したホソメコンブ等海藻類への施肥の影響はほとんどないことが考えられた。

平成24年度施肥試験において、施肥後の平成25年5月に施肥区および対照区で採取したホソメコンブ等海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、施肥地点付近で最も低く、施肥地点から離れるに従い上昇傾向を示し、施肥地点から50m以上遠ではほぼ5%前後と対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ に近い値を示した。また、一年間で最も高い栄養塩濃度を示す2月の窒素態栄養塩濃度は、施肥地点付近で高く、施肥地点から離れるに従い減少する傾向を示した。海藻類への施肥効果は施肥地点付近で最も大きく、施肥地点から離れるに従いその影響が小さくなり、施肥地点から50m付近までその影響があることが示唆された。

施肥地点からの距離による海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ の変化について、各年度に実施された施肥試験の結果と比較した。試験海域において施肥後に着生した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、いずれの年度も施肥地点付近で低い値を示したが、施肥地点付近から離れるに従い上昇し、対馬暖

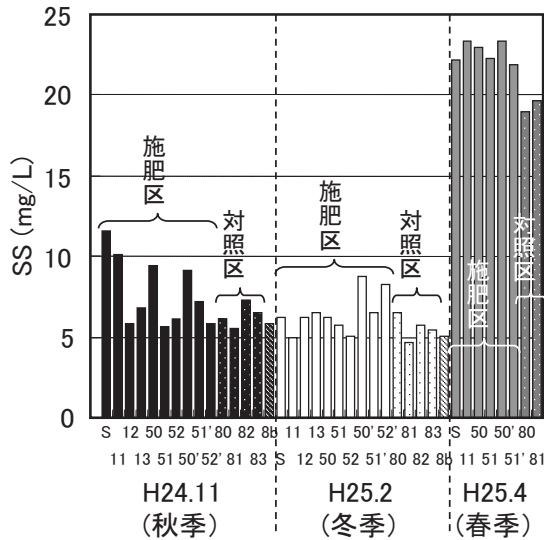


図11 各調査地点における季節別の懸濁粒子濃度

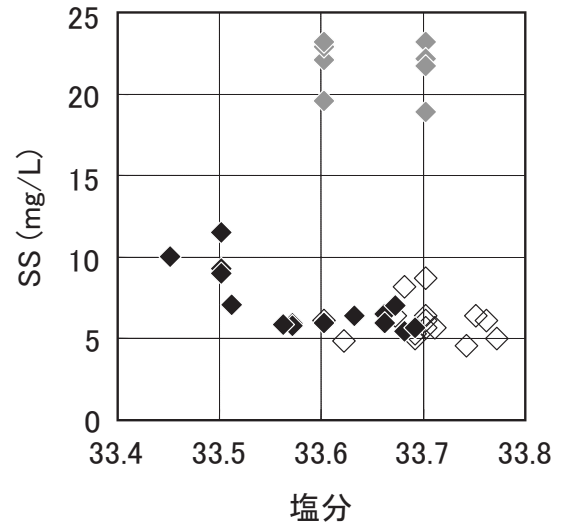


図12 懸濁粒子濃度と塩分の関係

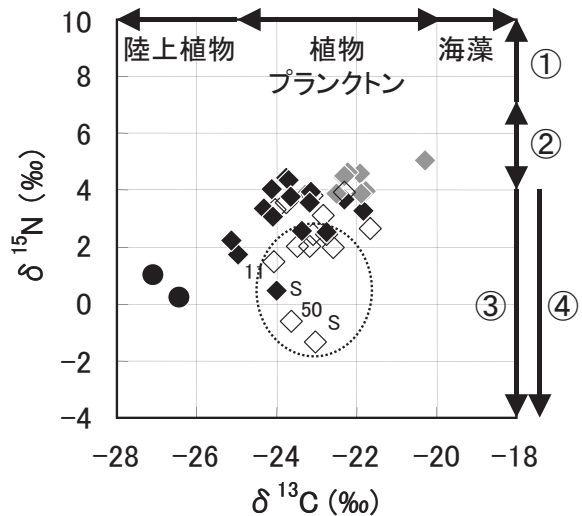
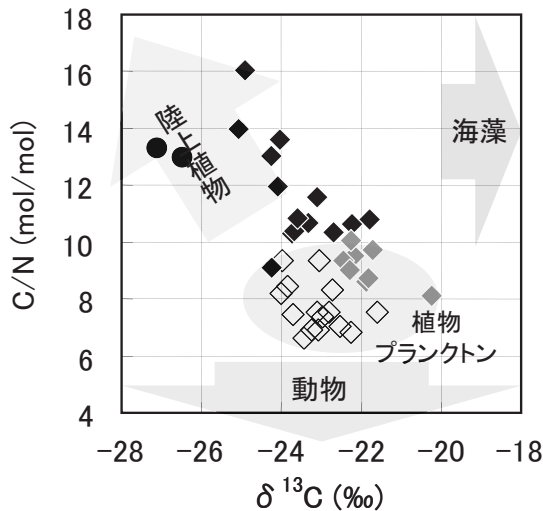


図13 懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と C/N 比の関係 (左) および $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ 比の関係 (右)

- ◆ : H24.11, ◇ : H25.2, ◆ : H25.4, ● : 河川水 (H25.4)
- ①排水・動物・脱窒起源の窒素を利用 ②外海起源の窒素を利用
- ③陸水・天水起源の窒素を利用 ④施肥起源の窒素を利用

流域の窒素態栄養塩を利用した海藻類の値である 4～7%前後を示した。しかしながら、4～7%より低い値を示す範囲、すなわち添加された硫酸に由来する窒素態栄養塩を利用したと考えられる範囲が各年度によって異なり、平成21, 22, 23, 24年度ではそれぞれ約 220m, 350m, 70m, 50mまでと考えられた。この要因も、前述のように施肥量あるいは施肥期間が年度によって異なっていたことが考えられる。平成23年度は、平成21, 22年度と比較して施肥量を20%まで削減した。平成24年度は、施肥期間を平成21～23年度の秋季～春季から秋季～冬季までに短縮し、施肥量を平成23年度

と同様量（平成21, 22年度の20%まで削減）で実施した。このような施肥期間の短縮および施肥量の削減は、海域に添加された窒素態栄養塩の「積算量」を減少させ、生息海域における発芽から採取時までの栄養塩状態を「積算して」藻体内に反映するホソメコブ等海藻類にも影響し、藻体の $\delta^{15}\text{N}$ が低下する範囲も狭くなったと考えられる。これらの結果は、海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ が施肥効果の新たな判定手法として有効であることを示唆する。

なお、平成21年度と平成22年度では施肥期間および施肥量ともに同様であるにも関わらず、対馬暖流域の窒素態栄養塩を利用して成長した海藻類より低い値を

示す範囲がそれぞれ220mと350mで異なった。このことは、施肥を実施した定点が平成21年度と平成22年度以降で異なり、水深や海底地形、陸水の影響等海洋環境の違いが関係している可能性がある。

オ 懸濁粒子調査結果

(ア) 懸濁粒子濃度の季節変化

懸濁粒子濃度は、秋季(平成24年11月)に5~12mg/Lの範囲を示し、施肥区では岸から沖に向かって減少する傾向を示した。ライン別に比較すると、L1で高く、対照区のラインであるL8および防波堤沖で低い値を示した。冬季(平成25年2月)では、4~9mg/Lと秋季より低い範囲を示した。ライン別にみると、L1で高く、対照区のラインであるL8および防波堤沖で低い値を示した。春季(平成25年4月)では、19~24mg/Lと秋季および冬季より高い範囲を示した。施肥区では対照区より高い値を示した(図11)。

懸濁粒子の起源を推定するために、塩分との比較を試みた。秋季では冬季および春季より低い塩分を示す定点が多く、懸濁粒子濃度と負の相関関係がみられた。このことから、秋季の懸濁粒子は陸水の流入により供給されていることが示唆された。一方、冬季および春季の塩分は33.6~33.8の範囲を示し、懸濁粒子濃度と明瞭な関係がみられなかった(図12)。

(イ) 懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ およびC/N

懸濁粒子に含有する物質のうち、有機物の起源を推定するために、 $\delta^{13}\text{C}$ とC/N比、および $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の関係をそれぞれ図13に示した。一般に植物プランクトン等浮遊性藻類に由来する有機物のC/N比、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ は、それぞれ10未満、-22~-19‰および4~7‰の範囲を示す。一方で陸上(C3)植物に由来する有機物のC/N比、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ は、それぞれ10以上、-27~-25‰および0~3‰の範囲と、植物プランクトンに由来する有機物より高いC/N比、低い $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ を示す。また、底生藻類や付着藻類、コンブ等大型海藻類に由来する有機物のC/N比および $\delta^{13}\text{C}$ は、それぞれ10以上および20‰以上の高い値を示す場合が多い。 $\delta^{15}\text{N}$ についても、脱窒環境下や動物、人間活動に由来する窒素を含む場合、10‰以上の高い値を示す。その他にもC/N比、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ の変動要因は複数存在するが、これらの値の違いを指標とすることで、陸上起源有機物と海洋起源有機物の寄与率の違いや人間活動の影響評価など多くの研究が行われている。

施肥区および対照区に分布した懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ およびC/N比の関係をみると、河川水における $\delta^{13}\text{C}$ お

よびC/N比がそれぞれ-26~-28‰および12~14の範囲(グラフの左上に分布)を示した。この範囲を河川より流入する陸上有機物のエンドメンバーと仮定し、秋季、冬季および春季において施肥区および対照区に分布した懸濁態有機物の起源推定を試みた。その結果、秋季では、冬季および春季より $\delta^{13}\text{C}$ が低く、C/N比が高い(グラフの左上側)分布を示したことから、陸上有機物の寄与が他の季節より相対的に高いことが考えられた。また、秋季の分布は $\delta^{13}\text{C}$ の上昇とともにC/N比が低下する傾向(グラフの左上側から右下側へ)を示し、定点により陸上有機物の寄与率が異なることが考えられた。冬季および春季では、秋季よりC/N比が低く、 $\delta^{13}\text{C}$ が高い(グラフの右下側)分布を示した。また、両指標ともに植物プランクトンに特徴的な値を示したことから、両季節の施肥区および対照区に分布した懸濁粒子は、植物プランクトンの寄与が秋季より相対的に高いことが考えられた。

次に、懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ の関係をみると、河川水における $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ がそれぞれ-26~-28‰および0~1‰の範囲(グラフの左下側に分布)を示した。そこで、この範囲を河川より流入する陸上有機物のエンドメンバーと仮定し、秋季(11月)、冬季(2月)および春季(4月)において施肥区および対照区に分布した懸濁態有機物の起源推定を試みた。その結果、秋季では、冬季および春季より $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ が共に低い(グラフの左下側)分布を示したことから、陸上有機物の寄与が他の季節より相対的に高いと考えられた。

春季では、秋季より $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ が共に高い(グラフの右上側)分布を示した。両指標ともに植物プランクトンに特徴的な値を示した他、春季は懸濁粒子濃度が他の季節より高いことから、春季ブルームによって生産された植物プランクトンに由来する有機物が海水中に懸濁していることが考えられた。

なお、秋季および冬季の施肥地点付近では、0‰未満と低い $\delta^{15}\text{N}$ を示す懸濁粒子が観測された。添加された硫安の $\delta^{15}\text{N}$ は-4‰前後を示すことが既に明らかであり、施肥により添加された窒素態栄養塩を利用して成長した海藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は顕著に低下することが確認されている。C/N比および $\delta^{13}\text{C}$ から、これらの懸濁粒子は植物プランクトン起源有機物の割合が相対的に高いことから、秋季および冬季の施肥地点付近では、海藻類だけでなく植物プランクトンも施肥により添加された窒素態栄養塩を利用していた可能性がある。

8. 資源評価調査事業 (公募型研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ **三宅博哉 志田 修 星野 昇 高嶋孝寛 山口幹人**
三原行雄 和田昭彦 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24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。

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取得した。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（3回）
- ・マダラ：小樽（1回）、余市（1回）
- ・ホッケ：小樽（8回）、古平（2回）

寿都（1回）

- ・ヒラメ：余市（2回）
- ・カレイ類：小樽（1回）、余市（1回）
- ・スルメイカ：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取得した。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（4回）、古平（5回）
岩内（6回）、島牧（1回）
- ・マダラ：小樽（1回）、余市（1回）
- ・ホッケ：小樽（8回）、古平（2回）
寿都（3回）
- ・ヒラメ：余市（2回）
- ・ソウハチ：小樽（2回）、古平（2回）
- ・スルメイカ：余市（6回）

カ 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。

8. 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

2013年1月24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、2012年11月23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、2012～2013年分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、2012年4月から2013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。2011年度は小樽機船漁協で36尾、余市郡漁協で36尾、計72尾を測定した。

イ 漁獲統計調査

1985～2011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いた。2011年度は古平町や余市町などで漁獲量が前年を大きく上回ったが、2012年度は微増もしくは減少した。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り、2010年度は前年を大きく上回ったもの、2011年度は再び減少に転じた（表2、図1）。2012年度は集計途中であるが、2012年度の小樽機船漁協における銘柄別漁獲箱数（表3）は、主要銘柄で2011年度の倍以上の漁獲となっていることから、漁獲量の集計値は大幅増加となる見込みである。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 2012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		平均体長 (mm)	平均体重 (kg)
				雄	雌		
小樽機船	2013年 1月24日	木箱1尾入					
		木箱2尾入	3		6	773.5	9.6
		木箱3尾入	2	2	4	693.8	6.2
		木箱4尾入	2	5	3	639.5	4.7
		木箱5尾入	2	4	6	584.6	3.6
		木箱6尾入	1	5	1	557.8	2.9
余市郡	2012年 11月23日	発泡箱1尾入	2	1	1	758.5	8.8
		発泡箱2尾入	2	2	2	703.0	7.1
		発泡箱3尾入	2		6	659.7	5.5
		発泡箱4尾入	2	6	2	603.3	4.1
		発泡箱5尾入	2	5	5	581.9	3.5
		発泡箱6尾入	1	5	1	530.0	2.6

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	217	147	91	11	10	26	11	109	733	1.0	951	220	297	763	
2011	3	269	479	88	48	10	21	12	80	1,009	0.5	1,965	204	1,308	427	
2012	1	191	499	118	76	16	38	24	74	1,037	0.0	2,714	287	1,380	未集計	

表3 2012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 (2012年4月～2013年3月)

銘柄名	箱数	対前年度比
木箱1尾入	254	0.99
木箱2尾入	2,107	1.25
木箱3尾入	5,499	1.49
木箱4尾入	9,481	2.05
木箱5尾入	7,078	2.24
木箱6尾入	4,511	1.64
発泡箱4尾入	12	1.71
発泡箱5尾入	114	0.97
発泡箱6尾入	1,280	0.73
発泡箱7尾入	34	0.09
発泡箱8尾入	535	0.37

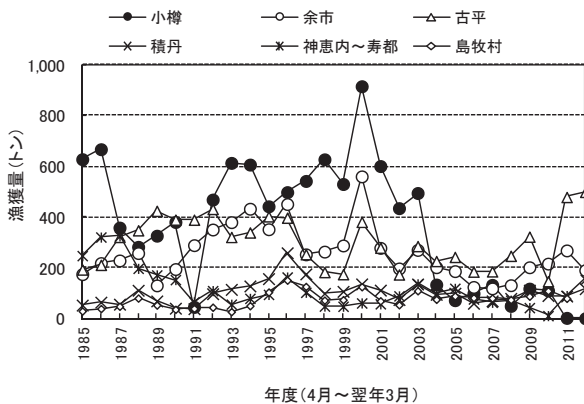


図1 各地区沿岸漁業におけるマダラ漁獲量の経年推移

8. 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 三原行雄 志田 修 山口幹人 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。2012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10日～10月23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)EK60(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、後日研究室で尾又長、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

2012年度の調査の実施期間において、荒天の日が続いたため、計量魚探調査において実施できたのは予定航走距離881マイルの内の391マイル(予定航走距離の44%)であった。またトロール調査の実施点数は3点であった(図1)。

2012年度におけるスケトウダラの水平分布を図2に示す。石狩湾～積丹半島沖については調査できなかったが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、岩内湾に多かった。これに加えて、2010年度および2011年度と同様に武蔵堆周辺および留萌沖にも強い反応が観察された。

トロール調査は檜山海域沖と北部海域沿岸のみの実

施となったため(図1)、8月と9月における北洋丸のトロール調査の結果も参考値として用いた。採集された標本は全調査点(T1～T3)で尾又長40cm前後の2006年級群(6歳)と尾又長42cm以上の7歳以上の高齢魚で構成されていた(図3)。

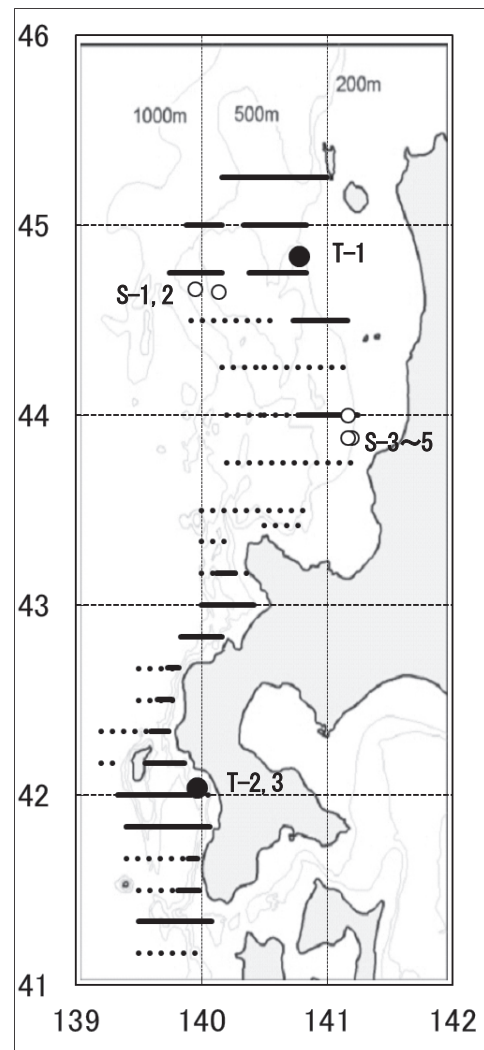


図1 産卵群漁期前分布調査の調査海域
破線は魚探予定ライン、実線は実施ライン
●はトロール地点、○は参考トロール地点

2012年において実施できた調査海域全体(図4)のスケトウダラ成魚の推定分布量(調査範囲が限定されていること、海況が悪くノイズの影響が懸念されるこ

とから、参考値とする）は約3.8万トンと、同一範囲における2011年の分布量（約5.5万トン）の7割程度に減少した。1998年以降のスケトウダラ成魚の分布量と比較すると2012年の分布量は最も低位であった2008年並であったと推定された。

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として、国および道の資源評価に用いられているが、2012年度の結果は参考値扱いとした。

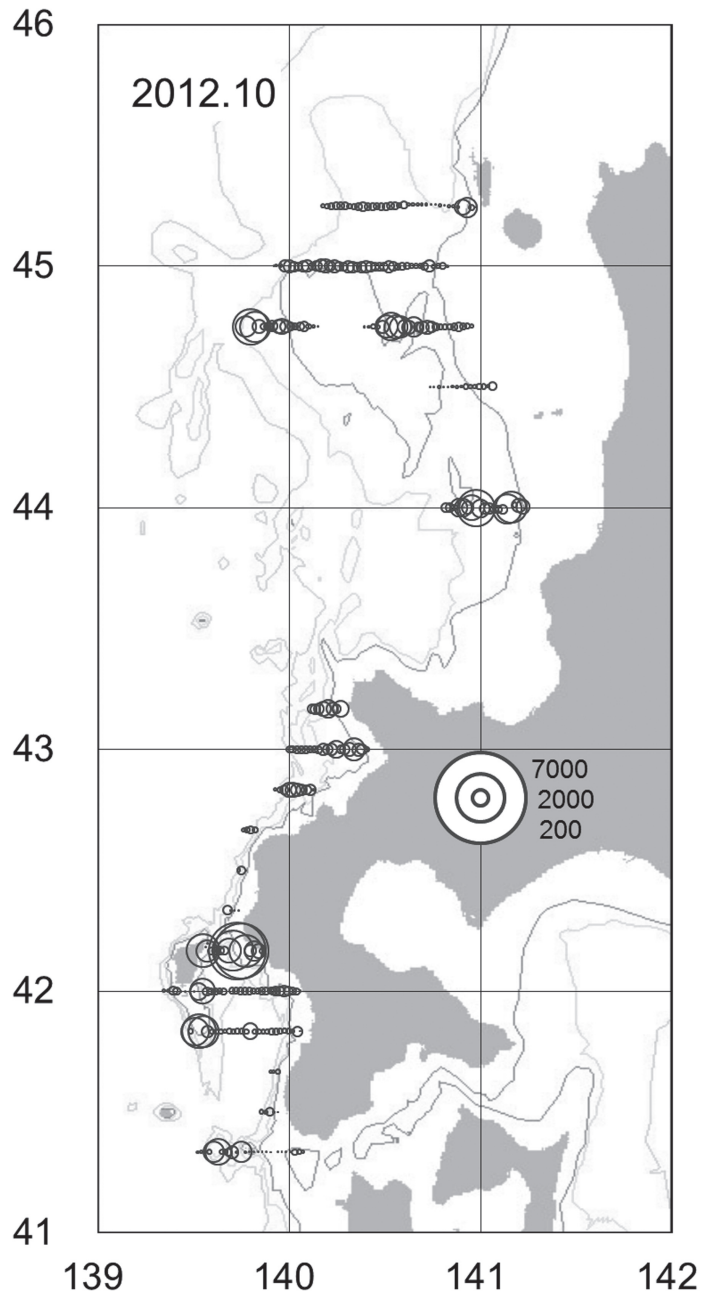


図2 産卵群漁期前分布調査におけるスケトウダラの分布
丸の大きさは反応の強さNASC (m^2/nmi^2)

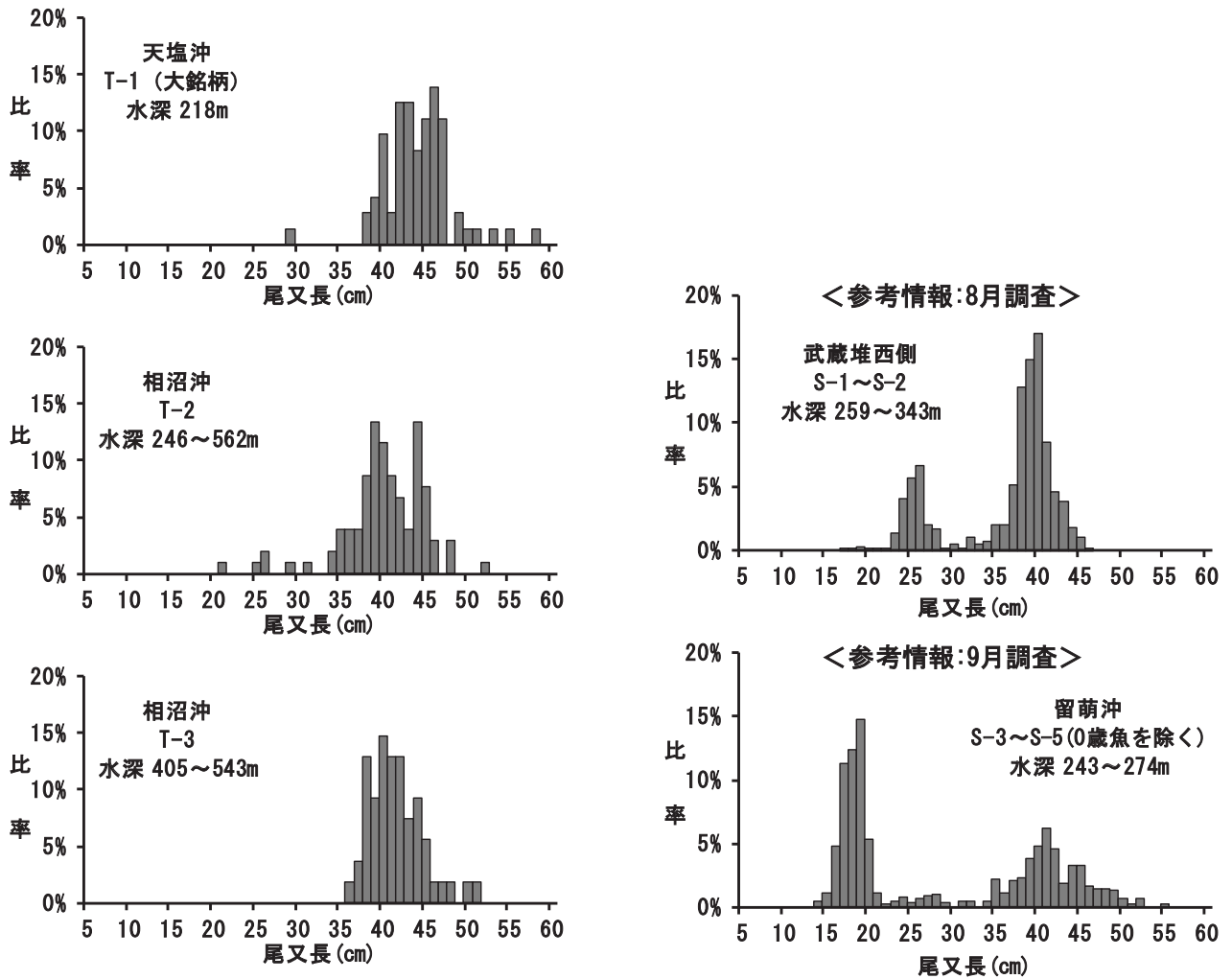


図3 産卵群漁期前分布調査により採集されたスケトウダラの尾又長

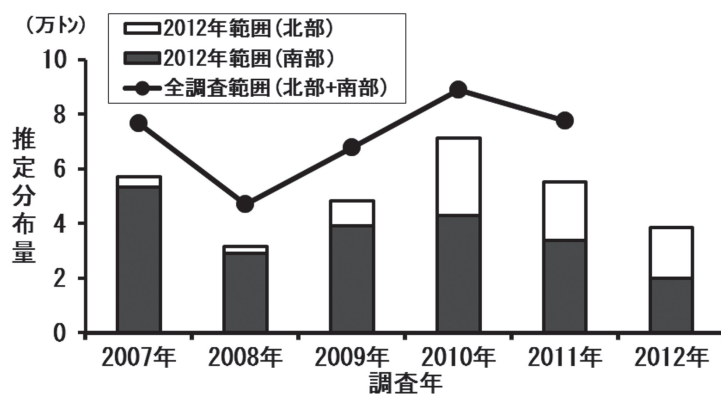


図4 漁期前調査における推定分布量(2012年範囲と全調査範囲)の経年推移
 北部海域：北緯43° 41.5'以北，南部海域：北緯43° 41.5'以南の海域

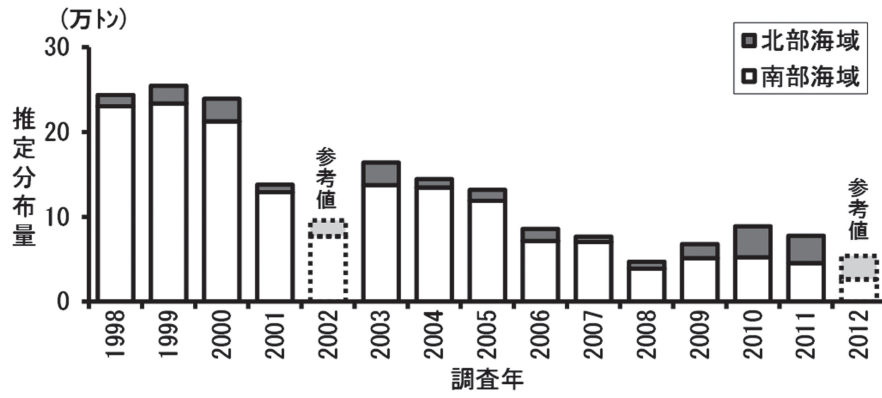


図5 産卵群分布調査から推定されたスケトウダラ成魚分布量の推移
 北部海域：北緯43° 41.5'以北， 南部海域：北緯43° 41.5'以南の海域

9. 国際資源評価事業 (日本周辺クロマグロ) (公募型研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口浩志 志田 修

(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24年度水揚げ地のまぐろ・かじき調査結果、2013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、松前さくら、福島芳夫か島牧、寿都町および余市郡) を対象に日別、漁法別、銘柄別、水揚げ状態 (例: ラウンド、セミドレス) 別のマグロ類およびカジキ類の漁獲尾数と漁獲重量を調査した。

イ 魚体測定調査

余市郡漁協で水揚げされたクロマグロの魚体測定を行った。

(3) 得られた結果

2012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512トンとなり、前年の300トン (北海道水産現勢) を大きく上回った。2012年の漁獲のうち9割以上を渡島管内が占めていた。

2012年の後志管内主要漁協の漁獲量は2トンで前年 (5トン) を下回った。

余市郡漁協ではクロマグロ合計61個体の尾叉長を計測した。

10. 資源変動要因分析調査（スケトウダラ日本海北部系群）（公募型研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 三原行雄 志田 修

(1) 目的

本事業は、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、スルメイカについて、適切なABC算定と資源管理方策の策定のために、日本海海況予測システム（JADE）と連携した海洋環境を考慮した加入量予測シミュレーションの開発と改良を行い、シミュレーション結果について検討する。

北海道ではスケトウダラに関する課題を担当する。幼魚の耳石を用いた孵化日組成の推定、幼稚魚期における発育段階別の分布状況の解析、漁獲情報および調査船調査結果から推測される産卵状況（産卵海域および時期）を明らかにする。また、2005年以降の産卵期、生活史初期の解析を進め、加入量変動に影響を与えた海洋環境の検討を行って加入量予測精度を向上させる課題を担当する。

(2) 経過の概要

ア 仔稚魚の分布および日齢データの解析

北洋丸を用いた調査により、スケトウダラ仔稚魚の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 親魚の分布および量のモニタリングとデータ解析

北洋丸および金星丸を用いて行ったスケトウダラ産卵親魚の分布および量に関するデータを再解析し、経年比較する（調査船調査内容の詳細は、資源評価調査の項および稚内、函館水試事業報告書を参照）。

ウ 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、スケトウダラの卵から仔魚期における輸送モデルシミュ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、会議において結果を報告した。

イ 親魚の分布および量のモニタリングとデータ解析

スケトウダラ産卵親魚の分布および量に関するデータを再解析し、会議において報告した。

ウ 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

豊度の高い2006年級および2012年級群の産卵期～稚魚期の海洋環境（水温、流れ）を他の年と比較することにより、豊度の高い年級群の発生条件について検討を進めた。また改良版JADEシステムの解析結果の妥当性について検討するとともに今後の解析方針について協議した。

11. 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) (公募型研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 和田昭彦 志田 修 三宅博哉

(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および被害実態を明らかにすることを目的とする。また、トドを含む高次捕食海洋生物の生態系や漁業への影響を評価し、重要漁業資源の適切な管理に役立てる。

(2) 経過の概要

成果については、共同研究機関である (独) 水産総合研究センター北海道区水産研究所で一括して報告書として取りまとめて公表されるので、ここでは概略を記述する。なお、2012年度より中央水試において混獲調査および被害実態調査を担当することになった。

(3) 得られた結果

ア 採捕・漂着個体からの試料採取

2012年度に、石狩湾および積丹半島において採捕されたトド11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) であり、それぞれ冷凍もしくはホルマリンで固定して分析担当機関に送付した。

試料採取した個体の生物学的特性値などを表1に示す。オスは8個体で、体重200~850kg、メスは3個体で、体重180~270kgであった。なお、標識個体の捕獲は1個体で、サハリン中知床岬沖チュレニー島において標識された個体であった。

イ 被害実態調査

トドによる漁業被害を把握するために、1) 現地での被害状況の聞き取り、2) 道で集計している被害統計の解析によって被害実態を把握し、3) 被害の多い漁業種や魚種の統計値を収集・解析した。

ウ 混獲調査

後志総合振興局管内における底建網の操業実態を把握するため混獲実態調査を実施した (調査項目: 積丹半島周辺海域における混獲実態聞き取り調査, 操業日誌調査, 混獲個体からの標本収集)。

表1 2012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

番号	雌雄	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)	体副	焼印	標識札	胎子
13901	雌		2月20日	小樽	捕獲	270	225	275	145	70	47	無	無	有
13902	雄		2月20日	小樽	捕獲	390	268	288	175	85	54	無	無	
13903	雄		2月20日	小樽	捕獲	850	318	365	293	150	93	無	無	
13904	雄		2月25日	小樽	捕獲	540	285	326	192	85	66.4	無	無	
13905	雄		2月25日	小樽	捕獲	270	225	259	157	55	44	無	無	
13101	雌	3月7日	3月8日	神恵内	底建網	180	210	242	129	35	47	無	無	無
13907	雄		3月15日	小樽	捕獲	200	205	245	135	35.5		無	無	
13102	雄	3月16日	3月18日	神恵内	底建網	450	270	329	179	75	59	無	無	
13103	雄	3月16日	3月18日	神恵内	底建網	210	217	257	128	38	48	Γ 46	無	
13910	雄		4月3日	小樽	捕獲	400	265	317	164	40		無	無	
13104	雌		4月3日	神恵内	底建網	190	200	235	138	32		無	無	無

12. 資源管理指針等推進事業（公募型研究）

担当者 資源管理部 資源管理グループ 三原行雄 志田 修

(1) 目的

スケトウダラは、平成23年3月に公表された我が国の海洋生物資源の資源管理指針（平成24年12月改正）の対象魚種となっている。本事業では、スケトウダラ日本海北部系群を漁獲対象としている沖合底びき網漁業（以後、沖底）の資源管理指針・計画について、その効果や問題点を検証するとともに、沖底の主要な漁獲対象種であるホッケ、マダラおよびソウハチについても管理措置の必要性について検討することを目的としている。

(2) 経過の概要

北海道区水産研究所と道総研（中央水産試験場、稚内水産試験場、函館水産試験場）が事業を担当した。

北海道区水産研究所は、スケトウダラ資源と沖合底びき網漁業に関わる現状および事業全体の取りまとめを担当し、道総研中央水産試験場、稚内水産試験場、函館水産試験場は、ホッケ、マダラ、ソウハチ資源と知事許可漁業に関わる現状の取りまとめを担当した。

(3) 得られた結果

ア 沖合底びき網漁業の魚種別漁獲状況

日本海の沖底における主漁獲対象種の2000年以降の漁獲量を以下に示す。

スケトウダラの漁獲量は、2002年の3.8万トンピークに減少し、2011年は2002年の1/6に減少した。漁獲量の減少は資源状況の悪化の影響の他、2008年度よりTAC数量が大きく削減された影響も大きい。

ホッケの漁獲量は2008年までは8万トン前後で比較的安定して推移していたが、2009年以降は減少傾向となり、2011年は2000年の1/3に減少した。

マダラの漁獲量は2000～2004年までは2千トン前後で推移していたが、2005年に1千トンまで減少し、それ以降は1千トン前後で推移している。

ソウハチの漁獲量は2007年までは1.0～1.3千トンの範囲で推移していたが、2008年以降は0.8～1.0千トンの漁獲で推移している。

イ 沖合底びき網漁業の主漁獲対象種の資源状態

日本海北部系群のスケトウダラの資源量は1987～1992年度には高い水準にあったが、1991年度以降は減少傾向を示しており、2007年度にはピーク時の1/10程度に減少し、2011年度も依然として低水準にある。

道北系群のホッケの資源水準は、2008年以降減少傾向が続いており、2011年は低水準にある。

日本海海域のマダラの資源水準は、2005年以降は低水準で推移していたが、2011年には中水準となった。

日本海～オホーツク海海域のソウハチの資源水準は、中水準のまま推移しており、2011年も中水準である。

ウ 資源管理の状況と資源維持・回復のために必要な取り組みの提案

スケトウダラはTACにより管理されている。TACはABCに基づき漁業者の経営状況等も考慮され設定されている。またTACは国が定めた中期的管理方針に合致するように設定されており、スケトウダラ日本海北部系群では「資源の減少に歯止めをかけることを目指して管理を行うものとし、資源管理計画に基づく取組の推進を図るものとする」とされている。ホッケ、マダラ、ソウハチについては、TACによる管理は実施されていない。

北海道区水産研究所が行ったシミュレーションの結果によるとスケトウダラ日本海北部系群を資源回復させるためには、豊度の高い年級群の発生により今後良好な加入があったとしても、若齢魚の保護だけではなく、TAC数量自体を増加させないことが必要である。

国の資源評価および北海道の資源評価の結果、マダラおよびソウハチについては概ね現状よりも資源を減少させないことを目標に、現状以上の漁獲圧をかけない操業が望ましいと判断される。しかし、ホッケについては資源の急激な減少が認められることから、資源回復に向けた取り組みを実施する必要がある。

(4) 成果の活用策

取りまとめ結果は平成25年3月1日に札幌市で開催された資源管理指針等推進事業報告会にて報告をした。また、これらの結果は、年度末に報告書としてまとめられた。

13. 漁業生物の資源・生態調査及び資源管理手法開発試験調査（受託研究）

(1) 目的

北海道資源管理協議会において、北海道資源管理指針の見直しにあたり、科学的知見に基づく総合的な検討に資するため、漁業生物の資源状況や生態把握及び適切な管理等に関する科学的データの収集を目的とする。

13. 1 資源・生態調査研究

担当者 資源管理部 資源管理グループ 三宅博哉 志田 修 星野 昇 高嶋孝寛 山口幹人
三原行雄 和田昭彦 山口浩志 丸山秀佳

(1) 目的

委託業務処理要領に基づき、当水試においては次の12魚種：スケトウダラ、マダラ、ホッケ、マガレイ、ソウハチ、クロガシラガレイ、ヒラメ、ニシン、ハタハタ、エビ類、タコ類およびスルメイカの資源状況及び生態等の把握を行う。

(2) 経過の概要

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

海～オホーツク海海域クロガシラ担当の網走水試に送付し資源評価書作成の資料とした。

また、前年度の調査及び評価に従い各魚種毎に資源の評価書を作成し、平成24年度資源評価調査部会で内容を検討した。そして、その結果を水産資源管理会議で報告した。

作成された評価書はマリネット

（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/index.asp>）で公表すると共に、ダイジェスト版を「北海道水産資源管理マニュアル2012年度版」として印刷公表した。

13. 2 資源管理手法開発試験調査

13. 2. 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有効に利用するため、毎年の来遊状況を予測し情報提供するとともに、漁業の実態に見合ったより適切な資源管理手法を開発することを目的とする。

(2) 経過の概要

2012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、2012年5月22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、「1 漁業生物の資源・生態調査研究-1. 9ハタハタ」の項にあわせて記載しているので、そちらを参照。

これらの結果に基づき、2012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会議」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1歳魚（2011年級群）が主体であった（図1）が、その採集量は少なく、また当該年級群に対する稚魚調査での採集量も少ない（図2）ことから、資源豊度は小さいと考えられた。2歳魚（2010年級群）は2011年時点での漁獲状況も悪く豊度が低いと考えられることから、2011年の来遊量全体としては前年に比べやや増加することはあっても、2000年以降では過去最低水準のままであり、魚体は小さいと予測した。

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、えびごぎ網漁業、沿岸漁業（刺し網、小定置）のそれぞれに、2012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。

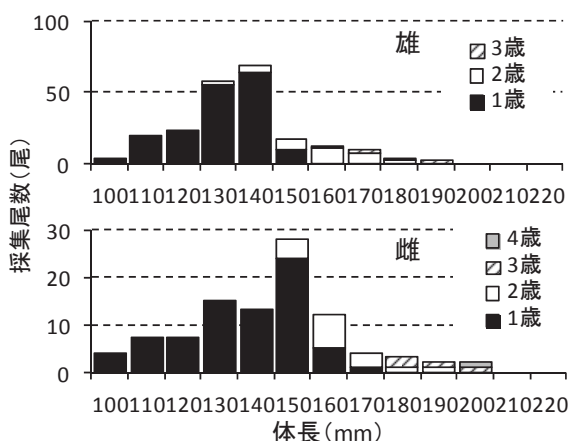


図1 漁期前分布調査（2012年9月11, 12日）で採集された標本の体長-年齢組成

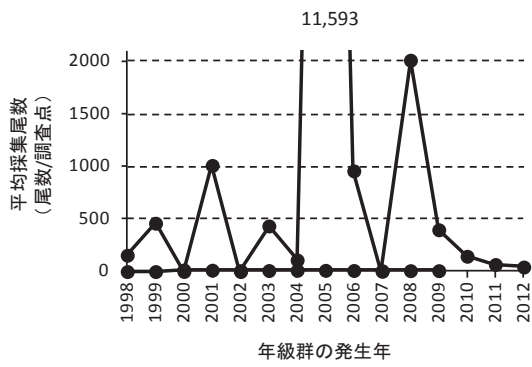


図2 稚魚分布調査による各年級群の平均採集尾数の推移

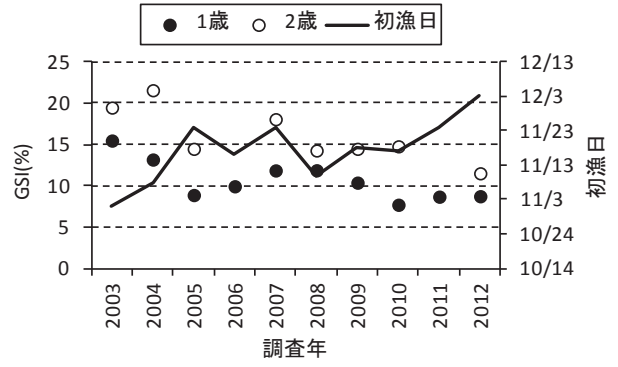


図3 漁期前トロール調査で採集された雌のGSI (卵巣熟度指数: 卵巣重量/内臓除去重量×100) と厚田沿岸における初漁日の推移. GSIは2010年以降の調査日がそれ以前より早いことから, 9月末時点の値を推定して示している.

13. 2. 2 ホッケ

担当者 資源管理部 資源管理グループ 高嶋孝寛

(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

道北群資源に対し、現状の漁業が今後も継続した場合と、一定程度の資源管理を行った場合を想定して将来予測を行い、その結果を比較することで管理効果を検討した。2012年までの資源量はVPA解析結果(1. 1. 6. 漁業生物の資源・生態調査研究「ホッケ」を参照)によった。現状の漁業を2008～2010年の平均漁獲圧(F値)で表すこととした。2013年以降の将来予測をVPAの前進計算により行った。毎年の新規加入量を親魚量に応答して変化するリッカー型再生産モデル¹⁾により与えた。ただし、加入量予測値をモデルによる期待値に対して確率分布(ガンマ分布)に従って発生させることにより、予測の不確実性を考慮した。資源重量および親魚量の計算では、高嶋ほか²⁾による年齢-サイズ関係式を用いた。これらの計算を、漁業を現状のまま推移させた場合(1.0F)と、漁獲圧を3割削減した場合(0.7F)とでそれぞれ2020年まで計算し、比較した。

イ 高度資源管理指針策定

これまでの本調査による取組み成果に基づき、稚内水産試験場(以下、稚内水試)および網走水産試験場(以下、網走水試)と共同でホッケ道北群の高度資源管理指針を策定した。指針の詳細および平成20～24年度における取組み成果について、ホッケ道南群、シシャモ(道南太平洋海域)、ハタハタ(道東太平洋海域、日本海海域)、およびアカガレイ(噴火湾海域)における取組み成果と共に報告書¹⁾を作成し、関係機関等へ配布した。

ウ 研究成果の普及・広報

北海道試算林務部(以下、水産林務部)が2012年下

半期より指導開始した資源回復対策の検討の機会に、管理効果の検討結果をはじめとした情報を提供した。

漁業生物の資源・生態調査研究(経常研究)および資源評価調査(受託研究)による資源評価に、本課題による成果を反映させた。また、関係漁業者対象の説明機会等において、その都度、最新の研究成果を紹介した。

(3) 得られた結果

ア 資源管理技術開発

漁獲圧を1.0Fと仮定した場合、2012産卵年以降、親魚量が2万トンを超えることは起こりにくく、そのため加入量が5億尾前後に抑えられた。その結果、資源重量がほぼ10万トン未満で低迷して推移した(図1)。一方、0.7Fを仮定した場合は、2015産卵年には親魚量がほぼ2万トン以上に達してその後も増加し、これらに応じて加入量も増加した。その結果、資源重量も増加傾向となり、2017年にはほぼ確実に10万トンを超える計算結果が得られた(図2)。これらのことから、現状の漁業を継続する限り資源は低い水準のまま推移するが、漁獲圧を一定程度削減すると、数年後に高い確率で資源が回復することが期待できると考えられた。

イ 高度資源管理指針策定

平成20～24年度の本調査業務ならびに経常研究等による取組成果により、ホッケ道北群資源にとって親魚量は重要な役割を果たしており、漁獲圧の制御によってそれを増大させることができると判断された。そのため、高度資源管理指針の基本的な考え方を「漁獲努力量の削減により産卵親魚量の増大を図る」こととし、具体的な方策として、①若齢魚の保護、②産卵親魚保護、および③迅速な資源管理体制の構築を提示した¹⁾。

ウ 研究成果の普及・広報

水産林務部、北海道漁連、北海道機船連、水産庁、および道水誌により、ホッケ道北群の管理対策について、漁獲圧削減による回復効果と、漁獲制御の強さおよび実施期間が漁業経営に及ぼす影響とを勘案しつつ協議された。その結果、北海道水産林務部により、2012年下半期から2015年上半期まで、漁獲努力量を2008～

2010年平均値に対して3割削減することを基本とした自主管理が指導されることとなった。

資源状況および管理措置の必要性を説明した平成24年度中の諸会議等について、中央水試職員出席分を表1に示した。

(4) 文献

- 1) 前田圭司, 板谷和彦, 後藤陽子, 鈴木祐太郎, 高嶋孝寛, 浅見大樹, 品田晃良, 田中伸幸, 室岡瑞恵, 城 幹昌, 藤岡 崇, 岡田のぞみ: ホッケ

(道央日本海～オホーツク海・道南日本海～道南太平洋海域).「受託研究 漁業生物の資源・生態調査および資源管理手法開発試験調査業務 資源管理手法開発試験調査報告書」地方独立行政法人北海道立総合研究機構 水産研究本部, 余市, 1- 77 (2013) .

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

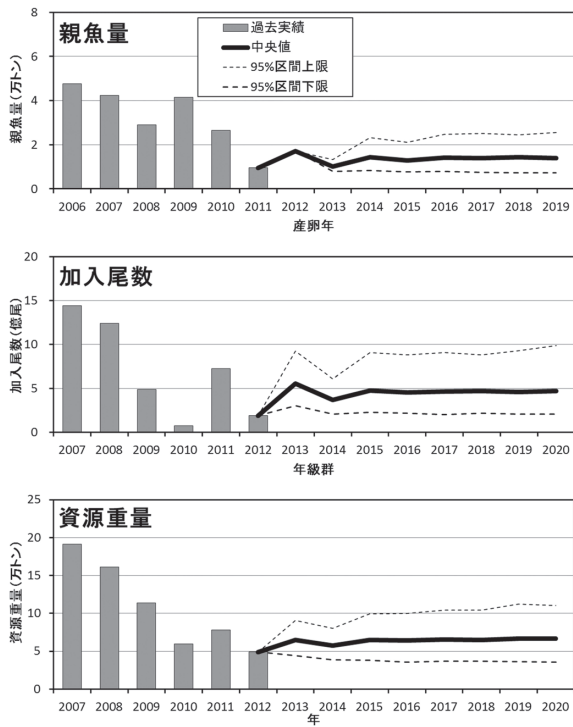


図1 1.0Fを仮定したシミュレーション

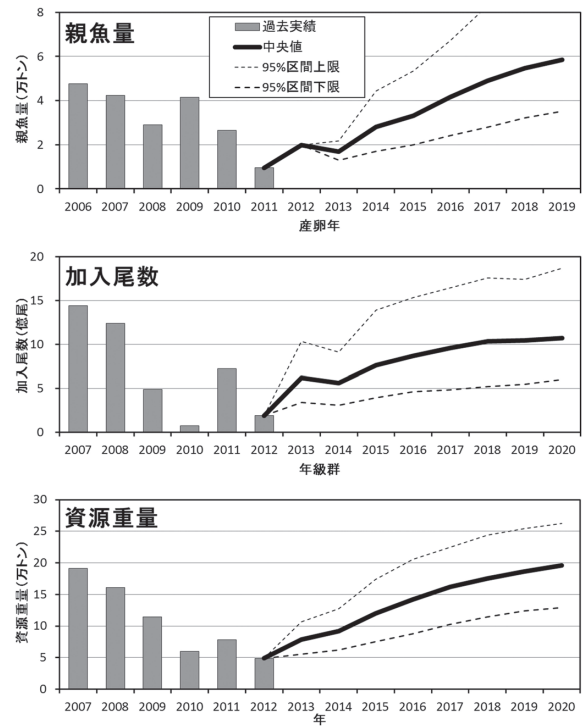


図2 0.7Fを仮定したシミュレーション

表1 資源状況・管理方策等の説明機会一覧 (平成24年度 中央水試出席分のみ掲載)

開催日	名称 (開催地区)	対象
平成24年 8月21日	北見地区漁協組合長会	オホーツク管内漁協
9月7日	小樽地区沖底プラザ (小樽)	小樽機船漁協, 小樽市漁協
9月18日	小樽地区漁協沿岸組合長会	石狩・後志管内漁協
11月22日	小樽地区青年部長会議	石狩・後志管内漁協青年部
12月7日	小樽地区産地市場連絡会議	石狩・後志管内漁協市場部門関係者
12月14日	平成24年度日本水産学会北海道支部大会 公開シンポジウム	一般
平成25年 1月24日	佐呂間漁協アクションプラン講演	佐呂間漁協青年部

14. 石狩湾系ニシンの漁況予測調査 (受託研究)

担当者 資源管理部 資源管理グループ 山口幹人
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で変動している(図1)。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 2012漁期年度の漁況予測

高齢魚(3歳以上)については、前年度までの漁業情報(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、2012漁期年度(2012年5月～2013年4月:盛漁期は2013年1～3月)の3歳以上の漁況予測のため、VPA(Virtual Population Analysis)に基づいて、

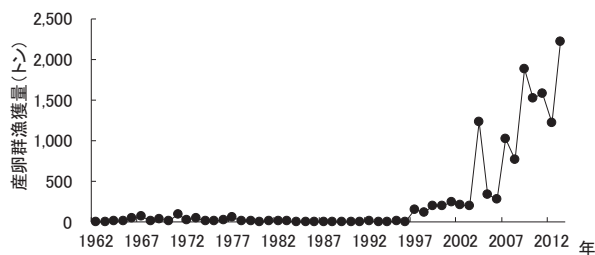


図1 石狩湾系ニシンの産卵群漁獲量

主漁業である刺し網が開始される2013年1月の資源重量を推定した。

1歳魚の2013年1月の資源重量は、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、2歳魚については試験調査船のトロール調査結果から推定した。

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

2012年6月13日、26日、7月2日、17日の4回、石狩川河口周辺の砂浜域の6点において、調査用地び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

2012年8～9月に試験調査船北洋丸によるトロール調査で、採集されたニシンの生物測定を実施した。

(ウ) 漁獲物調査①

石狩湾海域において、2013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、2012年12月～2013年2月の沖合底びき網で漁獲されたニシンについても、生物測定を実施した。

なお、トロール調査を含め生物測定の項目は、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)」に従った。標本については付表1、2に尾叉長組成と共に示した。

(エ) 漁獲統計調査①

漁業生産高報告および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。

ウ 予測の検証

アで示した2013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(経常研究)

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、石狩湾漁協の協力を得て、2012年12月17日に石狩市の厚田地区、2013年1月5日に厚田地区と石狩地区において刺し網(1.8寸, 2.0寸, 2.1寸, 2.2寸および2.3寸目合い)による漁期前調査を実施した。

(3) 得られた結果

ア 2012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2013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2に示した。3歳(2009年級, 4年魚と称す)以上の資源重量は前進計算で求めた。1歳(2011年級)の資源尾数は、地曳き網調査による採集状況(図3)から標準的な年級豊度と判断して、過去100~1000万尾であった年級の平均値である350万尾とした。2歳(2010年級, 3年魚と称す)は、トロール調査結果(図4)の2歳と3歳の比率から724万尾とした。2013年1月における3歳以上の資源重量は約3,400トンで、前年の3,300トンとほぼ同じと予測された。一方、今漁期に本格的に漁獲対象となる2歳の資源重量は800トンにとどまる(前年は2,500トン)こと、さらに網目合いの規制によって3年魚のすべてが漁獲の対象とはならないことを考慮すると、漁獲対象となる資源は前年よりも減少し、2008年とほぼ同程度となると考えられた。

そこで、2013年1月において主たる漁獲対象となる2歳以上の資源重量を、次のとおり予測し、稚内水産試験場と連名で公表した。

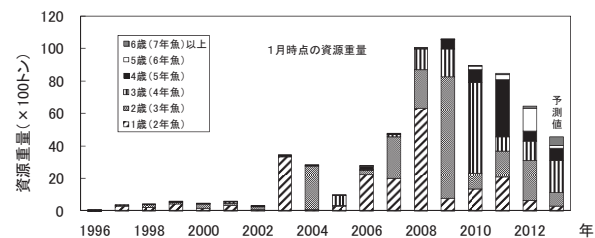


図2 1月時点での資源重量の推移と2013年の予測値

http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/sigen_index.html

漁況予測

1. 漁獲量は2008年並となる。
2. 魚体は、4年魚(2009年級)が主体。
3. 来遊のピークは2月となる。

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5)の調査日毎の採集状況を表1に示した。

4回の調査を通じてニシン稚魚が採集された。最も採集尾数が多かったのは2回目(6月26日実施)の調査で、合計49,575尾と推定された。4回目(7月17日実施)の調査では著しく低い採集尾数となった。4回の調査の合計採集尾数は105,301尾で、1998年の実施開始以降で最多となった。稚魚の平均全長は6月13日に35.41mm(前年同期32.81mm)、6月26日には36.68mm(同37.82mm)、7月2日には39.87mm(同41.49mm)、7月17日には38.74mm(同50.93mm)であった。底層水温は7月2日(3回目調査)まで13~16℃台で推移したが、7月17日までに19℃台に上昇した。

以上の結果から、2012年級群は稚魚期においては

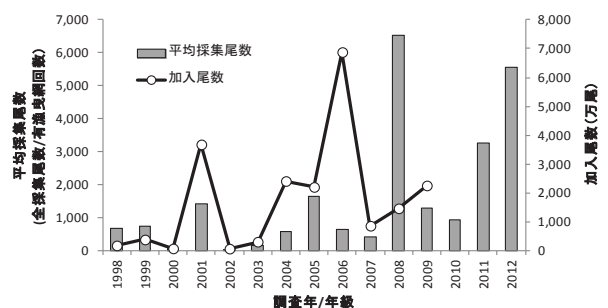


図3 地曳き網による稚魚の平均採集尾数と加入尾数

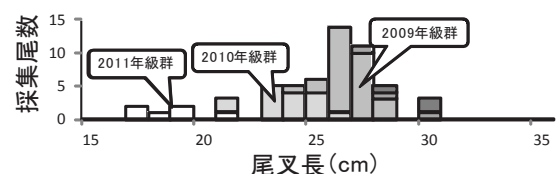


図4 2012年9月に雄冬沖でトロールによって採集されたニシンの尾叉長-年級群関係

1998年以降で最高水準の資源豊度で沿岸域に分布し、水温が10℃台後半まで上昇した7月上旬に、沖合域へと分布を移したと考えられた。これまでの傾向から、この調査で採集尾数が著しく多かった年級群の漁獲加入尾数は比較的多い傾向があることから、2012年級群が漁獲加入する2014～2015年の漁獲動向が注目される。

(イ) トロール調査

試験調査船北洋丸のトロール調査によって、8月に39尾、9月に18尾(図4)のニシンが採集された。年齢別には3歳魚(2009年級群)の割合が最も大きく、この結果を上記のとおり2013年1月時点の2010年級群の資源量推定のためのデータとして活用した。

(ウ) 漁獲物調査

漁期中に石狩湾沿岸で実施した漁獲物調査のうち、いくつかの地区・時期における尾叉長・年齢組成を図6に示した。いずれの時期においても尾叉長のモードは20cm台後半にあり、漁期中は一貫して3歳魚(2009年級群)の占める割合が大きかった。3月の厚田地区の漁獲物には2歳魚(2010年級群)が約14%含まれた。

(エ) 漁獲統計調査

図1に示したとおり石狩湾系ニシンの資源変動の指標である産卵群漁獲量は、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年には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800～2,000トンで推移してきた。2013年は暫定2,200トンと前年(1,224トン)から大幅に増加し、石狩湾系としては統計史上最高値となった。

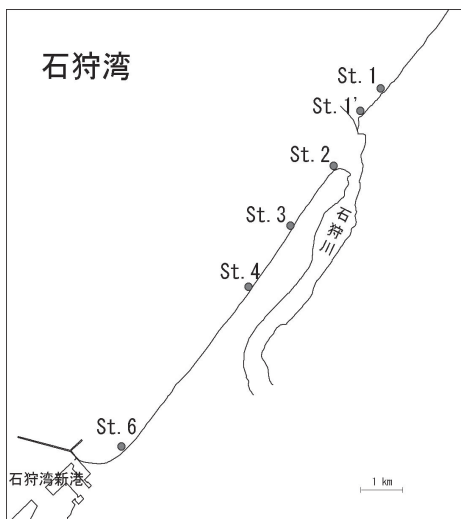


図5 稚魚分布調査の調査点図

ウ 予測の検証

漁期前の予測では、前記のとおり「漁獲量は2008年並(776トン)」としたが、実際の漁獲量は約3倍に達し(図1)、大きく外れた。「魚体は4年魚(2009年級群)主体」としており、図6のとおり4年魚主体のまま推移しており、予測通りであった。「来遊のピークは2月」としており、石狩湾沿岸の漁獲状況は1月末より漁獲が増え始め、2月中旬にピークとなっており、予測通りであった。来遊量の予測が大きく外れた要因は、VPAの前進計算を基に資源量を予測した2009年級群の豊度が、結果的に著しく過小評価であったことによる。この部分の解釈の深化や計算方法等の改善が必要と考えられた。

エ 漁期前調査

例年、1月の漁期前調査の漁獲物が漁期はじめの漁獲物に類似し、前年12月の漁期前調査で得られた漁獲物の尾叉長組成が漁期を通じた組成に近い傾向がある。図6に示したとおり、12月の調査の尾叉長モードは28cmであり、12月、1月ともに4年魚(3歳;2009年級群)主体で、これは漁期中の組成と概ね一致した。このことから、今年度についても漁期前調査の結果は、

表1 2012年度 稚魚分布調査結果

St.	6	4	3	2	1'	1	計
位置	北緯43° 13' 18" 東経141° 18' 58"	14° 50' 20" 47"	15° 26' 21" 20"	16° 01' 21" 58"	16° 36' 22" 18"	16° 46' 22" 34"	-
6月13日							
調査時刻	9:25	9:58	10:23	10:43	11:48	11:19	-
水温(°C)	表面 13.27	13.70	13.64	13.40	14.93	13.48	-
	底層(1~2m深) 13.22	13.64	13.59	13.30	14.45	13.21	-
塩分	表面 33.69	33.77	33.69	33.70	20.80	33.72	-
	底層(1~2m深) 33.69	33.61	33.66	33.67	24.20	33.72	-
天然稚魚	採集尾数 0	18,389	4,122	451	0	1,188	24,151
	平均全長(mm)	35.32	34.82	37.20	-	38.31	35.41
	全長標準偏差(mm)	1.88	1.65	1.57	-	2.43	-
	最大全長(mm)	39.33	38.28	42.66	-	43.12	43.12
	最小全長(mm)	31.16	30.40	32.58	-	29.73	29.73
	平均体重(g)	0.21	0.20	0.26	-	0.29	0.21
6月28日							
調査時刻	11:10	10:40	10:20	10:00	9:35	9:15	-
水温(°C)	表面 18.08	18.01	17.14	19.41	18.85	19.05	-
	底層(1~2m深) 16.36	15.87	16.20	15.90	15.89	15.12	-
塩分	表面 30.00	9.45	27.59	23.92	7.93	11.81	-
	底層(1~2m深) 33.05	33.36	32.92	32.95	33.20	33.38	-
天然稚魚	採集尾数 5,248	9,246	22,337	7,453	1,167	4,125	49,575
	平均全長(mm)	35.64	35.41	37.22	38.76	34.69	36.68
	全長標準偏差(mm)	1.67	2.14	2.72	4.07	1.61	3.02
	最大全長(mm)	39.76	43.38	45.71	60.15	38.91	60.15
	最小全長(mm)	31.42	27.08	30.96	31.79	31.13	29.91
	平均体重(g)	0.20	0.18	0.23	0.29	0.19	0.20
7月2日							
調査時刻	9:40	10:15	10:40	11:10	11:50	11:30	-
水温(°C)	表面 16.17	15.61	15.63	15.93	18.84	18.32	-
	底層(1~2m深) 15.90	15.31	15.39	15.12	15.76	15.49	-
塩分	表面 29.81	31.606	32.235	28.825	12.934	19.677	-
	底層(1~2m深) 33.6	33.606	33.619	33.668	33.407	33.616	-
天然稚魚	採集尾数 5	1,922	94	1,488	25,240	2,506	31,255
	平均全長(mm)	74.71	48.32	58.91	35.26	39.46	39.87
	標準偏差	2.67	4.57	5.87	3.35	2.13	3.36
	最大全長(mm)	77.06	62.76	69.49	40.24	49.06	47.26
	最小全長(mm)	71.76	41.47	43.18	26.29	36.59	30.10
	平均体重(g)	2.40	0.67	1.15	0.19	0.42	0.33
7月17日							
調査時刻	11:40	11:15	10:50	10:30	9:50	9:30	-
水温(°C)	表面 19.95	20.59	20.46	20.35	20.78	20.74	-
	底層(1~2m深) 19.02	19.04	18.96	18.55	20.32	19.07	-
塩分	表面 18.99	17.01	17.88	17.16	4.26	4.83	-
	底層(1~2m深) 32.03	32.92	31.61	33.60	29.41	32.59	-
天然稚魚	採集尾数 8	3	1	35	0	4	51
	平均全長(mm)	36.55	42.20	36.15	39.02	-	38.64
	標準偏差	1.46	4.59	-	3.02	-	0.61
	最大全長(mm)	38.59	46.38	36.15	52.53	-	39.36
	最小全長(mm)	34.27	37.28	36.15	34.91	-	38.01
	平均体重(g)	0.24	0.42	0.24	0.31	-	0.30

漁期中の予測に関わる有用な情報となったといえる。

オ 普及・広報

漁況予測を2012年11月15日に公表した(前記)。

漁期前調査および漁獲物調査の結果は随時、FAX・メール速報およびマリネット北海道ホームページへの掲載を通して関係者に報告・公表した。

また、2012年度の調査内容の詳細を、「平成24年度石狩湾系ニシンの漁況予測調査結果報告書」にとりまとめ、受託元である日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会に報告した。

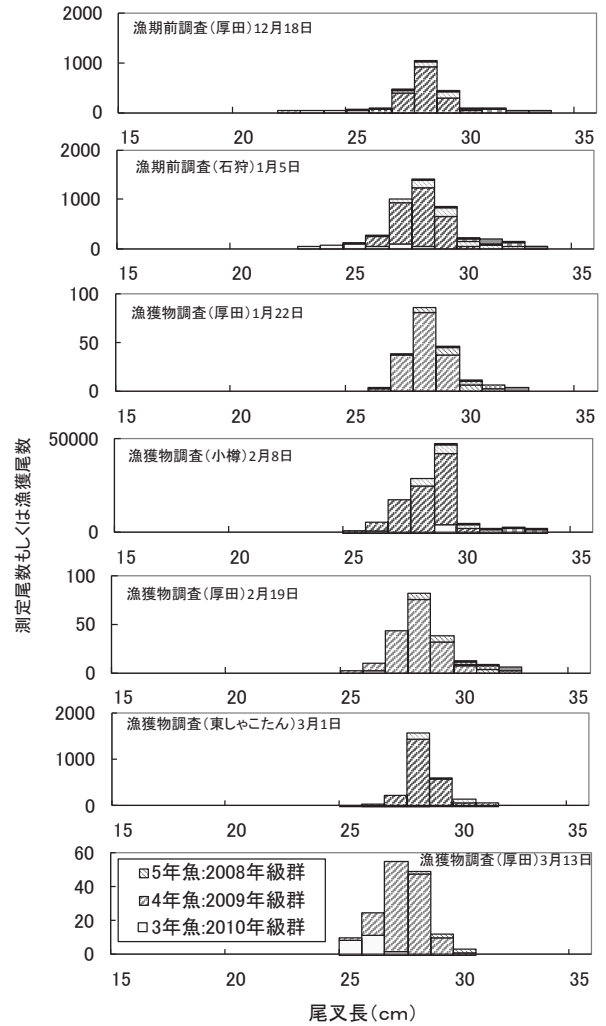


図6 石狩湾で漁獲されたニシンの尾叉長・年齢組成

15. 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)

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24年5月8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2011年9月から12月までの期間実施された。

- 1) 調査船による目視観測結果を表1に示した。両調査船ともに目撃情報は全く無かった。

2) 沿岸定点における漁業者への聞き取り調査結果を表2に示した。函館水試では、9～12月に北海道南部海域の3箇所の漁業者(定置、底建網業者)から出現情報収集を実施した結果、松前沖で10月に5個体、上ノ国沖で10月に1個体、函館市の南茅部沖(白尻)で9月に1個体の出現報告があった。中央水試では9～12月に北海道西部海域の1箇所の漁業者(定置業者)から出現情報収集を実施した結果、10月に3個体、11月に1個体の出現報告があった。

表1 調査船による目視調査結果

北洋丸		
調査期間	海域	目撃情報
8月23-27日	北海道日本海	なし
9月3-6日	宗谷海峡周辺海域	なし
9月19-20日	オホーツク海北部海域	なし
9月26-27日	道北日本海	なし
10月30-31日	宗谷海峡周辺海域	なし
11月13-21日	オホーツク海北部海域	なし
12月2-3日	道北日本海	なし

金星丸		
調査期間	海域	目撃情報
8月28-31日	道南太平洋	なし
9月10-12日	道南太平洋	なし
9月20-24日	道西日本海	なし
10月30-11月1日	道南太平洋	なし
11月5-8日	道南太平洋	なし
11月26-12月3日	道南太平洋	なし
12月12-18日	道西日本海	なし

表2 漁業者からの聞き取り調査

調査期間	島牧	松前	上ノ国	白尻
9月上旬	0	0	0	0
9月中旬	0	0	0	0
9月下旬	0	0	0	1
10月上旬	1	2	0	0
10月中旬	1	0	1	0
10月下旬	1	3	0	0
11月上旬	1	0	0	0
11月中旬	0	0	0	0
11月下旬	0	0	0	0
12月上旬	0	0	0	0
12月中旬	0	0	0	0
12月下旬	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)。

16. オホーツク海ホタテガイ外海採苗安定調査および浮遊幼生自動解析技術開発 (受託研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 西田芳則 浅見大樹

(1) 目的

オホーツク海のホタテガイ漁業では、その種苗を主に日本海から購入しているが、一部はオホーツク海の外海採苗により賄っている。外海採苗は不安定な面が多く、特に最近では、2009年に雄武地区に限り採苗不振にみまわれた。一部の地区のみ採苗不振に陥ったということは、その要因に流況の影響が示唆される。一般に、オホーツク海沿岸は宗谷暖流が岸に沿って流れるため、流況は単純であると考えられている。このため、調査船を用いた広域の浮遊幼生分布調査は20年前に実施されたのみであり、また、流況・水塊と浮遊幼生の分布との関係は詳細には検討されていない。採苗安定化のためには、地域ごとに流況特性を把握し、そのメカニズムを知ることが重要である。

(2) 経過の概要

ア 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および流況調査

オホーツク海において、ホタテガイ浮遊幼生が多く分布する水塊を把握するため、2012年6月4日～6日にかけて、図1に示す調査点において、北原式ネット(NXX13)を用いた深度25mからの鉛直曳きを行った。また、オホーツク海の流れと水塊分布との関係を把握するため、各調査点においてCTD観測、航行中に

ADCP測流を実施した。なお、ADCPの測流深度は10m, 30m, 50mとした。

イ 雄武沿岸域におけるホタテガイ浮遊幼生分布調査および流況調査

オホーツク沿岸域におけるホタテガイ浮遊幼生の出現と水塊構造との関係を把握するため、図2に示す雄武海域に5定点を設け、2012年5月15日、5月22日、5月29日、6月6日、6月13日に北原式ネットを用いた深度25mからの鉛直曳き、及びSTD観測を実施した。また、日本海側におけるホタテガイ浮遊幼生の出現状況を把握するため、2012年5月21日、5月28日、6月6日、6月12日に遠別沖の3、4、6、8、10、12マイル沖において、雄武海域の調査と同様に、北原式ネットを用いた深度25mからの鉛直曳き、STD観測を実施した。

雄武海域における流れと水塊分布との関係を把握するため、2012年4月13日から7月18日の期間、当海域に水温計(TIDBIT)と流速計(INFINITY-EM)を設置し水温、流れの1時間毎の連続観測を実施した。水温計はSta.2からSta.5の各調査点に設置し、海面から海底まで10mピッチで测温した。流速計はSta.3の深度21mと43m(海底直上2m)、Sta.5の深度19mと60m(海底直上2m)に設置した。なお、ホタテ操業のため、Sta.3、4、5の係留系を2012年6月13日に、それぞれ

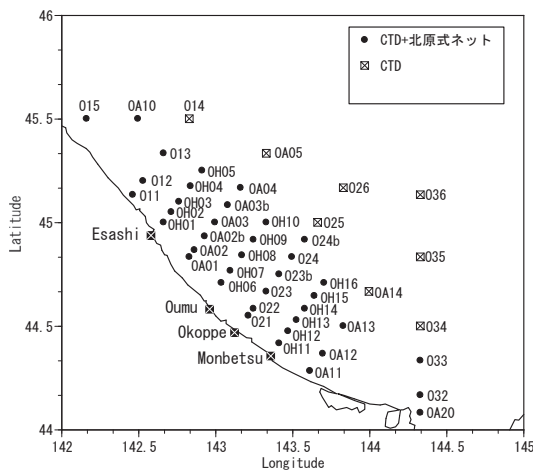


図1 調査船調査地点

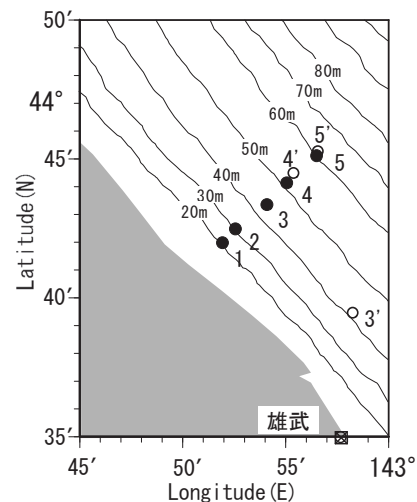


図2 雄武沖の調査点の位置

Sta.3', 4', 5' に移動した。

(3) 得られた結果

ア 調査船によるホタテガイ浮遊幼生分布調査および流況調査

(ア) ホタテガイ浮遊幼生の分布

2012年6月4日から6日にかけて実施したホタテガイ浮遊幼生分布調査の結果を図3(a)に示す。オホーツク海の39定点でネット曳きを行ったが、ホタテガイ浮遊幼生が採集されたのは宗谷海峡東口の沿岸よりの1定点のみで、採集個体数は5個体であった。図3(b)に10m深塩分の水平分布を示す。オホーツク海の水塊解析から、塩分33.6以上の水塊は宗谷暖流水、塩分32.5以下のそれはオホーツク表層水と分類されている。図には宗谷暖流水を陰影で強調している。図から採集されたホタテガイ浮遊幼生は宗谷暖流水に分布していた。

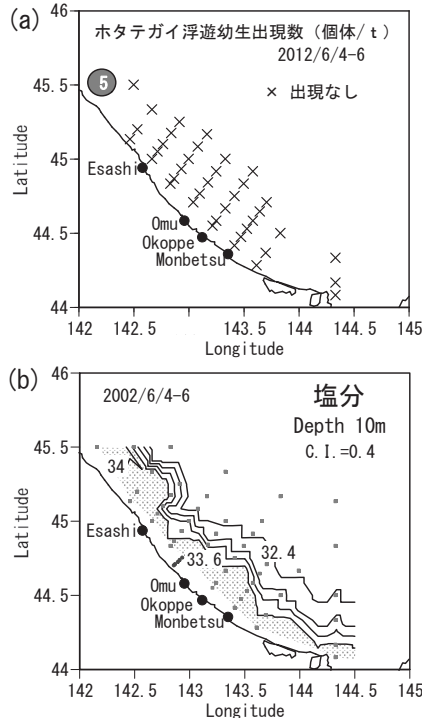


図3 オホーツク海における (a) ホタテガイ浮遊幼生出現数 (b) 10m深塩分の水平分布

(イ) オホーツク海の流況

調査船調査で得られた深度10mにおける流速ベクトルの水平分布を図4(a)に示す。岸沿いを南東流する比較的強い流れが宗谷暖流である。暖流より沖では北

西方向(d線,e線), 北方向(g線)の流れが生じており, 波動の発生が示唆される。図4(a)の流速ベクトルをもとに計算した相対渦度を図4(b)に示す。沿岸域は負の渦度なのに対し, その沖側では正の渦度になっており, 特に枝幸沖, 雄武沖で正の相対渦度が強く渦状になっている。また, g線の沖側では北向きの流れがみられたが, これに符合するように紋別沖では広く正の渦度になっている。

深度10mにおける水温の水平分布をみると(図4(c)), 沿岸域は概ね6℃以上であり宗谷暖流水に覆われているが, 正の相対渦度の強い雄武沖でのみ水温4℃以下の低水温域になっている。この水温4℃以下

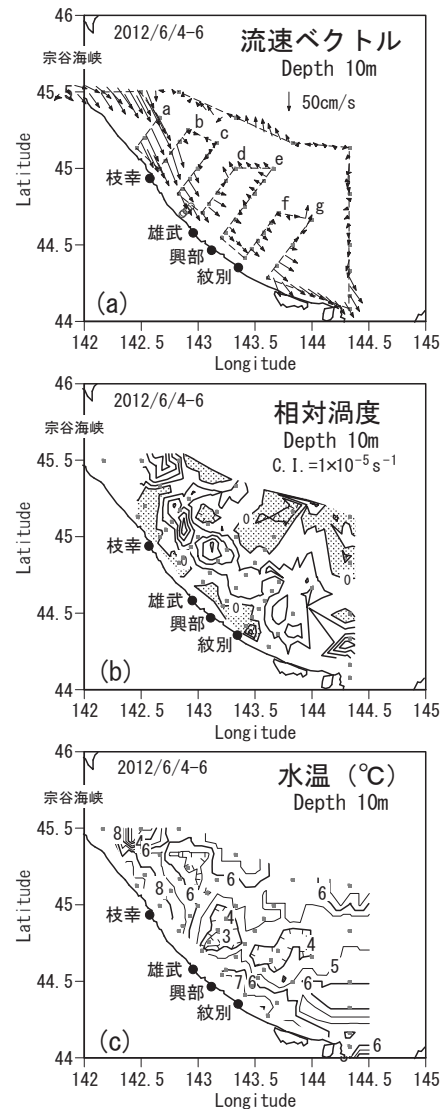


図4 深度10mにおける (a) 流速ベクトル, (b) 相対渦度, (c) 水温の水平分布。負の渦度領域を陰影で強調。

の水塊は、TS解析の結果、オホーツク表層水、中冷水の影響を強く受けた水塊であることがわかった。したがって、順圧不安定で生じる低気圧性渦が強まった場合には、沖側の正の渦度と沿岸側の負の渦度の相互作用により、沖合水が暖流域に流入することが考えられた。

イ 雄武沿岸域におけるホタテガイ浮遊幼生分布調査および流況調査

(ア) ホタテガイ分布調査

雄武と遠別において、ホタテガイ浮遊幼生が出現した地点における平均殻長組成の推移を図5に示す。遠別では2012年5月16日から5月28日にかけてホタテガイ浮遊幼生は約20個体出現し、その後出現数は5個体以下に減少している。この浮遊幼生出現数の減少は、5月28日の殻長組成のモードが付着サイズである290 μm に達していることから、6月6日以降では大部分の浮遊幼生が浮遊期を終え海底に沈着したためと考えられる。一方、雄武では、5月15日のホタテガイ浮遊幼生の出現数が1.5個体と少ないが、5月22日から5月29日にかけての出現数は5個体以上と増加し、出現した浮遊幼生の殻長組成は同時期に遠別で出現したそれとほぼ同じである。その後、6月6日には浮遊幼生出現数は1個体と、遠別と同様に、極度に減少している。雄武で出現した浮遊幼生の殻長組成が同時期の遠別のそれとほぼ同じであること、遠別で浮遊幼生が付着期に達した後は雄武でも出現数が減少していることなどから、

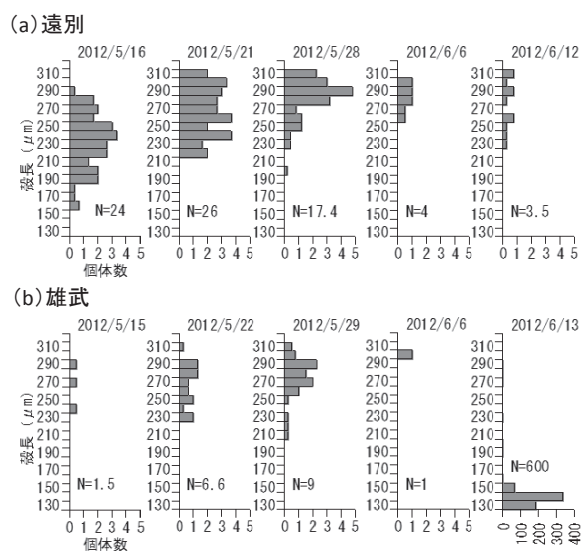


図5 (a) 遠別, (b) 雄武におけるホタテガイ浮遊幼生の出現数と殻長組成の推移

雄武で採苗される稚貝の発生域は日本海であると考えられる。なお、6月13日に雄武において、小型の浮遊幼生が600個体出現しているが、遠別では小型の浮遊幼生の出現はみられていないことから、この小型の浮遊幼生はオホーツク沿岸域に生息するホタテガイに由来したものと推察される。

前述したように、雄武では、5月15日のホタテガイ浮遊幼生の出現数が少ない。網走西部水産技術普及指導所が雄武で5月7日に行った浮遊幼生調査では、浮遊幼生出現数は123個体/t、また160 μm に殻長組成のモードがあり、遠別の組成と類似している。したがって、5月15日にホタテガイ浮遊幼生の出現数が少なかったのは、日本海から流入しオホーツク海沿岸域に分布していた浮遊幼生が一時的に消失したためと推察される。そこで、水塊分布と浮遊幼生の出現との関係について以下に検討する。遠別、雄武沖のSTD調査から得られたTS分布の推移を図6に示す。6月6日以降の雄武のTS分布は同時期の遠別のTS分布と重なってお

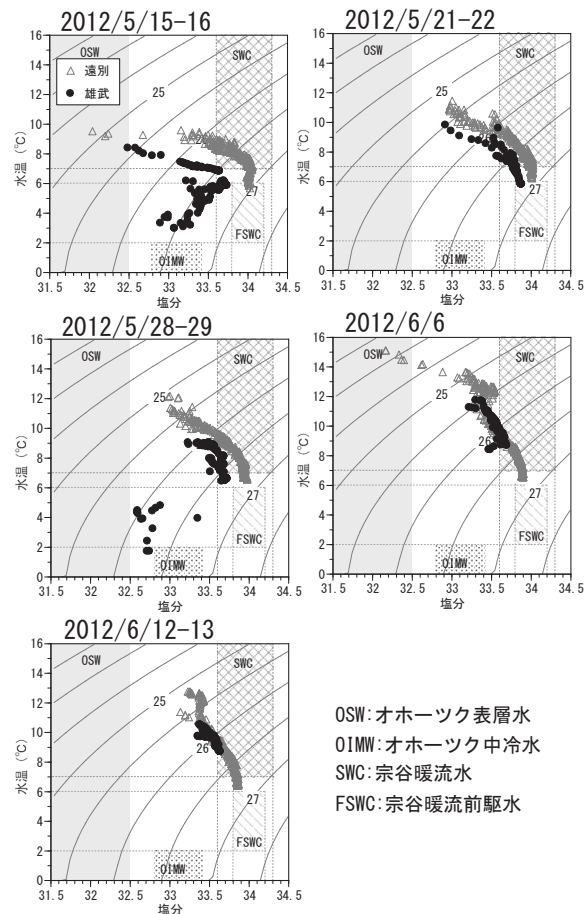


図6 遠別と雄武におけるTSダイアグラムの推移

り、遠別沖の水塊が雄武沖を流れていることがわかる。また、5月22日、29日の雄武沖のTSは遠別沖のTS分布に近いところにプロットされており、雄武沖に分布する水塊は暖流系である。一方、浮遊幼生の出現が少なかった5月15日では、雄武沖のTSは遠別沖のTS分布に沿った形状ではなく、2本の直線上に分布している。すなわち、この時の水塊構造は、暖流水とオホーツク表層水、およびオホーツク中冷水との混合水で構成されている。5月15日の雄武沖の水温、塩分の鉛直断面を図7に示す。Sta.3よりも沖側では、深度15m以浅を中心に水温5℃以下、塩分33.5以下の中冷水の影響を強く受けた水塊が出現している。したがって、暖流の沖側に分布するオホーツク水が沿岸域へ侵入すると、ホタテガイ浮遊幼生は消失することが考えられた。

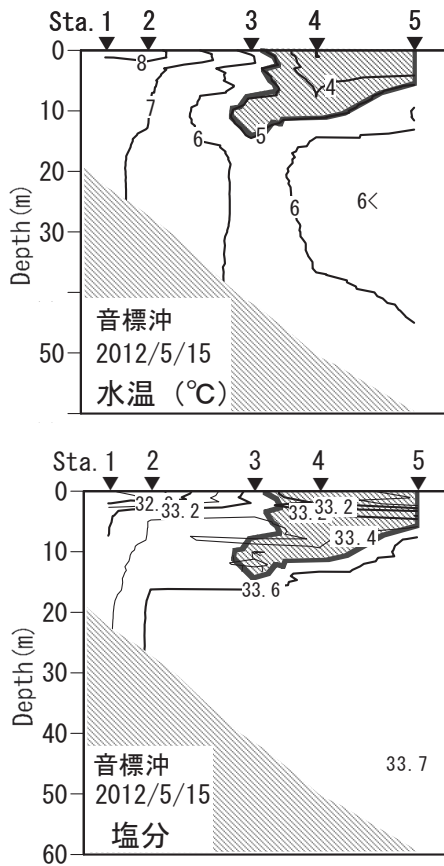


図7 雄武沖における水温、塩分の鉛直断面
調査日：2012年5月15日

(イ) 流況調査

雄武における風応力（風速の2乗値）、稚内-網走の水位差、Sta.5における19m深流速、同点の10m深水温の時間変化を図8に示す。なお、前述したように宗谷

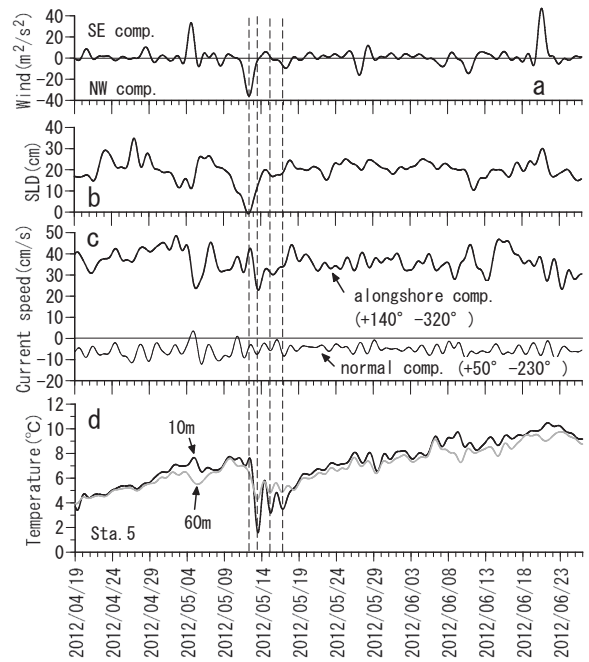


図8 雄武における (a) 風応力（風速の2乗値）、(b) 稚内-網走の水位差、(c) Sta.5における19m深流速、(d) 同点の10m深水温の時間変化

暖流は沿岸境界流として岸を右に見て流れるため、流速は岸に平行な成分 (+140° -320° 方向) と垂直な成分 (+50° -230° 方向) に分離し図に示した。また、各時系列にはタイドカラーフィルターを施し、日周期以下の成分を除去した。前述したように、5月15日に実施した雄武沖のSTD調査ではオホーツク中冷水の分布が認められたが、図8をみると、水温低下は5月12日から19日の期間に生じていたことがわかる。また、深度60mよりも深度10mの水温低下が大きく、表層を中心にオホーツク水が沿岸域へ侵入したことが推察されるが、この現象は、図7に示した表層にオホーツク中冷水が分布する水塊構造とよく一致している。岸に平行な流速成分をみると、数日周期の変動はみられるが、水温が低下した期間に特に流速が大きく低下する現象はみられない。したがって、宗谷暖流の勢力が弱化したために、沖合のオホーツク水が沿岸域へ流入した訳ではない。

図8の風の変動をみると、水温が低下し始める頃には北西風が連吹している。北西風は11日頃から吹き始め、12日にピークになり、13日の正午には収束している。この北西風の変動と水位差、岸に平行な流速の変動を比較すると、北西風がピークになった時に水位差が極小、流速が極大になっている。各変動の位相関係

から、沿岸ではエクマン輸送の影響が強いことがわかる。すなわち、エクマン輸送により低密度の表層水が沿岸へ堆積したため、水位差は減少し、岸を右手に見て流れる沿岸流が発生したと考えられる。もし、風下方向の風応力により岸に平行な流れが生じたとすれば、風が収束するときに流速の変動は極大になるはずだが、実際は極小になっている。

風によるエクマン輸送が生じていると考えられたが、水温は風が極大になった時から低下を開始し、周期的に変動している。水温が極小になった13日12時、15日0時、17日0時には岸方向の流れが極大になっており、

沖から岸方向への水塊の移流が推察される。そこで、係留系調査から得られた水温データをもとに作成した5月11日から5月19日までの水温断面の時間変化を図9に示す。図から、水温が極小になった13日12時、15日0時、17日0時には、低温で特徴づけられるオホーツク水の沿岸域への侵入度合いが大きい。以上のことから、北西風が連吹することにより、陸棚波などの海底補足波が発生し、この波動により沖合のオホーツク水が沿岸域へ移送され、水温低下が生じたと考えられる。

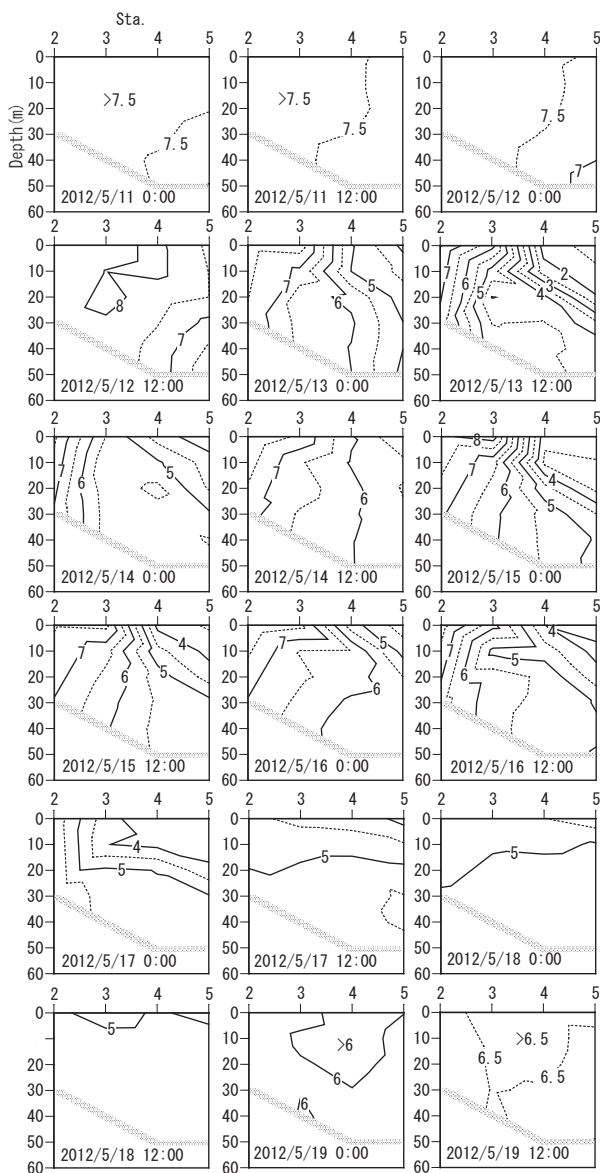


図9 雄武沖における水温の鉛直断面の時間変化

17. ホタテガイ成長モニタリング調査 (受託研究)

担当者 資源管理部 海洋環境グループ 品田晃良

(1) 目的

北海道オホーツク海沿岸海域で生産されている地まきホタテガイの貝柱成長は、春季の餌環境に強く依存している。貝柱の大きさ(重さ)は、ホタテガイの単価に影響を及ぼす。よって、春季における餌環境の変動機構を明らかにすることは、地まきホタテガイ漁業の安定化にとって重要である。

これまで、紋別漁場と常呂漁場において定点観測を月1～2回実施することで餌環境の変動をモニタリングしてきた。しかし、地まきホタテガイ漁業が行われているオホーツク海沿岸海域は、基本的に稚内から網走の岸沿いに流れる宗谷暖流の勢力下にあり、さらに、沖合水が接岸する現象も報告されている。よって、オホーツク海沿岸海域の餌環境の変動を把握するためには、沿岸の定点観測に加え、宗谷暖流域および沖合水を含む広範囲の海洋観測を行う必要がある。

本研究は2011年から2013年の4月に北海道オホーツク海沖合水の海洋環境を詳細に調査することで餌環境を広域的に把握して、春季における地まきホタテガイ漁場の餌環境の変動機構を解明するための基礎的知見を得ることを目的としている。今回は2012年の結果について報告する。

(2) 経過の概要

北海道オホーツク海沖合水の海洋環境を把握するため2012年4月23日から24日にかけて図1に示す各定点で海洋観測を行った(図1)。表面水温は採水した海水を棒状水銀温度計で、塩分は採水した海水を実験室に持ち帰った後、Autosal8400B (Guildline社)によりそれぞれ測定した。クロロフィルa濃度は、試水300mlを47mm径のWhatman GF/Cフィルターでろ過し、N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)で抽出した後、蛍光光度計10-AU(Turner Designs社)を用いてWelschmeyer法で測定した。栄養塩類(硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩、ケイ酸塩)はuAAtro 2-HR (BL-TEC社)で分析した。

(3) 得られた結果

全定点における表層の水温、塩分、硝酸塩+亜硝酸塩濃度およびクロロフィルa濃度を図2に、全データを表1に示す。沿岸定点の水温は4～6℃と2011年に比べ1～2℃ほど高かった。塩分も33～33.5の範囲にあり、2011年よりも高かった。沖合定点の水温、塩分は2011年と同様で約2℃、33.0以下であった。硝酸塩+亜硝酸塩濃度は沿岸定点よりも沖合定点で高く北東部では16μM以上であった。クロロフィルa濃度は、北西部の沿岸定点で2～3μg/Lと高い傾向にあった。これらの結果は、沖合定点でクロロフィルa濃度が高く、硝酸塩+亜硝酸塩濃度が低かった2011年の状況と大きく異なっている。

クロロフィルa濃度に影響を与える要因としては、水温、栄養塩濃度、日射量等が考えられる。水温と栄養塩濃度に関しては2011年と2012年で大きな変化が無く、日照時間については2011年が2012年の90%(紋別気象台:気象庁HP)であった。よって、これらの要因では2011年と2012年のクロロフィルa濃度の違いを説明するのは難しい。

網走地方気象台では、「流水終日」と呼ばれる視界内の海面で流水が見られた最後の日を公表しているが、2012年は4月16日であり2011年の3月12日と比べ35日も遅かった(網走・紋別地方海水情報第4号)。流水の下に存在する植物プランクトンは海水により日射を遮られるため、流水の存在下でない植物プランクトンに比べ、増殖が遅い可能性がある。2012年は調査直前まで流水の勢力下にあったため、植物プランクトンの増殖が遅くなり、クロロフィルa濃度が低く、硝酸塩+亜硝酸塩濃度が高い状態が保たれていた可能性がある。

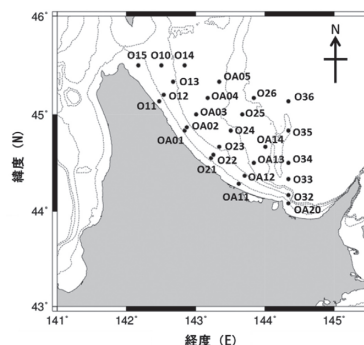


図1 調査海域

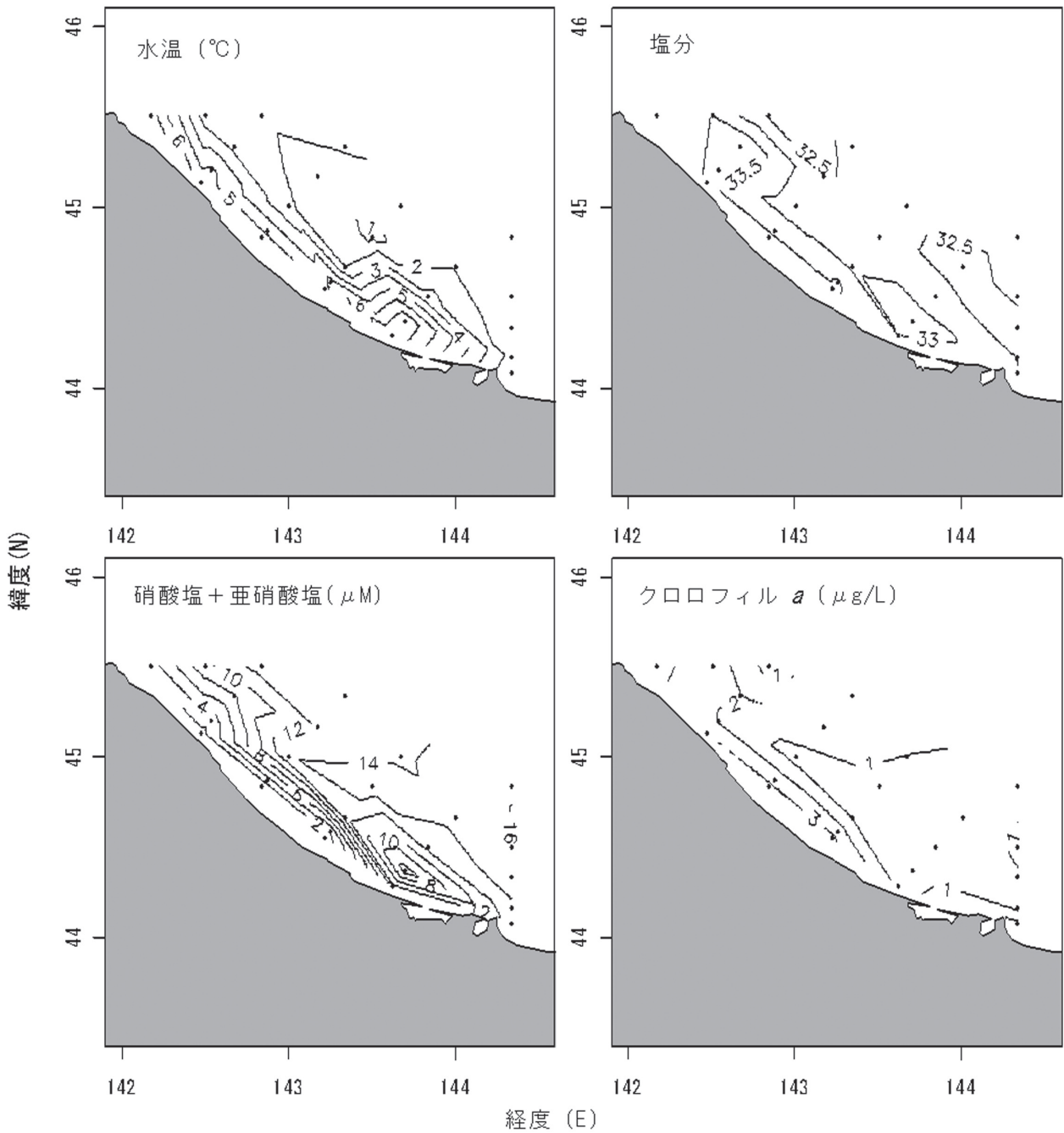


図2 表層水温 (左上), 塩分 (右上), 硝酸塩+亜硝酸塩濃度 (左下) およびクロロフィル濃度 (右下)

表1 海洋観測データ

年	月	日	調査点	深度	水温	塩分	クロロフィル a	硝酸塩	亜硝酸塩	アンモニウム塩			リン酸塩	珪酸塩
										(μM)				
				(m)	(°C)	(psu)	(μg/L)							
2012	4	23	O15	0	7.6	31.98	1.72	2.8	0.09	0.10	0.12	10.0		
2012	4	23	OA10	0	2.4	33.52	2.61	9.3	0.18	0.27	0.91	17.3		
2012	4	23	O11	0	5.7	33.56	2.99	1.2	0.09	0.11	0.20	3.5		
2012	4	23	O12	0	5.2	33.94	1.86	2.8	0.12	0.64	0.33	4.8		
2012	4	23	O13	0	2.7	34	2.03	7.6	0.20	0.16	0.64	11.7		
2012	4	23	O14	0	2.2	32.48	0.69	12.9	0.18	0.05	1.29	24.3		
2012	4	23	OA01	0	5.5	32.89	0.49	3.8	0.11	0.54	0.33	8.6		
2012	4	23	OA02	0	4.7	33.97	2.45	3.6	0.13	0.52	0.40	6.0		
2012	4	23	OA03	0	2.1	32.65	0.58	13.7	0.17	0.32	1.34	25.5		
2012	4	23	OA04	0	1.5	32.5	1.92	12.0	0.19	0.09	1.26	24.7		
2012	4	24	OA05	0	2.1	32.52	1.70	11.8	0.18	0.06	1.27	25.6		
2012	4	24	O21	0	4.8	33.47	3.23	0.4	0.05	0.09	0.27	4.3		
2012	4	24	O22	0	5.3	33.53	2.55	2.1	0.09	0.26	0.30	5.3		
2012	4	24	O23	0	2.0	32.93	0.98	12.5	0.16	0.56	1.29	25.5		
2012	4	24	O24	0	0.8	32.56	0.57	14.9	0.16	0.12	1.40	25.9		
2012	4	24	O25	0	1.5	32.54	0.98	13.5	0.17	0.13	1.33	25.5		
2012	4	24	O26	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
2012	4	24	OA11	0	7.9	26.86	0.71	12.4	0.14	0.53	0.35	42.3		
2012	4	24	OA12	0	7.8	31.53	0.63	5.0	0.12	0.27	0.25	15.1		
2012	4	24	OA13	0	3.3	32.59	0.38	12.5	0.15	0.34	1.22	24.1		
2012	4	24	OA14	0	1.9	32.42	0.29	14.4	0.17	0.19	1.31	25.9		
2012	4	24	OA20	0	1.2	32.52	2.16	12.5	0.16	0.50	1.19	23.6		
2012	4	24	O32	0	1.6	32.48	0.67	13.5	0.16	0.11	1.29	25.6		
2012	4	24	O33	0	1.3	32.27	0.83	14.8	0.17	0.51	1.32	27.6		
2012	4	24	O34	0	1.6	32.56	1.38	16.2	0.15	0.01	1.47	29.8		
2012	4	24	O35	0	1.4	32.62	0.48	15.7	0.15	0.02	1.45	27.9		
2012	4	24	O36	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		

ND: No data.

Ⅱ 資源増殖部所管事業

1. チシマタマガイによるアサリの食害防止技術の普及 (職員研究奨励)

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 サロマ湖養殖漁業協同組合
協力機関 西村組

(1) 目的

チシマタマガイは、国内では東北地方・能登半島以北に生息するタマガイ科の肉食性巻貝で、本州や九州のアサリ漁場で問題となっているサキグロタマツメタやツメタガイの近縁種である。北海道ではウバガイやアサリを捕食する食害生物として知られている。

北海道のサロマ湖赤川地区にあるアサリ造成漁場では、本種が多数生息し、アサリの増殖に悪影響を与えている。本種による食害の防止策は、徒手による個体や卵塊の駆除であるが、駆除した場所には時間の経過とともに周囲のチシマタマガイが再び侵入することが問題となっている。本種によるアサリの食害を低減するには、駆除に加え、駆除を行った場所への侵入を防止することが有効であると考えられる。

そこで本研究では、チシマタマガイが漁場内に侵入することを防止するためのフェンス開発とその普及を目的とする。

昨年度は、水槽試験で本種の行動を観察し、フェンスの諸元を検討した。今年度は、昨年度の結果をもとに作成したフェンスの効果をアサリ漁場で試験した。

(2) 経過の概要

2012年4月25日に赤川地区アサリ増殖場第1工区(図1)において、3m四方をフェンスで囲った区画(試験区、写真1上)と3m四方をロープのみで囲った区画(対照区、写真1下)を交互に1.5~3m離して各区画4個、合計8区画を設定し(図2上)、区画内のチシマタマガイを全て除去した。フェンスは、地下部は目合い7.5mmの高密度ポリエチレン製ネットを10cmの深さまで埋設し、地上部は目合い12mmのポリエチレン製ネットを10cmの高さまで設置した。1~2か月おきに10月まで、試験区と対照区のチシマタマガイの個体数を全数計数し、フェンスの効果を評価した。

また、試験開始時に各区画のアサリの現存量を採取(採集面積0.2㎡)で調査した。

なお、実験区設置時にアサリやチシマタマガイの大量斃死が確認されたため、7月に試験区と対照区の半数の区画の外側にさらにフェンス(目合い7.5mmの高密度ポリエチレン製ネット)を地上部10cm、地下部10cmで設置し、周辺で採集したチシマタマガイ103個体(殻長27~51mm, 平均39mm)を外側のフェンスと実験区との間に移植した(図2下)。サロマ湖赤川地区では融雪時期に、氷の下に入り込んだ河川水のためにアサリなどの大量斃死が過去に数度発生している。

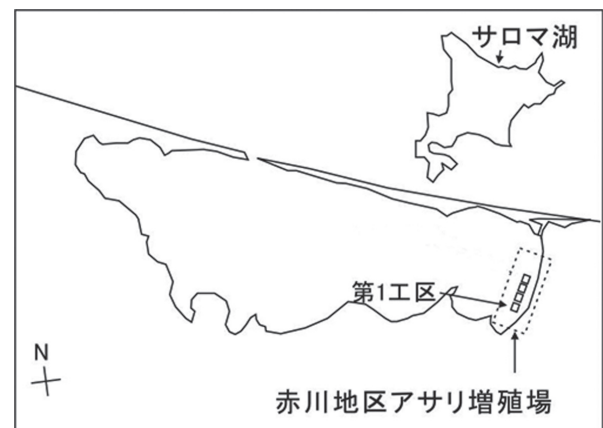


図1 調査地点

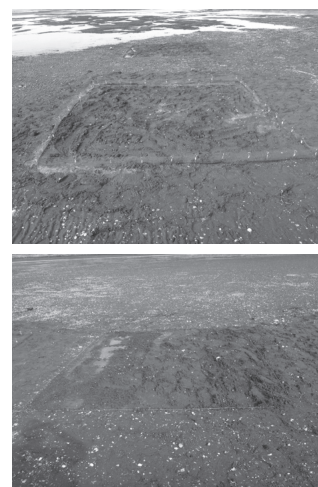
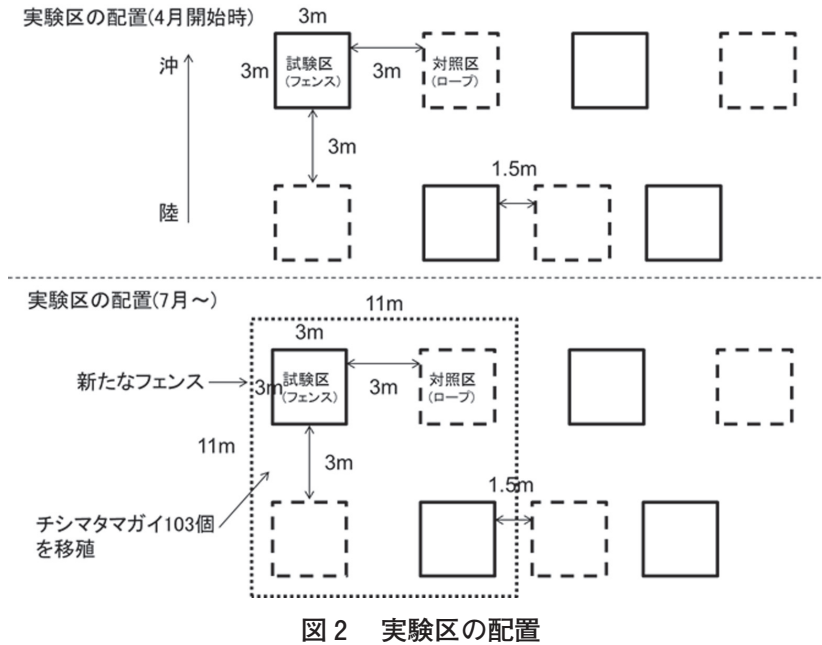


写真1 試験区(上)と対照区(下)



(3) 得られた結果

ア 試験区と対照区のチシマタマガイの密度の推移

試験開始時のアサリの現存量は、試験区が163g/m²、対照区が207 g/m²で有意差はなかった (U-test, P>0.05)。

チシマタマガイの密度の推移を図3に示した。チシマタマガイ除去前の4月の試験区と対照区の平均密度は、ともに0.03個/m²であった。5～7月の平均密度は、試験区が0個/m²、対照区が0～0.14個/m²であった。

7月にチシマタマガイを移植したため、8月以降は移植の有無で区画を再区分した。移植した区画の実験区は、試験区(移植)、対照区(移植)とし、移植しなかった区画の実験区は、7月以前と同じ試験区、対照区とした。8～10月の平均密度は、試験区が0個/m²、試験区(移植)が0～0.06個/m²、対照区が0.11～0.22個/m²、対照区(移植)が0.06～0.44個/m²であった。試験期間を通じ、試験区および試験区(移植)内で採集されたチシマタマガイは10月の試験区(移植)の1個体のみであった。

以上から、本フェンスはチシマタマガイの侵入防止に有効であることが確認された。

イ フェンスの目視観察

5～9月はフェンスに特段の異変はなかったが、10月は波向きと垂直方向のフェンスの一部が砂の堆積で埋もれていた(写真2)。10月の試験区(移植)で採集されたチシマタマガイは、この埋もれた部分から侵入したものと推察された。

また、フェンスへの砂の堆積は時化による砂の移動のためと推察され、時化後にメンテナンス(堆積砂の除去等)を行うことでこの問題点は解決できるものと考えられた。

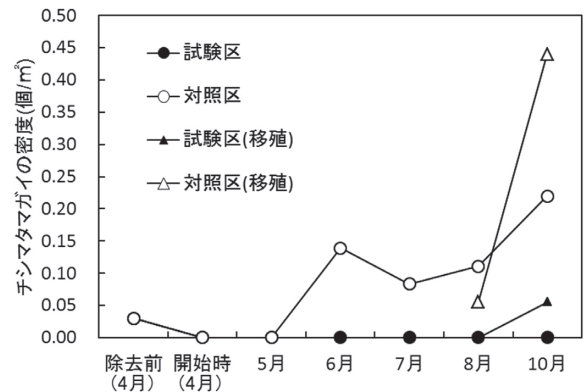


図3 チシマタマガイの密度の推移

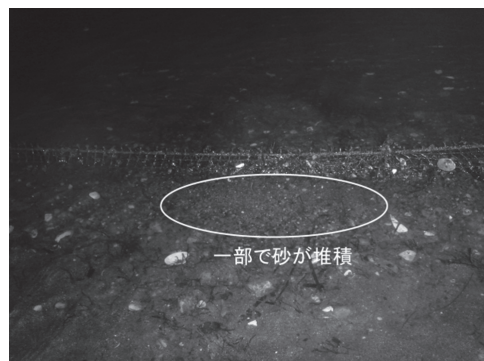


写真2 移動した砂の堆積で一部が埋もれたフェンス

2. ホタテガイの殻体運動に基づく養殖環境モニタリング技術の定着支援 (職員研究奨励)

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 櫻井 泉
協力機関 サロマ湖養殖漁業協同組合

(1) 目的

ホタテガイは、北海道を代表する水産物であり、平成21年度の道内生産量は45.2万トン、生産額は478億円に上っているが、本種の養殖では大量死亡が度々発生し、安定生産の障害となっている。

養殖ホタテガイの主な死亡原因としては、水温変動、高濁度、貧酸素および高波浪といった環境変化が指摘されている。このため、サロマ湖や噴火湾の養殖場では、死亡の予兆の察知を目的とした環境モニタリングが実施されているが、調査船による採水・分析では限界があり、死亡が起こった後に環境履歴を遡って原因究明と防止策の検討に当たっているのが実情である。

一方、アコヤガイ養殖では、貝殻の開閉に伴う殻体運動により環境変化を察知し、大量死亡を未然に防ぐための装置（貝リングル：東京測器研究所）が開発されている。当該装置は、殻体運動に伴って貝殻に装着したホール素子とフェライト磁石との間に発生する磁束密度の変化を波形として連続的に記録するものであり、これまでに死亡原因となる貧酸素や硫化水素に対してアコヤガイが特異的な殻体運動を示すことが明らかにされ、養殖環境のモニタリングに活用されている。

こうした中、サロマ湖養殖漁業協同組合では、ホタテガイの殻体運動により死亡の予兆を察知するための技術開発を目指して貝リングルを導入し、養殖貝の殻体運動のモニタリングを行った。その結果、ホタテガイの殻体運動にはアコヤガイと同様、幾つかのパターンが認められることが明らかとなった。また、環境因子の観測も並行して実施し、これらと殻体運動の関係も検討したが、養殖場では複数の因子が複雑に絡み合うため、各因子と殻体運動との間に明瞭な関係を見出すことができず、現段階において技術開発は足踏み状態となっている。このため、殻体運動の特徴を因子ごとに検討し、上述のパターンが意味する環境変化を明らかにすることが技術開発の進展と定着を図る上で喫緊の課題となっている。

そこで本研究では、殻体運動に基づいたホタテガイ

養殖場の環境モニタリング技術確立に向けて、水温変化、高濁度、貧酸素および高波浪に対する殻体運動のパターンを室内実験により類型化し、各環境に対する特異的な殻体運動のパターンを検討したので、その結果を報告する。

(2) 経過の概要

ア 供試貝の採集・飼育

実験には、平成24年10月にサロマ湖で採集された養殖ホタテガイ（殻高88.6～95.3mm、重量90.6～117.1g）を使用した。採集した貝については、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トン水槽内で約1か月間馴致した。また、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250mg/Lの割合で給餌した。

イ 実験手順

殻体運動の計測を以下の手順により行った。まず、上述の飼育貝の中から無作為に8個体を抽出し、各々の左殻および右殻前縁部にそれぞれホール素子センサー（東京測器研究所社製HS-05）および丸型フェライト磁石（直径7mm×厚さ2mm）を、互いに貝を挟んで対面するように、アクリル樹脂系瞬間接着剤（コニシ社製）で接着した。固着後、ポケット式ホタテガイ養殖用ネット2枚（市販品を2段に裁断）にそれぞれ4個体ずつ収容し、飼育水槽に戻した後、安定した開殻が続くことを確認し、以下の実験に供した。なお、供試貝の殻体運動については、殻の開閉に伴う磁束密度の変化によって生ずるホール素子センサーの出力電圧を、貝リングル測定器（東京測器研究所社製SL-108B）を用いて0.5秒ごとに連続記録した。

(ア) 水温変化に対する殻体運動

100L円形容器2基を用意し、各々を実験区および対照区として濾過海水100Lを注入した。次いで、温調器を用いて飼育水槽と同じ水温15℃に調温した後、上述の養殖ネットを1枚ずつ容器に垂下し、暗視条件下でエアレーションを施しながら以下の処理を行った。ま

ず、実験区では、供試員の殻体運動に乱れないことを確認しながら1時間放置し、水温を1時間かけて5℃上昇、2時間かけて元の状態に戻した後、1時間放置した。一方、対照区では、15℃一定とし、5時間放置した。実験中の水温は、養殖ネットの下端部に取り付けた自記水温計（Onset社製HOBO Pendant）により観測するとともに、上述の処理について両区の供試員を1日ごとに入れ替えながら4回反復した。なお、波形解析については、両区とも水温変化に晒した時間帯（3時間）を対象とした。

(イ) 高濁度に対する殻体運動

本実験では、濁り物質として実験中に沈降することなく高濁度を維持できる浮遊珪藻の一種*Chaetoceros gracilis*（環境バイオ研究所製）を使用し、水温変化に対する観測と同様の条件において、以下の処理を行った（ただし、水温は12℃一定）。まず、実験区では、*C. gracilis*を 1×10^3 細胞/mLの濃度になるように飼育水に添加し、供試員の殻体運動に乱れないことを確認しながら1時間放置した後、*C. gracilis*を飼育水の濃度が 1×10^5 細胞/mLになるように追加し、4時間放置した。一方、対照区では、*C. gracilis*を飼育水の濃度が 1×10^3 細胞/mLになるように添加した後、5時間放置した。実験中の濁度は、養殖ネットと並列するように垂下したクロロフィル・濁度計（JFEアドバンテック社製Infinity-CLW）により観測するとともに、上述の処理について両区の供試員を1日ごとに入れ替えながら4回反復した。なお、波形解析については、両区とも高濁度に晒した時間帯（4時間）を対象とした。

(ウ) 貧酸素に対する殻体運動

水温変化に対する観測と同様の条件において、以下の処理を行った（ただし、水温は12℃一定）。まず、実験区では、供試員の殻体運動に乱れがなく、溶存酸素濃度が飽和状態を維持しているのを確認しながら1時間放置した後、エアレーションを停止し、窒素ガス通気により溶存酸素濃度を20分かけて0.05mg/L以下に低下させた。この状態で40分放置した後、窒素ガス通気を止めてエアレーションを再開することにより溶存酸素濃度を1時間かけて飽和状態に戻し、その後1時間放置した。一方、対照区では、エアレーションを施した状態で4時間放置した。実験中の溶存酸素濃度は、養殖ネット中央部にセンサーを取り付けた蛍光式DOメーター（HACH社製HQ30d）により観測するとともに、上述の処理について両区の供試員を1日ごとに入れ替えながら4回反復した。なお、波形解析に

ついては、両区とも貧酸素状態に晒した時間帯（2時間）を対象とした。

(エ) 高波浪に対する殻体運動

実験には造波水槽（長さ27m、幅1.5m、深さ2m）を使用した。水槽内に濾過海水を深さ1mになるように注入し、水温を飼育水槽と同じ11℃に調温した後、先述の養殖ネットを2枚並列するように水槽内へ垂下し、暗視条件下でエアレーションを施しながら以下の処理を行った。まず、供試員の殻体運動に乱れないことを確認しながら2時間放置し、これを対照区とした。次いで、波高40cm、周期3秒の波を2時間作用させ、これを実験区とした。なお、実験中は、養殖ネットと並列するように垂下した電磁式流速計（JFEアドバンテック社製Infinity-EM）により流速を観測するとともに、上述の処理を中1日において2回反復した。また、波形解析について、実験区では高波高に晒した2時間、対照区では波高を与える前の2時間を対象とした。

(3) 得られた結果

各実験で得られた殻体運動の波形を比較した結果、図1に示す9つのパターンに類型化することができた。各パターンの特徴は、以下のとおりである。

【パターンⅠ】閉殻した後、緩慢に開殻する行動を3～5分間隔で繰り返すパターン。波形のスパイクの高さは、個体により異なる。

【パターンⅡ】敏速な開閉行動を断続的に繰り返すパターン。スパイクの高さは個体により異なるが、鋭い峰を呈するのが特徴である。

【パターンⅢ】小刻みな波形変化を繰り返すパターン。閉殻行動ではなく、殻を振動させているものと推察される。10～20分連続するのが特徴である。

【パターンⅣ】僅かに開殻した後、敏速に閉殻し、その後緩慢に開殻する行動を繰り返すパターン。10～20分連続するのが特徴である。

【パターンⅤ】連続した小刻みな開閉行動を不規則に繰り返すパターン。Ⅲとは異なり、行動の連続時間が1分程度である。

【パターンⅥ】閉殻した後、一瞬開殻するものの再び閉殻し、その後は緩慢に開殻する行動を繰り返すパターン。小刻みな開閉動作が2回連続する場合も観察される。

【パターンⅦ】敏速な開閉行動を断続的に繰り返すパターン。スパイクの形が酷似するⅡとは、行動が30秒程

度連続する点で異なる。

【パターンⅧ】不規則な開閉が続くパターン。実験室内での振動（ドアの閉音等）による乱れと推察される。

【パターンⅨ】開閉行動を示さないパターン。安静な状態と推察される。

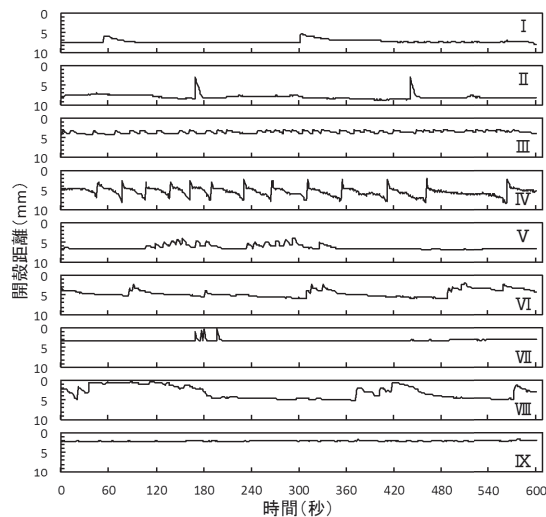


図1 9つに類型化されたホタテガイ殻体運動の波形パターン

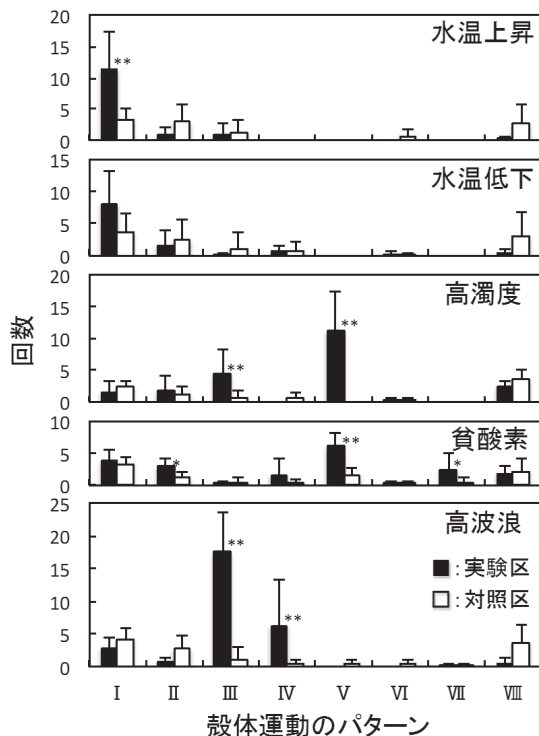


図2 各刺激を与えた時に記録された波形パターンの回数比較

回数は個体ごとにすべての実験結果を集計した平均値を示す, *: P<0.05, **: P<0.01 (U-test)

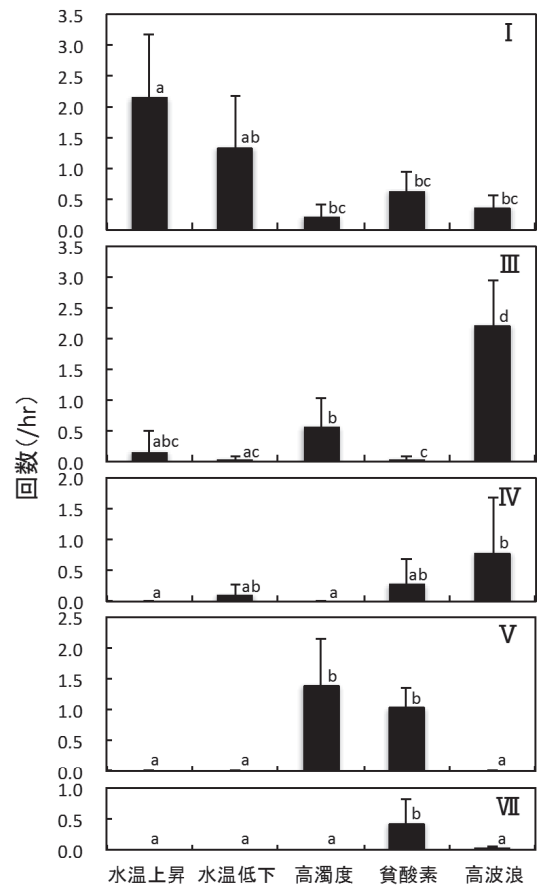


図3 刺激の違いによる波形パターンの回数比較
回数は個体ごとにすべての実験結果を集計・平均した後、1時間あたりの値に換算、最大値は6回となることに注意、同じアルファベット間には有意差なし (Steel-Dwass test, P<0.05)

以上の波形パターンについて、実験中に観測された回数を環境刺激ごとに整理し、図2に示した。ここでは、連続した波形パターンの区切りの判別が困難だったため、10分ごとに区分した波形の中で同種のタイプが2回以上検出された場合を1回と計数した。結果をみると、水温上昇および低下の実験区ではパターンIを示す回数が対照区に比べて高く、特に水温上昇では有意差が認められた。また、高濁度の実験区ではパターンIIIおよびV、貧酸素の実験区ではパターンII、VおよびVII、高波高の実験区ではパターンIIIおよびIVを示す回数が示す回数が各々の対照区に比較して有意に増加した。

そこで、有意差が検出されたパターンI、III、IV、VおよびVIIを対象に、環境変化に対する指標としての利用可能性を検討するため、各刺激に対する波形パターンの回数を比較した(図3)。ここでは、実験時間の異なる刺激間で各波形パターンの回数を比較するため、

図2に示した各回数を1時間あたりの値に換算した。

その結果、パターンⅠでは、水温上昇時に有意に増加することが示され、この波形パターンが1時間に2回以上観測された場合には水温上昇が疑われることが示唆された。また、パターンⅠの回数は、水温低下時にも増加したが、他の刺激との間に有意差はないため、本パターンは水温上昇に限定した指標になり得るものと判断された。なお、水温上昇に対してホタテガイがパターンⅠの殻体運動を示す理由については、今のところ不明である。

次に、パターンⅢでは、高波高時に有意に増加する傾向がみられ、この波形パターンが1時間に2回以上観測された場合には、波浪による攪乱が起こっている可能性が示唆された。また、パターンⅤでは、高濁度時と貧酸素時に有意に増加することが示されるとともに、パターンⅦでは貧酸素時に有意に増加する結果となった。このことは、パターンⅤが高濁度および貧酸素発生時の指標として利用可能であり（1時間に1回以上）、両者はパターンⅦの有無で識別できることを示唆している。なお、高濁度に対してホタテガイがパターンⅤの殻体運動を示したのは、摂餌の過程において鰓表面の繊毛運動による分別だけでは処理が追いつかない懸濁粒子を擬糞として体外に排出するため、殻の小刻みな開閉により水流を起こした結果によるものと考えられた。また、貧酸素に対するパターンⅤおよび

Ⅶの殻体運動は、連続的な殻の開閉に伴う水流発生により鰓表面へ酸素を取り込もうとする行動と推察された。

一方、パターンⅣでは、高波高時に水温上昇および高濁度時に比べて有意に増加する傾向がみられたが、水温低下および貧酸素時との間に有意差は検出されず、環境変化に対する指標としては利用不可能と判断された。

本研究では、サロマ湖におけるホタテガイ養殖環境モニタリング技術の確立に向けて、水温変化、高濁度、貧酸素および高波高に対する殻体運動を、貝リング装置を用いて室内実験により類型化し、各環境変化に対して特徴的に示される波形を検討した。その結果、本種の殻体運動の波形を9つの特徴的なパターンに類型化できた。また、各パターンを示した回数を比較した結果、パターンⅠは水温上昇、パターンⅤは高濁度、パターンⅤおよびⅦは貧酸素、パターンⅢは高波浪の指標になるものと推察され、パターンⅠおよびⅢでは1時間に2回以上、パターンⅤおよびⅦでは1時間に1回以上検出された場合に各環境変化が起こっている可能性のあることが示唆された。今後は、養殖現場において上述の波形パターンと環境変化の対応関係を確認するとともに、指標となる波形パターンを定量化し、モニタリングの自動化を図る必要があると考える。

3. 抗ナマコ抗体による幼生の簡易選別法の開発 (職員研究奨励)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 伊藤慎悟 中島幹二
協力・共同研究機関 (独) 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所・
北海道水産林務部水産振興課・石狩地区、後志北部
地区水産技術普及指導所・栽培水産試験場

(1) 目的

マナマコ幼生の沈着場所の保護や天然採苗技術開発に向けて、マナマコ幼生を観察・同定しやすい簡易選別法を検討するとともに、幼生の発生時期や場所を絞り込むために実際に調査を行い、将来に向けての基礎的な知見の収集を行う。

(2) 経過の概要

マナマコの生態については未解明の部分が多く、資源管理する上で重要なマナマコの沈着場所も明らかにされていない。浮遊期間、分布や沈着場所などの解明は、ホタテガイのような天然採苗技術の開発や沈着場所の造成手法の開発など幅広く活用できると考えられる。既に本州産マナマコ幼生を使ったモノクローナル抗体が開発されているため、これが北海道でも使用できるかどうかを検討することとした。また、天然での幼生出現時期や場所の絞り込みのための浮遊幼生分布調査を実施し、マナマコ幼生の沈着場所の保護や天然採苗技術の開発のための基礎となる結果を得た。

ア 北海道産マナマコ幼生への抗本州産マナマコ幼生モノクローナル抗体の反応性の検証

栽培水産試験場で生産した北海道産マナマコのアウリクラリア幼生の5%ホルマリン固定標本を瀬戸内海区水産研究所へ送付し、抗本州産マナマコ幼生モノクローナル抗体のスクリーニングを行った。このうち、反応の良かったものから7検体を選び、そのうちで最も反応性が良いものを選択した。方法としては、1.5mlマイクロチューブへホルマリン固定標本を入れ、抗体反応にはホルマリン除去が必要なため、固定液ごと1,000×gで1分間遠心分離し、上清を取り除いた後、PBS (-) を1ml入れ、よく混合し、1,000×gで1分間遠心し、上清を取り除くという作業を3回行った。この後、分与を受けたモノクローナル抗体7検体を別々の1.5mlマイクロチューブにいれ、25℃で1時間反応させた後、1,000×gで1分間遠心分離し、上清を取り

除いた。次にPBS(-)を1ml入れ、よく混合し、1,000×gで遠心分離し、上清を取り除き、次に200倍希釈した市販の抗マウス血清を1ml添加し、25℃で1時間反応させた。反応後、1,000×gで1分間遠心後、上清を捨て、PBS (-) を1ml入れ、よく混合し、再度1,000×gで1分間遠心し、上清を捨てた。この操作を2回以上繰り返し、マナマコ幼生を洗浄した。次にPBS (-) 1ml入れ、蛍光顕微鏡のB励起で発色を観察し、- (発色が弱い) ~ +++ (発色が強い) までの4段階で評価した。

実際のサンプル処理ではサンプルに抗体を入れることで抗体が希釈される。希釈されすぎると発色が弱くなり、判別が難しくなる。そのため、上記の方法に準じて、強く発色したモノクローナル抗体を用いて、発色が良く判別できる希釈可能範囲を決めるための条件を設定した。また、2次抗体である抗マウス抗体でも反応条件を設定した。

イ 天然海域におけるマナマコ幼生等の分布調査

余市沖5地点で11回、厚田沖6地点で5回の調査を行った(図1, 表1, 表2)。採集には北原式プランクトンネットを使用した。それぞれの調査地点の緯度・経度は表1に示した。

余市沖の調査点では水深5m表層、10m、20m、30m、余市港内は表層・中層について、100mの水平曳きをした。厚田沖では全地点鉛直曳きをした。採取したサンプルは冷凍、もしくは終濃度が5%となるようにホルマリンを添加し固定した。サンプルは前項で記載した方法に準じてモノクローナル抗体による免疫染色を行って判別するかホルマリン固定サンプルをそのまま実体顕微鏡で観察した。

ウ 成長段階を調べるために必要なマナマコ幼生固定法の検討

マナマコ幼生の発育段階での正確なサイズを明らかにするために、固定方法別の収縮率を調べ、適切な固定方法を明らかにした。



図1 調査地点

表1 余市沖の調査地点の緯度・経度

余市調査地点		
調査地点名	北緯	東経
5m	43度12分10秒	140度46分43秒
10m	43度12分26秒	140度46分58秒
20m	43度13分8秒	140度47分14秒
30m	43度12分48秒	140度48分41秒

表2 厚田沖の調査地点の緯度・経度

石狩調査地点		
調査地点名	北緯	東経
st.1	43度23分73秒	141度25分46秒
st.2	43度23分73秒	141度24分68秒
st.3	43度24分93秒	141度25分34秒
st.4	43度24分75秒	141度24分88秒
st.5	43度26分11秒	141度24分88秒
st.6	43度26分15秒	141度24分58秒

マナマコのアウリクラリア幼生を冷凍、エタノール、ホルマリン、グルタルアルデヒドで一晩固定し、大きさを測定し、収縮率を検討した。収縮率の最も高い方法をこれらの中の最適な固定法とした。

(3) 得られた結果

ア 北海道産マナマコ幼生への抗本州産マナマコ幼生モノクローナル抗体の反応性の検証

7種類 (A~G) のモノクローナル抗体の反応性を検討したところ、Eが最も反応性が良かった (表3, 図2)。これを瀬戸内海区水産研究所で大量生産し、その後の試験に用いた。

表3 7種類のモノクローナル抗体の反応性

抗体種類	A	B	C	D	E	F	G
染色度	++	++	+	+	+++	++	+

+++よく染まる、++染まる、+少し染まる

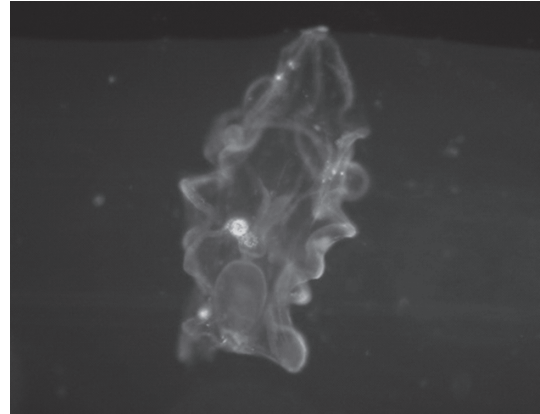


図2 モノクローナル抗体 (E) に反応し、緑色に発色した北海道産マナマコのアウリクラリア幼生

モノクローナル抗体の希釈可能倍率は4倍であった (表4) ため、サンプルと抗体を混合したときに希釈倍率が4倍を超えないように試験した。

表4 1次抗体の希釈倍率による染色性

1次抗体希釈濃度	1:1	1:2	1:4	1:10
染色度	+++	+++	+++	++

2次抗体である抗マウス血清は800倍希釈しても問題なかった (表5) ことから、サンプルと混合し、希釈倍率が800倍を超えないように混合した。

表5 2次抗体の希釈倍率による染色性

2次抗体希釈濃度	1:200	1:400	1:800
染色度	+++	+++	+++

イ 天然海域におけるマナマコ幼生等の分布調査

2ヵ所の天然海域で合計17回の幼生調査を行った。冷凍サンプルについてはモノクローナル抗体を用いた免疫染色で調査した。浮遊幼生は発見できなかったが、厚田沖で着底間もない稚マナマコが発見できた (表6, 7)。ホルマリン固定サンプルからはマナマコの形態に極めて類似した幼生様サンプルが認められた。

表6 余市沖で採集したサンプルを免疫染色したときに発見できたマナマコ幼生・稚マナマコ数

調査日	個体数
7月5日	0
7月20日	0
7月23日	0
7月26日	0
8月2日	0
8月9日	0
8月17日	0
8月23日	0
8月28日	0
8月31日	0
9月6日	0
9月13日	0

表7 厚田沖で採取したサンプルを免疫染色した時に発見できたマナマコ幼生・稚マナマコ数

調査日	個体数
7月11日	0
7月23日	0
8月7日	0
8月28日	0
9月5日	1 *

*:着底後の透明な個体

ウ 成長段階を調べるために必要なマナマコ幼生固定法の検討

最初、冷凍、エタノール、ホルマリンで収縮率を比較したところ、ホルマリン固定が最も収縮しなかった(表8)。そこでホルマリンの濃度をさらに細かく分けた場合とグルタルアルデヒドで固定した場合の収縮率を比較したところ、5%ホルマリン固定が試験をした中で最も収縮しなかった(表9)。また、固定標本の大きさから生存時の大きさを推定するには固定後の大きさを1.05倍すると良いことがわかった。

表8 マナマコアウリクラリア幼生の冷凍、エタノール固定、ホルマリン固定による収縮率

	生体	冷凍	100%EtOH	70%EtOH	2%FA	10%FA
No.1	68.7	55.8	54.0	52.9	58.3	69.8
No.2	66.4	57.2	56.2	47.4	58.6	63.4
No.3	64.5	53.8	55.0	47.5	60.9	63.7
No.4	70.5	54.2	47.0	41.4	62.7	59.8
No.5	71.5	58.3	55.2	45.5	62.0	63.8
No.6	72.8	56.6	57.8	49.2	62.5	63.7
No.7	66.6	51.0	55.0	53.1	63.4	71.1
No.8	62.6	55.5	55.8	54.2	61.3	68.3
No.9	62.1	53.6	56.5	42.1	58.3	67.0
No.10	62.8	54.7	49.3	53.6	55.4	62.4
平均	66.8	55.1	54.2	48.7	60.3	65.3
収縮率(各処理/生体)	100	82.4	81.1	72.9	90.3	97.7

EtOH:エタノール
FA:ホルマリン

表9 ホルマリン、グルタルアルデヒド固定によるマナマコアウリクラリア幼生の収縮率

	生体	2%FA	5%FA	10%FA	15%FA	2.5%GA	5%GA	10%GA	15%GA
No.1	65.4	63.3	59.4	66.3	66.3	66.4	55.7	62.5	55.3
No.2	70.5	59.1	67.1	68.0	64.3	58.7	57.5	55.0	52.1
No.3	64.8	60.5	65.0	66.2	64.0	66.7	62.6	63.0	59.9
No.4	69.6	64.4	68.3	63.4	68.8	70.0	57.8	61.0	57.1
No.5	67.8	70.5	67.2	64.0	63.1	67.0	67.8	61.7	59.0
No.6	70.6	65.6	65.8	65.4	61.5	68.6	57.6	61.5	54.3
No.7	75.4	67.8	69.2	66.3	63.9	63.7	60.1	54.8	56.8
No.8	72.9	66.6	69.2	67.2	62.2	61.3	55.2	56.6	61.6
No.9	73.3	66.0	71.2	64.7	68.5	72.5	58.5	60.0	55.8
No.10	74.7	65.4	66.2	66.3	67.0	67.1	63.4	55.1	58.4
平均	70.5	64.9	66.9	65.8	65.0	66.2	59.6	59.1	57.0
収縮率(各処理/生体)	100	92.1	94.8	93.3	92.2	93.9	84.6	83.9	80.9

FA:ホルマリン
GA:グルタルアルデヒド

4. 給餌型ウニ低温蓄養システムの開発 (重点研究)

担当者 資源増殖部水産工学グループ 干川 裕 福田裕毅

協力機関 後志南部地区水産技術普及指導所, 岩内郡漁業協同組合, 岩内町

(1) 目的

北海道日本海沿岸の磯焼け海域には、餌不足のために漁獲サイズになっても生殖巣が小さく味や色も悪いキタムラサキウニが多数生息している。このようなウニは給餌蓄養することで商品価値を高めることができるが、蓄養にかかる経費を補うためには単価の高い禁漁期（9月中旬から10月）に出荷する必要がある。しかし、天然海域では水温の上昇に伴い成熟が進むため、8月以降は卵や精子が流れ出す身溶け（生殖巣の崩壊）や味の低下など質的な問題が生じることが知られている。そのため、身溶けが起こる前の成熟段階で出荷しなければならない。

これまでの研究でキタムラサキウニは低温飼育により成熟を抑制できる可能性が示唆されているが、漁業者が実際に実施するためには、成熟抑制精度の向上や、集約的飼育条件の解明、餌料である養殖コンブの安定生産及び供給技術の確立と、これらの研究に基づく事業規模での実証試験、さらに生産したウニの市場性について検討を行う必要がある。

重点研究「給餌型ウニ低温蓄養システムの開発」は、①低温飼育による成熟抑制技術の検討（北水研）、②高密度収容条件の解明（栽培水試調査研究部）、③餌料用コンブ安定生産・供給技術の検討（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター）、④事業規模蓄養試験による成熟抑制技術の検証（中央水試資源増殖部）、⑤低温蓄養ウニの市場性及び経済効果の検討（北水研・中央水試加工利用部・資源増殖部）の5課題から構成されており、ここでは中央水産試験場資源増殖部水産工学グループが担当している課題④と⑤を中心に、課題③で実施した現地試験結果についても報告する。

(2) 経過の概要

ア 水温管理手法の開発 (課題④)

岩内港の深層水施設では表層水を取水する設備がないことから、一定の温度を維持することが困難であった。そこで図1に示したエアリフトポンプの原理を基に、浮体式大型水槽（長さ3.35m、幅1.85m、水面下

高さ1.4m、容量8トン）の給水側に混合水槽（100L）を設置し、そこで表層水と深層水を混ぜ、サーモスタットにより通気ポンプの稼働を調整して水温を設定できるようにした（図2）。また、水槽内と水槽外には小型記憶式温度計（Onset社テイドビットV2）を水深1mに設置して2時間毎に温度を観測した。

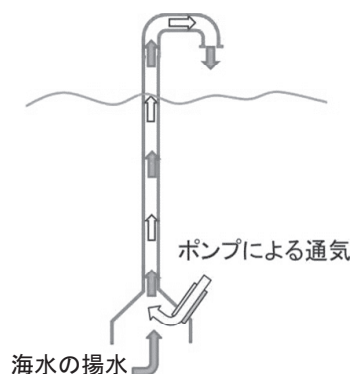


図1 エアリフトポンプの原理

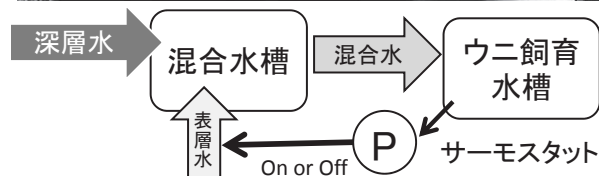


図2 浮体式大型水槽水温調整装置

イ 水槽内流動環境の検討 (課題④)

浮体式大型水槽への給水方式と仕切り板の有無が水槽内の流動環境に及ぼす影響を調べるため、2012年11月22日に水槽内で流動環境調査を行った。測定には電磁流速計 (Infinity-EM: JFEアドバンテック社製) を2基用い、水槽中央に対して給水口側と反対側でセンサーが同じ深度になるように設置し、同時期に観測を行った。また、給水量は3L到達時間から求めた。

ウ 海洋深層水によるコンブ品質保持試験 (課題③)

2012年7月10日に岩内町沿岸から採集したホソメコンブ8.5kgを岩内港深層水施設にある浮体式大型水槽内に根縛りで垂下し、その後の変化を調べた。水温はアで示した小型記憶式水温計で観測した。8月9日に重量を測定後に、1.5kgをウニの食害がない表層水中層に垂下した。9月3日と9月27日に重量を測定した。また、9月27日には深層水で保存したホソメコンブから任意に選択した50株と、同時期のウニの食害がない場所から採集したホソメコンブ22株について葉長と葉重を測定した。本試験中、水槽はテント生地での覆いで遮光していた。水槽内と水槽外の光条件を調べるために、2012年10月16日から22日にかけて小型記憶式光量子計 (MDS-Mk V/L: (株) アレック電子 = 現 (株) JFEアドバンテック) を深度1mに設置し、10分毎に観測を行った。

エ 生殖巣の品質に及ぼす年齢の影響評価 (課題⑤)

2012年5月23日に岩内町沿岸で採集したキタムラサキウニを用いて、高齢と思われる大型群 (平均殻径69.9mm ± SD2.8, 平均重量142.3g ± SD16.7, 平均生殖巣指数8.9 ± SD3.6) と若齢と思われる小型群 (平均殻径51.9mm ± SD4.9, 平均重量63.7g ± SD20.3, 平均生殖巣指数9.2 ± SD2.4) を各50個体、6月25日から8月16日までトリカルネット製カゴ (縦65cm, 横65cm, 高さ40cm, 目合1cm) に収容し、無調温度海水を掛け流しで飼育した。餌は生のホソメコンブを飽食状態になるように給餌した。開始時 (10個体) と終了時 (50個体) に生殖巣指数を下記の式で求めるとともに、生殖板の輪紋による年齢査定を行った。

$$\text{生殖巣指数} = \frac{\text{生殖巣重量}}{\text{全重量}} \times 100$$

生殖巣の成分分析等は加工利用部が担当したので省略する。

オ 加工業者による品質評価 (課題⑤)

2012年12月14日に森町にあるウニ加工業者を訪問し、10月の端境期に本事業で生産予定のキタムラサキウニの需要について聞き取りを行った。

(3) 得られた成果

ア 水温管理手法の開発 (課題④)

エアーリフトポンプによる水温調整試験期間中の表層水、深層水、混合水槽、および大型水槽内の温度変化を図3に示した。9月中旬には表層水は25℃付近で推移していたが、11月上旬には13℃まで下がった。深層水は試験期間中を通じて7℃前後で推移していた。9月中旬まで混合水槽から大型水槽への給水口に取り付けたサーモスタットを13℃に設定したが、混合水槽はその数値になるものの大型水槽内の温度は表層水の影響を受け2~3℃高めであった。9月下旬から設定水温を11℃に下げた結果、混合水槽の温度は11℃で安定していたが大型水槽は当初3℃ほど高い値を示し、周囲の表層水温度が低下するのに伴って混合水槽の温度に近い値まで下がった。

今回の結果から、エアーリフトポンプによる温度調整の可能性が明らかになり、調整用のサーモスタットを大型水槽内部のウニ蓄養位置まで下げることでより精度の高い温度管理が可能になると考える。

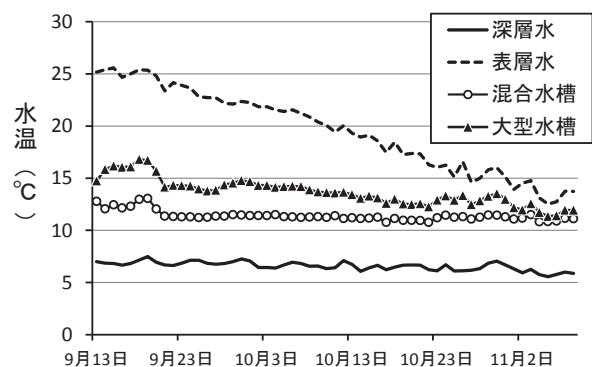


図3 温度調整試験の結果

イ 水槽内流動環境の検討 (課題④)

水槽内の流向流速を観測した時の給水量は、水槽底面から給水する水槽で1.8トン/時であったが、水面付近からの給水する水槽では0.2トン/時と少なかった。このように給水条件が異なることに加えて、アクリル板に穴を開けた仕切り板の有無や、給水口側とその反対側、水面付近と水槽の底面付近というように観測位置を変えて観測した結果から計算した合成流速を表1に示した。

給水量が少ない上面給水の水槽の値が、底面から給水していた水槽で観測された値に対して低い場所があったが、全体の合成流速は最大でも0.564cm/sであり非

常に遅いことが明らかになった。また、仕切り板の影響やセンサーの位置による差は明確ではなかった。

深層水の給水量が限られていることと、流速に関する観測結果から、次年度に事業規模でウニを蓄養する場合には通気により強制的に水を動かす必要があることが明らかになった。

表 1 浮体式大型水槽内合成流速 (cm/s)

		流速計センサー位置			
		給水口側		給水口反対側	
		底面から30cm	水面から50cm	底面から30cm	水面から50cm
深層水を水槽底面から給水	仕切り板なし	0.564	0.397	0.354	0.262
	仕切り板あり	0.488	0.375	0.302	0.563
深層水を水面近くで給水	仕切り板なし	0.172	0.079	0.120	0.156
	仕切り板あり	0.481	0.308	0.107	0.247

ウ 海洋深層水によるコンブ品質保持試験 (課題③)

8月9日に測定した湿重量は8.7kgと若干増加していたが、これは垂下した連毎にまとめて測定したためコンブの間の水分量による誤差と思われる。この時点で深層水水槽には7.1kgを残したが、9月3日には6.7kg(残存率94.3%)、9月27日には6.1kg(残存率85.9%)と僅かに減少した。一方、8月9日に表層水中に垂下したホソメコンブは、8月30日には0.1kg(残存率6.6%)であり、末枯れに加えて垂下している基部の腐敗で脱落したと考えられる。9月27日に測定した平均葉長と平均葉重は、深層水群が96.5cm±SD25.6および40.6g±SD15.5、表層水群が20.3cm±SD9.0および7.8g±SD5.0であった。

光量子計で測定した結果、水槽外では日中の最大値は天候により63~210μMolであったが、水槽内では同時刻でも値は0であった。試験期間中の水温は、表層水は7月上旬で20℃であり、その後8月下旬から9月初旬には25℃に達した。試験終了時の9月下旬にはやや低下したがそれでも23℃であった。深層水水槽内の

水温は7月上旬で5℃、8月下旬から9月下旬は7℃で推移した。

以上の結果から、深層水で暗条件に保つことで餌となるコンブを生で長期間保存することが可能になると思われる。

エ 生殖巣の品質に及ぼす年齢の影響評価 (課題⑤)

8月16日の終了時の平均殻径と平均重量は、大型群で69.3mm±SD2.6および139.8g±SD15.6、小型群で52.6mm±SD5.0および65.1g±SD20.3であり、開始時とほとんど変化がなかった。平均生殖巣指数は大型群で13.9±SD3.0、小型群で14.1±SD2.3であり、開始時に比べ両群とも約5ポイント増加した。

年齢組成は、大型群が4~13歳で7~9歳が全体の76%を占めていたが、小型群では4~8歳で4歳が最も多く52%を占め、次いで5歳の18%であった。殻径は年齢とともに大型化し、殻径60mm以上では7歳以上の高齢個体の割合が高かった(図4)。

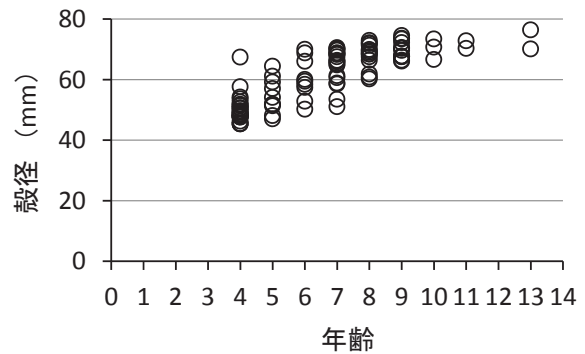


図 4 キタムラサキウニの年齢と殻径の関係

オ 加工業者による品質評価 (課題⑤)

現在、キタムラサキウニの端境期には東北地方や海外のウニを活用していることから、10月に良質な加工原料が入手できる場合には、その需要は高いとのことであった。

5. 漁業生物の資源・生態研究調査 (経常研究)

5. 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 阿部英治**
 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, 寿都町, 島牧村

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

ア 沿岸水温観測

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

イ 海藻・ウニ類モニタリング調査

(ア) 小樽市忍路

平成24年6月18日に小樽市忍路湾中央部の平磯縁辺部に設けた定点から沖側15mまでの16地点について, 海藻類とウニ類の分布状況を柵取調査(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, 平成24年7月3日に海藻類とウニ類を含む大型底生動物の柵取調査を行い, 水深1~7mの間, 水深1m毎に調査柵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で柵外から殻径50mm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

平成24年5月28日及び11月6日に, 小樽市忍路の平磯上の22定点で1㎡柵を用いてウニ類の柵取り調査を行った。エゾバフンウニに関して5月調査時に殻径8mm未満の個体と, 11月調査時に殻径16mm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

平成24年8月1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㎡柵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, 本課題は昭和61年以降平成22年まで後志南部地区水産技術普及指導所が主体で実施し平成23年より当水試が主体で実施している。

(3) 得られた結果

ア 沿岸水温観測

平成24年1月~平成25年3月までの水温に対する水温偏差(各地区で継続している平均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, 平成24年9~10月は過去の平均よりかなり高く推移したが, それ以外の月は平年並みまたは平均よりも低く推移しることが多かった。

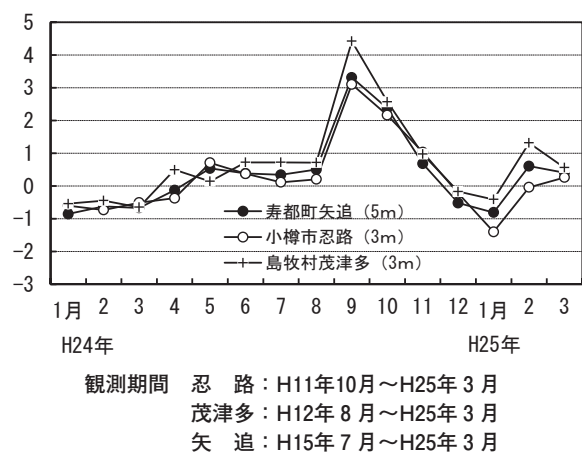


図1 小樽市忍路と島牧村茂津多及び寿都町矢追における水温偏差

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0.8m)の範囲にホソメコンブが分布し(図2), それ以外の海藻は殆ど見られなかった。ホソメコンブの平均現存量は5.2kg/m²であった。図3に過去20年間の冬季水温と6月におけるホソメコンブ現存量の相関を示す。両者には負の相関が認められ, 平成24年度は冬季水温が比較的低温で推移(5.5℃)したこと(平年5.9℃)を反映していると考えられる。

図4に調査定点におけるウニ類の分布状況を示す。キタムラサキウニは計218個体採集され, エゾバフンウニは9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18個体/m², 平均現存量は554g/m²であった。図5にキタムラサキウニの殻径組成を示す。殻径の範囲は8~54mmであり, 40mm付近に大きなモードが認められた。

(イ) 寿都町美谷・矢追

水深別海藻生育量を図6に示した。美谷地区では水深1mに大型1年生海藻のワカメが分布し, 全水深の平均現存量は0.34kg/m²であった。矢追地区では, 水深1mで大型1年生海藻のホソメコンブ, ワカメが0.4kg/m²認められ, それ以外に小型多年生海藻のイソ

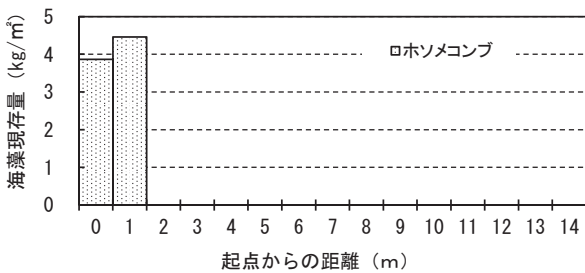


図2 忍路調査定点における海藻類の分布

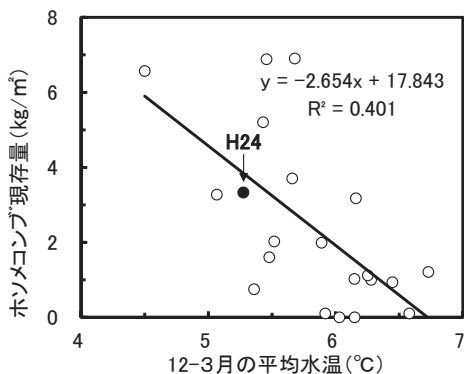


図3 忍路調査定点における冬季水温とホソメコンブ現存量との関係

キリが若干認められた。

水深別のキタムラサキウニ密度を図7に示した。美谷地区では水深7m地点が9.2個体/m²と最も高く, 全平均は6.4個体/m²であった。矢追地区では水深1m地点の25個体/m²が最も高く, 全平均は13.2個体/m²となり, 美谷地区より矢追地区で密度が高かった。

平成24年度調査におけるキタムラサキウニの生殖巣指数を図8に示した。美谷地区, 矢追地区ともに調査日時点では生殖巣指数が漁獲基準の18以下であった。全水深の調査平均値は, 美谷の12.6に対して矢追は10.5であった。今年度の調査ではウニ類の重要な餌であるコンブ目褐藻の現存量が, どちらの地区でも少なかったことを反映していると考えられる。

ウ エゾバフンウニ発生調査

図9に稚ウニ(生後8ヶ月と生後1年)発生密度の経年変化を示す。5月の調査ではエゾバフンウニが73個体, キタムラサキウニが1個体, バフンウニが11個体採集され, うち殻径8mm未満(生後8ヶ月)の平成23年発生群は2個体採集された。6月調査における

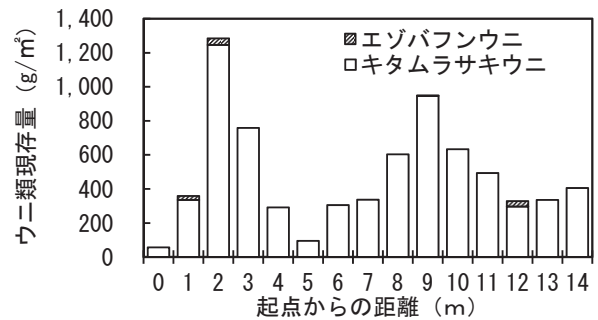


図4 忍路調査定点におけるウニ類の分布状況

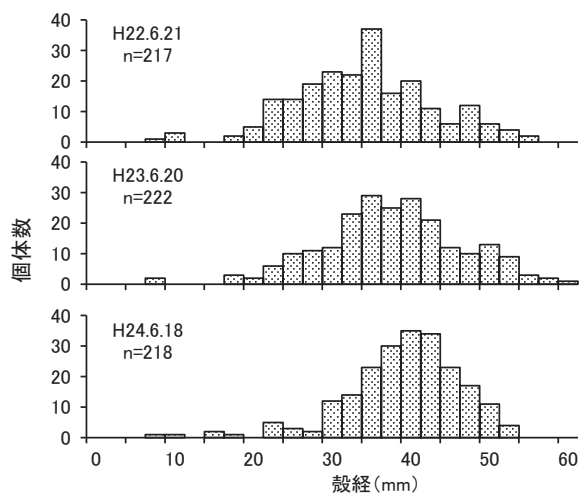


図5 忍路調査定点におけるキタムラサキウニの殻径組成の経年変化

0+齢のエゾバフンウニの発生密度は0.1個体/m²となった(図9上)。

11月の調査ではエゾバフンウニが18個体, キタムラサキウニが79個体採集され, うち前年生まれ(2011年発生群)とみなせる殻径16mm未満のエゾバフンウニが2個体確認され, 平成23年発生群(1+齢)の平均密度は0.5個体/m²と算出された(図9下)。

エ キタムラサキウニ発生調査

島牧村茂津多における平成20年以降のキタムラサキウニの年齢組成の推移を図10に示した。本年度の調査においては5齢(平成19年発生群・全体の37.3%)及4齢(平成20年発生群・23.3%)が高い割合を占めていた。今年度の調査で1齢として出現する平成23年発生群は極めて少なく, 全体の1.0%(0.09個体/m²)であった。平成21年, 22年に続いて平成23年におけるキタムラサキウニの発生量は少なかったと推察された。

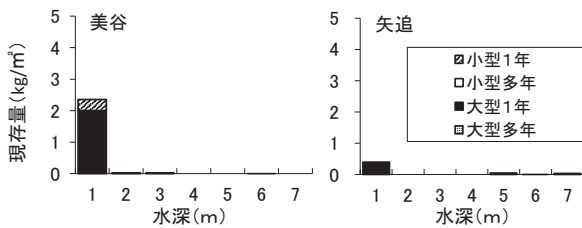


図6 寿都町における水深別海藻現存量

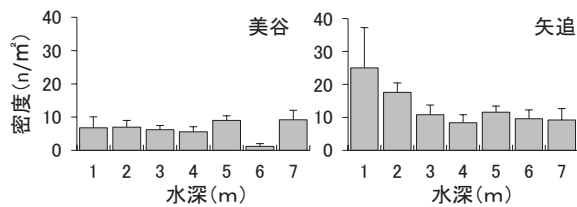


図7 寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生息密度(縦棒は標準偏差)

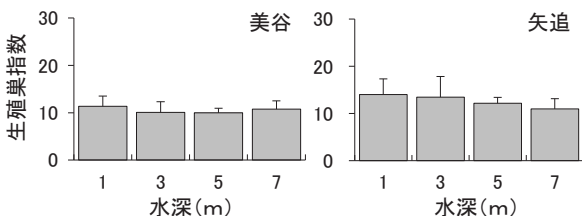


図8 寿都町におけるキタムラサキウニの水深別生殖巣指数(縦棒は標準偏差)

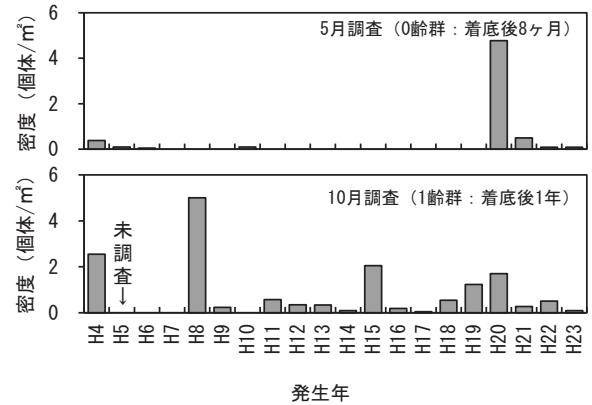


図9 忍路湾平磯上におけるエゾバフンウニの発生密度の推移

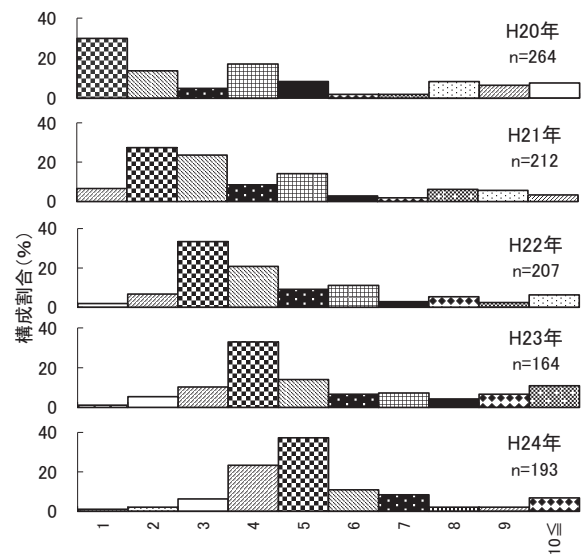


図10 島牧村におけるキタムラサキウニの年齢組成の経年変化(後志南部地区水産技術普及指導所資料を含む)

6. 磯焼け海域におけるホソメコンブ群落形成を促す栄養塩類の種類と流速に関する研究 (経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 秋野秀樹

協力 (中央水産試験場 資源管理部 海洋環境グループ)

(1) 目的

過去の試験に於いてホソメコンブ配偶体の生長・成熟や、初期胞子体の生長に対して、流速と栄養塩（硝酸態窒素）濃度が与える作用が検討されてきた。その結果、初期胞子体に対しては流速と硝酸態窒素濃度の増加が、生長の促進をもたらすことが示唆されている。本事業においては、ホソメコンブの群落形成に大きく影響すると考えられる微小世代（配偶体）の成熟に及ぼす栄養塩濃度及び流速の影響を定量化し、相互作用を総合的に検討すると共に、ホソメコンブの発芽状況と海洋環境を比較することで、藻場造成技術を高度化するための基礎的知見を得る。

(2) 経過の概要

栄養塩濃度と流速がホソメコンブの配偶体成熟を促進する作用を検討する室内試験と、ホソメコンブの発芽時期の年変動と栄養塩の濃度変化を把握する野外試験を行った。平成24年度は室内試験について栄養塩濃度をごく低い値にした場合の影響を検討した。

ア 室内試験

平成23年度と同じく円形水槽を電動ろくろ上で回転させて流速を発生させる装置（図1）を使用した。この装置に余市町内で採集したホソメコンブの遊走子を着生させたスライドガラスを図1のように配置し、培養試験を実施した。流速条件を4段階（25, 7, 13.5, 21.5 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ）と硝酸態窒素濃度4段階（0.2, 1.2, 1.4, 1.7 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ）を組み合わせ合わせた計16試験区を設定し、配偶体の成熟状況を比較した。その他の環境条件は、水温10℃、光強度70 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 、光周期12L:12Dとし、培地には平成24年8月に中央水試でくみ上げた海水を用い、他の栄養塩類を補うため窒素・リン成分を除いた改変Grand培地を加えた。この海水に硝酸ナトリウム水溶液を加え硝酸態窒素を添加した。培養海水の栄養塩濃度は一部を別途30℃で冷凍保存し、オートアナライザーで栄養塩分析を行って濃度を確認した。培養開始から12日目の時点で成熟

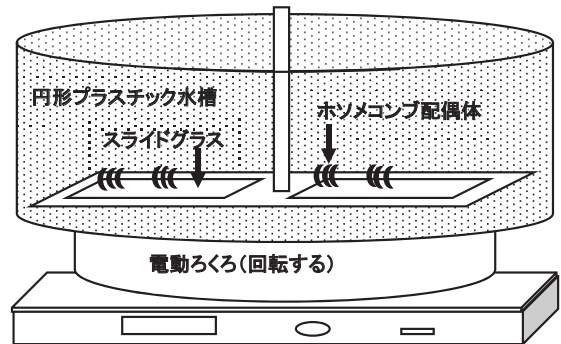


図1 流速別・栄養塩濃度別培養試験装置の模式図

した雌性配偶体の割合を倒立顕微鏡下で各試験区ごとに測定した。

イ 野外試験

小樽市忍路地先のコンブ群落内において、全長16mの測線を設定し平成24年10月から平成25年4月まで7~14日おきに1m枠を用いてホソメコンブの被度を調査した。また、調査地点で冬期間定期的に採水を行い、栄養塩分析のための試水を得た。

(3) 得られた結果

ア 室内試験

図2に配偶体の成熟状況を硝酸態窒素濃度別・培養流速別に示した。硝酸態窒素濃度の高い試験区において、配偶体の成熟率が高い結果が得られ、成熟が早く進行していることが明らかになった。また、硝酸態窒素濃度が最も低い区（0.2 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ）では、流速が増加しても殆ど成熟がみられなかった。また、今年度の試験では栄養塩添加を実施した区では成熟率がばらついた。これは平成23年度試験よりも硝酸態窒素の濃度が低いため、実験区間の差が小さくなったためと思われる。図3に流速と硝酸態窒素濃度を乗じたフラックスを横軸に、成熟率を縦軸としたグラフを実験年次別に示す。今年度の試験結果は前年度結果と合わせて対数近似でき、フラックスの増加に対する成熟率の増加

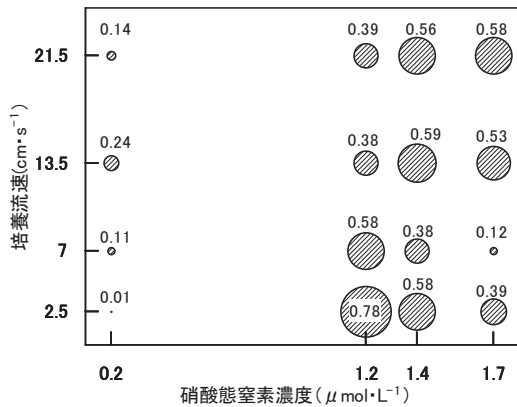


図2 硝酸態窒素濃度と培養流速別の培養12日目における配偶体の成熟状況 (グラフ横の数字は成熟率を示す)

が急激である範囲にあった。前年度試験の結果に加えて低いフラックスの範囲の詳細が明らかとなり、流速と栄養塩濃度は互いに補完し合う関係にあることが示された。次年度は窒素に次いで重要な栄養塩であるリン酸態リンの濃度変化に対する成熟促進作用を、磯焼け海域におけるホソメコンブの成熟の実態と比較しながら検討を進める計画である。

イ 野外試験

図4にホソメコンブの被度の推移を、過去の結果と共に示す。平成24年度調査(平成24年10月～平成25年の調査)では、平成23年度調査と同様に1月中旬から肉眼視できる大きさのホソメコンブが確認され、その後被度が上昇した。平成22年度調査では、ホソメコンブが視認され始めるのは約2週間遅い1月下旬からであった。漁業生物の資源・生態調査研究で実施している忍路の海藻モニタリングでは、平成24、25年6月

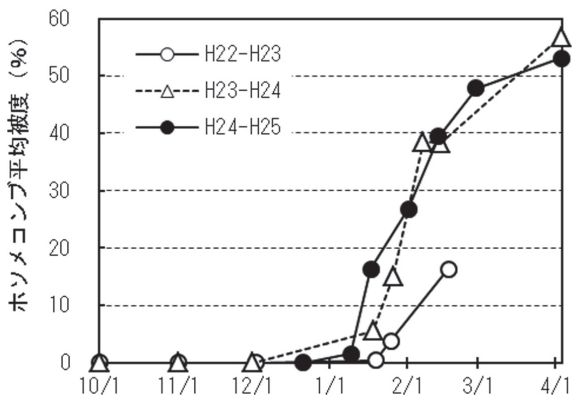


図4 小樽市忍路におけるホソメコンブ出現状況の季節変化

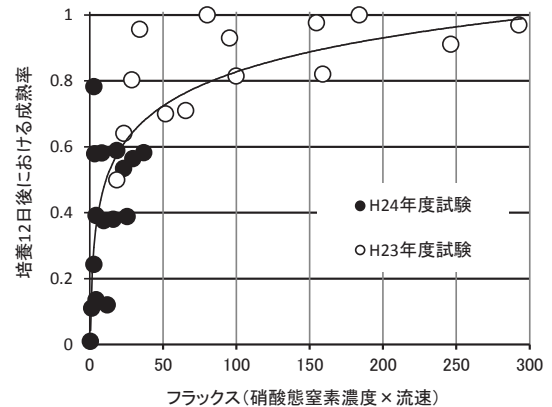


図3 培養開始から12日後におけるホソメコンブ配偶体の成熟率とフラックスとの関係 図中の線は平成24年の結果と平成23年の結果を合わせて対数近似させた曲線を示す

のホソメコンブ現存量は中程度のレベルにあり、平成23年度におけるホソメコンブ現存量よりも多かったことから、発芽時期の違いが現存量の違いに関連する可能性がある。

図5に平成24年10月から平成25年4月までの栄養塩類濃度の季節変化を示す。硝酸態窒素濃度は平成24年10月から25 μmol/L程度の値を示し、その後殆ど上昇せず2月中旬から4月にかけて低下した。リン酸態リンは殆ど濃度が変化せず、アンモニア態窒素は11月に値が急上昇しそれ以外は低い値で推移した。今後の野外調査ではホソメコンブの出現状況と栄養塩濃度の経年変化を把握し、漁業生物の資源・生態調査研究で実施している夏期のホソメコンブ現存量モニタリングと比較するなどして、発芽時期の差異がどのような海洋環境の特徴を反映しているのか検討する計画である。

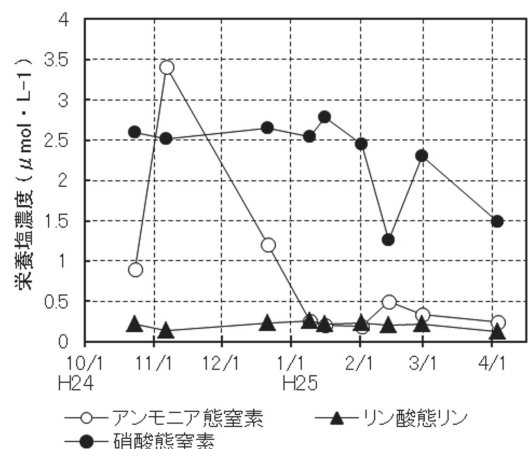


図5 小樽市忍路における冬季の主要な栄養塩濃度の季節変化

7. 磯焼け漁場におけるウニ密度管理手法に関する基礎研究（経常研究）

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 中島幹二 秋野秀樹
 協力機関 水産工学グループ
 後志北部水産技術普及指導所
 後志南部水産技術普及指導所

(1) 目的

磯焼け地帯で藻場造成を行うには、ウニの密度管理（除去）により発芽時期の海藻を保護する必要があり、ウニフェンスで漁場を囲った上でウニを除去する手法が知られている。従来の潜水ウニ除去やフェンス設置は煩雑で高コストなため、漁業者による低コストなタモ捕りと、ウニの侵入速度を上回る広い範囲を実施する手法に改善することを目標とする。

手法開発に必要な底質別ウニ除去効率と、底質や底面流速別にウニの再侵入速度を明らかにするほか、漁業者のタモ捕り除去に適した底質や、低減できるダイバー除去の作業量及び除去の必要面積を基礎知見として求める。これらのデータにより造成コストを低減した漁業者自らが取組可能な藻場造成技術の開発を行う。

(2) 経過の概要

ア 底質別ウニ除去効率の解明

イ 底質別・流速条件別ウニ移動範囲の解明

(ア) 余市町潮見地区

余市町潮見町地先に岸なり150m×沖出し70mの試験海域を設定した。この区域内に70mの調査測線を6本設定し平成24年9月14日にウニ類の分布密度や底質、水深等を5m間隔で調査した。調査後、試験海域内に岸なり100m×沖出し50mのウニ除去海域を設定し、平成24年10月17日、平成24年11月13日に、地元漁業者の協力によるタモ捕りによるウニ除去を行った。除去したウニは漁港にて計数、計量を行った後、区域外に放

流した。それ以外にダイバーにより平成24年11月26日、平成25年2月13日にウニ除去を行った。除去したウニは船上で計量を行い、漁業者除去のウニデータを用いて個数に換算した。

除去後に事前調査と同様の調査測線を設定し、追跡調査を平成25年2月13日、3月27日に行ってウニの分布及び移動状況を把握した。

(イ) 積丹町西河地区

積丹町西河地区において50m×50mの範囲を設定し、うち50m×25mの範囲を漁業者及びダイバーによりウニ除去した。事前調査を平成24年9月5日、除去を9月14日、28日、事後調査を平成25年3月25日、6月7日に実施した。

ウ 広域ウニ除去による藻場造成適地選定基準の検討

(ア) 放流追跡調査

余市町潮見地先に設定したアの試験海域周辺約3000m×2500mを漁場図により水深を計測して海底地形図を作成し、石狩湾新港で開発局が継続測定している波浪データのうち平成24年10月のデータを用いて平面波浪場解析を行い試験海域を含むエリアの流速分布図を作成した。

(3) 得られた結果

ア ①底質別ウニ除去効率の解明

タモ捕りによる時間あたりの除去数は水深に大きく影響されることが示唆された(表1)。水中でのタモ操作が水深により抵抗を受けるためと思われる。また、

表1 採取方法別・地区別のウニ除去効率の結果

日付	地区	底質	水深	漁業種	人数	作業時間 (時間)	ウニ個数 (概数)	除去効率 (個/時間/1人)
平成24年9月28日	積丹	転石	1-2m	タモ捕り	3	1.3	4,895	1,224
平成24年10月17日	余市	岩盤/転石	4-6m	タモ捕り	7	1	1,809	284
平成24年11月13日	余市	岩盤/転石	4-6m	タモ捕り	5	1.5	2,026	270
平成25年9月14日	積丹	転石	1-2m	潜水	2	2.0	2,460	615
平成24年11月26日	余市	岩盤/転石	4-6m	潜水	3	1.5	4,720	1,049
平成25年2月13日	余市	岩盤/転石	4-6m	潜水	2.5	1.5	3,340	891

潜水除去作業においては水深が大きい調査区において効率が上昇した。ダイバーが波浪の影響を受けたことによると推察されるが、ダイバーの熟練度による差が既存知見で報告されているためさらにデータ蓄積を行う必要がある。

イ ②底質別・流速条件別ウニ移動範囲の解明

余市町内の岩盤・転石帯で100m×50mのウニ除去を10月、11月、2月に実施し、2月（2月のウニ除去前）と3月に追跡調査したところ、2月では試験区内の漁場

におけるウニの再侵入はほとんど見られなかった（図1）。3月には漁場全体のウニの密度が低下していた。今回実施した波浪環境・底質環境の場所では冬期間において除去区内に移動するウニの数は少ないと考えられた。また2月から3月までに漁場全体のウニ密度が下がったのは、実験海域に時化をもたらす北向きの風が3月に多かったことによるものと考えられる。一部高い密度が維持されている場所は大岩があり、除去後に岩の下部からウニが出てきたと推測された。

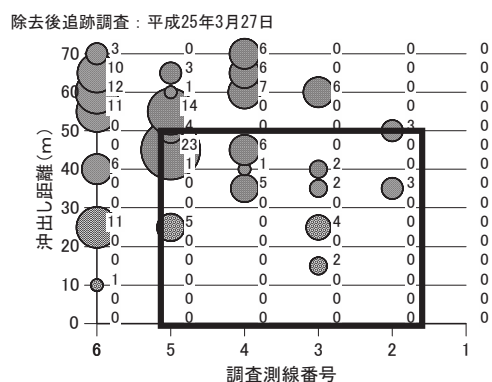
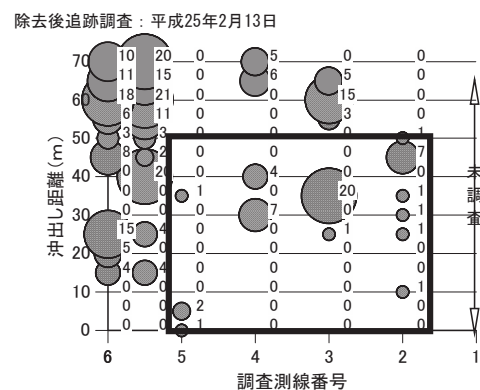
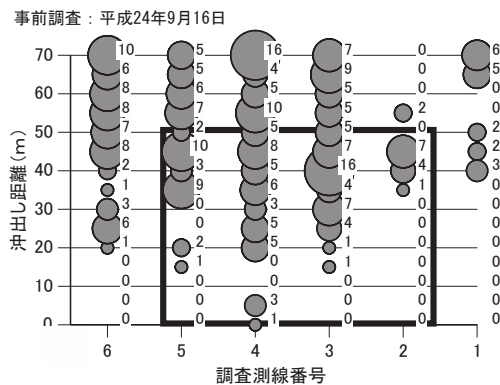


図1 ウニ類除去前後のキタムラサキウニ分布状況

図中の囲い線の内部はウニ除去を行った区域を示し
 囲い線の外側はウニを除去しなかった区域を示す

● キタムラサキウニ
 個体数 (n/m²) 0 50

ウ 広域ウニ除去による藻場造成適地選定基準の検討

平面波浪場解析を行った結果、コンブの胞子が放出される10月、11月において、調査現場では波浪による流速が0.4m/s以上確保されておりコンブの発芽や生長が可能な環境であると判断された（図2）。

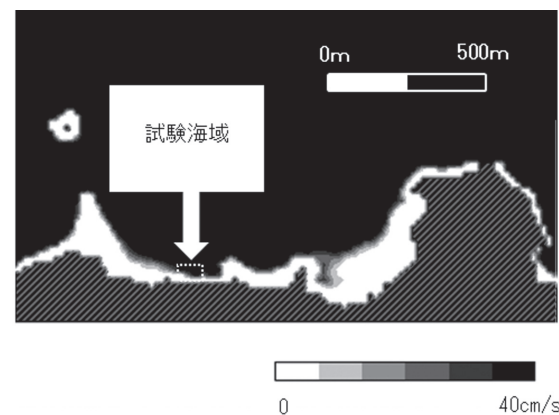


図2 平成24年10月の石狩湾新港の波浪データから計算した試験海域周辺の流速分布図
 矢印は余市町潮見地先の試験海域を示す
 流速は計算された振動流速の最大値を示す

8. 北海道周辺に分布するニシンの遺伝情報を利用した集団構造解析技術開発 I －産卵群のミトコンドリアDNA（mtDNA）を中心とした系群特性値データベースの構築－（経常研究）

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 瀧谷明朗
資源管理部 資源管理グループ 山口幹人
協力機関 留萌南部地区水産技術普及指導所
石狩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

(1) 目的

種苗放流による資源の造成や資源管理の基礎知見となる北海道周辺におけるニシン系群の分布状況を明らかにするため、系群判別の基準となるデータベースを構築する。データベースには産卵期に産卵場で採集された成魚のmtDNA分析による遺伝的特徴および形態的、生態的特性値等を登録する。

(2) 経過の概要

ア 標本収集と生物測定

平成24年3月1日から12日までの間に江差町および上ノ国町で漁獲されたニシン計31尾と、同地区にて3月24日から4月3日の間に漁獲されたニシン計29尾を生物測定（性別、尾叉長、体重、内臓除去重量、生殖腺重量、成熟度、年齢、脊椎骨数）の後にmtDNA分析用サンプルとして肉片を採取し、栽培水産試験場へ送付した。なお、これらのサンプルの収集およびmtDNA解析は日本海ニシン栽培漁業調査研究で実施したが、結果については本事業でのデータベース作成に利用する事とした。

5月10日に小平町白谷で漁獲されたニシンを無選別で10kg（96尾）を購入し、生物測定の後に、mtDNA分析用サンプルとして肉片を採取し、栽培水産試験場へ送付した。なお、小平町（留萌管内）は稚内水試の担当であり、稚内水試でも同標本の収集を行ったが、協議のうえ中央水試で測定した標本をmtDNA分析に

充てる事とした。

6月1日に石狩市石狩で漁獲されたニシン数10kg中から成熟個体を選別して約2kg（16尾）を購入し、生物測定の後にmtDNA分析用サンプルとして肉片を採取し、栽培水産試験場へ送付した。

(3) 得られた結果

ア 標本収集と生物測定

生物測定の結果を表1に示す。3月24日から4月3日の江差町・上ノ国町のサンプルの雌成熟率が57.1%と低めであったが、それ以外は成熟率が非常に高く、産卵来遊個体の標本収集ができたと考えられる。これらの標本について成熟期、平均脊椎骨数およびmtDNA分析の結果等から系群を推定した結果、江差町・上ノ国町の3月1日から12日の標本は石狩湾系群に非常に近い集団であると考えられた。同3月24日から4月3日の標本は平成21年から23年に確認されている檜山集団と推定された。5月10日小平町白谷の標本はサハリン由来の系群（北海道サハリン系群あるいはテルペニア系群）と推定された。6月1日石狩市石狩の標本はテルペニア系群と推定された。

なおmtDNA分析の詳細は研究総括の釧路水産試験場および分析担当の栽培水産試験場の平成24年度事業報告で報告する。また、5月10日小平町白谷および6月1日石狩市石狩の標本については北水試だより85号において系群推定結果等を発表済みである。

表1 標本収集状況と生物測定結果

日付	漁獲場所	尾数	平均尾叉長(mm)	平均重量(g)	平均脊椎骨数	雌成熟率
3月1日 ～3月12日	江差町・上ノ国町	31	273.7	225.6	54.45	85.7% (12/14個体)
3月24日 ～4月3日	江差町・上ノ国町	29	258.4	194.1	54.31	57.1% (8/14個体)
5月10日	小平町白谷	96	217.7	104.3	54.04*	98.0% (49/50個体)
6月1日	石狩市石狩	16	224.2	123.0	53.81	100.0% (7/7個体)

* 98個体中48個体の平均値

9. 日本海ニシン栽培漁業調査研究 (経常研究)

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 瀧谷明朗

協力機関 後志南部地区水産技術普及指導所

檜山北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

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、積丹半島以南でも石狩湾系群の産卵来遊が確認される状況となったため、種苗放流による資源増大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。

また、檜山地域でもニシン資源増大に対する要望が強い。そのため、現在檜山海域に来遊するニシンの系群判別と放流適期・適地解明の事前調査として餌料環境について調査する。

(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24年2月20日に厚田産の親魚を用いて生産したニシン人工種苗を、泊村堀株の海水浴場(図1)から時期別に2群を放流した。第1回放流群(以下I群)は6月5日、6日の両日で合計20万尾(平均全長59.9mm)を放流し、第2回目放流群(以下II群)は6月19日、20日の両日で合計20万尾(平均全長59.6mm)を放流した。計画では5月中旬にI群を、6月上旬にII群を放流する予定であったが、平成24年は採卵が計画よりも半月以上遅れたため、放流計画も半月ほど遅くなった。

放流種苗には天然群や他の放流群と区別するためにI群には5月29日(日齢85日, 5ppm 8時間染色)に耳石にALC1重標識を付けた。II群には5月29日と6月15日(102日齢, 3.5ppm 8時間染色)の2重標識の他、6月4日(日齢91日齢, 3.5ppm 8時間染色)と6

月15日の2重標識と、5月29日と6月4日と6月15日の3重標識が含まれる。これは5月29日の標識の際に4水槽中1槽で半数近くの死亡が発生したため、死亡尾数に対する補充を実施したためである。また、6月15日の標識の際も2水槽中1槽で魚の状態が悪化したため、その水槽では加水して濃度を下げて標識を実施した。

イ 放流回帰調査

(ア) 刺し網調査

平成24年2月から4月まで岩内港周辺で5回の刺し網調査(揚網日は2月1日, 23日, 3月9日, 24日, 4月14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。

(イ) 混獲物調査

平成24年2月6日から4月19日までの泊村, 岩内町および寿都町で混獲された499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1, St-1～5)で地曳き網による追跡調査を6月7日, 11日, 21日, 25日の計4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



図1 放流および追跡調査地点

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。

(イ) 餌環境調査

放流後の稚魚の摂餌状況について調べるため、放流追跡調査で再捕した稚魚の胃内容物について種の同定および計数をした。餌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6月7日、11日、21日、25日の計4回と、さらに7月11日、25日の計6回実施した。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(株)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。

エ 檜山海域

(ア) 系群判別調査

檜山管内に現在来遊するニシンの系群を判別するため、平成24年3月1日から5月22日まで檜山管内で混獲された168尾のニシンについて体重、尾叉長、年齢、成熟度および脊椎骨数の測定を行なった。本年は同一日にまとまったサンプルが得られなかったことから、3月1日から12日までの31尾をまとめて3月前半のサンプルとし、3月24日から4月3日までの29尾をまとめて3月後半のサンプルとして2サンプルについてmtDNA分析を実施し、平均脊椎骨数や産卵期と合わせて系群の推定を実施した (mtDNAの分析は栽培水試が実施)。

(イ) 餌料環境調査

檜山におけるニシンの餌料となるようなプランクトンの出現状況について調べるため、後志利別川河口域の3地点で5月10日、21日、6月14日、25日の4回、厚沢部川河口域の3地点で5月8日、21日、6月5日、27日の4回および天の川河口域の2地点で5月14日、31日、6月8日、25日の4回について動物プランクトンを調査した。調査地点はいずれも水深約3mの地点を定点とした。動物プランクトンの種同定および計数は(株)日本海洋生物研究所に委託した。

(3) 得られた結果

ア 種苗放流

I群とII群の放流時の全長組成をそれぞれ図2、図3に示す。I群の平均全長は59.9mm、モードは63mm、

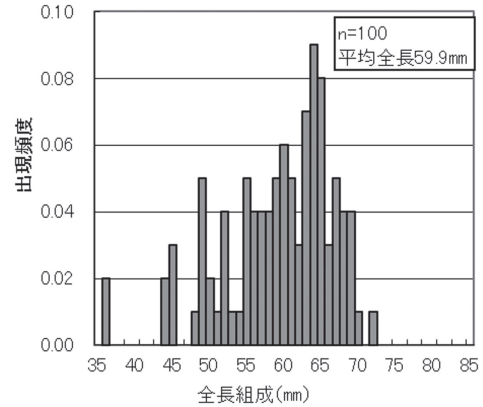


図2 放流時全長組成 (I群)

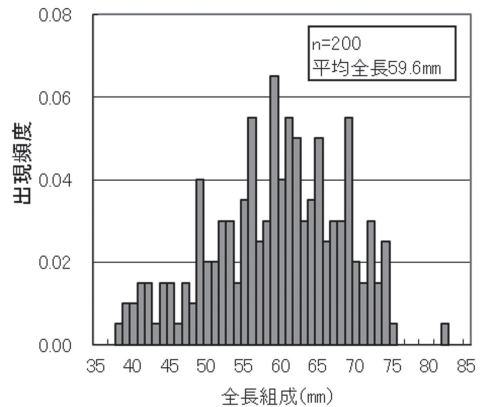


図3 放流時全長組成 (II群)

II群の平均全長は59.6mm、モードは59mmであった。前述のように、平成24年はALC標識の際に斃死が発生したが、同年には羽幌だけではなく北海道区水産研究所(厚岸)や別海町ニシン種苗生産センターでも同様の死亡が見られており、この問題について原因の解明と対策が望まれる。

イ 放流回帰調査

(ア) 刺し網調査

2月23日、3月9日、24日、4月14日にそれぞれ3尾、4尾、3尾、6尾を採集した。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24年2月6日から4月19日)に499尾のニシンサンプルを得た。2月6日から4月6日までの標本は脊椎骨数を計数したが、このうち標本数が少なかった2月6日から2月29日までの33個体と3月1日から3月26日までの43個体については、それぞれまとめて平均脊椎骨数と雌成熟率を求めた(表1)。そ

の結果、2月、3月には雌の8割以上が成熟しているが、2月のものは平均脊椎骨数が多く、3月は少なかった。また、4月3日には平均脊椎骨数が多く、全て産卵後の群れが見られたが、4月6日には平均脊椎骨数が少なく、未だ3分の1が成熟状態の群れが見られた。これらのことから、これまで同様、石狩湾系群(平均脊椎骨数が多く、成熟期が早い)と後志南部の地域

表1 混獲物調査で得られたニシン

日付	漁協名	尾数	平均尾叉長(mm)	脊椎骨数	雌成熟率		
2月6日	岩内郡	2	248.5	54.52 (33個体) (12/15個体)	80.0%		
2月23日	岩内郡	8	283.9				
2月25日	岩内郡	15	270.1				
2月29日	寿都町	8	277.1				
3月1日	岩内郡	10	267.7				
3月3日	岩内郡	4	264.8				
3月5日	岩内郡	9	287.9				
3月6日	岩内郡	3	290.7				
3月8日	岩内郡	2	263.0				
3月10日	岩内郡	4	249.0			53.95 (43個体) (14/17個体)	82.4%
3月12日	岩内郡	3	257.7				
3月14日	岩内郡	2	249.5				
3月16日	岩内郡	3	271.3				
3月24日	岩内郡	2	276.0				
3月26日	岩内郡	1	242.0				
4月3日	古宇郡	39	276.4	54.63 (0/19個体)	0.0%		
4月6日	寿都町	31	248.8				
4月12日	岩内郡	2	251.5	54.63 (2/133個体)	1.5%		
4月14日	岩内郡	7	272.1				
4月16日	岩内郡	283	262.1			54.63 (0/13個体)	0.0%
4月17日	古宇郡	20	278.3	54.63 (0/16個体)	0.0%		
4月19日	古宇郡	41	256.9				
		499					

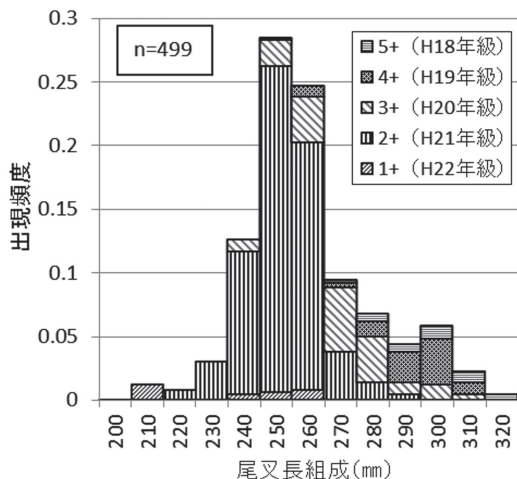


図4 後志南部混獲ニシンの年齢別尾叉長組成

集団(平均脊椎骨数が少なく、成熟期が遅い)の2群が混在していると考えられる。ただし年齢別尾叉長組成(図4)から、1歳は2群あると思われるが、それ以外は同一年齢内で成長に開きはあるものの、2群の明瞭な違いを確認できなかった。

ALC標識の確認を行なったが、本年は放流魚の再捕は確認されなかった。

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、6月7日にSt-1で天然魚6尾、St-2でI群142尾、6月11日にSt-4で天然魚1尾、St-5で天然魚27尾、6月21日にSt-1でI群1尾、St-3でII群1尾、St-5でI群1尾、天然魚165尾の計344尾を採集した(表2)。泊原子力発電所において取水口で再捕した稚魚の提供を依頼したが、本年は原発の運転停止の影響もあってか6月8日にI群2尾のみであった。

昨年、放流時点の全長と耳石ALC標識の嘴状突起側半径の関係および再捕時全長から日間成長量の推定を行ったが、本年は6月21日St-5で再捕したI群1尾以外は放流の翌日ないしは翌々日のため日間成長量の推定は行わなかった。

(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うち、I群については6月7日の10尾、6月21日の1尾を、II群については6月21日の2尾を調べた(表3)。本年は全体的に摂餌状況が非常に悪く空胃に近い状態であった。これまで摂餌の主体となっていたカイアシ類もほとんど摂餌が見られなかった。平成22年、23年と放流後数日の稚魚の摂餌状況が非常に悪い事を報告したが、本年も6月7日I群と6月21日II群で同様の結果となった。放流から約2週間後の6月21日のI群でも摂餌状況は非常に悪く、胃内容物重量はかろうじて38.1mg

表2 放流追跡調査による再捕・採集結果

調査日	場所	種別の尾数			平均全長(mm)		
		I群	II群	天然魚	I群	II群	天然魚
6月7日	St-1			6			34.7
	St-2	142			54.5		
6月11日	St-4			1			29.9
	St-5			27			37.5
6月21日	St-1		1				49.5
	St-3		1				65.3
	St-5	1		165	69.6		44.6
6月25日							(再捕・捕獲なし)

表3 ニシン胃内容物分析結果

標本採集日		6月7日	6月21日	
放流群		I群	I群	II群
平均全長 (mm)		53.3	69.6	57.4
サンプル数		10	1	2
平均胃内容物重量 (mg)		8.3	38.1	8.5
分類群		個体数		
GASTROPODA Larvae	巻貝類	3.8		
COPEPODA	カイアシ類			
Galanoida	ヒゲナガケンジンコ (copepodite)			0.5
Cyclopoida	ケンジンコ (copepodite)		1.0	
Harpacticoida	ツガタケンジンコ (copepodite)	1.3		6.0
	Unidentified COPEPODA (nauplius)	0.3		
		0.1		
MYSIDACEA	アミ類	1.0	1.0	
FISH Egg	魚卵	0.1		

表4 ニシン食害状況

調査日	調査点	魚種	全長 (mm)	胃内容物重量 (g)	胃内容物
H24.6.21	St-2	アメマス	350	3.7	イカナゴ
	St-3	アメマス	324	6.4	イカナゴ
	St-4	アメマス	387	7.1	イカナゴ
		アメマス	428	13.4	イカナゴ

あったものの、大型のアミ類を1個体捕食していたためであり、摂餌状態が良かったとは言いがたい状況であった。

放流追跡調査の4回およびその後7月11日と25日の計6回、放流海域の餌料プランクトンの調査を実施したが、このうち主な餌料生物となっているカイアシ類について、環境水1m³あたりの出現数を図5に示す。全体としてカイアシ類の出現は少ないが、6月21日は比較的多くのカイアシ類が見られた。しかしこの日の再捕魚の胃内容物にもカイアシ類が少なかった。

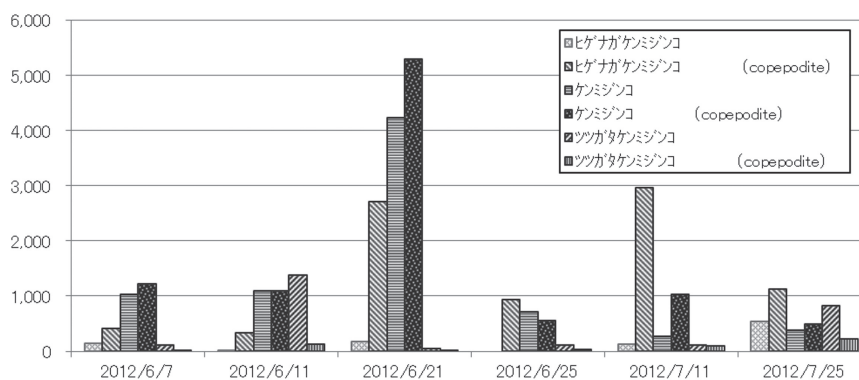


図5 泊村堀株調査定点のカイアシ類出現個体数

(ウ) 食害魚調査

放流追跡調査で地曳き網に入網したニシン稚魚以外の魚類のうち、放流後の稚魚を食害する可能性のある魚として6月21日のアメマス4尾について胃内容物を調べた(表4)。過去にはアメマスによるニシンの食害が確認されているが、本年は胃内容物として確認された魚類は全てイカナゴであった。

エ 檜山海域

(ア) 系群判別調査

本調査期間(平成24年3月1日から5月22日)に171尾のニシンサンプルを得て測定した(表5)。本年はまとまったサンプルが得られた日がなかった。そのため、3月1日~12日のサンプル(31検体)を檜山3月前期群、3月24日~4月3日のサンプル(29検体)を檜山3月後期群として平均脊椎骨数の算出やmtDNA分析による系群の解析などを行った。

檜山3月前期群の平均脊椎骨数は54.45を示し、石狩湾系群の範囲に入った。雌の成熟率は78.6%と大半が完熟しており、産卵来遊のものと考えられる。mtDNA分析の結果は石狩湾系群の可能性を示した。檜山3月後期群の平均脊椎骨数は54.31を示し、脊椎骨数だけでは系群を推定することは困難であった。雌の成熟率は57.1%と低めであった。mtDNA分析の結果、これまで3年間檜山で見られた集団(檜山集団)と一致した(mtDNA分析の詳細は平成24年度栽培水産試験場事業報告で報告)。檜山にも産卵期を異にする2群が産卵来遊している可能性があり、資源増大対策の策定のためにも系群構造を明らかにしていく必要がある。

(イ) 餌料環境調査

後志利別川(図6上)、厚沢部川(図6中)および天野川(図6下)の河口域定点のカイアシ類出現数を示す。3地点とも5月に比べ6月の出現数は減少した。

泊村堀株で見られた6月下旬から再び増加する傾向は確認できなかった。後志利別川での出現個体数が非常に多かった。但し、後志利別川のサンプルには砂や砂利が含まれている地点があることから、流速が早いために水深から算出した濾水量よりも実際の濾水量が多かった事で出現量が多めに算出されている可能性が考えられる。

表5 檜山管内で得られたニシン標本

採集日	場所	尾数	平均脊椎骨数	雌成熟率
3月1日	上ノ国町	2	54.45	78.6%
3月2日	上ノ国町	2		
3月6日	上ノ国町	7		
3月9日	江差町	8		
3月10日	江差町	1		
3月11日	江差町	9		
3月12日	上ノ国町	2		
3月24日	江差町	4		
3月25日	上ノ国町	3		
3月27日	江差町	1		
3月28日	上ノ国町	2		
3月29日	上ノ国町	6		
3月31日	上ノ国町	11		
4月2日	江差町	1		
4月3日	江差町	1		
4月12日	江差町	1		
4月13日	せたな町, 乙部町, 江差町	9	54.31	57.1%
4月14日	江差町	2		
4月15日	八雲町, 乙部町, 江差町	8		
4月16日	江差町, 上ノ国町	3		
4月17日	乙部町, 江差町	2		
4月18日	江差町	1		
4月20日	八雲町, 江差町	8		
4月21日	江差町	2		
4月22日	江差町	1		
4月24日	江差町	2		
4月25日	乙部町, 江差町, 上ノ国町	5		
4月26日	江差町	8		
4月27日	江差町	1		
4月28日	上ノ国町	3		
4月29日	江差町	9		
4月30日	乙部町, 江差町	3		
5月1日	乙部町	1		
5月6日	乙部町, 江差町	11		
5月7日	乙部町, 江差町	7		
5月8日	乙部町, 江差町, 上ノ国町	5		
5月11日	上ノ国町	1		
5月13日	江差町	3		
5月14日	江差町, 上ノ国町	4		
5月15日	せたな町	2		
5月16日	江差町	2		
5月18日	江差町	1		
5月20日	江差町	3		
5月21日	江差町	1		
5月22日	乙部町, 江差町	2		

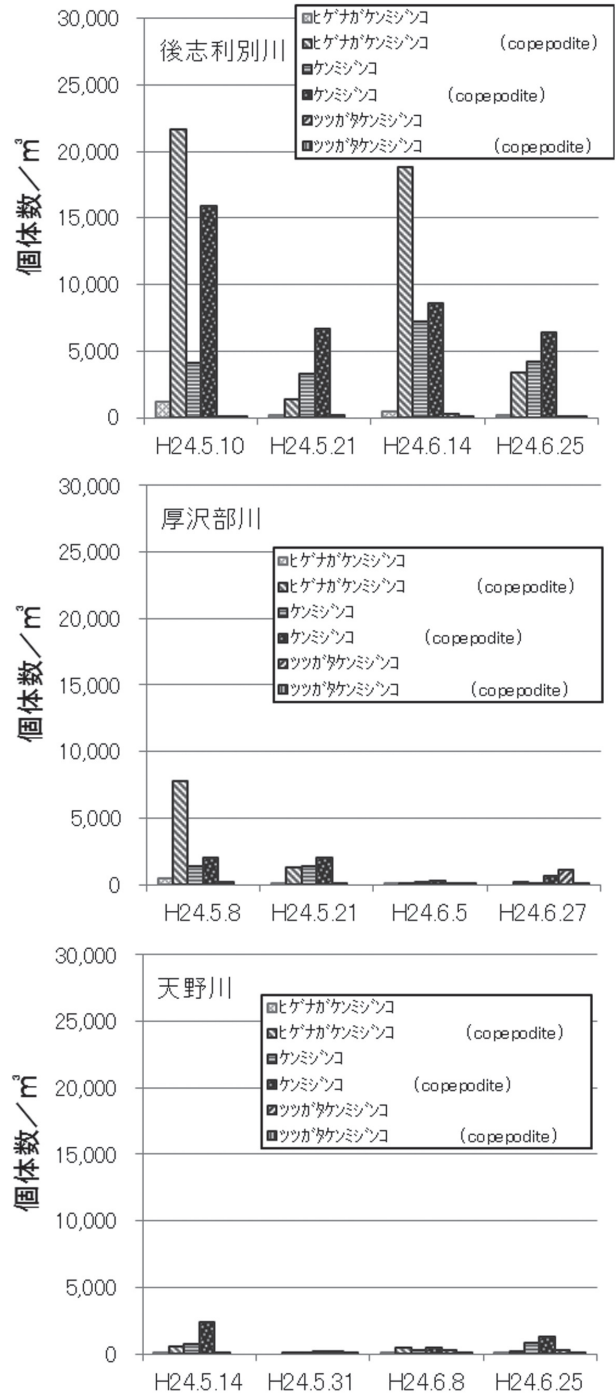


図6 檜山調査定点のカイアシ類出現個体数 (後志利別川 (上), 厚沢部川 (中), 天の川 (下))

10. 栽培漁業技術開発調査 (経常研究)

10. 1 ヒラメ放流調査

10. 1. 1 ヒラメ放流基礎調査

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 石野健吾

(1) 目的

1996 (H8) 年度に始まった日本海及び津軽海峡のヒラメ放流事業について、市場調査データに基づいて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実施する。

(2) 経過の概要

ア 放流データの収集

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

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

イ 市場調査

栽培公社が集計した市場調査 (12箇所) の測定データ (全長及び無眼側黒化の有無、2011年1～12月) を用いて、混入率や回収尾数、回収率などを算定し、年級別の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) 標識が確認された個体についてALC標識径を計測し、該当する放流年級の全長 - ALC標識径の回帰式に代入して放流全長を計算した。

エ 餌料環境調査

2012年7月17日、7月30日及び9月3日に、余市湾のヒラメ放流水域の2m、4m、6m、8m、10mの各水深帯で、ソリネット (幅1m、高さ0.3m、コッドエ

ンド目合2.5mm) の3分曳網による餌料環境調査を実施した。

(3) 得られた結果

ア 放流データの収集

北部日本海放流群 (稚内市～積丹町、2011年羽幌産種苗) の体色異常は、無眼側の黒化区分1、2、3がそれぞれ8.5%、20.3%、71.3%、また有眼側の白化率が0%を示した (表1)。

南部日本海放流群 (神恵内村～函館市、2011年瀬棚産種苗) の体色異常は、無眼側の黒化区分1、2、3がそれぞれ2.5%、11.9%、85.5%、また有眼側の白化率が0%を示した (表2)。

表1 北部放流群 (羽幌事業所生産) の体色異常率 (%)

放流年	無眼側黒化			有眼側	備考
	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	—	—	—	—	未放流
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	5.0	8.3	86.7	0	
2010	0.3	2.6	97.1	0	尾鳍異常
2011	8.5	20.3	71.3	0	

表2 南部放流群 (瀬棚事業所生産) の体色異常率 (%)

放流年	無眼側黒化			有眼側	備考
	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	32.0	18.3	0	
2004	24.3	33.3	42.3	1.0	
2005	45.3	23.3	31.3	0	
2006	11.7	18.3	70.0	0	
2007	0	0	100.0	0	
2008	5.5	8.5	86.0	0	
2009	0	4.7	95.3	0.3	
2010	5.0	21.0	74.0	0	尾鳍異常
2011	2.6	11.9	85.5	0	

イ 市場調査

① 混入率

2011年の市場調査における無眼側黒化個体の混入率

(=無眼側黒化尾数/調査尾数)は、北部日本海が6.1% (調査尾数5,777尾中, 354尾), 南部日本海が4.5% (調査尾数2,432尾中, 109尾)で、北部日本海がやや高い傾向を示した(表3)。個々の調査市場の混入率は、北部日本海が1.5~10.4%, 南部日本海が0.9~8.7%の範囲で変動した(表3)。

表3 ヒラメ市場調査(2011年1~12月)における無眼側黒化魚の混入率

調査市場名	測定尾数(A)	無眼側黒化尾数(B)	混入率(B/A)	漁獲量(トン)
稚内	269	4	1.5%	12
豊富	763	52	6.8%	15
苫前	1,302	44	3.4%	33
羽幌(北るもい)	990	44	4.4%	31
増毛	1,215	86	7.1%	32
小樽	222	23	10.4%	46
余市	1,016	101	9.9%	33
寿都	870	25	2.9%	23
瀬棚	254	22	8.7%	13
上ノ国	399	34	8.5%	40
松前さくら	178	7	3.9%	17
福島支所	319	3	0.9%	18
知内	412	18	4.4%	20
北部日本海水域	5,777	354	6.1%	603
南部日本海水域	2,432	109	4.5%	373
全体水域	8,209	463	5.6%	976
(参考)乙部(台帳)	1,325	109	8.2%	4

1996~2011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見られるが、最近5年間(2006~2011年)については逆に、北部日本海で高い傾向が続いている。

表4 北部日本海と南部日本海の市場調査におけるヒラメ無眼側黒化個体の混入率(%)

調査年	北部日本海			南部日本海		
	調査尾数	混入率(%)	漁獲量(t)	調査尾数	混入率(%)	漁獲量(t)
1996	3,946	3.3	397	4,429	11.9	304
1997	5,369	3.6	421	4,564	12.0	308
1998	15,823	1.3	597	10,084	5.3	367
1999	23,726	2.2	634	5,526	9.3	471
2000	12,526	6.5	664	14,020	7.9	507
2001	8,235	13.8	393	14,899	8.9	412
2002	7,697	6.8	307	9,238	10.1	352
2003	9,930	4.3	486	6,710	10.5	293
2004	8,942	4.9	445	7,500	12.1	251
2005	6,820	7.7	481	4,925	11.4	248
2006	2,226	14.0	461	2,370	9.0	351
2007	3,681	8.1	530	3,872	5.9	396
2008	4,905	7.7	469	3,477	8.0	344
2009	4,682	10.3	328	2,961	9.1	312
2010	3,219	8.9	407	2,620	5.3	370
2011	5,777	6.1	603	2,432	4.5	373

② 回収サイズ

市場に水揚げされた無眼側黒化ヒラメの標本全長組成を図1に示した。水揚げ規制対象の全長35cm未満の個体は、両海域ともに出現しなかった。新規加入した全長35~40cm階級の割合は両海域で類似していた。全長モードは南部日本海(n=109)では40~45cmに、また北部日本海(n=354)では45~50cmに出現した。

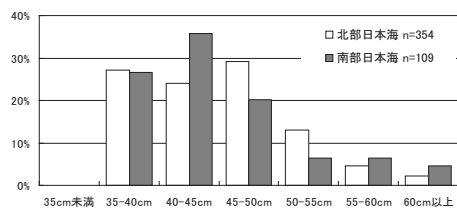


図1 ヒラメ無眼側黒化魚の全長組成(2011年市場調査)

③ 各調査市場における放流効果の算定

ヒラメ協議会では2011年1~12月に北部日本海の7市場(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(寿都町, 瀬棚, 上ノ国, 松前さくら, 福島, 知内)で水揚げされたヒラメの全長測定と体色異常に関する市場調査を実施した。なお、ひやま漁協乙部市場の日別水揚げ台帳を参考資料として収集した。

各調査市場における人工種苗ヒラメの放流効果(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」の方法を用いて算定した。

計算例として、余市郡漁協の結果を示す(表5)。

表5 2011年市場調査に基づいた余市郡漁協の放流効果計算(黒化区分2+黒化区分3を標識率として補正)											
年級	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	年計(尾)	
常定年齢	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9		
A: 回収尾数	0	614	475	81	0	0	0	0	0	1,170	
95%信頼区間	0	369	291	2	0	0	0	0	0	662	
95%上限	0	860	660	161	0	0	0	0	0	1,681	
B: 放流尾数	23,070	41,250	51,250	46,250	56,250	0	46,250	58,750	65,800	365,800	
黒化区分2	2.6%	8.3%	34.8%	19.7%	18.3%	-	22.8%	21.5%	9.2%		
黒化区分3	97.1%	86.7%	57.5%	79.2%	75.1%	-	40.4%	64.9%	85.3%		
標識率	99.7%	95.0%	92.3%	95.9%	93.4%	-	63.2%	88.5%	84.5%	補正済年計尾	
A/C: 回収尾数(補正済)	0	646	515	84	0	0	0	0	0	1,245	
95%信頼区間	0	388	315	2	0	0	0	0	0	706	
95%上限	0	905	715	168	0	0	0	0	0	1,788	
(A/C)/B: 回収率	0.00%	1.62%	1.14%	0.24%	0%	-	0%	0%	0%		
95%信頼区間	0.00%	0.97%	0.70%	0.01%	0%	-	0%	0%	0%		
95%上限	0.00%	2.26%	1.59%	0.48%	0%	-	0%	0%	0%		
D: 平均重量(kg)	0.30	0.60	1.10	1.70	2.30	3.10	3.10	3.10	3.10	回収重量(kg)	
(A/C)/D: 回収重量(kg)	0	388	566	144	0	0	0	0	0	1,097	
95%信頼区間	0	233	347	4	0	0	0	0	0	583	
95%上限	0	543	787	285	0	0	0	0	0	1,615	
E: 平均集積(万円/kg)	706	706	706	706	706	706	706	706	706	回収額(万円)	
回収金額(万円)	0	27	40	10	0	0	0	0	0	77	
95%信頼区間	0	16	24	0	0	0	0	0	0	41	
95%上限	0	38	56	20	0	0	0	0	0	114	
漁獲重量(kg)										放流効果(重量)	
32684										3%	
32684										2%	
32684										5%	
水揚げ額(万円)										放流効果(金額)分相違(万円)分相違回収率	
2,306										3%	
2,306										2%	
2,306										5%	

2011年の年間回収尾数(表5, 黒化区分2と黒化区分3の合計割合を標識率として補正)は、1歳が0尾, 2歳が614尾(95%信頼区間, 369~860尾), 3歳が475尾(同, 291~660尾), 4歳が81尾(同, 2~161尾), 5歳以上が0尾と推定された。

回収年齢は2~4歳で、2歳が回収尾数のピーク(完全加入年齢)を示した(但し、疾病のため放流を中止した2005年級に相当する6歳魚は出現していない)。年間の総回収尾数は点推定値が1,170尾, 95%信頼区間下限が662尾, 上限が1,681尾と推定された。

回収率は2歳(2009年級)が1.62%(95%信頼区間, 0.97~2.26%), 3歳(2008年級)が1.14%(同, 0.7~1.59%), 4歳(2007年級)が0.24%(同, 0.01~0.48%)と推定された。

回収重量は2歳(2009年級)が388kg(95%信頼区間, 233~543kg), 3歳(2008年級)が566kg(同, 347~787kg), 4歳(2007年級)が144kg(同, 4~285kg), またヒラメ水揚げ重量(年計)に対する放流魚の重量貢献率は3%(同, 2~5%)と推定された。

回収金額については2歳(2009年級)が27万円(95%信頼区間, 16~38万円), 3歳(2008年級)が40万円

(同, 24~56万円), 4歳(2007年級)が10万円(同, 0~20万円), また2011年の余市郡漁協のヒラメ生産金額(2,306万円)に対する放流魚の経済貢献率は3%(同, 2~5%)と推定された。

回収魚のモニタリング調査を実施した13市場と水揚げ台帳から算定した乙部市場における放流効果の算定結果を表6に示した。

各調査市場の年齢別回収率は, 北部日本海の7市場で1歳が0~1.12%, 2歳が0.07~1.62%, 3歳が0.07~1.16%, 4歳が0~0.47%, また南部日本海の7市場で1歳が0%, 2歳が0.06~0.48%, 3歳が0~0.81%, 4歳が0~0.99%, 5歳が0~0.34%, 6歳以上が0~0.32%の市場間変動を示した。

各調査市場における2011年のヒラメの漁獲量と生産金額に対する放流魚の占める割合(貢献率)は, 北部

日本海では0.4~3.4%, 南部日本海で0.4~9.8%と算定された。

④ 調査市場から海域全域への算定値の引き延ばし

北部日本海と南部日本海で実施した市場調査の結果(表6)を用いて, それぞれの海域全体の放流効果を算定した。

北部日本海の算定では7カ所の市場調査の結果を, ヒラメの漁獲統計がある26市場と1機船について, 算定が過大となることを避けるため, 年間漁獲量が6トン以下の8ヶ所を引き延ばしの母数から除外し, 計19ヶ所へ引き延ばした(図2)。同様に, 南部日本海では, 6カ所の調査市場の結果を, ヒラメの漁獲統計がある25市場の内, 年間漁獲量が6トン以下の3ヶ所を除外し, 計22市場へ引き延ばした(図3)。

表6 調査を実施した各市場の放流効果推定結果(H23年1~12月、黒化区分2+区分3の割合を標識率として補正)

ヒラメ水揚げ地区名	2007~2009年放流		年齢別回収率					回収量(95%区間)		漁獲量(kg) 放流効果			回収額(95%区間)		生産額		単価	分担金
	2~4歳放流尾数計	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	A (kg)	B	A/B	C(万円)	D(万円)	C/D	D/B(円/kg)	E(万円)	C/E		
稚内漁協(本所)	260,000	0.00%	0.07%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	49 (-11~109)	11,523	0.4%	3 (-1~6)	642	0.4%	557	133.8	2%		
稚内漁協(豊富)	120,000	0.10%	0.72%	0.39%	0.15%	0.00%	0.00%	487 (123~848)	14,585	3.3%	34 (9~60)	1,029	3.3%	706	133.8	26%		
北るもい漁協(羽幌)	187,250	0.04%	0.23%	0.56%	0.13%	0.00%	0.00%	416 (114~719)	31,266	1.3%	33 (9~56)	2,447	1.3%	783	800.7	4%		
北るもい漁協(苫前)	136,250	0.12%	0.85%	0.61%	0.04%	0.00%	0.00%	541 (146~934)	32,949	1.6%	40 (11~69)	2,448	1.6%	743	800.7	5%		
増毛漁協	136,250	0.00%	0.23%	1.16%	0.47%	0.00%	0.00%	974 (436~1,513)	31,599	3.1%	73 (33~113)	2,358	3.1%	746	175.9	41%		
小樽市漁協	138,750	0.06%	0.27%	0.22%	0.19%	0.00%	0.00%	323 (-5~652)	45,545	0.7%	31 (0~63)	4,406	0.7%	967	325.7	10%		
余市郡漁協	138,750	0.00%	1.62%	1.14%	0.24%	0.00%	0.00%	1,097 (583~1,615)	32,684	3.4%	77 (41~114)	2,306	3.4%	706	240.7	32%		
寿都町漁協	392,240	0.00%	0.08%	0.21%	0.03%	0.00%	0.00%	462 (30~893)	22,853	2.0%	32 (2~62)	1,594	2.0%	697	108.9	30%		
ひやま漁協(瀬棚)	89,000	0.00%	未放流	0.76%	未放流	0.34%	0.00%	1,293 (-788~3,373)	13,183	9.8%	89(-54~231)	905	9.8%	686	909.4	10%		
ひやま漁協(乙部)	136,500	未放流	0.06%	0.03%	未放流	未放流	0.01%	82	3,787	2.2%	10	462	2.2%	1,220	909.4	1%		
ひやま漁協(上/国)	151,500	未放流	0.48%	未放流	0.12%	未放流	0.32%	1,142 (-113~2,389)	39,535	2.9%	107 (-11~224)	3,701	2.9%	936	909.4	12%		
松前さくら漁協	191,700	0.00%	0.13%	0.12%	0.00%	0.13%	0.00%	371 (17~721)	17,059	2.2%	45 (2~87)	2,070	2.2%	1,214	173.6	26%		
福島吉岡漁協	107,600	0.00%	0.06%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	76 (-26~176)	18,206	0.4%	12 (-4~27)	2,760	0.4%	1,516	170.8	7%		
上磯郡漁協(知内)	57,500	0.00%	0.40%	0.81%	0.99%	0.14%	0.22%	678 (-105~1,452)	20,008	3.4%	60 (-9~128)	1,758	3.4%	879	425.8	14%		

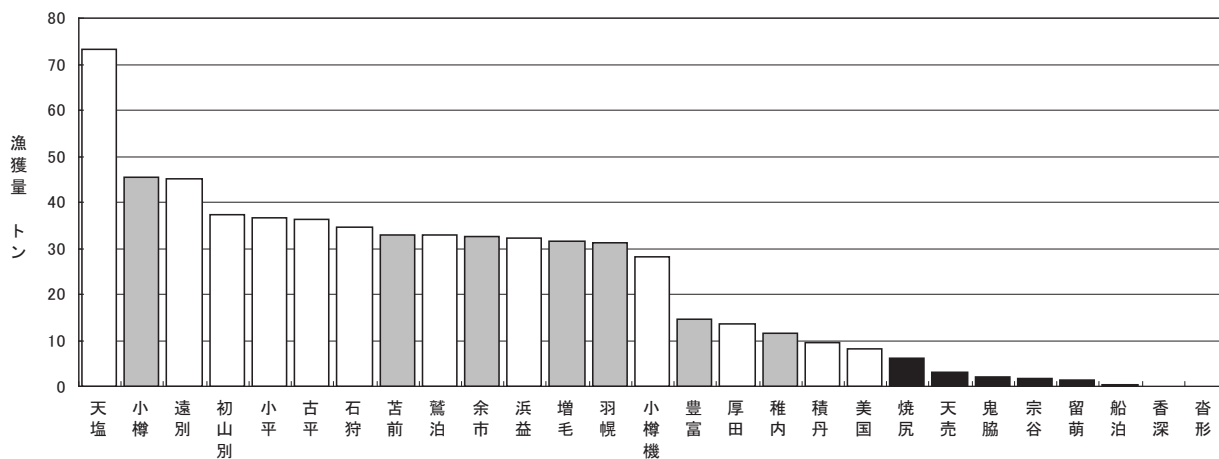


図2 北部海域の27水揚げ市場のヒラメ漁獲量(2011年) グレイ(7市場)は調査市場、黒(8市場)は引き延ばしに含めなかった水揚げ市場を示す

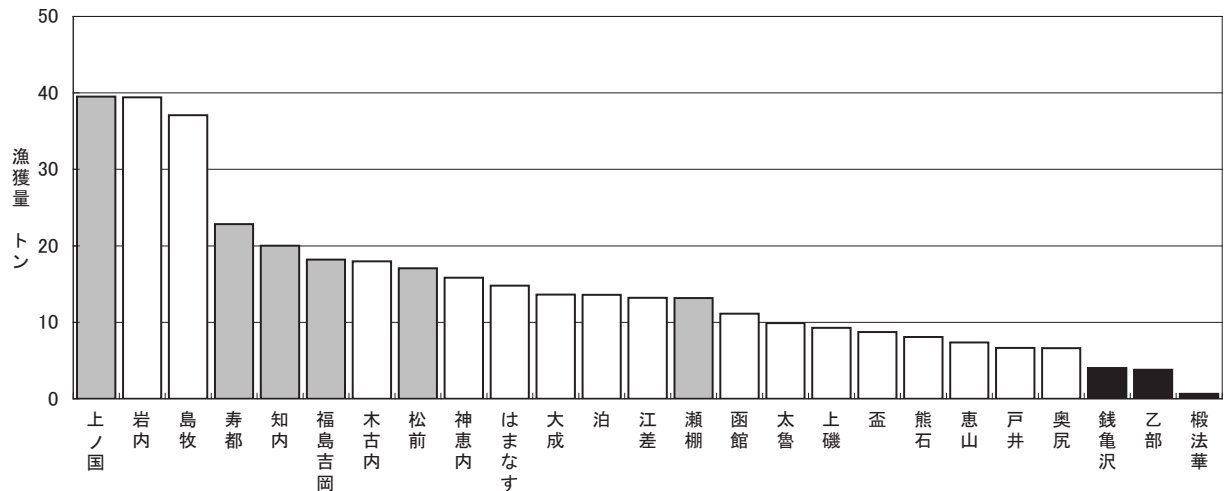


図3 南部海域の25水揚げ市場のヒラメ漁獲量(2011年) グレイ(6市場)は調査市場、黒(3市場)は引き延ばしに含めなかった水揚げ市場

⑤ 北部日本海と南部日本海の算定結果

北部日本海における放流効果の算定結果(黒化区分2+黒化区分3の割合を標識率として補正)を表7に示した。

2011年の年間回収尾数は、1歳が192尾(95%信頼区間、31~351尾)、2歳が4,339尾(同、1,922~6,755尾)、3歳が5,065尾(同、2,900~7,230尾)、4歳が1,168尾(同、534~1,802尾)、5歳が188尾(同、-30~405尾)、6歳は未放流、7歳が33尾(同、-10~76尾)、8歳が57尾(同、-39~151尾)、9歳が0尾と算定され、3歳が回収尾数のピーク(完全加入年齢)を示した。

年齢別平均体重を乗じて求めた回収重量は、1歳が57kg(95%信頼区間、9~105kg)、2歳が2,603kg(同、1,153~4,053kg)、3歳が5,572kg(同、3,190~7,953kg)、4歳が1,985kg(同、908~3,063kg)、5歳が432kg(同、-68~931kg)、6歳は未放流、7歳が101kg(同、-31~235kg)、8歳が176kg(同、-122~469kg)、9歳が0

kgの計10,926kg(同、5,040~16,810kg)と算出された。

回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は、1歳が4万円(同、1~8万円)、2歳が199万円(同、88~309万円)、3歳が425万円(同、243~607万円)、4歳が151万円(同、69~234万円)、5歳が33万円(同、-5~71万円)、6歳は未放流、7歳が8万円(同、-2~18万円)、8歳が13万円(同、-9~36万円)、9歳は0万円の計834万円(同、385~1,283万円)と算出された。

次に、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(黒化区分2+黒化区分3の割合を標識率として補正)を表8に示した。

2011年の年間回収尾数は、1歳が63尾(95%信頼区間、-34~159尾)、2歳が3,772尾(同、815~6,728尾)、3歳が5,745尾(同、2,042~9,448尾)、4歳が1,376尾(同、427~2,324尾)、5歳が1,636尾(同、89~3,183尾)、6歳が767尾(同、-220~1,753尾)、7歳が155尾(同、-130~438尾)、8歳が178尾(同、-158~

表7 2011年市場調査に基づいた放流効果計算(黒化区分2+黒化区分3を標識率として補正, 北部日本海域)

年級	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	計
査定年齢	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9	
A: 回収尾数年計	191	4,122	4,675	1,120	134	62	0	49	0	10,162
95%下限	31	1,826	2,677	512	-15	-19	0	-34	0	4,947
95%上限	350	6,417	6,673	1,728	282	144	0	131	0	15,375
B: 放流尾数	495,060	900,000	1,202,000	1,100,000	1,307,500	未放流	1,219,000	1,227,000	1,297,800	8,748,360
C: 標識率(黒化区分3)	99.7%	95.0%	92.3%	95.9%	93.4%	-	63.2%	86.5%	94.5%	
A/C: 回収尾数年計(補正後)	192	4,339	5,065	1,168	188	-	33	57	0	
95%下限	31	1,922	2,900	534	-30	-	-10	-39	0	
95%上限	351	6,755	7,230	1,802	405	-	76	151	0	
(A/C)/B: 回収率	0.04%	0.48%	0.42%	0.11%	0.01%	-	0.00%	0.00%	0.00%	3,000
95%下限	0.01%	0.21%	0.24%	0.05%	0.00%	-	0.00%	0.00%	0.00%	3,000
95%上限	0.07%	0.75%	0.60%	0.16%	0.03%	-	0.01%	0.01%	0.00%	3,000
D: 平均体重(kg)	0.30	0.60	1.10	1.70	2.30	3.10	3.10	3.10	3.10	F: 回収量年計(kg)
(A/C)*D: 回収重量(kg)	57	2,603	5,572	1,985	432	-	101	176	0	10,926
95%下限	9	1,153	3,190	908	-68	-	-31	-122	0	5,040
95%上限	105	4,053	7,953	3,063	931	-	235	469	0	16,810
E: 平均単価(円/kg)	763	763	763	763	763	763	763	763	763	H: 回収金(万円)
(A/C)*D*E: 回収金額(万円)	4	199	425	151	33	-	8	13	0	834
95%下限	1	88	243	69	-5	-	-2	-9	0	385
95%上限	8	309	607	234	71	-	18	36	0	1,283
										I: 種苗経費(万円)
										7,226
										H/I: 放流効果(金額)
										12%
										5%
										18%

514尾), 9歳が16尾(同, -9~42尾)と算定され, 3歳が回収尾数のピーク(完全加入年齢)を示した。

年齢別平均体重を乗じて求めた回収重量は, 1歳が19kg(95%信頼区間, -10~48kg), 2歳が2,263kg(同, 489~4,037kg), 3歳が6,319kg(同, 2,247~10,392kg), 4歳が2,339kg(同, 726~3,951kg), 5歳が3,764kg(同, 206~7,322kg), 6歳が2,379kg(同, -681~5,434kg), 7歳が480kg(同, -402~1,357kg), 8歳が552kg(同, -489~1,594kg), 9歳が49kg(同, -27~131kg)の計

18,165kg(同, 2,057~34,265kg)と算出された。

回収重量に単価を乗じて求めた回収金額は, 1歳が2万円(同, -1~5万円), 2歳が225万円(同, 49~401万円), 3歳が628万円(同, 223~1,032万円), 4歳が232万円(同, 72~392万円), 5歳が374万円(同, 20~727万円), 6歳が236万円(同, -68~540万円), 7歳が48万円(同, -40~135万円), 8歳は55万円(同, -49~158万円), 9歳が5万円(同, -3~13万円)の計1,802万円(同, 205~3,398万円)と算出された。

表8 2011年市場調査に基づいた放流効果計算(黒化区分2+黒化区分3を標識率として補正, 南部日本海域)

年級	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	計		
査定年齢	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9			
A: 回収尾数年計	60	3,772	5,429	1,376	1,445	419	117	114	9	12,681		
95%下限	-32	815	1,930	427	79	-120	-98	-101	-5	2,927		
95%上限	151	6,728	8,928	2,324	2,811	957	331	329	24	22,432		
B: 放流尾数	581,310	1,001,800	1,553,390	688,550	1,149,000	1,157,500	1,123,000	1,302,000	1,481,600	10,038,150		
C: 標識率(黒化区分3)	95.0%	100.0%	94.5%	100.0%	88.3%	54.6%	75.6%	64.0%	56.6%			
A/C: 回収尾数年計(補正後)	63	3,772	5,745	1,376	1,636	767	155	178	16			
95%下限	-34	815	2,042	427	89	-220	-130	-158	-9			
95%上限	159	6,728	9,448	2,324	3,183	1,753	438	514	42			
(A/C)/B: 回収率	0.01%	0.38%	0.37%	0.20%	0.14%	0.07%	0.01%	0.01%	0.00%	J: 分担金(万円)	H/J: 放流効果(金額)	
95%下限	-0.01%	0.08%	0.13%	0.06%	0.01%	-0.02%	-0.01%	-0.01%	0.00%	3,000	60%	
95%上限	0.03%	0.67%	0.61%	0.34%	0.28%	0.15%	0.04%	0.04%	0.00%	3,000	7%	
D: 平均体重(kg)	0.30	0.60	1.10	1.70	2.30	3.10	3.10	3.10	3.10	F: 回収量年計(kg)	G: ヒラメ年計(kg)	F/G: 放流効果(重量)
(A/C)*D: 回収重量(kg)	19	2,263	6,319	2,339	3,764	2,379	480	552	49	18,165	372,624	5%
95%下限	-10	489	2,247	726	206	-681	-402	-489	-27	2,057	372,624	1%
95%上限	48	4,037	10,392	3,951	7,322	5,434	1,357	1,594	131	34,265	372,624	9%
E: 平均単価(円/kg)	993	993	993	993	993	993	993	993	993	H: 回収金(万円)	I: 種苗経費(万円)	H/I: 放流効果(金額)
(A/C)*D*E: 回収金額(万円)	2	225	628	232	374	236	48	55	5	1,802	7,226	25%
95%下限	-1	49	223	72	20	-68	-40	-49	-3	205	7,226	3%
95%上限	5	401	1,032	392	727	540	135	158	13	3,398	7,226	47%

表9 北部日本海と南部日本海における人工種苗ヒラメの放流年級別効果算定(黒化区分2+黒化区分3を標識率として補正, 1996~2011年市場調査)

放流年級	水域	平均体重(kg)	0.3	0.6	1.1	1.7	2.3	3.1	標識率	回収重量	平均単価	回収金額		
		放流尾数	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	区分2+3	回収尾数	回収率	トン	円/kg	万円
1996(H8)	北部日本海	1149000	0	2,930	2,247	1,087	314	0	0.77	6,578	0.6%	7	1,739	1,182
	南部日本海	1561000	543	15,892	10,109	1,857	721	1,257	0.852	30,379	1.9%	30	2,332	6,974
1997(H9)	北部日本海	1140000	367	3,664	5,758	1,076	2,542	326	0.957	13,732	1.2%	18	1,604	2,820
	南部日本海	1151000	2,210	23,856	6,012	1,456	1,310	1,332	0.997	36,176	3.1%	33	2,062	6,754
1998(H10)	北部日本海	1325000	329	14,422	6,847	1,082	330	234	0.79	23,244	1.8%	20	1,297	2,572
	南部日本海	1152000	3,155	20,115	8,499	2,966	3,149	1,713	0.703	39,597	3.4%	42	1,803	7,604
1999(H11)	北部日本海	1393000	1,020	13,929	4,112	2,054	421	66	0.912	21,601	1.6%	19	1,241	2,303
	南部日本海	1247000	799	24,798	6,371	5,772	1,369	634	0.773	39,744	3.2%	38	1,521	5,721
2000(H12)	北部日本海	1133000	1,170	9,878	5,534	1,758	282	80	0.89	18,701	1.7%	17	1,250	2,133
	南部日本海	1136000	8,856	10,829	10,292	2,518	877	546	0.983	33,918	3.0%	35	1,574	5,457
2001(H13)	北部日本海	855000	1,615	6,162	6,074	3,464	96	116	0.984	17,526	2.0%	18	1,508	2,785
	南部日本海	691000	2,259	13,117	11,251	2,742	633	335	1	30,337	4.4%	30	1,497	4,440
2002(H14)	北部日本海	1297000	392	9,020	7,141	1,580	927	219	0.945	19,278	1.5%	19	1,495	2,864
	南部日本海	1481600	1,209	20,719	7,529	2,862	1,264	1,109	0.903	34,691	2.3%	33	1,462	4,844
2003(H15)	北部日本海	1227000	560	4,418	6,125	3,675	505	255	0.865	15,539	1.3%	18	1,194	2,166
	南部日本海	1302000	1,686	8,101	9,427	4,354	3,795	1,310	0.503	28,674	2.2%	37	1,390	5,157
2004(H16)	北部日本海	1219000	93	10,554	12,109	5,662	2,861	608	0.632	31,887	2.6%	38	1,181	4,468
	南部日本海	1123000	0	8,354	5,557	3,367	2,923	254	0.757	20,456	1.8%	24	1,447	3,526
2005(H17)	北部日本海	未放流	未放流	未放流	未放流	未放流	未放流	未放流	-	-	-	-	1,213	-
	南部日本海	1,157,500	874	7,336	10,155	6,943	1,298	1,314	0.547	27,921	2.4%	35	1,421	5,019
2006(H18)	北部日本海	1,307,500	2,774	11,109	7,737	2,864	262		0.934	24,747	1.9%	23	1,155	2,704
	南部日本海	1,149,000	0	11,779	13,495	3,046	1,636		0.883	29,957	2.6%	31	1,199	3,699
2007(H19)	北部日本海	1,100,000	143	4,924	5,027	1,168			0.959	11,262	1.0%	11	966	1,025
	南部日本海	688,550	0	6,794	5,790	1,376			1	13,960	2.0%	13	1,172	1,498
2008(H20)	北部日本海	1,202,000	234	5,087	5,065				0.923	10,386	0.9%	9	1,028	911
	南部日本海	1,553,390	461	6,385	5,745				0.945	12,592	0.8%	11	1,343	1,425
2009(H21)	北部日本海	900,000	36	4,339					0.95	4,375	0.5%	3	1,093	288
	南部日本海	1,001,800	0	3,772					1	3,772	0.4%	2	1,043	236
2010(H22)	北部日本海	495,060	192						0.997	192	0.0%	0	790	15
	南部日本海	581,310	63						0.95	63	0.0%	0	857	5
2011(H23)	北部日本海	1,211,000							0.915	0	0.0%	0	763	0
	南部日本海	1,100,000							0.974	0	0.0%	0	993	0

⑥ 1996～2010年級の累積回収率

2011年の市場調査から推定した北部日本海（表7）と南部日本海（表8）の放流年級別の回収尾数と回収率を用いて、これまでに放流した1996～2010年級の回収尾数と累積回収率の値を更新した（表9）。

両海域とも、放流した人工種苗は1歳ないし2歳で資源に新規加入し、2歳または3歳で回収尾数がピークに達して完全加入し、その後、6歳頃には累積回収率の値がほぼ確定した。

そこで、2011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1996～2005年級について、標識率を無眼側の黒化区分2と黒化区分3の合計割合として補正した場合、海域別の累積回収率は北部日本海で0.6～2.6%、南部日本海で1.8～4.4%の範囲で年級変動が観察された。

同一年級の累積回収率を海域間で比べると、北部日本海、南部日本海の順に、1996年級では0.6%と1.9%、1997年級では1.2%と3.1%、1998年級では1.8%と3.4%、1999年級では1.6%と3.2%、2000年級では1.7%と3.0%、2001年級では2.0%と4.4%、2002年級では1.5%と2.3%、2003年級では1.3%と2.2%、2004年級では2.6%と1.8%と算定され、2004年級を除き、南部日本海で放流した年級の方が累積回収率が高かった。

ウ 加入した人工種苗の放流サイズに関する調査

余市湾で2007～2009年に放流したALC標識群（表10）について、放流後3年以内に余市郡漁協に水揚げされた、それぞれ31尾、35尾、21尾の回収個体の耳石から推定した放流時の全長の各階級割合を、放流時の実測全長組成の各階級割合で除して、放流サイズ指数を求めた。

放流サイズ指数は、2008年の全長階級110mm台を除くと、何れの年級も60mm台で指数値が最大となるよ

うな傾向を示した。

今後、古平漁協や小樽漁協など、放流水域外に拡散して回収される標本についても調査対象とし、大型個体の逸散の可能性についても検討を加えたい。

エ 餌料環境調査

7月中旬、下旬、9月上旬の3回の調査では何れも、エビジャコ、アミ類が採集された（表11）。両者の平方メートル当たりの個体数は、7月の方が9月に比べて多い傾向を示した。また7月には、エビジャコは8m水深帯に、アミ類は4～6m水深帯に多い傾向が見られ、両者の卓越する水深帯に違いが認められた。

A:放流試験群				
放流年月日	ALC一重標識	ALC一重標識	ALC二重標識	ALC二重標識
放流年月日	2007年8月23日	2008年8月8日	2009年8月21日	2009年8月21日
放流水域	余市湾	余市湾	余市湾	余市湾
放流尾数	52,500尾	52,500尾	52,500尾	52,500尾
放流全長	50mm台	16	2.5%	
	60mm台	2	0.3%	31
	70mm台	32	4.6%	41
	80mm台	100	14.3%	208
	90mm台	280	40.1%	275
	100mm台	238	34.0%	66
	110mm台	47	6.7%	4
	標本尾数	699		641
				481
B:水揚げ標本				
放流年月日	2007年8月23日	2008年8月8日	2009年8月21日	2009年8月21日
放流全長	50mm台	(1)	0	0.0%
	60mm台	1	3.2%	3
	70mm台	6	19.4%	3
	80mm台	13	41.9%	15
	90mm台	11	35.5%	13
	100mm台	0	0.0%	0
	110mm台	0	0.0%	1
	標本尾数	31		35
				21
C:放流サイズ指数*				
放流年月日	2007年8月23日	2008年8月8日	2009年8月21日	2009年8月21日
放流全長	50mm台			0.0
	60mm台	11.3	1.8	7.6
	70mm台	4.2	1.3	3.6
	80mm台	2.9	1.3	1.9
	90mm台	0.9	0.9	0.5
	100mm台	0.0	0.0	0.0
	110mm台	0.0	4.6	0.0

*放流サイズ指数=ある全長階級における再捕時の割合/放流時の割合

余市前浜	水深帯	曳網距離 m	エビジャコ		アミ類		エビジャコ		アミ類	
			尾数(尾)	重量(g)	尾数(尾)	重量(g)	尾数(尾)/m ²	重量(g)/m ²	尾数(尾)/m ²	重量(g)/m ²
2012/7/17	2m	(40～50m)	84	17.5	1,157	20.0				
	4m	(40～50m)	68	9	336	8.3				
	6m	(40～50m)	22	1.6	82	2.5				
	8m	(40～50m)	107	15.2	1,415	40.4				
	10m	(40～50m)	236	30.1	194	4.4				
2012/7/30	2m	49.7	63	21.4	2	0.08	1.3	0.4	0.0	0.0
	4m	48.3	200	64	2,278	82	4.1	1.3	47.2	1.7
	6m	48.4	173	29.4	2,880	129.6	3.6	0.6	59.5	2.7
	8m	37.4	430	79.6	0	0	11.5	2.1	0.0	0.0
	10m	50	98	21.8	0	0	2.0	0.4	0.0	0.0
2012/9/3	2m	42.5	67	24.6	96	1.6	1.6	0.6	2.3	0.0
	4m	57	22	7.1	1	0.04	0.4	0.1	0.0	0.0
	6m	48.6	13	4.9	2	0.08	0.3	0.1	0.0	0.0
	8m	52.1	3	0.4	0	0	0.1	0.0	0.0	0.0
	10m	未実施								

10. 1. 2 ヒラメウイルス性神経壊死症対策

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 三浦宏紀 伊藤慎悟

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

本道では, ヒラメのVNN対策として北海道栽培漁業振興公社 (以下栽培公社) 羽幌・瀬棚事業所で生産された種苗のRT-PCR法による検査, 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。また平成13年度の試験から親魚には発病に直接関与し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, 平成21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, 種苗のVNN検査を孵化仔魚と30mm種苗時点の2回とし, 今年度から種苗の検査を凍結から生サンプルに改めた。

ア 種苗のRT-PCR法による検査

孵化仔魚では羽幌事業所の4ロットと瀬棚事業所の6ロットにつき約100mgの魚体全体を, 30mm種苗では羽幌事業所の6ロットと瀬棚事業所の4ロットについて60尾を5尾ずつプールして目と脳を検査試料とした。

イ 種苗のウイルス培養検査

孵化仔魚と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^{-3} , 10^{-4} になるよう添加後, 20℃で14日間培養して, CPE (細胞変成) の有無を観察した。

ウ 親魚のELISA法によるウイルス抗体検査

栽培公社羽幌事業所に新たに収容し飼育されていた天然親魚203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た。これを被検魚の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。

(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

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

ウ ELISA法による親魚のウイルス抗体検査

ELISA検査の結果, 羽幌事業所で飼育されていた尾中203尾中8尾を陽性と判定し, 助言により廃棄とした。

エ VNN発生の有無

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

10. 2 マツカワ放流事業

10. 2. 1 マツカワウイルス性神経壊死症対策

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

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

本道では, マツカワのVNN対策として平成17年度まで北海道立栽培漁業総合センターで生産された種苗のRT-PCR法による検査, 親魚のELISA法による抗VNNウイルス抗体検査でウイルス保有魚の排除を実施してきており, 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かった。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年度以降, 新たに卵, 精子および孵化仔魚についてもRT-PCR法で検査することとした。

平成18年度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種苗の細胞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から, 22年度から検査を取りやめた。

また, ELISA法による抗VNNウイルス抗体検査について, 検査で得られた検査結果は, 罹病魚の処分や親魚候補魚の選別における判断基準として, 伊達事業所に提供していたが, ELISA法を改良中であることから今年度は北大と共同で中和試験による検査を実施し, 情報を提供した。

ア 孵化仔魚及び30mm種苗のRT-PCR法による検査

孵化仔魚については19ロット, 30mm種苗については8ロットについて検査を行った。孵化仔魚については60尾以上 (50~100mg) を1検体にし, 30mm種苗については脳と目を取り出し, 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。

イ 30mm種苗の細胞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 (細胞変性) の有無を観察した。CPEらしきものが観察された場合は培養上清をRT-PCR法でT-4領域を増幅し, VNNウイルスによるものかを判別した。

ウ VNNウイルスの中和試験による親魚候補魚の選別

合計819尾検査した。なお, VNNウイルスの中和試験は北海道大学と共同で以下のとおり行った。

中和試験前日に96ウエルプレートにSSN-1細胞を培養した。中和試験当日は96ウエルプレートにHank's BSSを90 μ Lとマツカワ血清10 μ L入れ混合 (以下, マツカワ希釈液) し, 次にあらかじめ用意しておいた1000TCID₅₀/100 μ LのVNNウイルス液をマツカワ希釈液の入った96ウエルプレートに100 μ L入れ, マイクロプレートミキサーで混合した。次に15℃で30分間反応させ, 反応後の液を50 μ Lずつ細胞へ1検体につき2ウエル接種し, 15℃で3週間培養し, CPEの有無からウイルスが中和されたかどうかを判定した。

エ 電解水による洗卵試験

1tのアルテミア水槽に4kg弱の受精卵を収容し, 次亜塩素酸濃度が0.5mg/Lとなるように調整し, 5分間浸漬した後, 受精卵表面の生菌数を海水培地で測定した。

オ 開発中の抗VNNウイルス抗体検出ELISA法の実用化試験

昨年度ELISA法による検査を北海道大学と同時に行ったところ, 北大と水試で出した値に相違が認められたため, その原因を追及したところ, 試薬の調整方法の差によるものと考えられた。そのため, マイクロプレートのロット番号, 試薬のロット番号など同じも

のを使用し、検証を行った。

(3) 得られた結果

ア 孵化仔魚及び30mm種苗のRT-PCR法による検査

今年度検査した全ロット陰性であった（表1）。

イ 30mm種苗の細胞培養法によるウイルス検査

今年度検査した全ロット陰性であった（表1）。

表1 過去4年間の北海道栽培漁業振興公社伊達事業所の孵化仔魚と30mm種苗のRT-PCR検査結果

年度	孵化仔魚		30mm種苗	
	ロット数	陽性数	ロット数	陽性数
平成21年	25	0	8	0
平成22年	38	0	9	0
平成23年	-*	-	15	4
平成24年	19	0	8	0

*: 態勢が整わなかったため、検査せず

ウ VNNウイルスの中和試験法による親魚候補魚の選別

819尾中67検体が中和試験で陽性と判断されたため、処分した（表2）。

表2 過去4年間の北海道栽培漁業振興公社伊達事業所マツカワ親魚のELISAまたは中和試験検査結果

年度	検査個体数	陽性個体数
平成21年	511	21
平成22年	- *1	-
平成23年	719 *2	92 *3
平成24年	819	67 *4

*1: 態勢が整わなかったため、検査せず

*2: 再検査を含む延べ検査個体数

*3: 開発中の方法のため、暫定的に陽性個体とした個体数

*4: ELISA改良中のため、検査方法を中和試験に変え、実施し、選別した。

エ 電解水による洗卵試験

殺菌率は73.6%と昨年よりも低くなった。収容した卵量の差などがあることから次年度以降、昨年との差について検証していく予定である。

オ 開発中の抗VNNウイルス抗体検出ELISA法の実用化試験

マイクロプレート、発色試薬などのロット番号の同じものを使用したが、北大との値が数倍違った。そのため、北大と共同で検証を行ったところ、T-PBSという洗浄液で値に差が出たことが判った。これに使用する超純水は、水試では20年近く前の製造装置を使用しており、比抵抗も超純水の最低基準（15MΩ・cm）は満たしているものの理論値（18.2MΩ・cm）よりかなり下がっていることから、超純水が原因ではないかと疑われた。次年度以降に他の超純水製造装置を使用し、検証する予定である。

10. 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 高谷義幸 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か月間蓄養することによって、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

当事業は平成22年度から開始され本年で終了することから、ここでは24年度の結果概要を含めて3か年の総括的なまとめを記載する。なお、平成22-23年度の結果を引用した部分の図表は当該年度の事業報告書に掲載された図表番号を記すにとどめ、再掲しなかったため、詳細についてはそれぞれの事業報告書を参照されたい。

ア 飼育水温別蓄養試験 (平成22-23年度)

春季の漁獲個体を6月から10月まで、また、秋季の漁獲個体を11月から3月まで、無調温、13℃、18℃の水温で飼育した。春季の試験は配合飼料を、秋季の試験ではオキアミと配合飼料を給餌した。また、無給餌状態での体重減少率を調べた。

イ 給餌技術開発 (平成22-24年度)

春季の試験では配合飼料への餌付けは比較的順調であった。しかし、秋季の試験では配合飼料はほとんど摂餌しなかった。また、春季の試験でも、配合飼料を摂餌しない個体があったため、個体別に配合飼料の摂餌状況を観察するとともに蓄養終了時の体重変化から春季と秋季それぞれの蓄養期間で配合飼料に餌付いた個体と餌付かなかった個体の割合を算出した。

また、春季無調温飼育で配合飼料と冷凍オキアミをそれぞれを飽食させた場合の増肉計数を計算した。

さらに、配合飼料への餌付きを促進させるため、市

販の摂餌促進剤(オキアミエキス)とオキアミ抽出物(水およびエタノール抽出)を配合飼料へ展着させた場合の摂餌促進効果について調べた。

ウ 漁獲時創傷の治癒 (平成22-23年度)

漁獲時にうけた創傷が蓄養期間中のどのように変化するかを記録した。

エ 寄生虫について (平成22-24年度)

試験期間中に見られた外部寄生虫は、ツブムシの一種、コシダカセンチュウ、ウオジラミであった。このうち、ツブムシとコシダカセンチュウについて、その消長等の知見を集積した。

オ 採算性に関する資料

3か年の蓄養試験の結果に基づいて、蓄養期間中の生残率、配合飼料の摂餌率、増肉係数などを示し、蓄養を行った場合の採算性について計算できる基礎資料を提示した。

(3) 得られた結果

ア 飼育水温別蓄養試験

春季の試験では、成長率、肥満度とも18℃区で良好であった(平成22年度;図3, 4, 5)。秋季の試験では、飼育水温にかかわらず成長率、肥満度とも低下する個体が多かった(平成22年度;図8, 9, 10)。また、秋季では配合飼料の摂餌が極めて悪かったことも成長率低下の一因であると考えられた。

無給餌飼育時の体重減少率は、6~7月に無調温で飼育した場合、1日あたり0.3~0.4%であり(平成23年度;図3)、1か月で10%、2か月で20%におよぶ。また、冬期間は水温の低下に伴って体重減少率も夏季より少ないが、それでも1か月で5%、3か月で8%程度の体重減少が認められた(平成22年度;図9)。

飼育期間中(2か月間)の斃死率は春季蓄養の場合で12%、秋季蓄養では30%におよんだ。また、秋季蓄養で加温(18℃)した場合には73%と高い斃死率を示した(図1)。

イ 給餌技術開発

搬入から1か経過しても配合飼料を摂餌しない個体の割合は、春季で25%、秋季では58%であった(図2)。

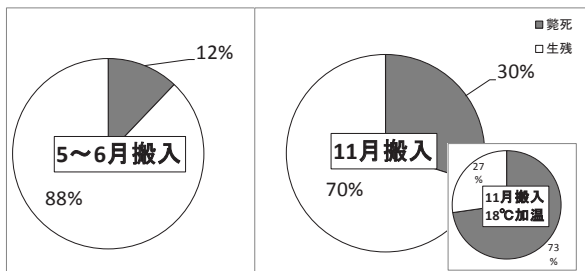


図1 蓄養期間中（2か月）の斃死率

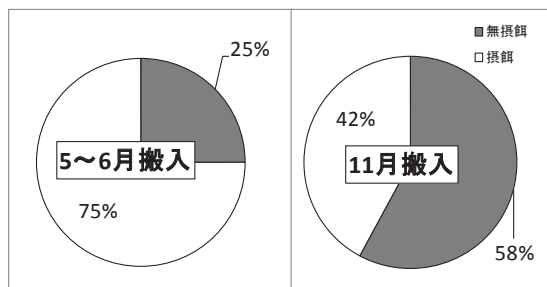


図2 配合飼料の摂餌個体率

また、配合飼料を摂餌する個体であっても、摂餌開始までは飼育環境に慣れる期間が必要であり、漁獲から摂餌開始までは最低2～4週間の期間が必要であった。

摂餌が良好な個体の日間摂餌率は湿重量で配合飼料1.42%、オキアミ4.43%、乾燥重量換算では配合飼料1.33%、オキアミ0.97%であった。また、増肉計数は湿重量で配合飼料2.2、オキアミ8.8であったが、乾燥重量換算では配合飼料2.0、オキアミ1.9とほぼ同程度であった。

摂餌促進のために、市販摂餌促進剤、オキアミ抽出物を配合飼料に展着させて給餌したが、いずれも配合飼料の摂餌を促すことはできなかった。

ウ 漁獲時創傷の治癒

漁獲時に重度の損傷を受けた個体は蓄養中に死亡した。中程度の損傷は1～2か月程度で治癒する（平成22年度;写真1）。一方で、漁獲直後には見えなかった刺網等による傷が、1～2週間の蓄養で顕在化する場合があります（図3）、注意が必要である。

エ 寄生虫について

ツブムシの寄生状況を表1にまとめた。ツブムシは、マツカワの鰓蓋内（主に鰓弓部に寄生）、口腔内、体表への寄生が認められたが、主な寄生部位は鰓蓋内であり、通常、外観からは発見されることは少ない（図4）。寄生率は高く、2011年は苫小牧で採集された個体で90%以上、豊浦で採集された個体で84.6%で寄生が認められた。2012年採集個体では寄生率はやや低下したが、それでも80%の個体に寄生が認められた。一方で、1尾あたりの虫体数は2～3個体と比較的少なかった。本種の寄生数の推移は、搬入時期によって異なり、5月に外海から搬入されたマツカワへの寄生数は搬入時をピークに漸減傾向であったが、6月に搬入されたマツカワでは搬入時よりも翌月（7月）に寄生数が増加し、その後漸減傾向となった（図5）。搬入から1か月後に寄生数が増加した原因は不明であるが、搬入時には肉眼的に見えなかった虫体が成長することによって、発見数が多くなった可能性が考えられる。

2011年の春季に採集され、蓄養試験に供していた個体を2011年10月17日に観察したところ、38尾中9尾にコシダカセンチユウの寄生が認められた（図6）。1尾あたりの虫体数はほとんどの個体で1個体であったが、中には複数の個体が寄生しているものもあった。本種は、鱗条の間などで発見されるため、寄生があれば見落とされることはないと考えられるが、蓄養個体のみ

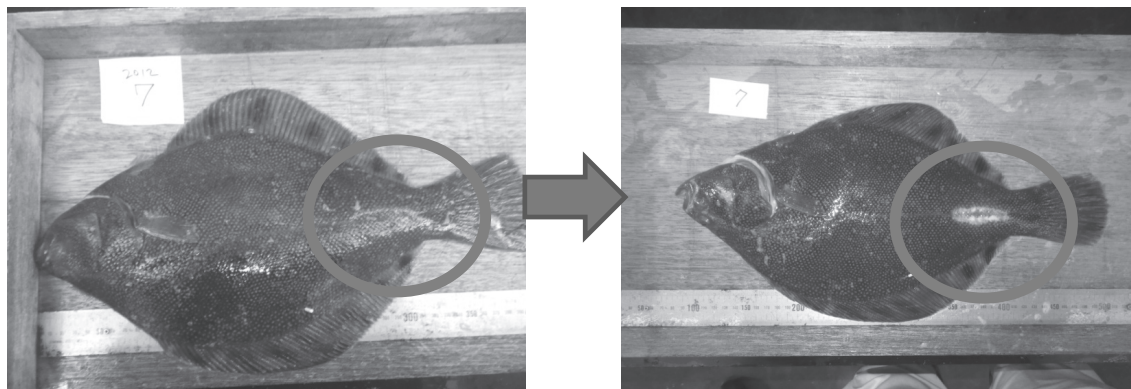


図3 漁獲時創傷の状況（短期間で悪化する場合、○部分）
左；漁獲直後，右；1週間後

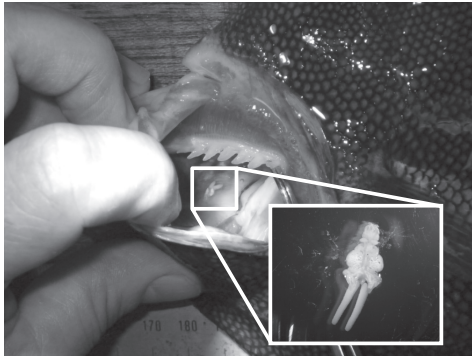


図4 マツカワに見られたツブムシの一種

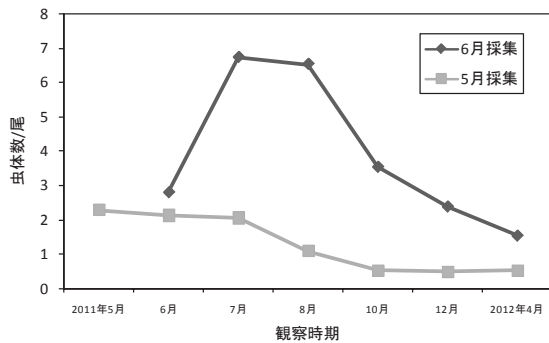


図5 ツブムシ寄生数の推移

表1 ツブムシの寄生状況

搬入日 観察日	採集場所		
	苫小牧	豊浦	
	寄生率(%)	93.3	84.6
	平均寄生数*1	3.36	2.17
2011年5月18, 19日	寄生部位(%)		
2011年5月25日	鰓内	68.1	76.9
	口腔	14.9	7.7
	その他	17.0	15.4
	寄生率(%)	95.0	-
	平均寄生数*1	2.89	-
2011年6月20日	寄生部位(%)		
2011年6月22日	鰓内	69.1	-
	口腔	30.9	-
	その他	0.0	-
	寄生率(%)	80.0	-
	平均寄生数*1	3.75	-
2012年5月18日	寄生部位(%)		
2012年5月21日	鰓内	60.0	-
	口腔	33.3	-
	その他	6.7	-

*1 1尾あたりの虫体数、寄生されていない個体は除く

ならず各種の標本調査でも発見されたことはない。また、2012年に採集されたマツカワには本種の寄生は認められなかったことから、2011年に見られた本種の寄生は、特定の事例であると考えられた。なお、マツ

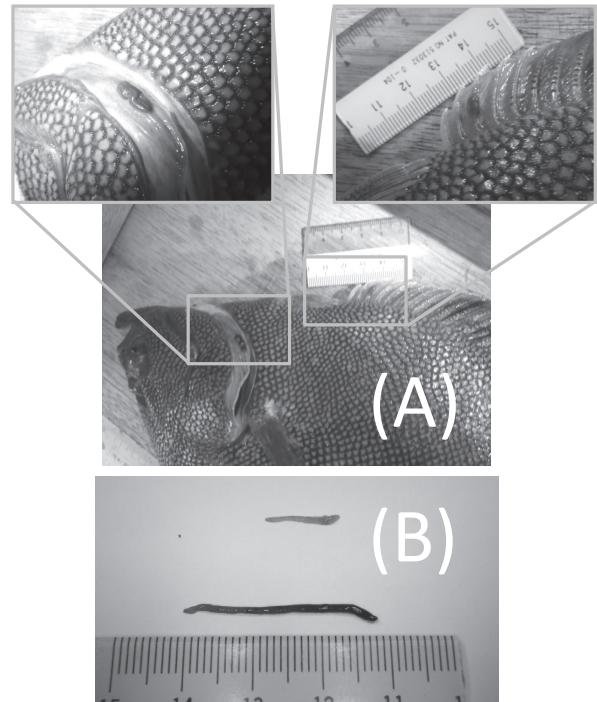


図6 マツカワに見られたコシダカセンチュウ
(A) 魚体への寄生状況, (B) とりだした虫体

カワへの本種の寄生はこの事例が初記録である(長澤, 私信)。

オ 採算性に関する資料

以下に、3か年の蓄養試験によって得られた各種データの総括を示す。これらの数値は、飼育条件によって変動すると思われるが、現場で蓄養を行う際の採算性を計算するための目安の数値となる。

○蓄養期間中の死亡率・・・夏の蓄養(5~6月に漁獲して8月頃まで蓄養した場合)で12%、冬の蓄養(11月頃に漁獲し2月頃まで蓄養した場合)で30%。これらは、蓄養中のロスとなる。

○配合飼料を摂餌する個体の割合・・・夏の蓄養で75%、冬の蓄養で42%。これ以外の個体は配合飼料を摂餌しないので、蓄養期間が長くなるにつれて魚体重が減少する。

○無給餌の場合の体重減少率・・・夏の蓄養で1日あたり0.3~0.4%、1か月で10%、2か月で20%の体重減少となる。冬の蓄養では1か月で5%、3か月で8%の体重減少となる。また、配合飼料を摂餌する個体であっても、漁獲後、蓄養水槽に搬入してから2~4週間は摂餌しないので、漁獲から1か月程度は上記の体重減少を見込む必要がある。

○飼料の摂餌率と増肉係数・・・夏の蓄養の場合、配合

飼料は1日あたり魚体重の1.42%，オキアミは4.43%を摂餌し，この時の増肉係数は配合飼料で2.2，オキアミで8.8であった（いずれも湿重量ベース）。冬の蓄養では摂餌してもほとんど成長しないため，無給餌の方がよいかも知れない。

○その他・・・寄生虫の存在は多くの場合問題とならない。漁獲時の創傷は重度の場合を除いて1～2か月の蓄養期間中に治癒するが，2週間程度の短期蓄養では逆に創傷が目立つ場合があり，販売単価に影響を与える可能性がある。

11. 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 (公募型研究)

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 増養殖研究所 北海道区水産研究所 東京海洋大学
 協力機関 サロマ湖養殖漁業協同組合 西村組

(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、秋季から冬季における波浪によるアサリの減耗、成長・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を引き起こすと考えられ、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性を評価するため、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。

なお、本課題は今年度が最終年のため、これまで3年間の成果の総括を報告する。

(2) 経過の概要

ア 成熟・産卵の制限要因の特定

(ア) アサリケージ飼育試験および定期調査

アサリケージ飼育試験は、2010年7月13日～10月28日、2011年6月16日～10月26日および2012年5月23日～8月1日の間に、サロマ湖赤川地区にある2つのアサリ増殖場（第1工区と第4工区）で実施した（図1、表1）。20cmの深さまで埋設した蓋つきプラスチック

製ケージ（縦51×横32×高さ27cm、底面積0.16㎡）に、周辺で採集して殻長等の測定と油性マジックで個体標識したアサリを30個体/0.16㎡の密度で収容した。その後、定期的に各工区のケージ1個からアサリをすべて回収し、生残個体を計数した（以下、飼育標本と称す）。

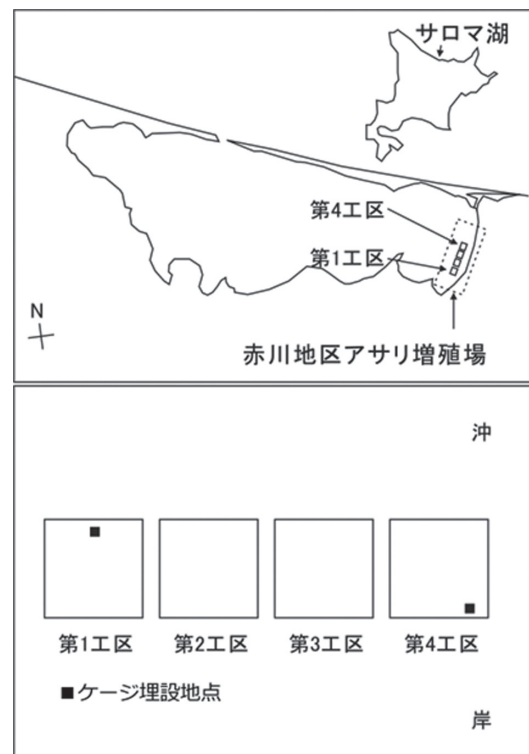


図1 調査地点

表1 ケージ飼育試験に用いた標本の概要

飼育期間	飼育開始時の平均殻長(mm)
2010年7月13日-8月10日(28日)	第1工区:35.9, 第4工区:36.8
2010年7月13日-9月7日(56日)	第1工区:36.5, 第4工区:36.8
2010年7月13日-10月28日(107日)	第1工区:36.0, 第4工区:36.0
2011年6月16日-8月28日(70日)	第1工区:32.2, 第4工区:32.8
2011年6月16日-9月21日(97日)	第1工区:32.0, 第4工区:33.0
2011年6月16日-10月26日(132日)	第1工区:31.5, 第4工区:33.5
2012年5月23日-7月18日(56日)	第1工区:43.0, 第4工区:43.0
2012年5月23日-8月1日(70日)	第1工区:42.6, 第4工区:43.1

定期調査は、2010年7～10月、2011年6～10月および2012年5～10月の毎月、第1工区の飼育試験実施場所の近傍で殻長30mm前後のアサリ30個体を採集して行った（以下、基準標本と称す）。

飼育試験および定期調査で得たアサリ標本は、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。飼育アサリの成長については、飼育開始時と終了時の殻長差と飼育期間から日間増殻長 (mm/日) を算出した。測定後のアサリは、グリコーゲン含量および卵黄タンパク量 (2012年7, 8月)、安定同位体比 (2010年) の測定ならびに生殖腺および消化管内の珪藻組成 (2010年および2011年) 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/調査点)。卵黄タンパク量は、アサリ軟体部全体を-80℃で凍結保存の後、卵巣を含む軟体部の一部をホモジナイズして、ELISAで測定した。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/調査点)。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/調査点)。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/調査点)。

(イ) 環境調査

アサリケージ飼育試験期間中、第1工区と第4工区の飼育試験実施場所の近傍において、水温、塩分、クロロフィル濃度および流速の連続観測を実施した。水温と塩分は、JFEアドバンテック株式会社 (旧アレック電子株式会社) 製COMPACT-CTを漁場の底質表面に設置して10分間隔で行った。水柱のクロロフィルの測定には、JFEアドバンテック株式会社製INFINITY-CLWを用いて10分間隔で行い、測器の蛍光センサー部は漁場の底質表面上15cmになるように設置した。蛍光値は、観測時の大型粒子の通過などにより異常値が記録されるため、毎時の前後5区間の最小値をその時刻の代表値とした (例 10:00の代表値は、9:40, 9:50, 10:00, 10:10, 10:20の観測の最小値)。また、培養した*Pavlova lutheri*を用いたキャリブレーション式の作成により、測器の蛍光値をクロロフィル濃度

へ換算した。流速は、JFEアドバンテック株式会社製のINFINITY-EMを用い、センサー部の中心が底質表面上15cmの高さになるように設置した。計測にあたっては、120分毎に5分間の作動を繰り返し、各作動時間中に0.5秒間隔で600回の流速の計測を行い、120分毎の絶対流速の平均を算出した。なお、いずれの項目においても、干出時の観測値は欠損とするとともに、冠水時であっても異常と判断した場合には欠損とした。絶対流速やクロロフィル濃度に加え、これらによる複合的な餌量環境を評価するため、同時刻の絶対流速とクロロフィル濃度をかけあわせてクロロフィルフラックス (cm/s × μg/L) を算出した。

また、2010年は、各工区の飼育試験実施場所の近傍において、満潮時にポンプで海底から約1cmの高さの海底直上水を、干潮時に直径3cmのシリンジで1cm厚の底泥を採取し、直上水と底泥の安定同位体比を分析した。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。

イ 既存漁場における母貝場機能向上技術の開発

(ア) 底生藻類利用によるアサリの成長促進試験

市販の珪砂 (中央粒径0.7mm) を5cm厚に敷き、個体標識したアサリ20個体を収容したプラスチックコンテナ (37cm × 26cm × 24cm) (以下、水槽と称す) を2個用意し、2011年5～12月および2012年5～10月の間に表2に示す条件でアサリを飼育した。試験中にアサリが死亡した場合は、別に給餌飼育していた死亡個体と同サイズのアサリを補充してアサリの収容密度を保った。試験中は1～2ヶ月間隔でアサリの殻長と全重を測定した。なお、休日は2水槽ともに無給餌の濾過海水掛け流しで飼育した。

(イ) 底生藻類の巻上げ技術に関する試験

2011年7月13日に第4工区において、図2に示す底生藻類の巻上げを目的とした沈子ロープ (以後、巻上げ装置と称す) を両端に取り付けたプラスチック製ケージ (ケージ飼育試験と同型、試験区) と何も取り付けしていないケージ (対照区) を各1個、埋設した。各ケージには第4工区で採取した平均殻長23.9～25.5mmのアサリを、30個体/ケージの密度で収容した。その後2011年8月25日、9月21日および10月26日に試験区と対照区のアサリの殻長を測定した。

表 2 試験区の設定条件

	9時～11時	11時～15時	15時～17時	17時～翌9時
試験区	懸濁液(止水)	濾過海水(止水)	懸濁液(止水)	濾過海水(掛け流し)
対照区	濾過海水(止水)	濾過海水(止水)	濾過海水(止水)	濾過海水(掛け流し)

*懸濁液は、濾過海水15Lに表層泥100g(23年)または25g(24年)を入れて攪拌した後の上澄み液

*表層泥は、第4工区で月1回採取し、小分けして冷凍保存したものを解凍使用

*止水飼育時(9～17時)には、日本農産工業社製二枚貝用微粒子配合飼料M-1を0.1g添加

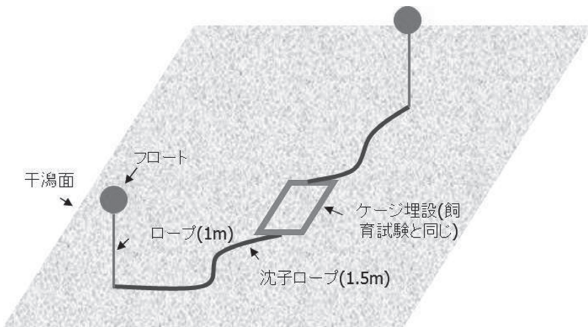


図 2 巻き上げ装置の概要

(3) 得られた結果

ア 成熟・産卵の制限要因の特定

(ア) アサリケージ飼育試験および定期調査

a 成熟状態

アサリ生殖腺の組織観察による成熟状態を図3に示した。いずれの場所や年においても、夏季に向けて成熟が進み、両工区ともに概ね8～9月が卵・精子の放出期であった。ただし、2010年の第4工区の雄では10月に放出期像が、2011年の基準標本では6月から放出

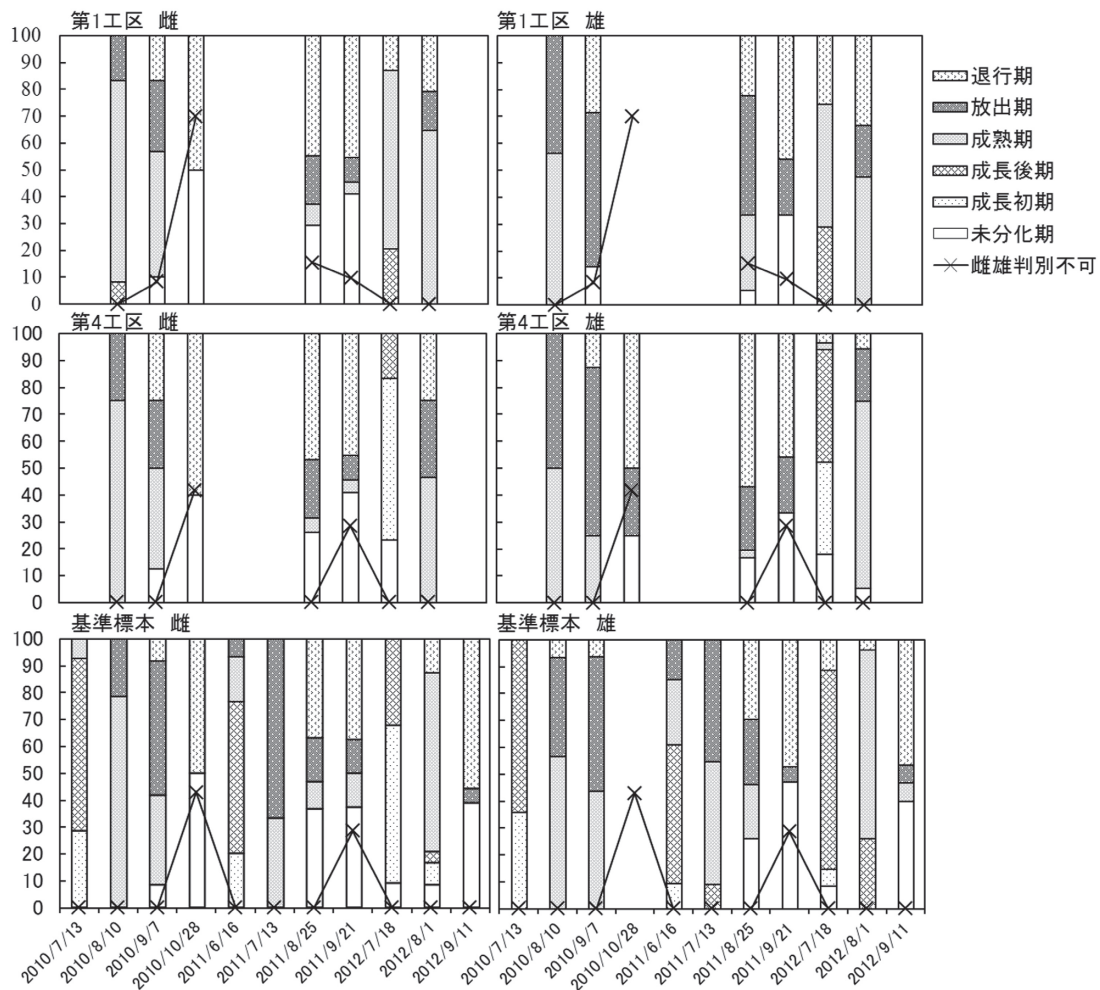


図 3 アサリ生殖腺の群成熟の推移

期像が確認され、生殖腺の成熟は年や場所でやや異なる部分もあった。

卵黄タンパク量から推定した軟体部1gあたりの平均卵数±標準偏差は、第1工区が24.0万±22.0万個/gWW、第4工区が10.5万±6.7万個/gWWで、場所間に有意な差があった(図4)。また、基準標本の平均卵数±標準偏差は5.5万±4.8万個/gWWであった。

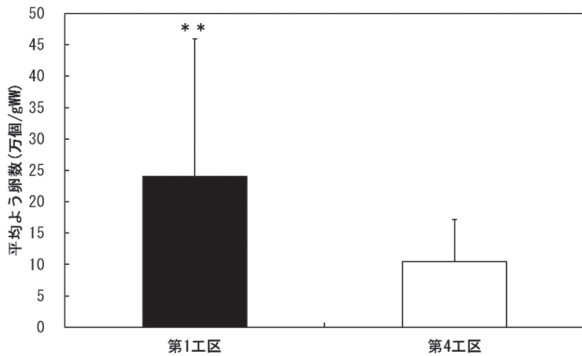


図4 成熟盛期のアサリ軟体部1gWWあたりの推定孕卵数
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す ** : p<0.01 (Mann-Whitney' s U-test)

b 肥満度, グリコーゲン含量, 成長, 安定同位体比, 消化管内の珪藻組成

肥満度は生殖腺の成熟の進行に伴って変動し、2010年9月と2011年10月を除き、第1工区のほうが第4工区に比べて高い傾向にあった(図5)。グリコーゲン含量は、2010年9月と2011年9月を除き、第1工区のほうが第4工区に比べて高い傾向にあった(図6)。アサリの日間増殻長は、2011年6~10月間の飼育を除き、3ヶ年ともに第1工区のほうが第4工区に比べて高い傾向にあった(図7)。飼育期間中の生残率は、3ヶ年ともに90%程度で、場所間に大きな差異はなかった(図8)。アサリの窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)と炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)を図9に示した。窒素安定同位体比は場所間で有意差はなかったが、炭素安定同位体比は第4工区のほうが第1工区に比べて有意に高かった。アサリ消化管内容物中の珪藻組成を表3、4に示した。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。2010年は、場所間で大きな差異は認められなかったが、2011年は場所間で多少差異が認められた。

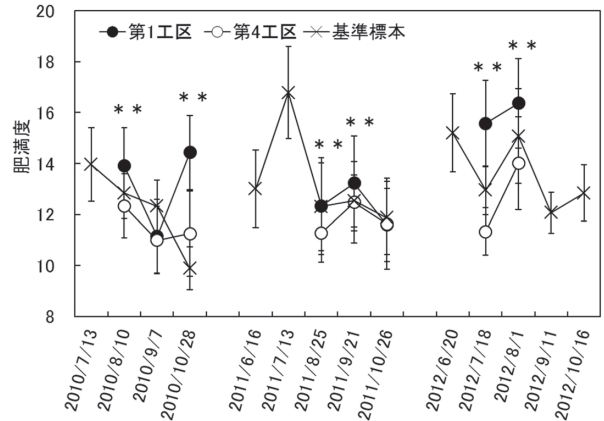


図5 飼育標本と基準標本の肥満度
シンボルとバーは、平均値と標準偏差を示す
飼育標本間の比較 ** : p<0.01 (Mann-Whitney' s U-test)

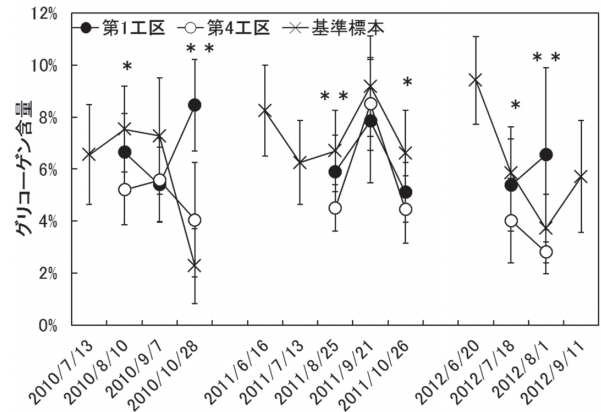


図6 飼育標本と基準標本のグリコーゲン含量
シンボルとバーは、平均値と標準偏差を示す
飼育標本間の比較 ** : p<0.01, * : p<0.05 (Mann-Whitney' s U-test)

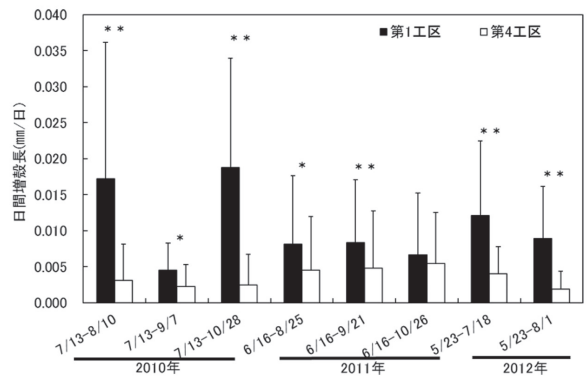


図7 飼育試験におけるアサリの日間増殻長
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
** : p<0.01, * : p<0.05 (Mann-Whitney' s U-test)

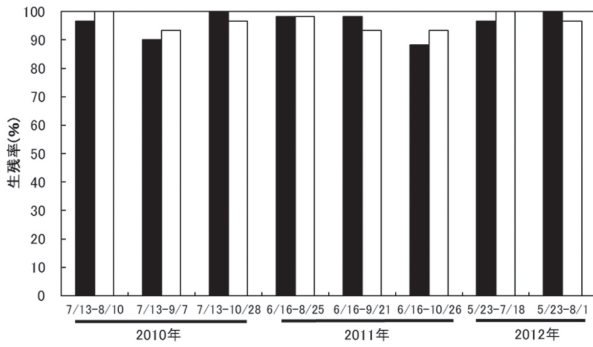


図8 飼育試験におけるアサリの生残率
 ■：第1工区，□：第4工区

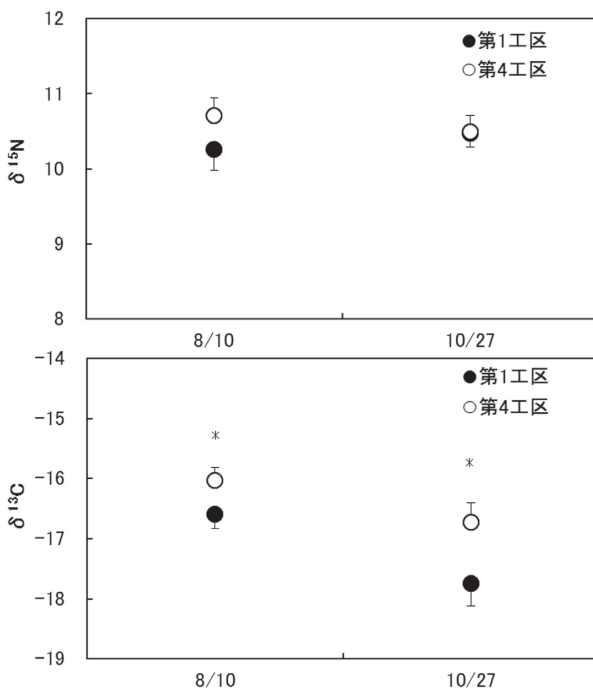


図9 飼育試験 (2010年) におけるアサリの窒素同位体比 (上) と炭素安定同位体比 (下)
 シンボルとバーは、平均値と標準偏差を示す
 *:p<0.05 (Mann-Whitney' s U-test)

表3 消化管内の珪藻組成 (2010年10月)

出現種	基準標本	第1工区	第4工区
羽状類(無縦溝)			
<i>Tabularia investiens</i>	A	4.9%	5.6%
羽状類(有縦溝)			
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	A	13.7%	12.8%
<i>Cocconeis neothumensis</i> var. <i>marina</i>	A	9.7%	7.2%
<i>Gomphonemopsis exigua</i>	A	8.1%	1.8%
<i>Navicula wasmundii</i>	S	13.7%	12.8%
<i>Navicula</i> sp.	S	8.1%	7.2%
<i>Nitzschia</i> sp.	S	16.1%	12.8%
<i>Planothidium hauchianum</i>	S	13.7%	12.0%
その他		16.9%	29.6%

A:海藻・海草あるいは岩付着性
 S:砂あるいは堆積物付着性

表4 消化管内の珪藻組成 (2011年8月)

出現種	基準標本	第1工区	第4工区
中心類			
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>marina</i>	P or S	1.9%	4.9%
羽状類(無縦溝)			
<i>Opephora</i> sp.	S		3.9%
羽状類(双縦溝)			
<i>Cymbellonitzschia szulczewskii</i>	S	5.6%	2.0%
<i>Navicula</i> sp.	S	1.9%	2.0%
<i>Nitzschia</i> sp.	S	7.4%	13.6%
羽状類(単縦溝)			
<i>Cocconeis neothumensis</i> var. <i>marina</i>	A	13.9%	5.8%
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	A	1.9%	12.6%
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>posidoniae</i>	A	8.3%	3.9%
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>scutellum</i>	A	28.6%	55.3%
<i>Planothidium hauchianum</i>	S	2.8%	2.9%
その他		27.7%	4.9%

A:海藻・海草あるいは岩付着性
 P:浮遊性
 S:砂あるいは堆積物付着性

(イ) 環境調査

第1工区と第4工区における3ヶ年の飼育期間中の水温、塩分、クロロフィル濃度、流速、クロロフィルフラックスの平均を図10~14に示した。水温とクロロフィル濃度は3ヶ年ともに第4工区のほうが有意に高かった。塩分は場所間で有意差が認められたが、一定の傾向はなかった。流速とクロロフィルフラックスは第1工区のほうが有意に高かった。底質直上水および底質の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}N$) と炭素安定同位体比 ($\delta^{13}C$) を図15, 図16にそれぞれ示した。底質直上水の窒素および炭素安定同位体比ならびに底質中の窒素安定同位体比は場所間に大きな差異はなかった。底質中の炭素安定同位体比は第4工区のほうが第1工区に比べ高い傾向にあった。

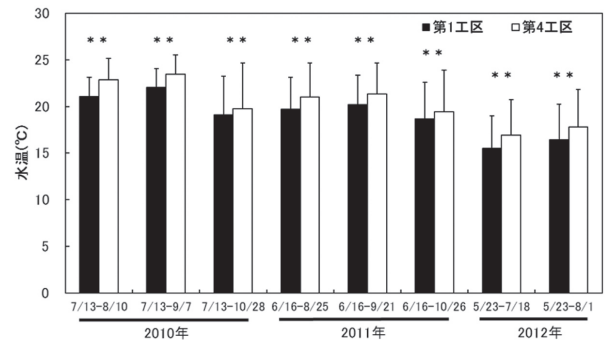


図10 飼育試験期間中の水温

縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
 **: p<0.01 (paired t-test)

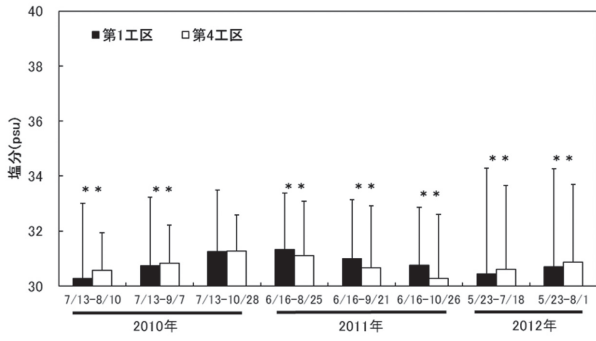


図11 飼育試験期間中の塩分
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
** : p<0.01 (paired t-test)

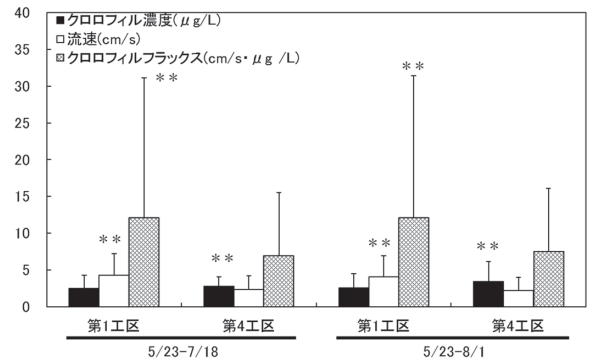


図14 飼育試験期間中のクロロフィル濃度，流速
およびクロロフィルフラックス (2012年)
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
** : p<0.01 (Wilcoxonの符号付順位検定)

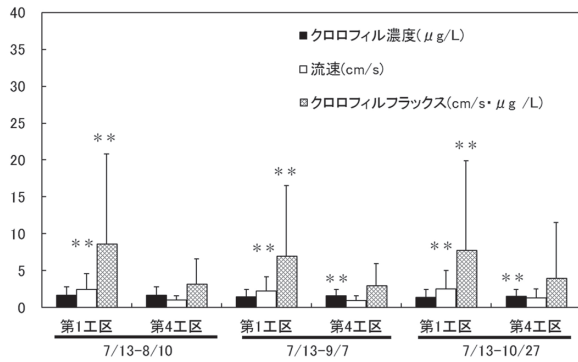


図12 飼育試験期間中のクロロフィル濃度，流速
およびクロロフィルフラックス (2010年)
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
** : p<0.01 (Wilcoxonの符号付順位検定)

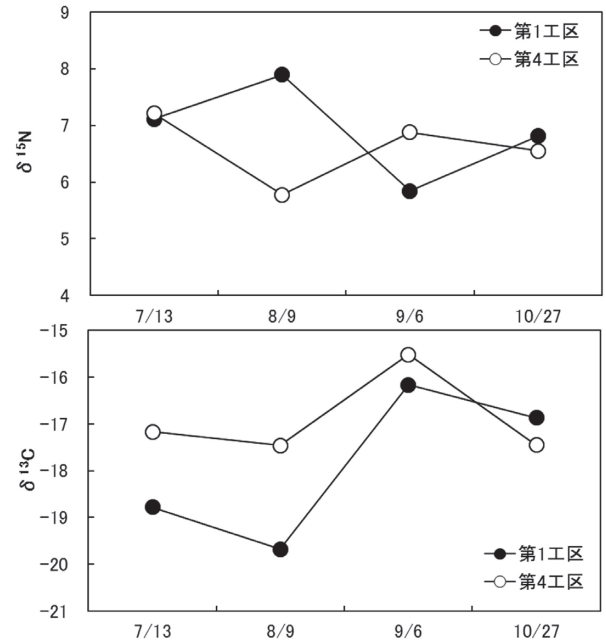


図15 2010年の底質直上水の窒素安定同位体比
(上) と炭素安定同位体比 (下)
シンボルは、平均値 (N=2) を示す

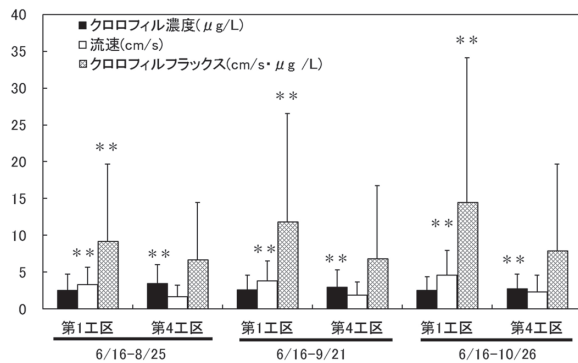


図13 飼育試験期間中のクロロフィル濃度，流速
およびクロロフィルフラックス (2011年)
縦棒とバーは、各工区における平均値と標準偏差を示す
** : p<0.01 (Wilcoxonの符号付順位検定)

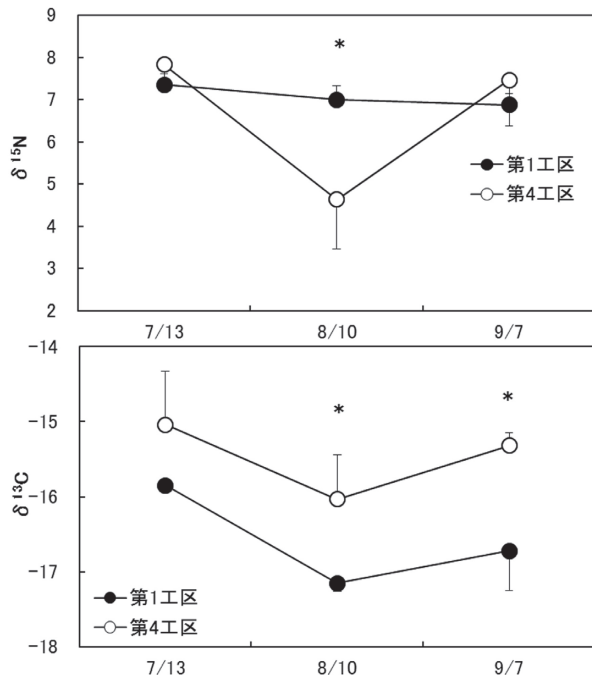


図16 2010年の底質中の窒素安定同位体比 (上) と炭素安定同位体比 (下) シンボルとバーは、平均値と標準偏差を示す *:p<0.05 (Mann-Whitney' s U-test)

(エ) 考察

ケージ飼育試験の結果、アサリの孕卵数や肥満度、グリコーゲン含量、日間増殻長は、第4工区に比べ第1工区のほうが高い傾向にあった。

一方、環境は、第1工区は第4工区に比べてクロロフィル濃度で代表されるアサリの餌料濃度は劣っていたが、流速で代表される餌料の供給効率や総合的な餌料環境の指標となるクロロフィルフラックスは優れており、その結果、孕卵数や肥満度、グリコーゲン含量、日間増殻長が相対的に高い値を示したと考えられた。

また、本調査の範囲内においては、増殻長や孕卵数はクロロフィルフラックスと直線的な関係にあり (図17, 18, 19)、成長や成熟を評価する環境指標としてクロロフィルフラックスの有効性が示唆された。

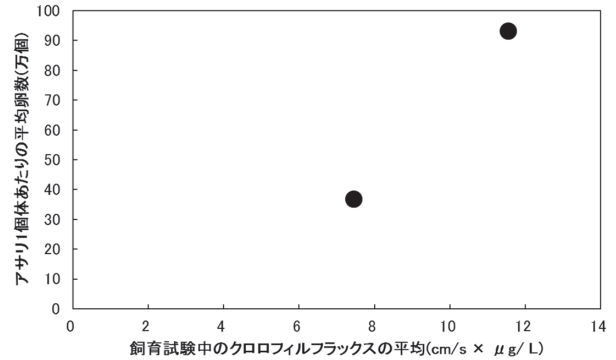


図17 クロロフィルフラックスとアサリの孕卵数との関係 (2012年)

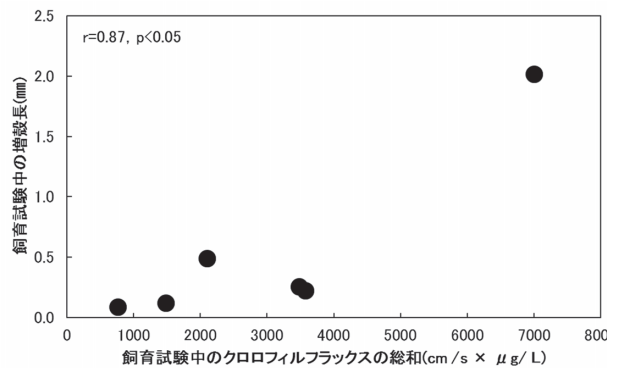


図18 クロロフィルフラックスとアサリの成長との関係 (2010年)

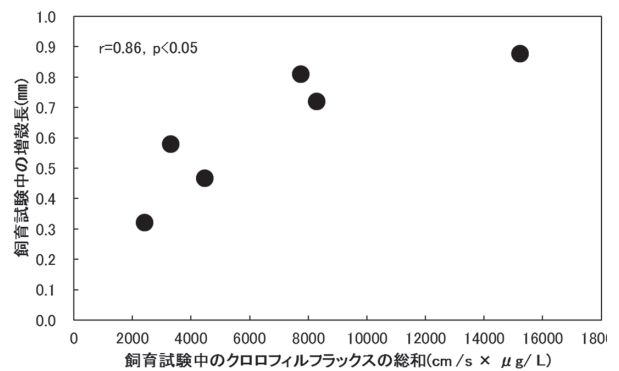


図19 クロロフィルフラックスとアサリの成長との関係 (2011年)

イ 既存漁場における母貝場機能向上技術の開発

(ア) 底生藻類利用によるアサリの成長促進試験

試験期間中の生残率は90%以上で、試験区間で大きな差異はなかった(図20)。日間増殻長または日間増重量は、2011年は9月まで、2012年は7月まで試験区のほうが対照区に比べて有意に高かったが、その後は2012年の7~8月の日間増殻長を除き、試験区と対照区の間で有意差は認められなかった(図21, 図22)。

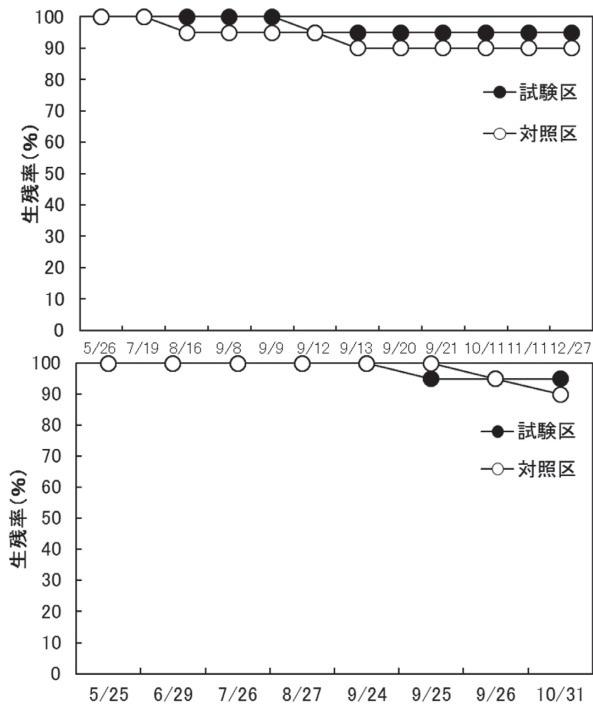


図20 2011年(上)と2012年(下)における飼育期間中のアサリ生残率

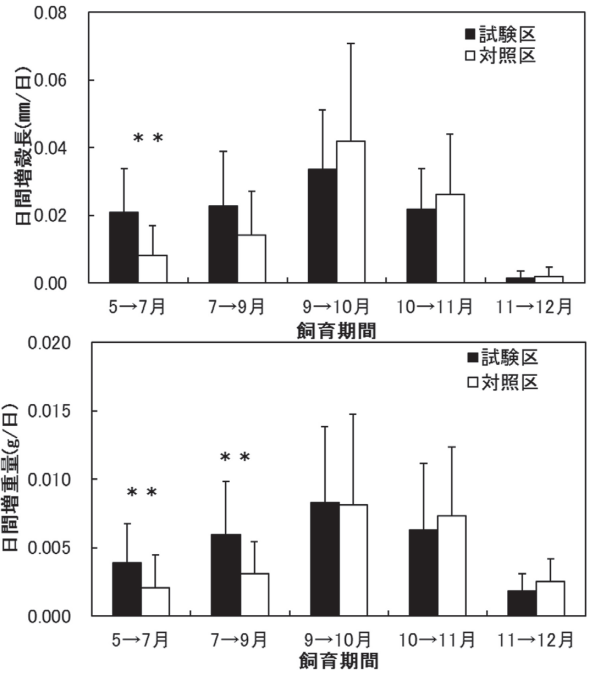


図21 2011年における飼育期間中のアサリの日間増殻長(上)と日間増重量(下)
縦棒とバーは、平均値と標準偏差を示す
** : $p < 0.01$ (Mann-Whitney' s U-test)

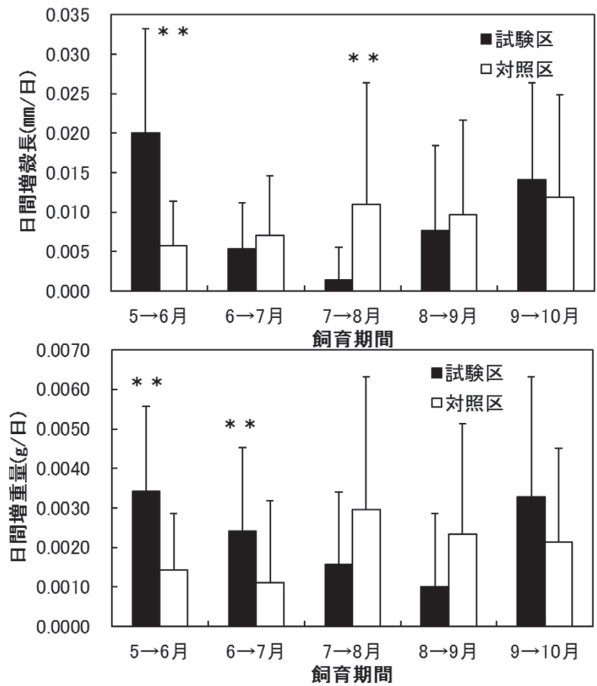


図22 2012年における飼育期間中のアサリの日間増殻長(上)と日間増重量(下)
縦棒とバーは、平均値と標準偏差を示す
** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$ (Mann-Whitney' s U-test)

(イ) 底生藻類の巻上げ技術に関する試験

アサリの平均殻長の増加量は、3回の測定すべてにおいて試験区のほうが対照区に比べて高かった（図23）。ただ、9月以降の成長は対照区のほうが試験区に比べ高いことが窺われた。

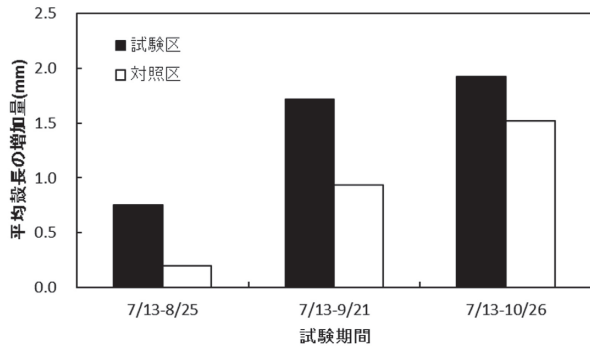


図23 試験区別のアサリの平均殻長の増加量

(ウ) 考察

室内試験と野外試験の結果から、底生藻類の巻上げによってアサリの成長を促進できることが示唆された。ただ、成長が促進される時期は限定され、サロマ湖において底生藻類の巻上げを実施するにあたっては9月頃までが適当であると考えられた。また、漁場で実際に底生藻類を巻上げる装置を考案したが、規模の拡大等の改良が今後必要である。

12. 水産基盤整備調査 (受託研究)

12. 1 嵩上げ礁の天端高設計基準を策定するウニ食圧マップの開発

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 福田裕毅
協力機関 北海道留萌振興局水産課

(1) 目的

北海道日本海沿岸におけるウニ類を対象とした増殖礁では、餌料海藻を給餌しない場合、継続的に餌料海藻（主にホソメコンブ）を生育させるために、コンブの幼芽期にウニ類の食圧を抑制し、コンブの成長後はウニ類の身入りのため食圧を抑制しないよう管理する必要がある。ウニ類の食圧は振動流速によって変化することが知られており、増殖礁に來襲する波の季節的変動に伴って増殖礁上面（天端面）における振動流速も季節的に変化するので、これを利用することで食圧管理が可能となる。一般に水深が深いと振動流速は小さいが、天端水深を通常よりも高くした増殖礁（嵩上げ礁）では振動流速が速まり、より強くウニの食圧を抑制可能である。しかし、海域ごとに波浪特性や地形条件が異なるため、嵩上げ礁の天端高を決定する基準が定められていない。そこで本事業では増毛町丸平を対象とし（図1）、ウニ類の食圧制御の観点から嵩上げ礁の天端高の設計基準を策定するため、海域の沖波諸元、地形条件からウニ食圧マップを作成することを目的とする。

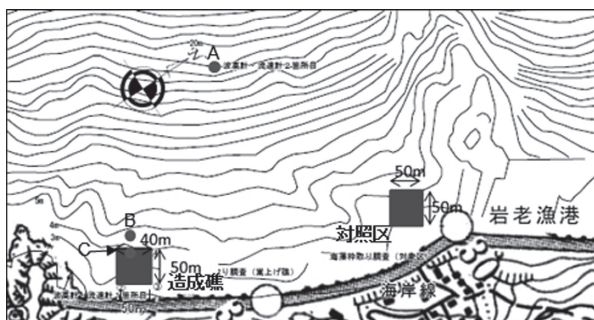


図1 対象とした増毛の増殖礁および対照区

(2) 経過の概要

ア 波浪環境調査

国土交通省が全国の港湾で観測し、インターネット上で公開している波浪情報（ナウファス）のうち、留萌港における波浪情報と、増毛町丸平地先の沖合の波

浪情報との相関関係を調べるため、増殖礁の沖合（図1のA点、名称：沖観測点）に波高計（WAVE HUNTER08：アイオーテック社製）を設置した。また、沖合の波が岸に進行し、海底地形の影響を受けてどの程度変形するかを明らかにするため、増殖礁上の沖端より約5m沖側（図1のB点、名称：岸観測点）にも波高計（WAVE HUNTER04：アイオーテック社製）を設置した。それぞれの設置位置のGPS情報および水深を表1に示す。波高計は、沖観測点ではロープ、岸観測点はロープとパテを用いて、設置用の台座を海底に固定した。

表1 波高計の設置場所

	経度	緯度	水深(m)
沖観測点	141, 21, 39.6	43, 46, 20.4	18.8
岸観測点	141, 21, 52.9	43, 46, 45.9	5.0

イ 流動環境調査

波浪と地形条件から推算される底面流速について実測値との比較を行うため、流動環境の調査を行った。測定には電磁流速計（Infinity-EM：JFEアドバンテック社製）を用い、図1のA地点とC地点に設置した。C地点は増殖礁沖端の六脚ブロック上である。それぞれの流速計観測点について、A地点を沖観測点、C地点を岸観測点と呼称する。

沖観測点については、波高計と同様に台座をロープで海底の大転石に固定した。岸観測点については六脚ブロック上に流速計を垂直に固定する必要があるため、ブロックの形状に合わせた流速計取り付け台座を作成し、これをロープでブロックに固定した。流速計センサー部の位置は、沖観測点では海底から約0.5m、岸観測点では六脚ブロックの天端とほぼ同じ高さである。

ウ 増殖礁の実態調査

既存増殖礁及び対照区（図1参照）における沖側終点のGPS情報を表2に示した。増殖礁の観測において

は、終点は増殖礁を囲うブロックの沖側とした。これら終点から岸に向かって50mを調査線とした。岸側基点については、調査時に波があり、船が入れなかったためGPS情報が得られなかった。

既存増殖礁上及び対照区の調査線上の10m間隔で調査点を設け、各調査点において1 m²以内の海藻類の種類、重量及びウニ類の分布密度、殻径、重量、生殖巣重量を調べた。

表2 実態調査の沖側終点座標

	経度	緯度
増殖礁	141,21,53.7	43,43,16.0
対照区	141,22,00.6	43,46,29.1

エ ウニ食圧マップの開発

昨年度に作成した沖波諸元と地形条件からウニの食圧分布を作成する数値計算アプリケーションについて、計算で得られる推算値と調査で得られる実測値の比較を行い、アプリケーションの実用性について検証した。

また、ナウファスの波浪データを用いて2012年の食圧マップを作成した。

(3) 得られた成果

ア 波浪環境調査

沖観測点と岸観測点の波高計で得られた有義波の波高と周期を図2と図3に示した。波高については、沖観測点と岸観測点で似ていたが、波高が低いときには沖観測点よりも岸観測点で値が小さくなる場合が多く見られた。一方、周期については大きな違いが見られた。理論的には波が進行する際に地形の影響を受けて変形し、波高や波長が変化しても、周期が変わることはない。このことから、沖観測点と岸観測点の周期に大きな違いが見られる時には、風によって生じた水面の波を計測器が拾っている可能性が考えられた。

得られた沖観測点の有義波高、有義周期と、同時期・同時刻のナウファスデータとの関係を調べた。この検討については、2011年度にも行っており、精度を向上のためにはデータ数が多いほど良いため、昨年度と

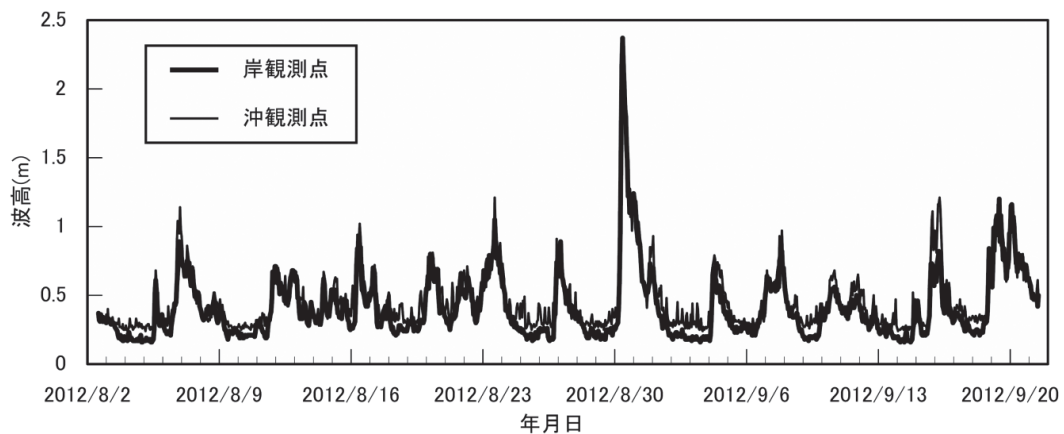


図2 観測された有義波の波高

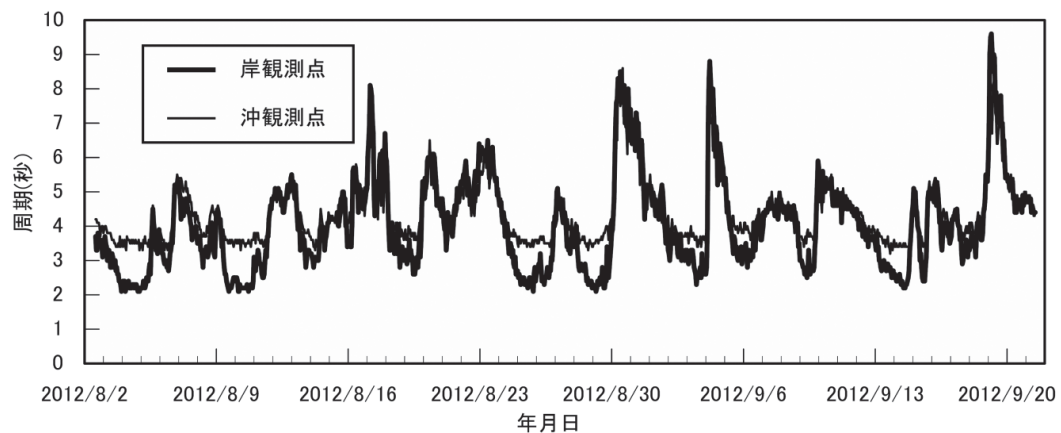


図3 観測された有義波の周期

本年度を合わせたデータで相関を調べた。その結果を図4, 図5に示した。これらの結果より留萌港と増毛丸平沖の波には以下の関係があることが分かった。

$$H_{ms} = 0.7169 \times H_r + 0.1643$$

$$T_{ms} = 0.7057 \times T_r + 1.0066$$

ここに H_{ms} は夏期の増毛丸平沖の有義波高 (m), H_r は留萌港の有義波高 (m), T_{ms} は夏期の増毛丸平沖の有義周期 (秒), T_r は留萌港の有義周期 (秒) を示す。

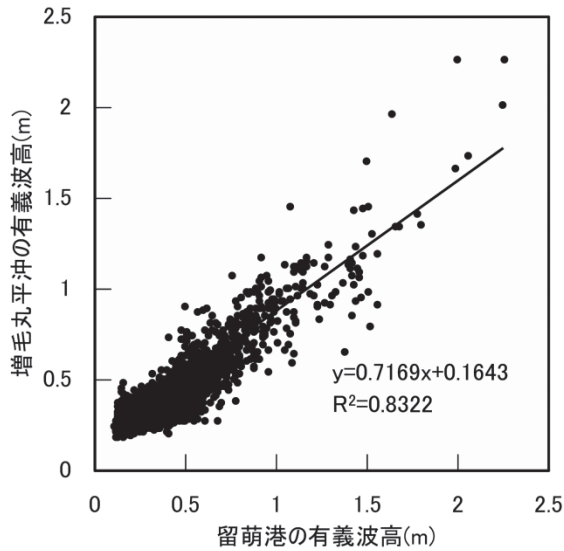


図4 留萌港と増毛の有義波高の相関

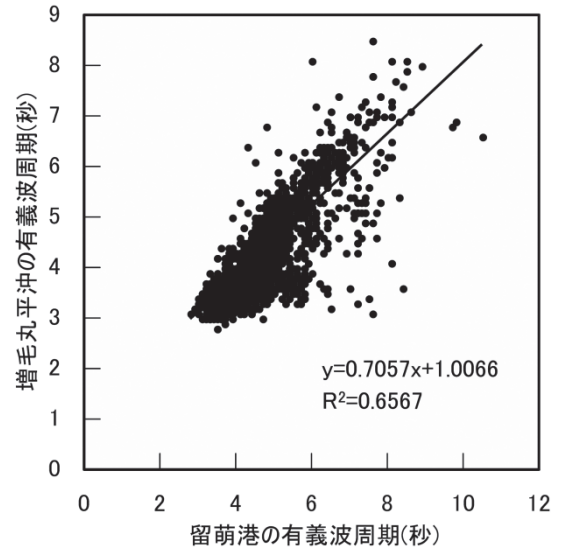


図5 留萌港と増毛の有義波周期の相関

イ 流動環境調査

2012年8月2日～9月9日に測定された沖観測点および岸観測点の底面流速データから、振動流速の主変動方向における有義波の流速全振幅を算出し、これを図6に示した。流速全振幅とは流速の最大値と最小値の差を表す値であり、例えば岸に向かう最大流速が0.5m/s, 180度反転して沖に向かう最大流速が0.5m/sの振動流速の場合、岸に向かう流速を正の値とすれば、沖に向かう流速は負となり、-0.5m/sと表される。流速全振幅はこれらの差となるため、1.0m/sとなる。沖観測点は水深約19mと深く、波の影響を受けにくいいため振動流速は小さい。対して、岸観測点では流速全振幅が2mを超えることもあった。

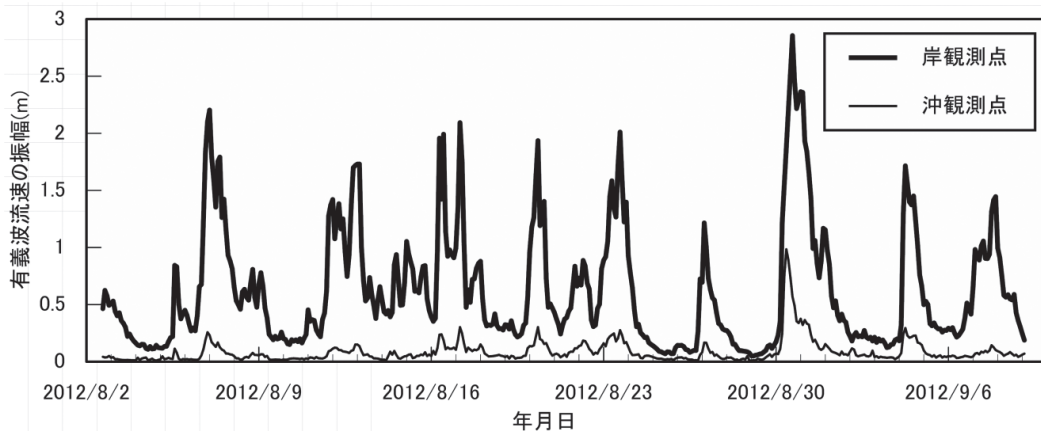


図6 観測された有義波流速の振幅

ウ 増殖礁の実態調査

(ア) 増殖礁調査結果

平成24年8月2日に調査した海藻類とウニ類の分布状況を表3および表4に示した。調査地点は、0m地点が最も岸側、50m地点が最も沖側であり、50m地点は増殖礁を囲うブロックよりも沖側である。

海藻類は20m地点から岸側にしか確認されず、逆にウニ類は20m地点から沖側でしか確認されなかった。このようにウニが少ない場所には海藻が多く、ウニが多い場所には海藻が少ないという状況になっていた。ウニのGI(生殖腺重量/全重量×100)は30m地点のキタムラサキウニで9.1と低いものの、それ以外の場所では高い値であり、海藻類を十分に摂餌していると考えられた。これらの状況から、30m地点より沖側ではウニの摂餌により海藻が消失していることが予想される。また、増殖礁の外側(50m地点)と比較して、増殖礁の中のウニの密度は低かった。

表3 増殖礁における海藻類の分布(湿重量g/m²)

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m
ホソメコンブ	2332	1297	2835	-	-	-
アナアオサ	40	7	-	-	-	-
エゾヤハズ	6	121	-	-	-	-
イソムラサキ	3	18	-	-	-	-
ダルス	-	57	-	-	-	-
フジマツモ	-	139	-	-	-	-
ヒラムカデ	-	2	-	-	-	-

表4 増殖礁におけるウニ類の分布

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m	
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	0	3	6	9	6	2
	平均殻径(mm)	-	57.6	50.0	53.0	52.7	55.5
	平均重量(g)	-	83.2	56.1	61.6	59.3	65.0
	平均GI	-	15.8	14.2	13.6	11.5	11.5
エゾバフンウニ	密度(個/m ²)	2	1	0	0	0	0
	平均殻径(mm)	56.4	43.0	-	-	-	-
	平均重量(g)	72.1	28.6	-	-	-	-
	平均GI	14.8	21.7	-	-	-	-

平成24年9月21日に調査した海藻類およびウニ類の分布状況を表5および表6に示した。海藻類の分布については、30m地点でホソメコンブがわずかに確認さ

れたのみであり、8月の状況と比較して、海藻類が消失している様子がうかがえた。ウニ類の分布については、8月には確認されなかった岸に近い10m、20m地点でキタムラサキウニが確認された。8月と同様に、増殖礁の外側(50m地点)と比較して、内側(0m~40m地点)のウニ密度は低かった。なお、サイズの小さいウニについてはGIを測定しなかった。

表5 増殖礁における海藻類の分布(湿重量g/m²)

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m
ホソメコンブ	-	-	-	254	-	-

表6 増殖礁におけるウニ類の分布

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m	
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	0	1	1	2	3	6
	平均殻径(mm)	-	20.8	40.2	45.0	45.1	58.2
	平均重量(g)	-	3.9	28.6	40.9	38.8	80.1
	平均GI	-	-	15.0	9.2	13.2	13.7

平成25年2月13日に調査した海藻類およびウニ類の分布状況を表7および表8に示した。海藻類は0m地点でわずかに確認されたのみであった。ウニ類の分布については、10m、30mと40m地点で確認された。それらのGIは8月、9月と比較して非常に低い値であった。

表7 増殖礁における海藻類の分布(湿重量g/m²)

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m
ダルス	3	-	-	-	-	-
セイヨウハバノリ	3	-	-	-	-	-
モロイトグサ	6	-	-	-	-	-

表8 増殖礁におけるウニ類の分布

起点からの距離	0m	10m	20m	30m	40m	50m	
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	0	2	0	2	4	0
	平均殻径(mm)	-	36.9	-	51.5	53.7	-
	平均重量(g)	-	25.6	-	61.6	63.2	-
	平均GI	-	2.2	-	3.1	1.7	-

(イ) 対照区調査結果

平成24年8月2日に調査したウニ類の分布状況を表9に示した。調査地点は、0m地点が最も岸側、50m

地点が最も沖側である。海藻類は全調査点において確認されなかった。ウニの密度は、同日に増殖礁で調査した結果(表4)と比較して大きかった。一方、GIについては増殖礁よりも低いものが多かった。増殖礁と比較して海藻類が少ないため、十分な摂餌ができていない可能性が考えられた。

表9 対照区におけるウニ類の分布

起点からの距離		0m	10m	20m	30m	40m	50m
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	0	3	6	9	6	2
	平均殻径(mm)	-	57.6	50.0	53.0	52.7	55.5
	平均重量(g)	-	83.2	56.1	61.6	59.3	65.0
	平均GI	-	15.8	14.2	13.6	11.5	11.5
エゾバフンウニ	密度(個/m ²)	2	1	0	0	0	0
	平均殻径(mm)	56.4	43.0	-	-	-	-
	平均重量(g)	72.1	28.6	-	-	-	-
	平均GI	14.8	21.7	-	-	-	-

平成24年9月21日に調査したウニ類の分布状況を表10示した。海藻類は全調査地点で確認されなかった。ウニの密度は、同日に増殖礁で調査した結果(表6)と比較して大きかったが、8月の対照区調査結果と比較すると、密度が小さくなっている場所が多かった。

表10 対照区におけるウニ類の分布

起点からの距離		0m	10m	20m	30m	40m	50m
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	2	2	3	3	0	3
	平均殻径(mm)	19.0	49.3	45.3	52.7	-	47.8
	平均重量(g)	3.1	46.0	53.1	68.2	-	43.9
	平均GI	-	13.2	24.0	16.5	-	11.4
エゾバフンウニ	密度(個/m ²)	3	0	0	0	0	0
	平均殻径(mm)	34.9	-	-	-	-	-
	平均重量(g)	17.0	-	-	-	-	-
	平均GI	10.8	-	-	-	-	-

平成25年2月13日に調査したウニ類の分布状況を表11に示した。海藻類は全調査地点で確認されなかった。ウニの密度は30m地点で非常に大きいものの、その他の地点では同日に増殖礁で調査した結果(表8)と大きな違いは無かった。GIは増殖礁の結果と同様に低

い値であった。

表11 対照区におけるウニ類の分布

起点からの距離		0m	10m	20m	30m	40m	50m
キタムラサキウニ	密度(個/m ²)	0	1	2	21	2	1
	平均殻径(mm)	-	49.4	71.3	54.1	52.7	67.7
	平均重量(g)	-	45.3	133.6	64.1	52.6	104.8
	平均GI	-	0.0	1.0	2.8	0.0	0.5

エ ウニ食圧マップの開発

(ア) 計算結果の検証に用いる波浪条件の検討

昨年度は機材の不調により長期間の波浪データを計測することが出来なかったが、本年度は夏期に1ヶ月以上の長期データを得ることが出来たため、これを用いて数値計算アプリケーションの精度検証を試みた。

数値計算アプリケーションでは、①沖波諸元と地形データから対象領域の波を推算し、②得られた波から底面流速を求め、それに基づいてウニの食圧を計算している。そこで、計算精度の検証するには、①、②のそれぞれについて検証することが必要である。①については、沖観測点で得られた波浪データを用いて期し観測点の波高を推算し、これと岸観測点における実測値の比較を行った。②については、①で得られた波浪データから流速計設置箇所の底面流速を推算し、実測値との比較を行った。

a 波向き、波高と周期の条件

調査データを調べたところ、当該海域の沖合には波向きN,NNW,NW,WNW,Wの波が来襲する時間が長く、これら以外の波向きの波はほとんど来襲しないことが分かった。このことから、精度の検証において対象とする沖波の波向きは、これらの5方位で良いと判断した。

数値計算アプリケーションでは沖の波が進行する際に地形の影響を受けてどのように変形するかを計算している。このとき、理論上では周期が変化することはない。しかし、沖観測点と岸観測点で得られた波浪データを比較すると、同時刻で周期が大きく異なるデータが散見された。この原因として、4.1で述べたように、風によって生じた水面の波を波高計が拾っている可能性が高い。このように風の影響を受けている波について計算精度の検証を行った場合、生じた誤差が、数値アプリケーションに起因するものか、風による波に起因するものかを判別することができない。また、時間

的に変化が大きい波（たとえば風から時化に変化している途中）については、そのような変化を考慮して精度の検証を行うことは困難である。これらのことを勘案し、調査期間の中で、沖観測点と岸観測点で得られた周期がほぼ同じであり、沖観測点、岸観測点ともに数時間程度、波高と周期に大きな変化がない期間を選び、その期間における波高と周期の平均値を精度検証に用いることとした。

b 検証に用いた波浪諸元

観測データから上述の条件を満たす波を波向きごとに2つ選定した。表12にこれを示した。

表12 精度検証に用いた波浪諸元

No.	波向き	観測期間	沖観測点実測値		岸観測点実測値	
			波高 (m)	周期 (秒)	波高 (m)	周期 (秒)
1	N	8/6 19:00~	0.98	5.20	0.77	5.07
		8/6 21:00				
2	N	9/4 16:00~	0.52	5.60	0.40	5.86
		9/5 1:00				
3	NNW	8/23 15:00~	0.90	5.56	0.79	5.51
		8/23 23:00				
4	NNW	9/5 4:00~	0.34	4.14	0.27	4.2
		9/5 8:00				
5	NW	8/13 16:00~	0.35	3.85	0.30	3.4
		8/13 17:00				
6	NW	9/20 23:00~	0.59	4.85	0.56	4.75
		9/21 4:00				
7	WNW	8/12 4:00~	0.57	4.79	0.55	4.89
		8/12 10:00				
8	WNW	9/8 1:00~	0.49	4.67	0.50	4.53
		9/8 3:00				
9	W	8/21 15:00~	0.50	4.56	0.50	4.6
		8/21 19:00				
10	W	8/22 4:00~	0.59	5.26	0.54	5.38
		8/22 11:00				

(イ) 波高の検証結果

表10に示した沖観測点実測値を用いて数値計算アプリケーションで推算した岸観測点の波高と、岸観測点で実測された波高との比較を行った。この結果を表13に示した。その結果、誤差は最大で15%であり、ほとんどの場合で誤差10%以内であった。この結果より、数値計算アプリケーションは当該海域における波浪を高い精度で計算できていることが明らかとなった。

表13 精度検証の結果

No.	波向き	波高実測値(m)		推算された 岸観測点の 波高(m)	計算精度(%) 推算値/実測値 ×100
		沖 観測点	岸 観測点		
1	N	0.98	0.77	0.73	95
2	N	0.52	0.40	0.38	95
3	NNW	0.90	0.79	0.83	105
4	NNW	0.34	0.27	0.31	115
5	NW	0.35	0.30	0.32	107
6	NW	0.59	0.56	0.57	102
7	WNW	0.57	0.55	0.54	98
8	WNW	0.49	0.50	0.48	96
9	W	0.50	0.50	0.44	88
10	W	0.59	0.54	0.56	104

(ウ) 底面流速の検証結果

表12に示した波浪条件を用いて、数値計算アプリケーションで岸観測点の底面流速を推算した。それらの値と、観測点に設置した流速計による実測値を比較し、計算精度の検証を行った。なお、No.6の波向きNWについては、観測時に流速計が電池切れになっており流速データが得られなかった。また、波向きNWについて先述の条件を満たす観測期間がほかに無いため、波向きNWについての検証は1パターンのみとした。

表14に岸観測点における推算値と実測値および計算精度を示した。その結果、すべての場合において、計算値が実測値を下回った。このような誤差が得られた原因を明らかにするため、計測器で得られたデータから、流向・流速がどのように変化するかを調べた。図7に平成24年8月6日20時00分00秒から30秒間に流速計が0.5秒間隔で測定した流向・流速を表した。これを見ると、振動流が発生している様子はいかがえるが、流向・流速の変化について規則性が低いように見える。このように流向・流速が変化する原因としては、流速計

のセンサー部を増殖礁の天端とほぼ同じ高さになるように、六脚ブロックに設置していることが挙げられる。センサー部周囲のブロックなどの複雑な地形があり、それに流れが当たることによって生じる乱れや渦が流向・流速に不規則な変化を与えていることが想像される。また、それらの起伏が抵抗となり流れを減衰させることにより、実測値が推算値より低くなったと考えられた。数値計算アプリケーションでは、このような複雑な底面形状を考慮していない。このため、ブロックや転石などにより海底面に大きく複雑な起伏がある場所では、実際の流速よりも大きな値を推算している可能性があると思われる。

表14 岸観測点における底面流速の計算精度

No.	波向き	実測値 (cm/s)	推算値 (cm/s)	計算精度(%) 推算値/実測 値×100
1	N	183.8	187.0	102
2	N	83.5	100.3	120
3	NNW	155.3	218.1	140
4	NNW	38.2	76.2	199
5	NW	49.2	78.3	159
6	NW	流速データなし	-	-
7	WNW	126.2	144.3	114
8	WNW	91.2	126.3	138
9	W	56.3	57.1	101
10	W	76.2	151.7	199

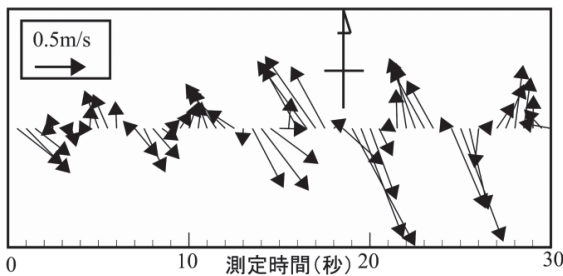


図7 岸観測点で観測された底面流速・流向 (8月6日20時0分から30秒間)

(エ) ウニ食圧マップの計算結果

ウニ食圧マップの作成に使用した沖波諸元を表15に示した。波高、周期についてはナウファスが提供する有義波の波高、周期を月平均したものである。波向き

については、ナウファスの測器が故障しており測定できないため、昨年度に食圧マップ計算に用いた波向きと同じと見なした。計算方法は昨年度と同様であるが、底面流速が数値計算アプリケーション推算値よりも小さくなることが多く、推算値の2分の1程度となる場合もあることも明らかとなっており、底面流速が小さくなるとウニの食圧は大きくなるため、推算された底面流速で食圧を評価した場合、実際の食圧を過小評価する可能性がある。そこで、昨年度と同じ計算方法に加え、推算された底面流速の2分の1の値を用いた食圧の計算も行った。これらを図8に示した。図中の食圧1とは、ウニが最大摂食速度で摂餌できることを表している。左側のマップは昨年度と同様の計算によるものであり、右側のマップは底面流速を推算値の2分の1として食圧を計算したものである。2種類のマップの違いを見ると、当然ではあるが、底面流速を2分の1として計算した方が、食圧の発生する範囲が大きくなっていった。磯焼けが問題となっている沿岸部の食圧に着目すると、2種類のマップに大きな違いが見られた。底面流速を2分の1とした計算結果では、岸近くまで食圧が高く、増殖礁内部の食圧はほぼゼロであるが、その周囲には高い食圧が生じていると評価された。一方、昨年度と同様の手法で計算した結果では、5月から9月においても岸近くの食圧は低く区、嵩上げ礁の沖端よりも数十m沖合までが食圧ゼロと評価していた。このように、2種類の計算方法において、岸に近いごく沿岸域の食圧の評価が大きく異なることが分かった。海藻類の分布調査の結果では、増殖礁では海藻が確認されたが、対照区では全く確認されていない。底面流速を2分の1として計算した食圧マップはその状況と一致していたことから、この計算方法が従来の方法に比べて当該海域の食圧を計算するに適していると考えられた。

表15 食圧の計算に用いた波浪諸元

対象期間	波高(m)	周期(秒)	波向き
5月	0.52	4.14	W
6月	0.45	4.30	W
7月	0.48	4.19	W
8月	0.50	4.27	W
9月	0.45	4.32	W

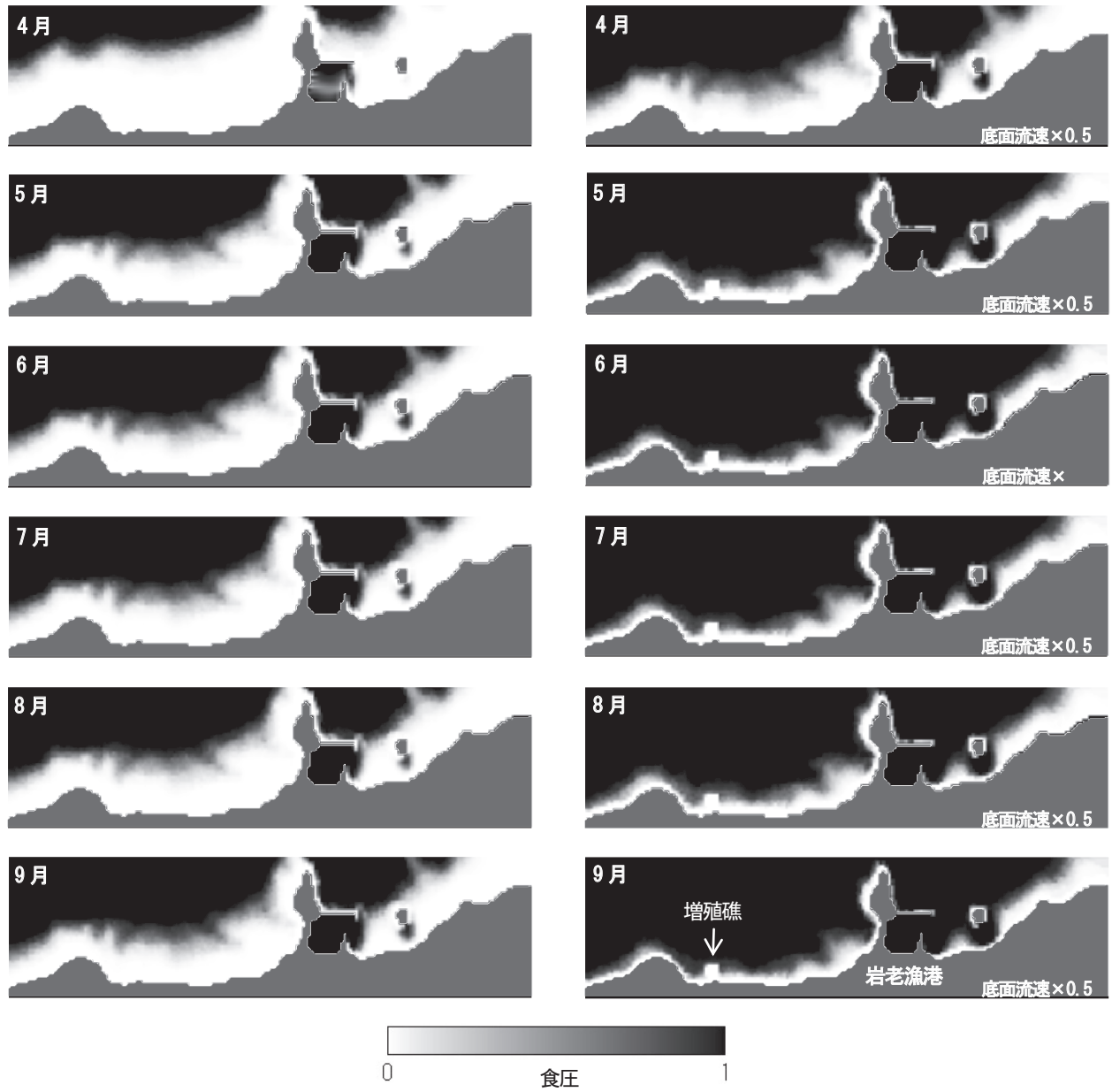


図8 推算されたウニの摂食圧（食圧1は最大摂食速度で摂食可能なことを意味する）

12. 2 藻場及び魚礁における餌料供給機能に関する調査業務

担当者 資源増殖部 水産工学グループ 櫻井 泉
協力機関 道水産林務部水産振興課

(1) 目的

クロソイを含むフサカサゴ科の魚類（ソイ類）の多くは卵胎生であり、出産後半年～2年の稚魚期をガラモ場などの藻場で過ごした後、成魚期には水深50m以上の深の岩礁域や魚礁域に生息場を移すことが知られている。さらに、繁殖期に交尾した雌個体は浅所に移動し、出産するといった生活史を持つことが報告されている。このため、産卵・成育場となる藻場や生息場となる岩礁・魚礁域を一つの空間として捉え、餌料環境を主体とした環境整備を一体的に行うことがソイ類を頂点とした岩礁生態系の生物生産力向上には効果的と考えられる。

こうした中、水産庁では水産資源の増大と豊かな生態系の維持を図るため、現行の漁場整備手法を見直し、H22年12月に水産生物の動態・生活史に対応した良好な生息環境空間を創出するための水産環境整備の基本方針を策定している。また、北海道においても水産環境整備の実施に向けて、対象魚種の絞り込みや生活史の整理とともに、マスタープランを作成したところである。

以上の背景を踏まえ、本業務はソイ類を対象として藻場および魚礁域における餌料環境の現況評価を実施し、今後計画される水産環境整備事業に向けた設計基準の策定に供するための基礎資料を得ることを目的として、以下の調査を実施する。

ア 藻場調査：小樽市忍路湾のガラモ場を対象として、ソイ類の生息密度をビデオ撮影により推定するとともに、胃内容物調査により食性を評価する。また、ガラモ場における葉上、底生および葉間動物の種組成および現存量を明らかにし、生物生産力の現況を評価する。

イ 魚礁調査：余市町沖の既設魚礁を対象として、ソイ類の生息密度をビデオ撮影により推定するとともに、漁獲物を用いた胃内容物調査により食性を評価する。また、魚礁域における付着・底生動物および動物プランクトンの種組成および現存量を明らかにし、生物生産力の現況を評価する。

(2) 経過の概要

ア 藻場調査

(ア) 餌料環境の現況評価

平成24年6月、9月、12月および平成25年2月に、小樽市忍路湾西岸の主にフシスジモクで構成されるガラモ場内に5つの調査定点（St.1～5）を設置し、ソイ類稚魚の餌料生物と想定される葉上、底生および葉間動物の種組成および現存量の調査を行った（図1）。また、葉上動物については、4月、5月、7月、8月、10月、11月、1月および3月にもSt.3において同様の調査を実施した。なお、本調査では、葉上動物を海藻葉体上に付着する動物群、底生動物を海藻仮根部周辺の岩盤上に生息する動物群、および葉間動物を海藻茎状部周辺に蟄集・遊泳する動物群として取り扱うこととした。

葉上動物の調査では、各定点において海藻の坪刈り採集を行った。採集面積を1m²とし、採集に際しては葉上動物が散逸しないように海藻を目合0.5mmの網袋で囲い込んだ後、仮根部から刈り取り、これを網袋ごと水揚げした。これらを実験室に持ち帰り、ぬるま湯（約35℃の水道水）を入れたバケツに浸して十分に濯ぐことにより葉上動物を洗い落とし、これを選別・回収し、5%ホルマリン海水で固定した。後日、葉上動物を実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。また、海藻についても、種類を同定するとともに、種類ごとに湿重量を秤量した。

底生動物の調査では、各定点において海藻の坪刈り採集を行った後、岩盤上に生息する動物を徒手により採集した。採集面積は、葉上動物と同様に1m²とした。採集した底生動物については、5%ホルマリン海水で固定した後、実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。

葉間動物の調査では、各定点においてプランクトンネット（NXX13）の水平曳きを行った。曳網範囲は、葉上動物の混入を防ぐため、海藻群落内のギャップ部

分とし、海藻茎状部に位置する海底上5cmの層を約5m曳網した。採集した葉間動物については、5%ホルマリン海水で固定した後、実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数を計測した。また、葉間動物全体の湿重量を秤量した。

なお、本調査では、調査期間を通して各動物の種組成に定点による顕著な差が認められなかったため、結果については各定点の総計値で表示した。

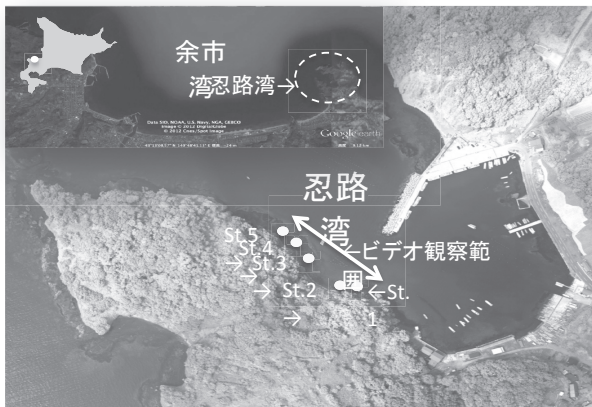


図1 調査地点図 (藻場調査)

(イ) 稚魚の生息密度と食性の解析

稚魚の生息密度を把握するため、図1に示した平磯外縁に沿って幅1m、距離50mの範囲を対象に潜水によるビデオ撮影を行った。撮影は、平成24年4月～平成25年3月の間に月1回の間隔で実施した。得られたビデオ映像を用いて観測範囲内に出現するクロソイおよびアイナメの尾数を計数し、総尾数/観測面積(1m×50m=50m²)により生息密度を推定した。また、ビデオ撮影後には、稚魚の食性を明らかにするため、観測範囲内に生息するクロソイおよびアイナメの採集を行った。採集には巻網(長さ10m、高さ5m、目合20mm)を使用し、一定範囲を巻網で囲い込んだ後、網の中の稚魚を潜水により手網で捕獲した。捕獲した稚魚については、麻酔剤(田村製薬社製:FA100)を溶した海水中で昏睡させた後、10%ホルマリン海水で固定した。これらを実験室に持ち帰り、稚魚の全長および重量を計測した後、胃を含めた消化管を摘出し、内容物を実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。

イ 魚礁調査

(ア) 餌料環境の現況評価

平成24年6月、9月および12月に、余市町白岩沖の既設魚礁(並型1.8m円筒型:昭和51～59年および平成

3年設置)を対象として(図2)、魚礁ブロック表面に生息する付着動物および魚礁周辺に生息する底生動物と動物プランクトンの種組成と現存量の調査を行った。

付着動物の調査では、魚礁ブロック表面に設けた任意の5点において、潜水により1/4m²の枠内に生息する動物を採集し、5%ホルマリン海水で固定した。これらを実験室に持ち帰り、肉眼あるいは実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。

底生動物の調査では、魚礁ブロックから5mの範囲内に設けた任意の5点において、潜水によりコアサンプラー(採集面積0.03m²)を砂面に差し込んで底泥を採集し、これを1mm目合の網袋を用いて船上でふるった後、袋内の残留物を5%ホルマリン海水で固定した。これらを実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。

動物プランクトンの調査では、魚礁群の直上において、プランクトンネット(NXX13)の垂直曳きを、場所を変えて5回実施し、採集物を5%ホルマリン海水で固定した。これらを実験室に持ち帰り、メスシリンダーを用いて沈殿物の容積を計測した後、実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数を計測した。



図2 調査地点図 (魚礁調査)

(イ) 魚類蛸集量の現況評価

当該魚礁に蛸集するソイおよびアイナメ類の生息密度を把握するため、付着・底生動物の採集に並行して潜水により魚礁周辺のビデオ撮影を行った。撮影は、魚礁群の中心部において半径5m、高さ2m（体積157m³）の範囲を対象とし、ビデオ映像から確認されるソイ・アイナメ類の尾数から生息密度を推定した。

(ウ) 成魚の食性解析

平成24年6月および12月に、上述の既設魚礁近傍に設置された定置網で漁獲され、余市郡漁業協同組合に水揚げされたクロソイを入手した。このうち、生存個体を対象に先述の麻酔剤を溶した海水中で昏睡させ、全長および重量を計測した後、胃内容物の消化が進んでいない10~20個体を選別して胃を含む消化管を摘出した。これを5%ホルマリン海水で固定した後、内容物を実体顕微鏡下で同定するとともに、種類ごとに個体数の計測と湿重量の秤量を行った。

(3) 得られた結果

ア 藻場調査

(ア) 海藻の種組成と現存量

採集された海藻の種組成を湿重量組成として表1に示した。当該藻場では、緑藻、褐藻、紅藻および単子葉植物の4網で構成される24種類の海藻草が採集された。また、調査期間を通してフシスジモクが48~96%の比率で優占するとともに、4~8月にはエゾヤハズ、マクサ、オバクサおよびダルス、9~3月にはアカバなどが比較的高い比率で出現した。

海藻現存量は7月の4.6kg/m²をピークに、9月には2.6kg/m²、11月には1.5kg/m²に減少したが、12月には増加に転じ、3月には2.2kg/m²となった。なお、北海道日本海南西部沿岸におけるフシスジモク群落の生活年周期は、緩生長期（9月~2月）、急生長期（2月~6月）、成熟期（6月~7月）および枯死・流失期（7月~9月）の4期に分けられており、本調査で観察された海藻の季節的消長は、優占種であるフシスジモクの生活史を反映したものと考えられた。

(イ) 葉上動物の種組成と現存量

当該藻場では、調査期間を通して12動物門189種の葉上動物が採集された。その種組成を個体数および湿重量組成としてそれぞれ表2および表3に示した。個体数組成は、調査期間を通して巻貝類、多毛類および端脚類が優占したが、その順位には季節による変化がみられた。すなわち、4月は端脚類のカマキリヨコエビ

(19.9%)、ワレカラ（16.5%）およびタテソコエビ（4.1%）の順、5月は多毛類の*Nereis*属（38.4%）、線形動物（34.1%）およびタテソコエビ（5.4%）の順、6月は*Nereis*属（35.0%）、盤足目の巻貝（19.3%）および線形動物（5.9%）の順、7月は巻貝類のチグサガイ（35.9%）とチャイロタマキビ（10.4%）および二枚貝類のノミハマグリ（9.2%）の順、8月はタナイス類のノルマンタナイス（23.9%）、ベニバイ（10.0%）およびノミハマグリ（8.8%）の順、9月は巻貝類のチャツボ（20.1%）とベニバイ（17.0%）および端脚類のドンガメヨコエビ（5.7%）の順、10月~12月はベニバイ（33.7~72.5%）、チャツボ（4.3~16.6%）およびタテソコエビ（1.8~9.1%）の順、1月はベニバイ（33.3%）、タテソコエビ（20.6%）および端脚類のワレカラ（6.5%）の順、2月はカマキリヨコエビ（28.1%）、ワレカラ（8.7%）およびタテソコエビ（8.3%）の順、3月はチャツボ（38.6%）、カマキリヨコエビ（12.9%）およびベニバイ（8.9%）の順となった。一方、湿重量組成は巻貝類が優占したが、その順位には個体数組成と同様、季節による変化がみられた。すなわち、4月はタマキビ（45.4%）、チグサガイ（13.9%）およびコシダカガンガラ（4.0%）の順、5月はコシダカガンガラ（23.3%）、クボガイ（21.0%）およびチグサガイ（11.8%）の順、6月はエゾヒバリガイ（19.8%）、コシダカガンガラ（11.9%）およびチグサガイ（11.1%）の順、7月はチグサガイ（23.8%）、イソギンチャク目の一種（14.2%）およびクボガイ（13.8%）の順、8月は十脚類のテナガホンヤドカリ（16.9%）、コシダカガンガラ（14.4%）およびチグサガイ（13.0%）の順、9月はハナチグサガイ（22.2%）、コシダカガンガラ（16.8%）およびベニバイ（6.2%）の順、10月はベニバイ（36.8%）、ハナチグサガイ（17.9%）およびニシキエビス（12.9%）の順、11月はベニバイ（39.7%）、コシダカガンガラ（26.8%）およびハナチグサガイ（14.2%）の順、12月は二枚貝類のコベルトフネガイ（35.3%）およびベニバイと十脚類のヨツバモガニ（各々13.3%）の順、1月はコウダカチャイロタマキビガイ（28.6%）、ベニバイ（27.6%）およびタマキビ（8.1%）の順、2月はクボガイ（23.4%）、コシダカガンガラ（17.8%）およびタマキビ（14.6%）の順、3月はコウダカチャイロタマキビ（28.5%）、ベニバイ（11.6%）およびハナチグサガイ（7.5%）の順となった。

一方、葉上動物の個体密度は949.5~20,619.0個体/m²、現存量は14.8~130.0g/m²の範囲内にあるとともに、密

度は7月、現存量は6月をピークに、それぞれ2月には949個体/m²および18.2g/m²に減少した。このような葉上動物の個体密度および現存量変化は、昨年度の調査でも同様の傾向が認められており、生活基盤となるフシスジモクの季節的消長を反映したものと推察された。なお、密度と現存量のピークが異なったのは、優占種の個体重量の差が原因と考えられた。

表1 採集された海藻の湿重量組成 (単位%)

種類	4/9	5/8	6/14	7/11	8/6	9/5	10/9	11/13	12/4	1/8	2/6	3/1
ヒトクサ	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アナアオサ	5.0	0.5	0.0	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
シオミドロ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0
エゾヤハス	16.0	0.0	0.0	11.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
ホソメコブ	0.0	8.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
スジメ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
ワカメ	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ウツロノオ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
フシスジモク	48.0	66.3	77.2	70.1	75.3	85.2	87.2	89.5	95.9	94.7	92.3	93.0
マクサ	15.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オハクサ	4.6	0.0	0.0	10.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
アカバ	0.0	2.8	3.2	0.0	0.0	14.8	12.8	7.3	3.3	2.7	0.0	4.6
キヨウヒモ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ムナヅリ	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヒラムカデ	0.0	9.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	1.5	0.0	0.0
アカハギンソウ	3.5	3.9	6.1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4
ツノマタ	0.0	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
トゲツノマタ	2.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
ダルス	1.3	0.0	3.3	0.0	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
フツツナギ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
コスジフツツナギ	3.2	1.5	1.2	0.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0
イムラサキ	0.0	5.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8
フジマツモ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
スガモ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表2 葉上動物の個体数組成 (上位15種, 単位%)

種類	4/9	5/8	6/14	7/11	8/6	9/5	10/9	11/13	12/4	1/8	2/4	3/1
線形動物門	0.5	34.1	5.9	1.2	0.9	1.2	0.2	0.1	0.3	1.0	0.3	0.2
チグサガイ属	0.0	0.0	0.0	35.9	2.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ベニバイ	1.4	0.1	0.2	2.4	10.0	17.0	56.6	72.5	33.7	33.3	7.5	8.9
チャイロマキビ	0.0	0.0	2.1	10.4	6.4	2.2	1.1	1.8	0.7	1.5	0.0	0.0
チャツボ	1.2	1.8	3.2	0.9	4.0	20.1	14.5	4.3	16.6	2.1	1.7	38.6
盤足目	1.1	1.7	19.3	2.5	1.1	1.1	0.0	0.1	0.4	0.8	1.2	4.2
ミハマグリ	0.4	0.1	1.8	9.2	8.8	2.2	0.0	1.7	1.6	1.2	0.6	0.4
Nereis 属	0.0	38.4	35.0	3.8	5.6	3.5	0.5	1.2	1.6	1.7	2.7	1.4
ルマンタイス	0.0	0.0	0.0	0.7	23.9	3.3	0.0	0.0	0.2	0.7	0.1	0.1
ヒゲナヨコエビ属	0.2	0.3	2.4	4.1	4.1	4.1	0.3	0.0	0.3	0.0	1.1	0.0
ドロウダムシ属	1.1	2.9	2.7	5.4	0.9	5.3	0.3	0.1	0.4	0.3	1.8	0.0
カマキヨコエビ属	19.9	1.4	0.5	2.4	1.7	0.4	0.3	0.4	6.1	5.8	28.1	12.9
タリヨコエビ属	4.1	5.4	0.7	1.1	5.1	2.2	8.9	1.8	9.1	20.6	8.3	0.1
トンガメヨコエビ	0.3	0.9	0.9	1.2	5.3	5.7	0.6	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
ワレカラ属	16.5	0.0	0.2	0.5	2.8	0.9	2.3	0.2	1.1	6.5	8.7	5.8
その他	53.4	12.9	25.0	18.2	16.5	30.5	14.3	15.7	27.7	24.4	37.9	27.3

表3 葉上動物の湿重量組成 (上位15種, 単位%)

種類	4/9	5/8	6/14	7/11	8/6	9/5	10/9	11/13	12/4	1/8	2/4	3/1
イリキンチャク目	0.2	5.4	4.4	14.2	6.5	6.0	0.6	0.1	0.2	2.3	0.4	2.1
クボガイ	0.0	21.0	7.1	13.8	6.4	1.9	0.0	0.0	9.3	0.0	23.4	0.0
ベリアキクホガイ	0.0	0.0	7.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
コシダカガンガラ	4.0	23.3	11.9	6.6	14.4	16.8	7.4	26.8	4.9	0.0	17.8	0.0
ハナチグサガイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	17.9	14.2	7.0	7.9	1.0	7.5
チグサガイ	13.9	11.8	11.1	23.8	13.0	3.0	1.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
シキエビ	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	4.1	12.9	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0
ヤマザンショウガイ	0.0	0.0	5.0	3.6	5.6	2.7	3.9	0.8	1.1	0.0	0.6	0.6
ベニバイ	1.1	0.5	0.2	1.6	2.3	6.2	36.8	39.7	13.3	27.6	4.4	11.6
コシダカガンガラ	4.0	4.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	4.2	28.6	11.3	28.5
マキビ	45.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	14.6	0.0
コバルトフネガイ	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	0.0	0.0	0.0
エゾヒバリガイ	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
チナガホンヤドカリ	0.8	1.9	1.4	6.7	16.9	5.1	2.3	0.4	0.4	1.2	1.1	0.5
ヨツバモカニ	0.0	0.6	0.0	0.4	6.4	4.0	0.1	0.0	13.3	4.9	0.0	0.0
その他	30.6	30.7	25.7	24.8	25.8	27.9	17.0	11.4	8.1	19.3	25.4	49.1

(ウ) 底生動物の種組成と現存量

当該藻場では、調査期間を通して11動物門129種の底生動物が採集されるとともに、葉上動物と共通した種が61種確認された。底生動物の種組成を個体数および湿重量組成としてそれぞれ表4および表5に示した。個体数組成では、調査期間を通して巻貝類、多毛類および端脚類が優占したが、その順位には季節変化がみられた。すなわち、6月はNereis属の多毛類(17.3%)、端脚類のユンボソコエビ(11.2%)およびヒゲナガヨコエビ(5.8%)の順、9月は巻貝のチャツボ(24.2%)、タマツボ(15.8%)および端脚類のカマキリヨコエビ(5.8%)の順であったが、12月は巻貝のクボガイ(15.5%)、Nicolea属の多毛類(9.6%)および巻貝のコシダカガンガラ(6.8%)の順、2月は巻貝のタマキビ(13.1%)、線形動物(7.8%)およびクボガイ(6.7%)の順に変化した。また、湿重量組成では、調査期間を通して巻貝類と二枚貝類が優占したが、その順位は個体数組成と同様、季節により変化した。すなわち、6月は二枚貝のムラサキガイ(55.3%)、エゾヒバリガイ(14.2%)および巻貝のヒメエゾボラ(9.8%)の順、9月はイトマキヒトデ(54.0%)、クボガイ(14.1%)およびコシダカガンガラ(9.8%)の順に高い比率を示したが、12月はクボガイ(24.8%)、ムラサキガイ(24.0%)およびエゾヒバリガイ(17.6%)の順、2月はムラサキガイ(39.6%)、クボガイ(17.1%)およびコシダカガンガラ(14.3%)の順となった。

一方、底生動物の個体密度には周年を通して大きな変動はなく、249.4~348.2/m²の範囲内であったが、現存量は9月の46.1g/m²から12月の586.9g/m²まで大きく変動した。なお、9月に現存量が大きく低下したのは、個体重量の大きいムラサキガイやエゾヒバリガ

イの採集数が少なかったためと考えられた。

表4 底生動物の個体数組成 (上位15種, 単位%)

種類	6/14	9/5	12/4	2/6
イソギンチャク目	1.3	0.9	4.0	3.6
線形動物門	4.1	0.4	4.3	7.8
クホガイ	0.8	0.5	15.5	6.7
ゴシ幼ガンガラ	1.3	0.9	6.8	6.1
ハナチグサガイ	0.3	4.5	0.8	1.2
タキビ	0.0	0.0	0.0	13.1
チャツボ	0.7	24.2	3.1	2.7
タマツボ	0.7	15.8	1.0	0.7
ヒメガイ	4.6	0.3	1.6	0.9
Nereis 属	17.3	1.1	2.8	1.4
Nicolea属	1.8	0.4	9.6	4.1
ヒゲナガヨコエ属	5.8	1.6	0.0	0.3
ユンボヨコエ属	11.2	0.3	0.4	4.8
ドロクダムシ属	3.9	1.8	1.2	2.9
カマキヨコエ属	0.0	5.8	1.3	5.6
その他	46.3	41.5	47.5	38.0

表5 底生動物の湿重量組成 (上位15種, 単位%)

種類	6/14	9/5	12/4	2/6
ユキカサガイ	0.0	0.0	1.6	0.0
エゾアヒ	0.0	0.0	7.9	0.0
クホガイ	2.7	14.1	24.8	17.1
ヘソアキクホガイ	3.0	0.0	0.0	0.0
ゴシ幼ガンガラ	2.6	9.8	9.1	14.3
タキビ	0.0	0.0	0.0	10.6
ヒメエゾボラ	9.8	0.0	0.0	1.8
コベルトフネガイ	3.3	0.0	0.3	0.8
ガイ	0.0	0.0	0.0	2.3
ムラサキガイ	55.3	0.0	24.0	39.6
エゾヒバリガイ	14.2	0.0	17.6	6.7
ヨツハマガニ	0.0	0.0	1.2	0.5
イマキヒトデ	0.0	54.0	0.0	0.0
エゾハファンウニ	4.8	1.9	1.7	2.1
キタムラサキウニ	0.0	0.0	6.6	0.0
その他	4.2	20.1	5.2	4.0

(工) 葉間動物の種組成と現存量

当該藻場では、調査期間を通して9動物門119種の葉間動物が採集された。その個体数組成は、葉上および底生動物と同様、季節による構成種の変化がみられた(表6)。すなわち、6月はフネガタソコミジンコ *Microsetella norvegica* (56.7%), *Oithona similis* (8.4%) およびミナソコミジンコ科の一種 (3.2%) の順に高い比率を示したが、9月は橈脚類のノープリウス幼生 (12.2%), *Oithona* spp.の幼生 (7.8%) および多毛類の幼生 (6.7%) の順、12月は橈脚類のノープリウス幼生 (13.0%), ミナソコミジンコ科の一種 (9.6%) および *Oithona* spp.の幼生 (8.6%) の順、2月は有孔虫の一種とソコミジンコ科の幼生 (各々 18.5%) および橈脚類のノープリウス幼生 (10.8%) の順に変化した。

一方、葉間動物の個体密度は54.1~1,174.6/0.01m³,

現存量は1.2~5.8g/m³の範囲内にあるとともに、両者とも6月~12月にかけて減少し、その後2月にかけて増加する傾向がみられた。このような季節変化は、葉上動物と同様、生活基盤となるフシスジモクの季節的消長を反映したものと推察された。

表6 葉間動物の個体数組成 (上位15種, 単位%)

種類	6/14	9/5	12/4	2/4
有孔虫の一種	1.1	5.9	0.0	18.5
多毛類の幼生	0.7	6.7	4.9	0.0
<i>Acartia</i> sp. (幼生)	2.2	2.3	0.0	0.0
<i>Oithona similis</i>	8.4	0.4	2.1	0.5
<i>Oithona</i> spp. (幼生)	3.0	7.8	8.6	1.0
<i>Microsetella norvegica</i>	56.7	0.5	0.5	0.0
<i>Microsetella norvegica</i> (幼生)	2.8	0.0	0.0	0.0
ソコミジンコ科の一種 (幼生)	0.0	0.0	0.0	18.5
<i>Paradactylopadia</i> sp.	1.8	2.4	0.0	0.5
<i>Robertgurneya</i> sp.	1.9	1.2	0.0	0.0
<i>Robertgurneya</i> sp. (幼生)	1.0	3.0	0.0	0.0
ミナソコミジンコ科の一種 (幼生)	3.2	2.6	9.6	3.0
ミナソコミジンコ科の一種 (幼生)	2.3	5.1	6.9	5.3
ハルバクテス目の一種 (幼生)	1.2	2.7	0.0	0.0
橈脚類のノープリウス幼生	2.5	12.2	13.0	10.8
その他	11.3	47.2	54.4	41.8

(オ) 稚魚の生息密度

ビデオ映像により確認されたクロソイおよびアイナメ稚魚の尾数を表7に示した。クロソイ稚魚は6月~11月、アイナメ稚魚は6月~12月に生息が確認された。また、クロソイ稚魚の出現尾数は7月から増加し、10月の25尾をピークに、11月には1尾に減少したが、アイナメ稚魚の尾数は、出現期間を通して1~5尾の範囲内ではほぼ横ばいに推移した。今回の調査では、対象とした藻場の面積を測定していないが、藻場の岸沖方向の幅を平均5mとすると、250m²の藻場に対する稚魚の密度を推定したことになるので、ここでは藻場面積当たりの稚魚密度 (尾数/100m²) を「総尾数÷藻場面積」により算出した。その結果、クロソイおよびアイナメ稚魚の出現期間における平均密度は、それぞれ0.4~5.0尾/100m²および0.4~2.0尾/100m²と推定された。

表7 ビデオ画像により確認された稚魚の尾数

	4/9	5/8	6/14	7/11	8/6	9/5	10/9	####	12/4	1/8	2/6	3/1
クロソイ	0	0	2	2	9	16	25	1	0	0	0	0
アイナメ	0	0	3	2	4	0	2	5	1	0	0	0

(カ) 稚魚の食性

食性解析用の標本として、クロソイについては7月~10月にかけて全長3.0~7.7cm (重量1.0~11.9g) の個体を計47尾、アイナメについては6月~10月にかけて全長6.2~17.5cm (重量3.3~118.3g) の個体を計13尾採集することができた。また、計測された全長から、クロソイは当年5月~6月生まれの0歳群、アイナメは

前年9月～11月生まれの0～1歳群と推定された。

7月～10月にかけて採集されたクロソイ稚魚の胃内容物について、その組成を個体数および湿重量ベースで整理し、それぞれ表8および表9に示した。優占的に検出された餌生物は、両組成とも月による変動がみられた。すなわち、個体数ベースでは、7月～9月にかけては葉間性の*Acartia steueri* (10.3～71.2%)や*Acartia*属の幼生 (5.2～6.9%)の比率が高く、9月～10月にかけては葉上性のカマキリヨコエビ (28.1～40.7%)が最も多く検出された。また、7月には葉間性のカラヌス目の一種 (75.9%)、10月には葉間性のアミ科の一種 (10.8%)や葉上性のドロクダムシ (9.0%)が比較的多く認められた。一方、湿重量ベースでは、7月にカラヌス目の一種 (100.0%)が優占したのは個体数ベースと同様であったが、8月～10月にかけては個体重量の大きい稚魚類 (タウエガジ科やカジカ科の種を含む; 44.0～80.8%)や十脚類 (モエビ科、長尾類、ホンヤドカリ属およびイワガニ科の種を含む; 4.6～18.2%)が高い比率で検出された。以上の結果から、当該ガラモ場におけるクロソイ稚魚は、昨年度の結果と同様、葉上性の端脚類や葉間性の橈脚類に加え、稚魚類や底生性の十脚類を餌料として広く利用しているものと推察された。

6月～10月にかけて採集されたアイナメ稚魚の胃内容物について、その組成を個体数および湿重量ベースで整理し、それぞれ表10および表11に示した。優占的に検出された餌生物は、クロソイ稚魚と同様、両組成とも月による変動がみられた。すなわち、個体数ベースでは、6月は底生性のハイハイドロクダムシ (15.5%)やメリタヨコエビ (7.2%)の比率が高く、8月も消化の進んだ端脚類 (30.0%)が優占して検出されたが、9月は葉上性のタナイス*Leptochelia* sp. (24.3%)や端脚類のユンボソコエビ (8.8%)、10月は消化の進んだ腹足類や多毛類 (ともに20.0%)が高い比率で認められた。また、湿重量ベースでは、6月は底生性のイワガニ (15.6%)、イガラシツノモエビ (11.2%)およびケブカホンヤドカリ (10.2%)が高い比率で検出されたが、8月はメバル属の稚魚 (33.7%)、9月はカジカ科やネズツポ科の稚魚 (各々32.1%および14.9%)、10月は消化の進んだモエビ (39.9%)や多毛類 (24.9%)の比率が高かった。なお、8月以降の餌生物は、すべて葉間を遊泳している種と推察された。以上の結果から、当該ガラモ場におけるアイナメ稚魚は、底生性および葉間性のタナイス類、端脚類、十脚類および稚魚類を餌料として広く利用しているものと考えられた。

表8 クロソイの胃内容物組成 (個体数ベース, 単位%)

餌	7/11	8/6	9/5	10/9
<i>Acartia steueri</i>	10.3	71.2	27.9	0.0
<i>Acartia</i> sp.	3.4	8.3	4.6	0.0
<i>Acartia</i> sp.(幼生)	5.2	5.8	6.9	0.0
<i>Tortanus</i> sp.(幼生)	3.4	0.6	0.0	0.0
カラヌス目	75.9	2.5	3.1	0.0
ソコエビ目	0.0	0.0	0.0	7.2
モエビ属	0.0	0.0	5.1	0.0
Mysidae アミ科	0.0	0.6	1.2	10.8
ヒゲカヨコエビ属	0.0	1.2	3.8	3.6
ドロクダムシ属	0.0	0.6	6.3	9.0
カマキリヨコエビ属	0.0	0.6	28.1	40.7
端脚類破片	0.0	0.0	0.0	3.6
モエビ科	0.0	0.0	0.0	3.6
ホンヤドカリ属	0.0	0.0	0.0	3.6
イワガニ科	0.0	0.0	0.8	3.6
十脚目破片	0.0	0.0	0.0	3.6
カジカ科	0.0	0.0	0.0	3.6
魚類不明	0.0	0.6	0.8	3.6
不明消化物(動物)	0.0	0.6	0.8	3.6
その他	1.7	7.4	10.7	0.0

表9 クロソイの胃内容物組成 (湿重量ベース, 単位%)

餌	7/11	8/6	9/5	10/9
<i>Acartia steueri</i>	0.0	2.5	3.9	0.0
カラヌス目	100.0	0.0	0.0	0.0
モエビ属	0.0	0.0	3.9	0.0
ヒゲカヨコエビ属	0.0	5.4	1.2	0.1
ドロクダムシ属	0.0	0.0	3.2	0.0
カマキリヨコエビ属	0.0	0.0	14.4	0.3
モエビ科	0.0	0.0	0.0	4.1
長尾類不明	0.0	6.5	0.0	0.0
ホンヤドカリ属	0.0	0.0	0.0	9.2
イワガニ科	0.0	0.0	4.6	4.7
カジカ科	0.0	0.0	0.0	65.1
タウエガジ科	0.0	0.0	12.7	0.0
魚類不明	0.0	80.6	31.3	15.7
不明消化物(動物)	0.0	1.6	18.0	0.2
その他	0.0	3.3	6.9	0.6

表10 アイナメの胃内容物組成 (個体数ベース, 単位%)

餌	6/14	8/6	9/5	10/9
腹足類不明	0.0	20.0	5.1	20.0
<i>Dodecaceria</i> sp.	6.2	0.0	0.0	0.0
多毛類不明	0.0	0.0	0.0	20.0
<i>Leptochelia</i> sp.	0.0	0.0	24.3	0.0
ユンボソコエビ属	5.8	0.0	8.8	0.0
ハイハイドロクダムシ属	15.5	0.0	0.0	0.0
メリタヨコエビ属	7.2	0.0	4.0	0.0
端脚類不明	7.8	30.0	4.0	0.0
ヤマトモエビ	6.2	0.0	0.0	0.0
モエビ科	3.1	0.0	0.0	20.0
テガホンヤドカリ	1.6	10.0	1.3	0.0
イワガニ科	5.4	0.0	0.0	0.0
短尾類不明	0.0	10.0	1.3	0.0
十脚目破片	0.0	0.0	0.0	20.0
メバル属	0.0	10.0	0.0	0.0
ネスツポ科	0.0	0.0	5.4	0.0
不明消化物	1.6	10.0	1.3	20.0
スガモ	0.0	10.0	0.0	0.0
その他	39.6	0.0	44.3	0.0

表11 アイナメの胃内容物組成 (湿重量ベース, 単位%)

餌	6/14	8/6	9/5	10/9
イカイム科	0.0	0.0	5.0	0.0
腹足類不明	0.0	2.4	5.8	7.5
多毛類不明	0.0	0.0	0.0	24.9
仿ラッコモエビ	11.2	0.0	0.0	0.0
モエビ科	1.9	0.0	0.0	39.9
テナガホンヤドカリ	9.9	5.5	9.1	0.0
ケブカホンヤドカリ	10.2	0.0	0.0	0.0
イワガニ科	15.6	0.0	0.0	0.0
短尾類不明	0.0	5.8	1.7	0.0
十脚目破片	0.0	0.0	0.0	9.2
マバル属	0.0	33.7	0.0	0.0
ガシカ科	0.0	0.0	32.1	0.0
ネスッコ科	0.0	0.0	14.9	0.0
ハゼ科	0.0	0.0	6.7	0.0
魚類不明	14.4	0.0	1.5	0.0
不明消化物	25.9	18.4	15.1	18.5
スガモ	0.0	33.6	0.0	0.0
その他	11.0	0.5	8.1	0.0

イ 魚礁調査

(ア) 付着動物の種組成と現存量

当該魚礁ブロック表面では、調査期間を通して11動物門148種の付着動物が採集された。その種組成を個体数および湿重量組成として、それぞれ表12および表13に示した。個体数組成では、各季節とも第1優占種として二枚貝のコベルトフネガイ (38.1~45.5%) が出現したが、その他については季節変化がみられた。すなわち、第2および3優占種として、6月はそれぞれ多毛類のカスリシリス (6.9%) および二枚貝のエゾヒバリガイ (3.6%)、9月はそれぞれ星口動物のサメハダホシムシ (5.2%) およびエゾヒバリガイ (4.8%)、12月はそれぞれ二枚貝のチグサガイ (14.0%) およびカスリシリス (2.8%) が認められた。また、湿重量組成では、各季節とも二枚貝類とホヤ類が優占したが、その順位は季節により変化した。すなわち、6月はマボヤ (43.6%)、イガイ (14.9%) およびスボヤ (11.8%) の順、9月はスボヤ (43.4%)、マボヤ (23.4%) およびコベルトフネガイ (8.5%) の順、12月はマボヤ (64.4%)、スボヤ (13.1%) およびイブリトゲクシエラボヤ (8.4%) の順となった。

一方、付着動物の個体密度および現存量は、ともに周年を通して大きな変動はなく、それぞれ567.2~676.8/m²および1.5~2.4kg/m²の範囲内であった。

表12 付着動物の個体数組成 (上位10種, 単位%)

種類	6/15	9/27	12/3
チグサガイ属	0.0	0.0	14.0
クチキレトキ属	0.6	3.3	1.1
コベルトフネガイ	45.5	38.5	38.1
エゾヒバリガイ	3.6	4.8	2.6
サメハダホシムシ属	3.3	5.2	1.7
Harmothoe属	1.0	3.7	1.4
カスリシリス	6.9	3.9	2.8
フツウコカイ	1.2	4.3	1.1
タリスシホウスギガイ	1.9	1.7	0.4
スボヤ	1.2	1.8	1.2
その他	34.7	32.6	35.6

表13 付着動物の湿重量組成 (上位10種, 単位%)

種類	6/15	9/27	12/3
オオヘビガイ	0.0	4.6	0.0
コベルトフネガイ	9.1	8.5	7.7
イガイ	14.9	0.0	0.0
エゾイガイ	2.5	2.5	0.5
エゾヒバリガイ	4.0	6.5	2.3
クチバシチョウチンガイ	3.3	0.8	0.0
スボヤ	11.8	43.4	13.1
イブリトゲクシエラボヤ	3.9	0.0	8.4
イボボヤ	0.0	4.0	0.9
マボヤ	43.6	23.4	64.4
その他	6.9	6.4	2.8

(イ) 底生動物の種組成と現存量

当該魚礁周辺の砂泥底には、7動物門38種の底生動物が生息していた。その種組成を個体数および湿重量組成として、それぞれ表14および表15に示した。個体数組成では、調査期間を通して多毛類と端脚類が優占したが、その順位には季節による変化がみられた。すなわち、6月はNereis属の多毛類 (34.3%)、多毛類のエラナシスピオ (17.1%) およびSyllinae亜科の多毛類 (12.4%) の順であったが、9月は端脚類のヒゲナガヨコエビ (44.8%)、ウンボソコエビ (17.2%) およびワレカラ (3.4%) の順、12月は端脚類のクチバシコエビ (41.7%)、Nereis属の多毛類 (8.3%) およびヒゲナガヨコエビ (4.2%) の順となった。また、湿重量組成についても、優占種には季節変化がみられた。すなわち、6月と9月はオカメブクが卓越し (各々 89.5% および99.5%)、前者ではイボイチョウガニ (3.2%) およびGlycera属の多毛類 (2.6%)、後者では二枚貝のキララガイ (0.2%) が比較的高い比率を示したが、12月は巻貝のコウダカマツムシが卓越し (78.6%)、次いでイソギンチャク目の一種 (14.8%) およびNereis属の多毛類 (0.7%) が優占する組成となった。

一方、底生動物の個体密度は146.7~700.0/m²の範囲

にあり、6月～9月にかけて減少した後、12月まで横ばい状態を示したが、現存量は5.4～93.5g/m²の範囲にあり、6月～9月にかけては値の変動は認められなかったが、その後12月にかけて激減した。このように、現存量が6月と9月で変わらず、個体密度が6月～9月にかけて激減したのは、9月の多毛類の採集個体数が減少したためと推察された。また、個体密度が9月と12月でほとんど変化なく、現存量が9月～12月にかけて激減したのは、個体重量の大きいオカメブクが12月に採集されなかったことに起因すると考えられた。

表14 底生動物の個体数組成 (上位10種, 単位%)

種類	6/15	9/27	12/3
Syllinae 亜科	12.4	0.0	0.0
Nereis 属	34.3	0.0	8.3
Glycera 属	3.8	0.0	0.0
Onuphis 属	3.8	0.0	0.0
エナシスピオ	17.1	0.0	0.0
Nicolea 属	3.8	0.0	0.0
ヒゲナガヨコヒ 属	3.8	44.8	4.2
ユンボソコヒ 属	1.0	17.2	0.0
クチバシソコヒ 属	0.0	0.0	41.7
ワレカラ 属	2.9	3.4	0.0
その他	17.1	34.5	45.8

表15 底生動物の湿重量組成 (上位10種, 単位%)

種類	6/15	9/27	12/3
イソギンチャク目	0.0	0.0	14.8
コウダカマツムシ	0.0	0.0	78.6
キラガイ	0.1	0.2	0.0
Syllinae 亜科	0.8	0.0	0.0
Nereis 属	1.1	0.0	0.7
Glycera 属	2.6	0.0	0.0
エナシスピオ	1.0	0.0	0.0
Nicolea 属	0.6	0.0	0.0
休イチョウガニ	3.2	0.0	0.0
オカメブク	89.5	99.5	0.0
その他	1.1	0.3	5.9

(ウ) 動物プランクトンの種組成

当該魚礁周辺には、11動物門91種の動物プランクトンが生息していた。その個体数組成を種別に整理したのが表16である。個体数組成は、調査期間を通して橈脚類とオタマボヤ類が優占したが、その順位には季節変化がみられた。すなわち、6月はオタマボヤ類の*Oikopleura longicauda* (21.6%)、橈脚類のノープリウス幼生 (18.7%) および橈脚類の*Oithona similis*の幼生 (17.9%) の順であったが、9月は橈脚類のノープリウス幼生 (17.4%)、橈脚類の*Oncaea* spp.の幼生 (4.8%)

および*Oikopleura longicauda* (4.0%) の順、12月は橈脚類のノープリウス幼生 (24.6%)、*Oithona similis*の幼生 (13.6%) および橈脚類の*Paracalanus parvus*の幼生 (7.7%) の順に変化した。

一方、動物プランクトンの個体密度と現存量はそれぞれ57.6～117.3/0.01m³および7.4～36.0mL/10m³の範囲にあり、両者とも6月が最も高く、個体密度は9月、現存量は12月が最も低い値を示した。

表16 動物プランクトンの個体数組成 (上位10種, 単位%)

学名	6/15	9/27	12/3
<i>Clausocalanus</i> spp. (幼生)	5.7	1.8	3.9
<i>Pseudocalanus newmani</i> (幼生)	11.7	0.0	0.0
<i>Paracalanus parvus</i> (幼生)	2.0	2.9	7.7
<i>Oithona similis</i>	9.2	0.9	4.4
<i>Oithona similis</i> (幼生)	17.9	1.5	13.6
<i>Oithona</i> spp. (幼生)	1.1	3.1	5.2
<i>Oncaea scottodicaloi</i>	0.0	3.1	6.8
<i>Oncaea</i> spp. (幼生)	0.0	4.8	5.8
橈脚類のノープリウス幼生	18.7	17.4	24.6
<i>Oikopleura longicauda</i>	21.6	4.0	2.5
その他	12.1	60.5	25.5

(エ) 魚類の蛸集量

ビデオ映像により確認された魚類の尾数を表17に示した。当該魚礁周辺には、調査期間を通してクロソイ、シマソイおよびアイナメの蛸集が認められた。このうち、クロソイは9月、シマソイは6月に最も多く出現した。また、アイナメは、調査期間を通してほぼ同数確認された。さらに、ビデオ画像の結果に基づいて、クロソイ、シマソイおよびアイナメの蛸集量を生息密度として推定した結果、それぞれ0.6～5.1尾、1.3～6.4尾および4.5～5.7尾/100m³と算出された。

表17 ビデオ映像により確認された魚類の尾数

魚種	6/14	9/5	12/4
クロソイ	1.0	8.0	1.0
シマソイ	10.0	4.0	2.0
アイナメ	8.0	7.0	9.0

(オ) 成魚の食性

食性解析に供したクロソイの平均全長および重量は、それぞれ6月が42.4cmおよび1430.1g、12月が31.2cmおよび532.7gであった。これらの個体について、胃内容物が確認されたクロソイ25尾を対象に、その組成を個体数および湿重量ベースで整理し、それぞれ表18および表19に示した。個体数ベースでは、6月は砂泥域に

生息する底生性のソコシラエビ属やエビジャコ属といった十脚類の比率が高く、コエビ類を含めて80.6%を占めていたが、12月はカタクチイワシが最も多く、消化の進行による同定不明種を含めて魚類の比率が85.7%となった。また、湿重量ベースでも個体数ベースと同様、6月はソコシラエビ属とエビジャコ属の十

脚類は高比率で検出されるとともに、12月はカタクチイワシとマイワシが高比率で検出された。以上の結果から、クロソイは、季節により餌メニューを変えながら、魚礁域を含む砂泥底に生息する十脚類や魚類を主食しているものと推察された。

表18 クロソイの胃内容物組成（個体数ベース、単位%）

餌	6/1	12/3	全体
二枚貝類不明	0.0	2.4	0.7
頭足類不明	1.0	7.1	2.8
ソコシラエビ属	33.0	0.0	23.4
エビジャコ属	6.8	0.0	4.8
コエビ類不明	40.8	0.0	29.0
マイワシ	0.0	2.4	0.7
カタクチイワシ	0.0	50.0	14.5
ニシン科	0.0	2.4	0.7
魚類不明	13.6	35.7	20.0
消化物(動物)	4.9	0.0	3.4

表19 クロソイの胃内容物組成（湿重量ベース、単位%）

餌	6/1	12/3	全体
二枚貝類不明	0.0	0.0	0.0
頭足類不明	1.5	5.0	4.9
ソコシラエビ属	11.8	0.0	0.4
エビジャコ属	11.2	0.0	0.3
コエビ類不明	20.3	0.0	0.6
マイワシ	0.0	25.4	24.6
カタクチイワシ	0.0	54.1	52.5
ニシン科	0.0	6.4	6.2
魚類不明	19.0	9.1	9.4
消化物(動物)	36.2	0.0	1.1

13. 魚類防疫対策調査・研究業務 (受託研究)

13. 1 海産魚介類の魚病診断及び防疫対策事業

担当者 資源増殖部 資源増殖グループ 三浦宏紀 伊藤慎悟

(1) 目的

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

(2) 経過の概要

道内で海産魚介類の種苗生産・中間育成を行っている北海道栽培漁業振興公社の事業所等を巡回し、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、依頼のあった魚病を診断し、対策を指導した。

さらに、アワビ類の重要疾病であるキセノハリオチス症が前年国内で初めて確認されたことを受けて、道内で生産されたエゾアワビ種苗について出荷前にキセノハリオチスの感染の有無を検査することになったが、今年度は東北地方震災支援「豊かな海」マッチング事業の他、東北各県の各漁協からの要請により、道内各地の余剰アワビを出荷することになり、検査が前年の3回から9回に増加した。さらに、ヒラメに寄生するクドア・セプトエンピクタータが食中毒を引き起こす原因であることが明らかになってきたことを受け、瀬棚事業所で生産され、中間育成された種苗について、クドアの感染の有無を調べた。

また培養細胞樹立を目指し、前年度に引き続きクロソイ由来細胞を継代した。

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10件だった。診断結果は、表1の通りである。

表1 平成24年度に持ち込まれた魚病の診断結果

月日	魚種	年齢	診断結果
4月5日	ニシン	0+	ビブリオ病
4月13日	アサリ	不明	ブラウンリング病
4月24日	ホッケ、スナガレイ	不明	ガス病
5月9日	マダラ	不明	感染症でない
5月14日	マツカワ	0+	細菌性疾病
7月17日	クロガシラガレイ	不明	コシダカセンチュウ
9月11日	アカボヤ	不明	環境要因(高水温)
10月17日	エゾバフンウニ	0+	不明
10月23日	チカ	不明	微孢子虫様寄生虫
2月20日	マツカワ	不明	尿路結石

イ エゾアワビのキセノハリオチス症感染検査

栽培公社熊石事業所産エゾアワビ種苗を「アワビ稚貝のキセノハリオチス症原因菌のPCRによる検出法(第2版,平成23年4月5日)独立行政法人 水産総合研究センター 養殖研究所 魚病診断・研修センター」により検査した。結果は表2の通りで、キセノハリオチス症原因菌は検出されなかった。

表2 平成24年度に行ったエゾアワビのキセノハリオチス検査

時期	産地	殻長mm	検査個体数	結果
5月	せたな町	60~70	150	陰性
5月	松前町	65	150	陰性
5月	せたな町	40	150	陰性
6月	八雲町	25~30	150	陰性
6月	せたな町	20	150	陰性
7月	八雲町	25~30	150	陰性
7月	奥尻町	50~60	150	陰性
10月	八雲町	15	150	陰性
10月	八雲町	30	150	陰性

ウ ヒラメのクドア・セプトエンピクタータ感染検査

栽培公社瀬棚事業所で中間育成中のヒラメ種苗について、水産庁のマニュアルにより検査した。結果は表3の通りで、クドア・セプトエンピクタータは検出されなかった。

なお、羽幌事業所のヒラメ種苗については、放流直前に事故で全滅したため検査を行わなかった。

表3 平成24年度に行ったヒラメクドアの検査結果

時期	産地	全長mm	検査個体数	結果
8月	せたな町瀬棚	80	30	陰性

エ 株化細胞の継代

前年度に引き続き、クロソイ仔魚由来細胞を27代目まで継代した。

Ⅲ 加工利用部所管事業

1. 北海道の総合力を生かした付加価値向上による食産業活性化の推進 (戦略研究)

1. 1 道産魚貝類の高付加価値化技術の開発

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛭谷幸司 武田忠明 菅原 玲 北川雅彦
共同研究機関 釧路水産試験場, 網走水産試験場, 工業試験場, 食品加工研究センター

(1) 目的

北海道の漁業生産は、1,456千トン（全国の27%）、2,958億円（同19%）で、我が国における水産物の安定供給に重要な役割を果たしているが、道内各地域では水産物の高付加価値化に向けた漁業と水産加工業の連携や、海外への積極的な展開が進められており、それらに対する技術的な支援が必要とされている。

本研究では、道産ホッケの用途に応じた安全・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 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、安全で高品質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。前年度に引き続き、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。

イ 魚臭抑制及び凍結技術開発

ホッケフィレの皮・血合肉等の除去による栄養成分含量や魚臭抑制効果を調べるため、生鮮ホッケフィレを長軸方向に4等分し、各魚肉ブロックに占める血合肉（皮下脂肪を含む）の割合と栄養成分を測定した。

また、工業試験場が開発中の皮すき機構を応用した直刃揺動による魚皮除去装置を用い、皮むき・血合肉除去フィレの製造試験を実施した。得られた皮むき・血合肉除去フィレからフィッシュブロックを調製し、魚臭低減ホッケフライを試作した。なお、皮むき・血合肉除去フィレの魚臭成分の分析については食品加工研究センターと連携して行った。

(3) 得られた結果

ア 寄生虫分布・動態調査

当該担当の日本海5海域では、魚体への寄生率は63～92%で海域や時期での傾向はみられなかった。また、一尾あたりの寄生虫数は、2.4～3.7隻/尾で海域による差は認められなかった。内臓および筋肉の寄生虫数は、それぞれ2.0～3.3隻/尾および0.4～0.7隻/尾で、内臓に多く寄生し、その寄生虫の種類では、内臓にはアニサキス、筋肉にはシュードテラノーバが主体であった。筋肉の寄生状況について、フィレの部位別寄生割合をみると、腹須部が約50%で最も高く、次いで背肉部が28%であった。寄生虫動態調査では、寄生虫の魚体内移動（動態）を、漁獲後の保管温度および時間で調査した結果、アニサキスは漁獲後内臓から筋肉に移行する可能性が示唆された。

イ 魚臭抑制及び凍結技術開発

ホッケフィレの血合肉（皮下脂肪を含む）の割合は、頭部から中間までは魚肉ブロックの5%程度であったが、中間から尾部では血合肉の割合が高くなり、尾部は約15%を占めていた。また、血合肉の栄養成分は、普通肉に比べて、水分とたんぱく質は低かったが、脂質は顕著に高い値であった。

魚皮除去装置による皮むき・血合肉除去フィレの製造では、処理後フィレに魚皮が残っている等の不具合がみられたため、魚体送り込みベルト等に改良が必要であった。

得られた皮むき・血合肉除去フィレの栄養成分は、通常のスキンレスフィレに比べて、脂質含量が半減していた。また、臭い識別センサーによるホッケ臭いマップでは、皮むき・血合肉除去フィレは、完全に血合肉を除いた普通肉とスキンレスフィレの中間に分布し、魚臭低減が示唆された。

皮むき・血合肉除去フィレを原料とした魚臭低減フライは試食会において、ホッケ臭の少ない加工品として好評であった。

2. 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)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛸谷幸司 菅原 玲 小玉裕幸 北川雅彦

(1) 目的

すり身原料として、各地域における食用利用の少ない魚からすり身を製造する技術を開発するとともに、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 ウロコメガレイ冷凍すり身製造の実証試験

平成24年5月に沖合底びき網船(小樽)で漁獲されたウロコメガレイを原料に、(有)布川加工所(小樽市)において冷凍すり身製造に関する実証試験を実施した。

ウロコメガレイすり身はスケトウダラやホッケのすり身に比べて、夾雑物が多いことが、すり身品質の低下要因となっている。このため、前年度までの試験において、鰭や魚皮等の部位を採肉前処理時に除去することが、夾雑物混入防止に有効であることを明らかにしてきた。

今回の実証試験では、採肉前処理での頭部や内臓の除去後に、さらにハサミを用いて鰭を除去した魚体を採肉した。冷凍すり身の製造は、布川加工所の製造ラインに準じて行い、採肉は目合い5m/mのローラー式採肉機を使用した。また、水晒しは3回行い、スクリーンプレスによる脱水後、裏ごし機(目合い1m/m)により魚皮等を除去し、脱水肉重量に対して6%の調整糖を添加してすり身とした。すり身は10kg/袋を計量した後、-20℃保管庫で凍結して冷凍すり身とした。

イ ウロコメガレイ冷凍すり身の魚肉ねり製品原料としての品質評価

上記アで製造したウロコメガレイ冷凍すり身を後志管内のねり製品製造企業(2社)にサンプル提供し、魚肉ねり製品原料としての品質評価を依頼した。

品質評価では、揚げかまぼこ原料とした場合の物性や色調、夾雑物混入等について官能的な評価を行った。

ウ 分析方法

冷凍すり身の成分分析及び加熱ゲルの物性測定は、昨年度と同様に行った。なお、塩ずり肉はたんぱく質

濃度11%に調整した。

(3) 得られた結果

ア ウロコメガレイ冷凍すり身製造の実証試験

ウロコメガレイ冷凍すり身の成分値を表1に示した。なお、スケトウダラとホッケの冷凍すり身(H22年製市販品)についても比較のために示した。

表1 ウロコメガレイ冷凍すり身の成分値

冷凍すり身	pH	水分 (%)	粗たんぱく質 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	夾雑物 (個/10g)
ウロコメガレイ	7.6	81.8	10.5	2.4	0.5	24
スケトウダラ	8.0	78.5	13.4	0.1	0.5	18
ホッケ	7.5	78.5	14.5	0.5	0.5	20

ウロコメガレイのpHはpH7.6で、ホッケと同程度であった。水分は、スケトウダラやホッケに比べ、約3%高い81.8%であった。陸上スケトウダラ2級冷凍すり身品質検査基準(以下品質検査基準とする)における水分規格値が80%であることから、今後、脱水条件の検討が必要と考えられる。粗たんぱく質はスケトウダラやホッケに比べて3~4%低く、粗脂肪は顕著に高い値であった。

すり身の夾雑物は24個/10gで、スケトウダラやホッケとほぼ同程度であった。前年度に、布川加工場で製造した冷凍すり身の夾雑物は41個/10gであったことから、採肉前処理での鰭除去による夾雑物混入防止の有効性が確認できた。今後は鰭除去の機械化等による作業効率の改善検討が必要と考えられる。

ウロコメガレイ冷凍すり身の破断応力と破断凹みを図1、図2にそれぞれ示した。なお、比較のために同様に処理したスケトウダラとホッケの冷凍すり身についても示した。

ウロコメガレイの直加熱ゲル(90℃で30分間加熱)の破断応力は230gで、品質検査基準を上回った。また、スケトウダラとホッケの各塩ずり肉のたんぱく質濃度を調整(11%)した加熱ゲルの破断応力に比べて、ウロコメガレイの破断応力は約2.5倍高かった。

坐り(20℃で16時間加熱)後に90℃で30分間加熱し

た2段加熱ゲルの破断応力は、直加熱ゲルの約2倍の417gとなり、スケトウダラと同様、低温坐りがゲル物性の改善に有効であった。折り曲げ試験では、ウロコメガレイは直加熱ゲル、2段加熱ゲル共に、四つ折りが可能な5点評価であった。スケトウダラは2段加熱ゲルのみ5点評価であった。

ウロコメガレイの破断凹みは、直加熱ゲル、2段加熱ゲル共に1.0cm以上であり、品質検査基準の規格値1.0cmを満たしていた。一方、スケトウダラは2段加熱ゲルのみ1.0cmであった。また、図には示さないが、ウロコメガレイの白色度は77で、スケトウダラの69、ホッケの68に比べて、顕著に高い値であった。

今回の実証試験により、実生産工場(日産約5トン)でのウロコメガレイ冷凍すり身の製造においても、採肉前処理で鰭除去を行うことにより夾雑物混入防止が可能であることが明らかとなった。また、得られた冷凍すり身のゲル物性や白色度等の品質についても、これまで実験室レベルで調製したすり身品質と同程度であることが明らかとなった。

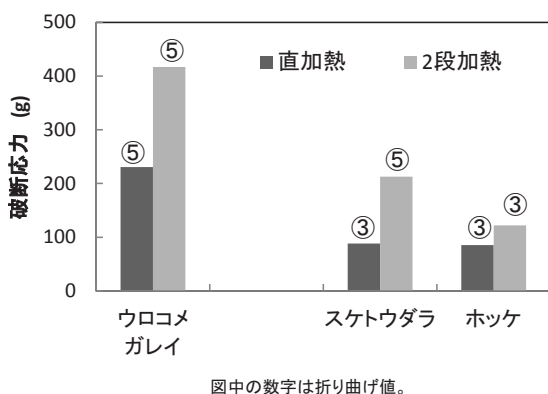


図1 ウロコメガレイ冷凍すり身の破断応力

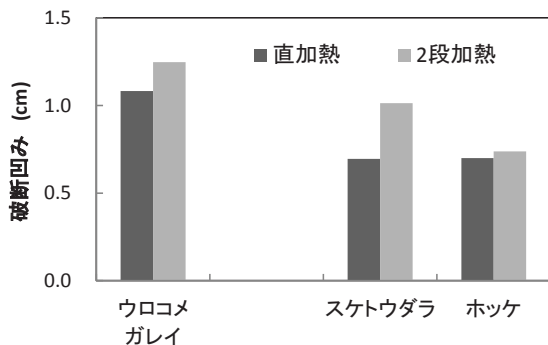


図2 ウロコメガレイ冷凍すり身の破断凹み

イ ウロコメガレイ冷凍すり身の魚肉ねり製品原料としての品質評価

ウロコメガレイ冷凍すり身を原料(100%)した揚げかまぼこの配合表を表2に示した。ねり製品企業A社、B社共に、水分が他のすり身に比べて高いことから、通常の配合割合よりも加水量を少なめに調整したとのことであった。

表2 ウロコメガレイ揚げかまぼこの配合

配合	A社	B社
すり身	10kg	10kg
でん粉	1kg	1.5kg
塩	250g	250g
砂糖	250g	400g
みりん	20g	
調味料	120g	200g
水	670g	2kg

ウロコメガレイ揚げかまぼこの試作品を写真1に示した。A社による試作評価では、①ウロコメガレイ冷凍すり身は白色で非常に良好である、②魚皮等の夾雑物は問題にならない、③スケトウダラとホッケの中間の品質(物性)である、等の評価であった。一方、B社による試作評価では、①ウロコメガレイ冷凍すり身は白色で良好である、②揚げかまぼこ(蒸し加熱だけで油ちょうしない製品)の場合、多少黒皮等の混入が気になる、③かまぼこの物性は非常に良好である、等の評価であった。

以上の結果より、ウロコメガレイ冷凍すり身はスケトウダラやホッケの冷凍すり身と同様に、揚げかまぼこの原料として利用可能であると考えられた。

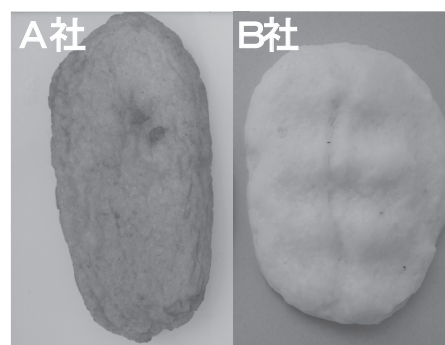


写真1 ウロコメガレイの揚げかまぼこ試作品

3. 給餌型ウニ低温蓄養システムの開発 (重点研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 菅原 玲 蛭谷幸司
協力機関 (独) 水産総合研究センター北海道区水産研究所

(1) 目的

本研究では、北海道日本海沿岸の磯焼け海域に生息する身入りの悪いキタムラサキウニを給餌しながら低温蓄養することで、端境期の10月に高品質で販売するシステムを開発することを目的としている。

加工利用部は低温蓄養ウニの市場性に関する課題を担当しており、平成24年度は①生殖巣の品質に及ぼす年齢の影響評価と、②低温蓄養処理の影響評価を担当した。

(2) 経過の概要

ア 生殖巣の品質に及ぼす年齢の影響評価

資源増殖部水産工学グループでは、2012年5月23日に岩内町沿岸で採集したキタムラサキウニについて、高齢と思われる大型群と若齢と思われる小型群から各50個体を選別し、6月25日から8月16日まで飼育(飼育条件の詳細は、本報告の水産工学グループの担当箇所を参照)した。加工利用部では、それらウニの飼育終了時に個体毎に採取した生殖巣について、生殖巣指数(=生殖巣重量/全重量×100)を求めた後、色調を分光測色計(コニカミノルタCM-700d)で測定した。また、年齢と成熟段階毎に4個体を選択して、各生殖巣から調製した凍結乾燥粉末について、水分を常圧加熱(105℃)乾燥法で、グリコーゲンをアンスロン硫酸法で、遊離アミノ酸を高速アミノ酸分析計(日立L-8900)で分析した。なお、飼育が終了した全100個体のキタムラサキウニにおいて、生殖板の輪紋による年齢査定について資源増殖部水産工学グループが、デビッドソン液(溶液1Lの組成は、エタノール330ml、ホルマリン220ml、酢酸115ml、蒸留水335ml)で固定した約5mm立方の小片から組織学的観察により成熟段階の査定について、(独)水産総合研究センター北海道区水産研究所(以下、北水研)がそれぞれ担当した。

イ 低温蓄養処理の影響評価

北水研が実施した低温飼育による成熟抑制技術の検討で得られた生殖巣の標本については、成熟段階の報告をもとに、今後、成分分析および低温蓄養による成

熟と品質との関係について解析を行う予定である。

(3) 得られた結果

ア 生殖巣の品質に及ぼす年齢の影響評価

飼育終了時に測定した大型群および小型群の全100個体について、年齢別の生殖巣指数および色調を図1に示した。生殖巣指数は開始時が 9.0 ± 2.9 であったが、終了時は $13.3 \pm 4.0 \sim 15.1 \pm 2.5$ に増加し、年齢間で有意差はなかった。一方、明るさを示すL*値、赤みを示すa*値、黄色みを示すb*値では高齢群でいずれも有意に低い傾向が認められた。

そこで、便宜的に6歳以下を若齢群、7歳以上を高齢群として、成熟および年齢別の生殖巣指数とL*値の関係を図2に示した。若齢群では、生殖巣指数とL*値の間には有意な相関関係は認められ年齢で有意な正の相関関係が認められた。

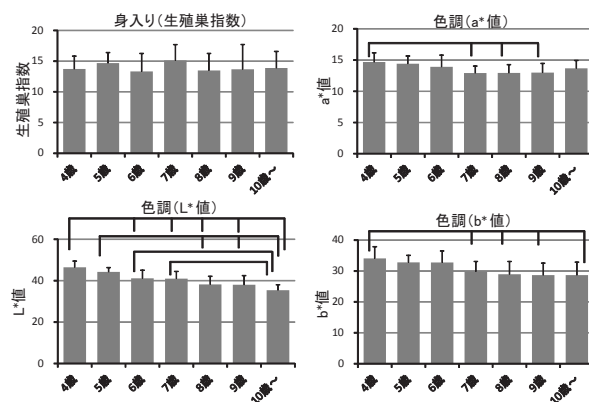


図1 年齢別の生殖巣指数と色調

注) 線で結んだ組合せ(線の左端の年齢区分と比較した場合)で有意差が認められたことを示す($p < 0.05$, Tukey 多重比較検定)。

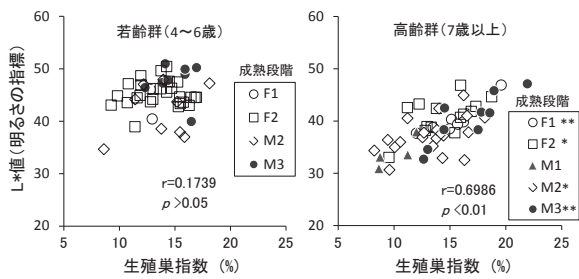


図2 成熟および年齢別の生殖巣指数とL*値の関係

注) 相関係数は年齢群毎にまとめて計算した値を示す。成熟段階の凡例では、F：雌，M：雄，数字は段階を示す。また，凡例にある*および**はその成熟段階において生殖巣指数とL*値の間の相関係数が有意であることを示す (*：0.01<p<0.05，**：p<0.01)。

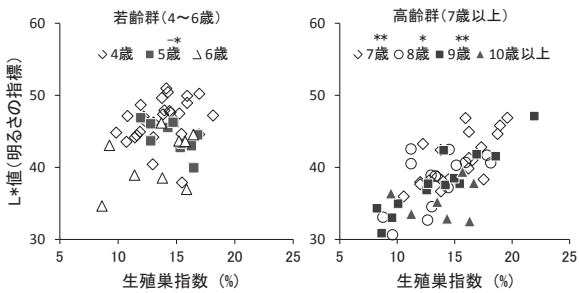


図3 年齢別の生殖巣指数とL*値の関係

注) 年齢の判例にある*および**はその年齢において生殖巣指数とL*値の間の相関係数が有意であることを示す (*：0.01<p<0.05，**：p<0.01)。また，-*は負の相関関係が認められたことを示す。

また，年齢にかかわらず，成熟段階毎に分けても同様であった。一方，高齢群では全体として両者に有意な相関関係が認められ，成熟段階毎に分析した場合でも個体数の少ないM1以外の全ての段階で有意な正の相関関係があった。

また，年齢別の生殖巣指数とL*値の関係を図3に示した。若齢群では，5歳で負の相関関係が認められただけであったが，高齢群では10歳以外のこのように生殖巣指数とL*値の間には若齢群，高齢群いずれも相関関係が認められたことから，若齢群と高齢群の各個体を生殖巣指数が12未満，12以上16未満(12~16)，16以上に分けて，年齢群別の生殖巣指数とL*値の関係を図4に示した。若齢群では，生殖巣指数の3群間で有意差はなかったが，高齢群では生殖巣指数が12未満と12以上16未満の群は，16以上の群に比べ有意に低い値

を示した。また，この2群の値は若齢の3群に対しても有意に低かった。一方，高齢群の中で生殖巣指数が16以上の群は若齢群で生殖巣指数が12未満と16以上の群と差は認められなかった。

年齢群および成熟段階別の生殖巣指数ならびに成分分析結果を図5に，年齢群および成熟段階別の生殖巣遊離アミノ酸組成を図6に示した。年齢群および成熟段階別の生殖巣指数では，M3において高齢群が若齢群に比べ高かった。成分分析結果は，水分ではM2で若齢群が高く，グリコーゲンおよび遊離アミノ酸総量ではF2で高齢群が高かった。遊離アミノ酸組成では，成熟段階や雌雄での差は認められたが，年齢による違いはあまり見られなかった。

これらのことから，7歳以上の高齢ウニでも生のホソメコンブを餌として，生殖巣を量的に増加させることで成分的な差は少なく，また色調の改善が図れることが確認された。

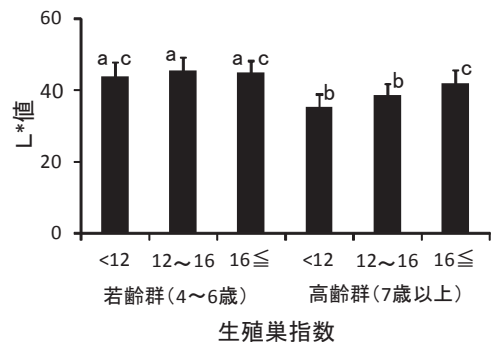


図4 年齢群別の生殖巣指数とL*値の関係

注) 棒の方にあるアルファベットは異なる場合に有意であることを示す (p<0.05, Tukey 多重比較検定)。

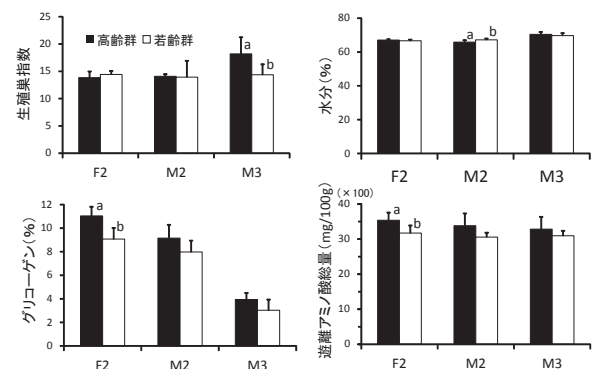


図5 年齢群および成熟段階別の生殖巣指数ならびに成分分析結果

注) 成熟段階のFは雌を，Mは雄を，数字は段階を示す。また，棒の方にあるアルファベットは，高齢群と若齢群の間に有意差があることを示す (p<0.05, t test)。

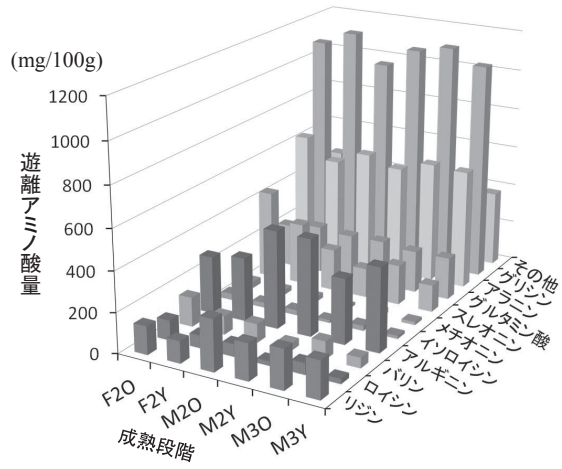


図6 年齢群および成熟段階別の遊離アミノ酸組成

注) 成熟段階のFは雌を, Mは雄を, 数字は段階を, Oは高齢群を, Yは若齢群を示す。

4. 石狩湾系ニシンの高付加価値化 (経常研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 菅原 玲 武田忠明 金子博実 蛭谷幸司

(1) 目的

漁獲量が増大してきた石狩湾系ニシンを刺身商材として安定的に周年供給するため、品質にかかわる漁業・流通実態調査、生食上問題となる寄生虫の分布・動態調査、および生鮮フィレの凍結条件等と肉質との関係を調査することにより、石狩湾系ニシンの高付加価値化、漁業経営の安定化に資することを目的とした。

(2) 経過の概要

ア 寄生虫の分布・動態調査

2013年1月に石狩湾沿岸で漁獲されたニシン50尾について、内臓および筋肉における寄生虫の分布調査を行った。また、内臓に存在している寄生虫が保管、流通などの時間経過により筋肉へ移動する可能性について、同ニシンを氷蔵（流通形態である下水発泡箱詰め、4℃の冷蔵庫に静置）で1または2日間各保管日数で50尾のニシンの内臓および筋肉における寄生虫の動態調査を行った。なお、調査1回あたり50尾中、寄生虫が内臓または筋肉に寄生していたニシン個体数の割合をそれぞれの寄生率として算出した。同様に、寄生虫が内臓あるいは筋肉、またはその両方に寄生していたニシン個体数の割合を総寄生率として算出した。

イ 生鮮フィレの凍結条件等と肉質との関係調査

昨年度の「水揚げ時の原料性状と流通実態の把握」において、漁期の前半（1月中旬から2月上旬）に脂肪が高く水分が低いこと、漁協市場に出荷されたニシンの鮮度（K値）にバラツキが見られることを明らかにした。今年度の試験では、凍結と肉質の変化の関係で昨年度に検討した①凍結方法、②凍結保存温度、③凍結前処理、の以上3項目のほかに、新たに①漁期、②鮮度、③解凍方法、の以上3項目を加え、6条件別に試料を調製し、長期凍結保存における刺身商材としての品質保持について検討を行った。また、石狩湾系ニシンの特徴として、生鮮時に刺身などの生食で感じられるコリコリ感（歯ごたえ）が、長期間の凍結保存でどの程度失われるかについて、昨年度のせん断強度に代わり応力緩和を指標として評価を行った。なお、本試験は刺身商材として周年流通させることを目的と

しており、漁期が1～3月と短い期間であることから、凍結保存期間を長く設定する必要がある。そのため、次年度まで凍結保存試験は、目的積立金活用事業費にて継続して実施することとなったため、今年度は保存2ヶ月目の結果の概要について報告する。

試験1では、2013年1月下旬（漁期前半）に石狩湾沿岸で漁獲されたニシンからスキンレスフィレを調製し、以下のa～dの条件を組み合わせた表1に示す12試験区を設定した。a原料の状態は、漁獲当日に調製したスキンレスフィレを鮮度良好（平均K値13.2）、流通形態の下水発泡箱詰めで2日間保存後調製したスキンレスフィレを鮮度落ち（平均K値55.5）、-25℃で1週間凍結後、4℃の冷蔵庫で16h保存して解凍を行い調製したスキンレスフィレを凍結原料とした、b凍結方法は、エアブラスト凍結（スキンレスフィレを-25℃の冷気下に1時間静置）を対照とし、炭酸ガス凍結（炭酸ガス凍結装置（昭和炭酸（株）製BF-190を用い、スキンレスフィレを液化炭酸ガスで-55℃に設定した温度下に30分間静置）も行った、c凍結保存温度は、-25℃を対照とし、それより高い-10℃と低い-40℃の3温度を設定した、d解凍方法は、4℃の冷蔵庫で16h保存した自然解凍と水道水の流水で1h処理した急速解凍とした。また、試験2では、2013年3月中旬（漁期後半）に石狩湾沿岸で漁獲されたニシンからスキンレスフィレを調製し、以下のa～dの条件を組み合わせた表2に示す10試験区を設定した。a凍結前処理は、スキンレスフィレを凍結前に5%トレハロースまたは5%トレハロース-1%食塩溶液に4℃で16h浸漬とし、それらを行わないものを無処理とした、b凍結方法は、試験1のエアブラスト凍結のみとした、c凍結方法およびd解凍方法は、試験1と同様な方法とした。なお、試験1および2のすべての試験区で包装条件は真空とした。

試験1および2の22試験区における品質評価は、解凍ドリップ（フリーおよび圧搾）量と物性（応力緩和）を測定して行った。解凍ドリップ量は、試験1および2の条件④の自然または急速解凍条件で解凍したときに流出するドリップ量の解凍前のスキンレスフィレ重量に対する百分率をフリードリップ量として、フリー

ドリップ量の測定したスキンレスフィレから約1cm角の肉片を調製し、この約20gに室温で20分間1kgの加圧をしたときに流出するドリップ量の解凍前のスキンレスフィレ重量に対する百分率を圧搾ドリップ量として、それぞれ算出した。物性は、レオメーター（(株)レオテック製RT-2010J-CW）で下記の測定条件にて応力緩和を測定し、硬さ（3mm（測定試料高の20%）押し込んだときの荷重値）と緩和率（荷重が緩和されて平行に達したときの荷重値（緩和応力）と硬さとの差の硬さに対する百分率）を算出した。なお、試料の性状について、一般成分は常法で、K値（鮮度）は、永峰らの方法¹⁾で分析した。

<測定条件>

- 試料：スキンレスフィレを15mm幅で輪切りにしたもの
- プランジャー：5mm径円盤（専用アダプター No.3, Dφ5）
- テーブル移動速度：6mm/min

表1 ニシンスキンレスフィレの凍結保管試験1

試験区No.	原料の状態とスキンレスフィレ調製について	凍結方法	凍結保存温度(°C)	解凍方法
①	漁獲当日に調製 (鮮度良好)	エアブラスト凍結	-25	自然
②				急速
③			-10	自然
④				急速
⑤		-40	自然	
⑥			急速	
⑦		炭酸ガス凍結	-25	自然
⑧				急速
⑨	水蔵2日間保存後 調製(鮮度落ち)		エアブラスト凍結	自然
⑩				急速
⑪	-25°C1週間凍結、 自然解凍後調製 (凍結原料)	エアブラスト凍結	-25	自然
⑫	急速			

表2 ニシンスキンレスフィレの凍結保管試験2

試験区No.	凍結前処理	凍結保存温度(°C)	解凍方法	
①	無処理	-25	自然	
②			急速	
③		-10	自然	
④			急速	
⑤		-40	自然	
⑥			急速	
⑦	5%トレハロース溶液に4°Cで 16時間浸漬	-25	自然	
⑧			急速	
⑨			5%トレハロース-1%食塩溶 液に4°Cで16時間浸漬	自然
⑩				急速

(3) 得られた結果

ア 寄生虫の分布・動態調査

寄生虫の分布（0日）および動態（0～2日）調査結果を表3に示した。過去2シーズン5回の石狩湾系ニシンにおける寄生虫の分布調査結果では、総寄生率が13～55%、筋肉寄生率が0～4%であった。今年度の調査でも総寄生率30%、筋肉寄生率が0%であり、これまで得られた結果とかわらなかった。

一方、保管・流通中の寄生虫の内臓から筋肉への移動（動態）について調査した結果、氷冷保管中の筋肉への寄生率は保管0～1日の0%から保管2日に2%となり、保管・流通中の寄生虫の内臓から筋肉への移動の可能性が示唆された。

イ 生鮮フィレの凍結条件等と肉質との関係調査

表4に試験1および2で用いたニシンの原料性状を示した。今回、試験1および2のために採取したニシンの一般成分および鮮度（K値）について、1月と3月でほとんど差が見られなかった。しかしながら、3月の試料の水分と粗脂肪にはバラツキが見られた。

図1に試験1における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの解凍ドリップ量を示した。解凍ドリップ量は、自然解凍に比べ急速解凍では、表1の⑥（-40°C保管）、⑧（炭酸ガス）および⑫（凍結原料）で少ない傾向であったが、概ね解凍方法による大きな差が見られなかった。また、解凍方法と無関係に凍結保管温度が低いほど解凍ドリップ量は少ない傾向であった。また、炭酸ガス凍結および-40°C保管では、解凍ドリップ量が少なく、凍結保管2ヶ月の段階では、凍結保管による品質の劣化が少ないと考えられた。

図2に試験1における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの物性を示した。2ヶ月の凍結保管により硬さは、解凍方法と無関係に同様な傾向を示し、-40°C保管で凍結前（生）の硬さとほぼ同じであり、-10°C保管で顕著に硬さが増加した。緩和率では、自然解凍

表3 寄生虫の分布(0日)および動態(0～2日)調査結果

経過日数(日)	0	1	2
総寄生率(%)	30	38	26
筋肉寄生率(%)	0	0	2
内臓寄生率(%)	30	38	26

表4 試験1および2で用いたニシンの原料性状

漁獲日	水分(%)	粗蛋白質(%)	粗脂肪(%)	灰分(%)	鮮度(K値)
1月22日	73.8 ± 1.1	18.5 ± 0.5	7.0 ± 0.8	1.5 ± 0.0	13.2 ± 4.0
3月13日	74.1 ± 4.2	17.9 ± 0.3	7.0 ± 4.0	1.5 ± 0.0	11.5 ± 3.1

で若干の差が認められたが、急速解凍では-10℃保管を除きほとんど凍結前（生）と差が認められなかった。

図3に試験2における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの解凍ドリップ量を示した。解凍ドリップ量は、試験1とほぼ同様な傾向を示し、急速解凍が自然解凍に比べ少なく、自然および急速解凍にかかわらず凍結保管温度が低いほど少なかった。また、凍結前処理の5%トレハロースおよび5%トレハロース-1%食塩溶液浸漬処理では、凍結前処理をせずに-25℃で保管したもの（それらの対照試験区）と比べて解凍ドリップ量が多かったが、凍結前の凍結前処理における増重率がそれぞれ約12%と7%だったことから、凍結前処理による実質的な解凍ドリップ量の増加は少ないものと考えられた。

図4に試験2における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの物性を示した。2ヶ月の凍結保管により硬さは、自然解凍で凍結保管温度が高くなるほど増加した。また、試験1と同様に解凍方法と無関係に-10℃保管で顕著に増加し、-40℃保管で凍結前（生）と差が認められなかった。一方、緩和率では、試験1と異なり、解凍方法と無関係に-40℃保管で凍結前（生）と比較してやや高かった。

以上の結果から、今回の試験では、ニシンのスキンレスフィレを凍結保管したときに、凍結前（生）に比べて品質劣化を抑えるためには、できるだけ低い温度で保管するのが望ましいと考えられた。また、解凍方法によっても凍結前処理を行ったり、凍結方法を変え

ることにより、解凍ドリップ量を低下させ、物性を凍結前（生）に近い状態に保持できることが示唆された。今後は、これらの品質低下抑制効果が長期凍結保管でも維持されるかどうか検証していく必要がある。

(4) 引用文献

- 1) 永峰文洋ら：青森県水産物加工研究所研究報告, 111-116 (1986)

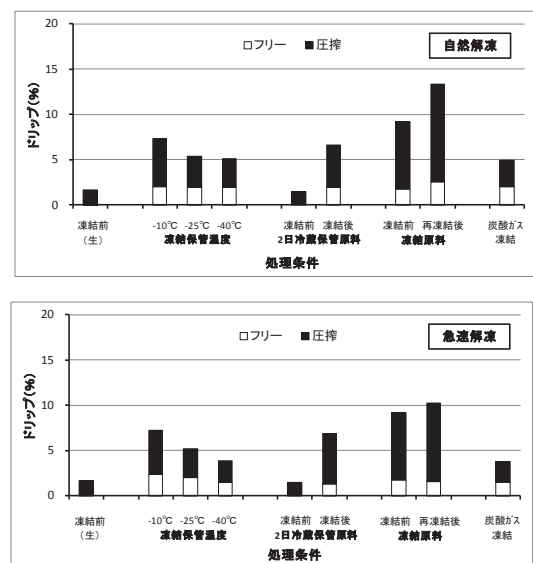


図1 試験1における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの解凍ドリップ量

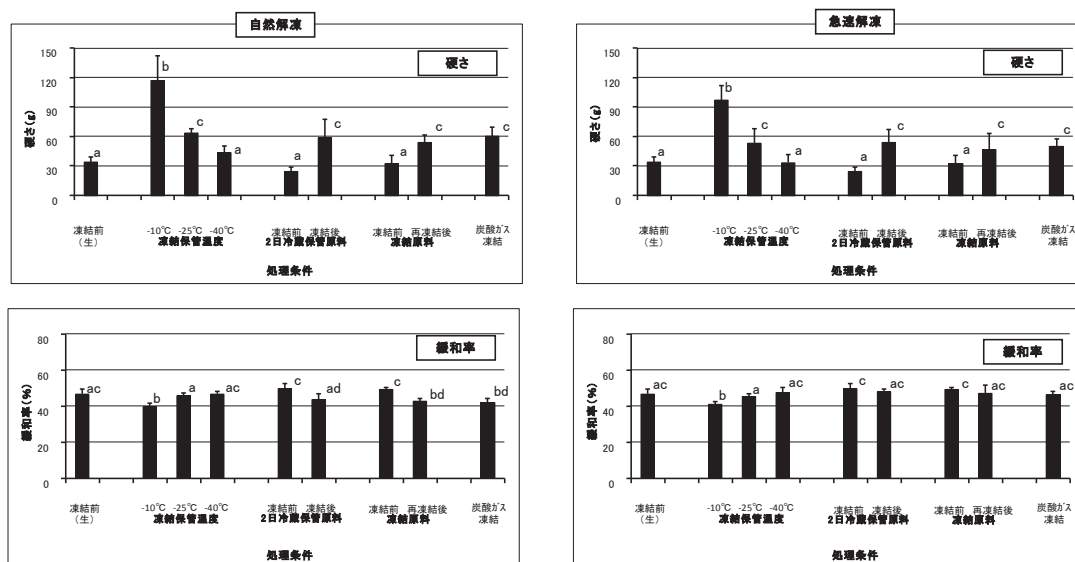


図2 試験1における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの物性
注) 図中のアルファベットは、比較する試験区間で異なっている場合に有意差があることを示す (チューキー多重比較, $p < 0.01$ or 0.05)

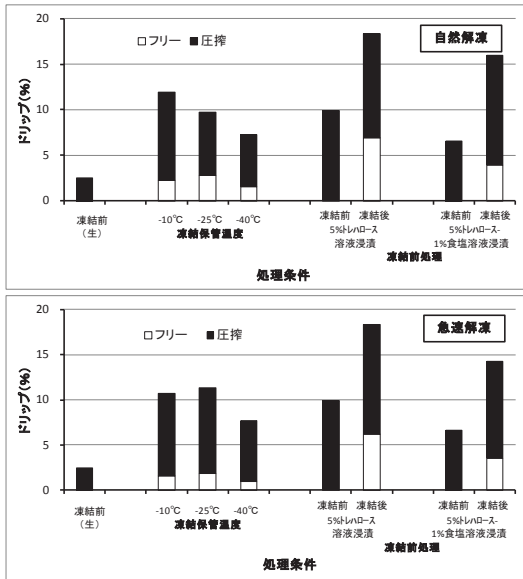


図3 試験2における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの解凍ドリップ量

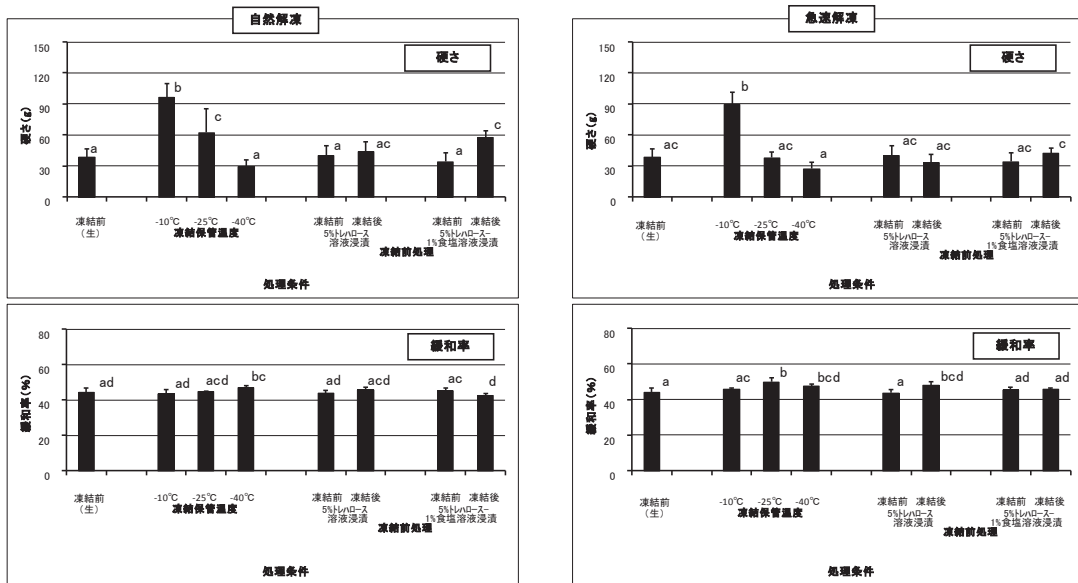


図4 試験2における凍結保管2ヶ月後のニシンスキンレスフィレの物性

注) 図中のアルファベットは、比較する試験区間で異なっている場合に有意差があることを示す (チューキー多重比較, $p < 0.01$ or 0.05)

5. 水産物流通安全対策に関する試験研究 (経常研究)

5. 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、原因プランクトン消失後の減毒期における部位別の毒力および毒組成の変化を明らかにし、麻痺性貝毒下降期への移行を判断するための基礎的知見を得ることを目的とした。

(2) 経過の概要

ホタテガイに麻痺性貝毒原因プランクトン*Alexandrium tamarense* (以下、*A.t.*とする) を給餌して人為的に毒化させた後、餌料用*Chaetoceros gracilis* (厚岸町カキ種苗センター 以下*C.gracilis*とする) を給餌して約3ヶ月間飼育し、経時的に部位毎の麻痺性貝毒成分を分析した。これにより、減毒飼育中の毒量および毒力の変化を明らかにするとともに、毒組成の変化から体内での毒成分の変換について検討した。また、養殖漁場で毒化したホタテガイについても同様に減毒飼育試験を実施した。

ア 給餌飼育によるホタテガイの毒化試験

(ア) 馴致方法

2012年9月13日に小樽海域で漁獲した養殖2年貝を当场に搬入した後、14℃に調整した濾過海水で3週間馴致した。さらに、*A.t.*給餌開始1週間前には、馴致後のホタテガイ40個体を10℃の低温実験室に設置した100L水槽2基(水槽A,B)にそれぞれ20個体ずつ移して馴致した。水槽内には養殖用カゴを2段設置し、各段に10個体ずつ収容した(写真1)。

(イ) 飼育方法

低温実験室内の光の制御は、照射14時間および暗室10時間を1日のサイクルとした。また、飼育海水は給餌毎に全量交換した。

(ウ) 給餌方法

給餌用の*A.t.*は、八雲産クローン培養株を用いた。給餌飼育は2012年10月18日から11月9日まで22日間行った。給餌は、月曜日と金曜日の週2回、*A.t.*培養液を各水槽に10Lずつ与えた。この培養液の*A.t.*細胞数は、培

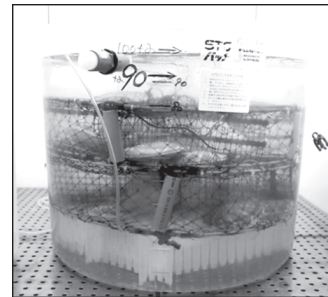


写真1 給餌試験用水槽

養液1mLを中性ホルマリンで固定し、顕微鏡で計測した。給餌した総細胞数と給餌期間からホタテガイ1個体当たりの給餌量を算出した。また、次の給餌前に水槽から海水を10mL採取して、その中に含まれる*A.t.*細胞数を計測し、給餌した*A.t.*細胞数との差から摂餌量を推定した。

イ 毒化ホタテガイの減毒試験

(ア) 給餌毒化ホタテガイの減毒試験

*A.t.*給餌により毒化したホタテガイ40個体を、濾過海水700Lを満たした1t水槽に収容し、2012年11月9日から2013年2月13日までの97日間減毒飼育した。減毒飼育中は、月曜日から金曜日の週5日、毎日*C.gracilis*を1,000~2,000細胞/ml給餌した。飼育中、経時的にホタテガイを4個体ずつ採取(計10回)し、部位毎(中腸腺、外套膜、貝柱およびその他)に4個体分をまとめて貝毒分析試料とした。

(イ) 養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒試験

2012年5月14日および6月25日に噴火湾西部の養殖漁場(八雲)でホタテガイをサンプリングし、当场に搬入した後、それぞれ8月16日までの94日間および8月24日までの60日間、上記イ(ア)と同様に*C.gracilis*を給餌して飼育した。飼育中、経時的にホタテガイを8個体ずつ採取(計10回)し、部位毎(中腸腺、外套膜、貝柱およびその他)に8個体分をまとめて貝毒分析試料とした。

ウ 麻痺性貝毒の抽出方法

(ア) A.t. 培養液の抽出方法

給餌に用いたA.t.培養液10mLを予め容器重量を計量した15mL遠心管に採取し、1,500rpmで10分間冷却遠心(10℃)後、得られた沈殿物に0.5N 酢酸を0.5 mL加え、容器込み重量を測定した。これを懸濁させ、氷冷下にて超音波破碎装置(ULTRASONIC PROCESSOR GE50)で処理し、A.t.細胞を破碎した後、1.5mLのバイアルに移して15,000rpmで3分間冷却遠心(5℃)した。得られた上清を限外濾過キット(Millipor社製 Amicon Ultra-0.5mL 10K)に300~400 μL分取し、15,000rpmで3分間冷却遠心し、濾液を高速液体クロマトグラフィー(以下、HPLCとする)用試料とした。

(イ) ホタテガイの各部位の抽出方法

各部位の貝毒分析試料は、オスターブレンダー(大阪ケミカル(株)製 6812)で細切均一化した。その25gを100mLコニカルビーカーに採取し、0.1N HClを等量加えヒスコトロン(日音医理工器製作所製 NS-60)で磨砕した後、pH 3~4に調整した。これを沸騰水中で5分間加熱した後、再度pH 3~4に調整し、15,000rpmで10分間遠心分離して得られた上清を分析試料とした。

エ 毒成分分析および毒力算出

上記ウ(イ)で調製した各部位の分析試料2.5mLをODSカラム(Waters社製 Sep-Pak C18)処理した後、孔径0.45 μmのメンブレンフィルターで濾過し、これをHPLC用試料とした。10種の毒成分(STX, neoSTX, GTX1, GTX2, GTX3, GTX4, dcGTX2, dcGTX3, C1, C2)を大島の方法¹⁾に従ってHPLCにより定量し、毒量および毒力を求めた。また、得られた毒成分のうち、α型*の毒成分(C1, GTX1, GTX2, dcGTX 2)とβ型*の毒成分(C2, GTX4, GTX3, dcGTX 3)の割合(以下αβ比)を算出した。なお、同分析試料のマウステストによる毒力(以下、マウス毒力とする)評価は(財)日本冷凍食品検査協会に委託して実施した。

【注釈】

* α型とβ型：麻痺性貝毒成分のうち、GTX1とGTX4, GTX2とGTX3, C1とC2などは、立体異性体の関係にあり、それぞれ前者がα型、後者がβ型とされ、化学的にはα型が安定である。麻痺性貝毒原因プランクトンの一つであるA.t.など渦鞭毛藻が生合成する成分はβ型であり、渦鞭毛藻に蓄積中および二枚貝に移行・蓄積されている間により安定なα型に変換され、それらの存在比が約3:1(α:β)で平衡状態に達する。

(3) 得られた結果

ア 給餌飼育によるホタテガイの毒化試験

ホタテガイ1個体当たりの給餌量とAおよびBの各水槽における摂餌量を図1に示した。給餌量は、1個体当たり240万~816万細胞、平均464万細胞で、1個体1日当たりの平均給餌量は約130万細胞であった。摂餌量は、給餌量とはほぼ同量で摂餌率は99%以上であった。給餌したA.t.培養株の毒組成を図2に示した。給餌毎のA.t.培養株1細胞当たりの毒量は、69~134 fmol/cell, 平均91fmol/cellであり、2011年の平均値とはほぼ同様であった。また、その毒組成の平均値は、C2が約64%, GTX4が約12%, GTX3が7%とβ型の毒成分が約8割を占め、残り約2割はSTX群であり、2011年とおおむね一致していた。

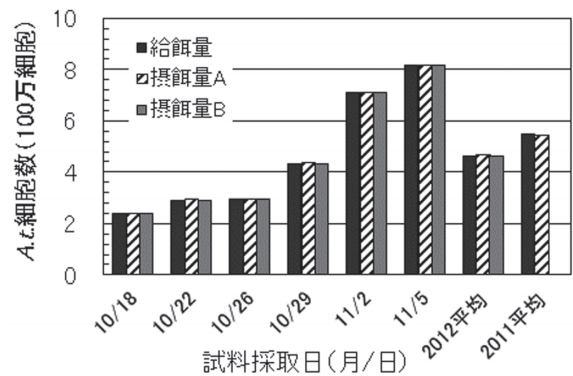


図1 ホタテガイ1個体あたりの給餌量と摂餌量

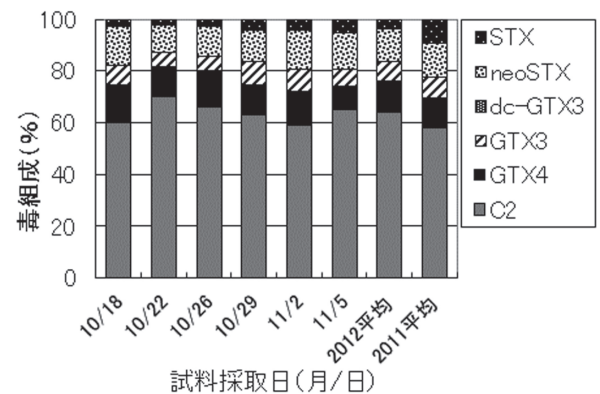


図2 給餌A.t.の毒組成

イ 毒化ホタテガイの減毒試験

(ア) 給餌毒化ホタテガイの減毒試験

a 部位別の毒量および毒力

給餌毒化ホタテガイの減毒飼育による部位別毒量および毒力の変化を図3に示した。1日目から6日目ま

での中腸腺毒量は240~535nmol/gで推移し、変動が大きかった。8日目以降は増減を繰り返しながら徐々に低下し、8日目の毒量は222nmol/g、33日目は144nmol/g、63日目は142nmol/g、97日目には99nmol/gであった。この毒量から換算した毒力（以下、HPLC毒力とする）は、6日目まで242~468MU/gで推移した。

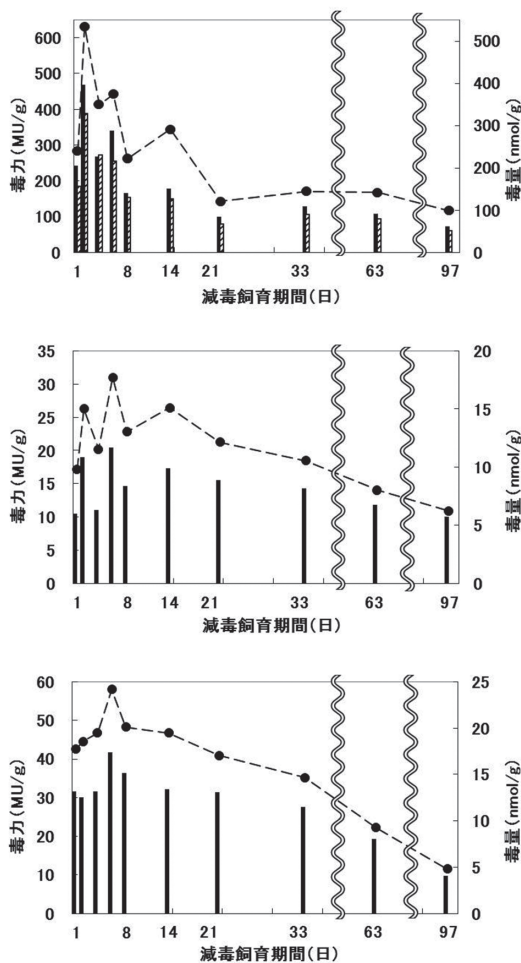


図3 給餌毒化ホタテガイの減毒飼育による部位別毒量および毒力の変化
上：中腸腺，中：外套膜，下：その他部位
■ 毒力 (HPLC換算) ▨ 毒力 (マウス検査) ● 毒量

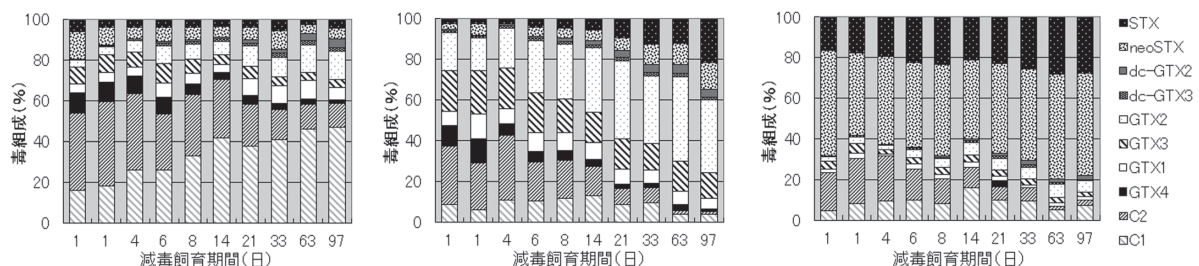


図4 給餌毒化ホタテガイの減毒飼育による部位別毒組成の変化
左：中腸腺，中：外套膜，右：その他部位

8日目以降は増減を繰り返しながら徐々に低下し、8日目の毒力は165MU/g、33日目には127MU/g、63日目は106MU/g、97日目には72MU/gであった。なお、減毒飼育中、海水温は平均12.5℃であった。また、HPLC毒力とマウス毒力とはよく一致していた。

外套膜の毒量は、1日目から33日目まで9.8~18nmol/gで推移し、その後は徐々に減少した。そのHPLC毒力は、1日目から33日目まで10~20MU/gで推移し、63日目は12MU/g、97日目は10MU/gであった。

その他部位の毒量は、1日目から21日目まで17~24nmol/gで推移した後、33日目以降徐々に減少した。そのHPLC毒力は、1日目から21日目まで30~42MU/gで推移した後、33日目以降減少傾向を示した。

貝柱の毒量および毒力は、それぞれ0.1~1.4nmol/gおよび0.04~0.7MU/gと低い値で、マウス毒力もすべて2MU/g未満であった。

b 部位別の毒組成およびαβ比

給餌毒化ホタテガイの減毒飼育による部位別毒組成の変化を図4に、毒成分のαβ比の変化を図5に示した。中腸腺の毒組成は、1日目で、C2が約40%、C1が約20%とC群が約60%を占めていた。その後は、β型のC2、GTX4、GTX3の割合が減少し、α型のC1、GTX1、GTX2、dcGTX2およびβ型のdcGTX3の割合が増加した。β型の比率（以下β比とする）は1日目の70%から一貫して減少し、8日目には48%、33日目には29%、63日目以降は平衡状態に達し、約20%で推移した。

外套膜の毒組成は、1日目でC2、GTX3、GTX2の順に多く、減毒飼育中、β型のC2、GTX4、GTX3の割合が減少し、α型のGTX2、dcGTX2およびSTX群の割合が増加した。また、それに伴い、β比は1日目の63%から中腸腺と同様に減少し、63日目は27%となって平衡に達した。

その他部位の毒組成は、減毒飼育期間を通しSTX群が60~80%を占めた。減毒飼育中、β型のC2の割合が

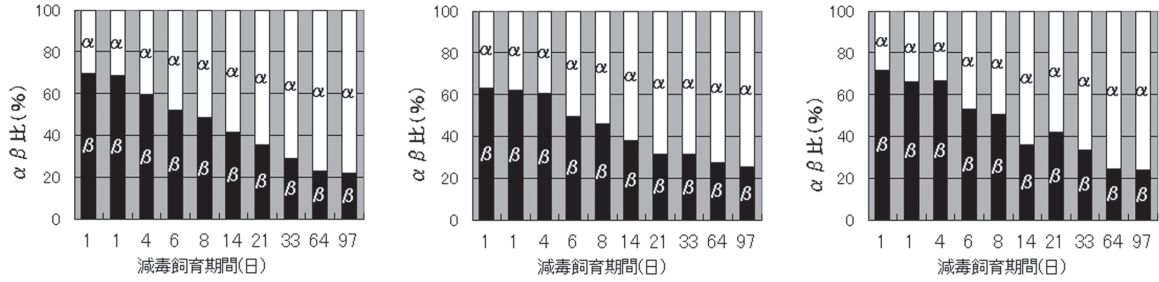


図5 給餌毒化ホタテガイの減毒飼育による部位別αβ比の変化
左：中腸腺，中：外套膜，右：その他部位

減少し、α型のGTX2, dcGTX 2の割合が増加した。また、それに伴い、β比は減毒1日目の72%から中腸腺と同様に減少し、33日目には33%、63日目、97日目はいずれも24%と63日以降平衡に達した。

貝柱の減毒前の毒組成は、C2が約55%、C1が約35%とC群が約90%を占めていた。減毒飼育中、β型のC2の割合の減少とα型のC1の割合の増加が認められ、β比は1日目の64%から97日目には29%に減少した。

(イ) 養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒
a 部位別の毒量および毒力

2012年5月および6月に噴火湾西部の養殖漁場（八雲）で毒化したホタテガイの減毒飼育による部位別毒量および毒力の変化を図6に示した。5月の中腸腺毒量は、1日目には15nmol/gであったが、その後は徐々に減少し、30日目は7nmol/g、60日目以降は約4nmol/gで推移した。そのHPLC毒力は、1日目の23MU/gから徐々に減少し、30日目は12MU/g、60日目以降は5～6MU/gで推移した。

5月の外套膜毒量およびHPLC毒力は、1日目がそれぞれ2.3nmol/gおよび4.0MU/gで、それ以降増減しながら若干減少し、60日目以降は約2.5MU/gで推移した。

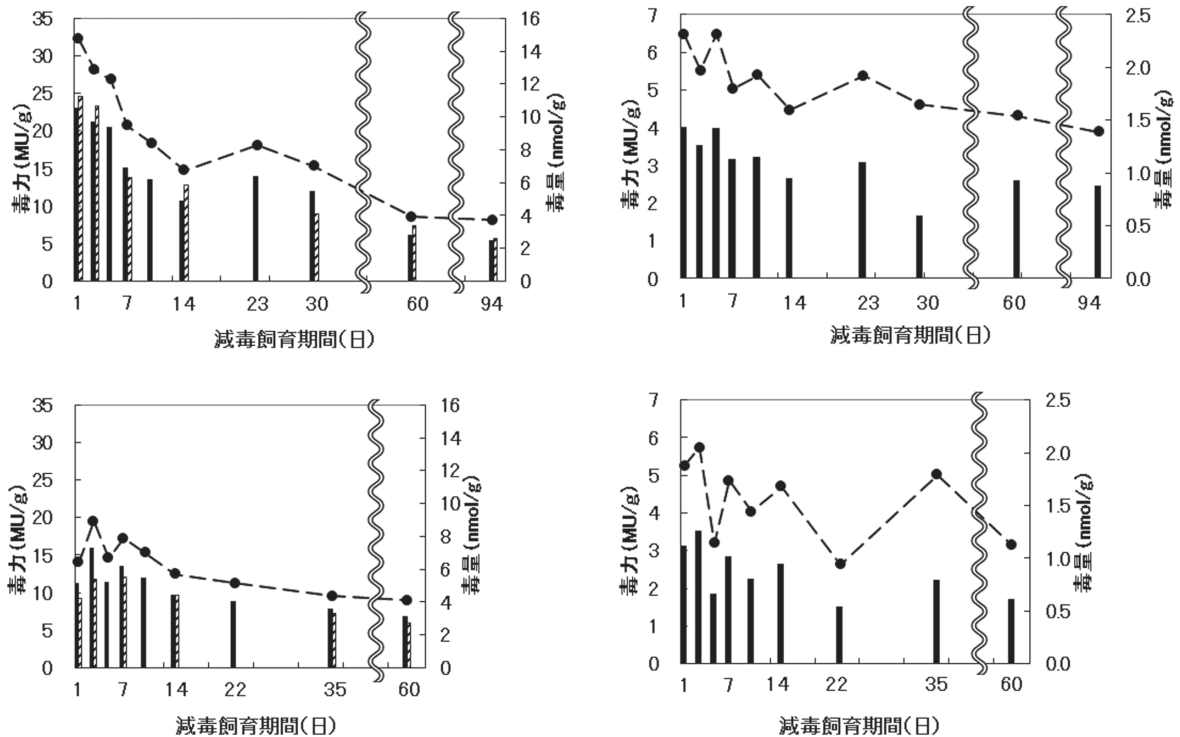


図6 噴火湾西部の養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒飼育中における部位別毒量および毒力の変化
左上：5月中腸腺，右上：5月外套膜，左下：6月中腸腺，右下：6月外套膜
■ 毒力 (HPLC換算) ▨ 毒力 (マウス検査) -●- 毒量

6月の中腸腺毒量は、3日目に最高値8.9 nmol/gを示し、5月の最高値に比べて60%まで減少していた。7日目以降は徐々に減少し、31日目以降は約4 nmol/gで推移した。そのHPLC毒力は、3日目の16MU/gから徐々に減少し、31日目には7.8MU/g、60日目には6.8MU/gに減少した。

6月の外套膜毒量およびHPLC毒力の最高値は、3日目がそれぞれ2.1nmol/gおよび3.5MU/gで、それ以降増減しながら減少し、31日目および60日目には2.2 MU/gおよび1.7MU/gに減少した。

b 部位別の毒組成およびαβ比

2012年5月および6月に噴火湾西部の養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒飼育による部位別毒組成の変化を図7に、毒成分のαβ比の変化を図8に示した。5月の中腸腺毒組成では、1日目にGTX4およびGTX1がそれぞれ30%および22%と高い割合を示した。それ以降、β型のC2、GTX4の割合が減少し、α型のGTX1、GTX2、dcGTX2およびβ型のdcGTX3の割合が増加し、β比は1日目の60%から徐々に減少して7日目には34%、30日目は約20%となり、平衡に達した。

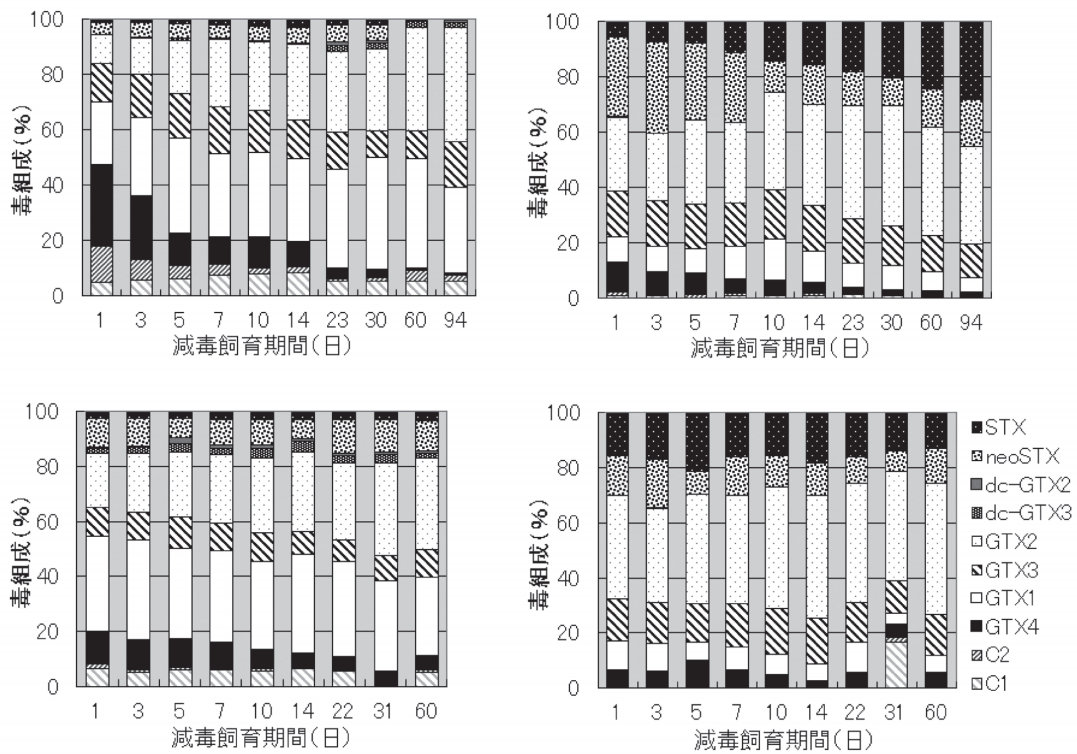


図7 噴火湾西部の養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒飼育による部位別毒組成の変化
 左上：5月中腸腺，右上：5月外套膜，左下：6月中腸腺，右下：6月外套膜

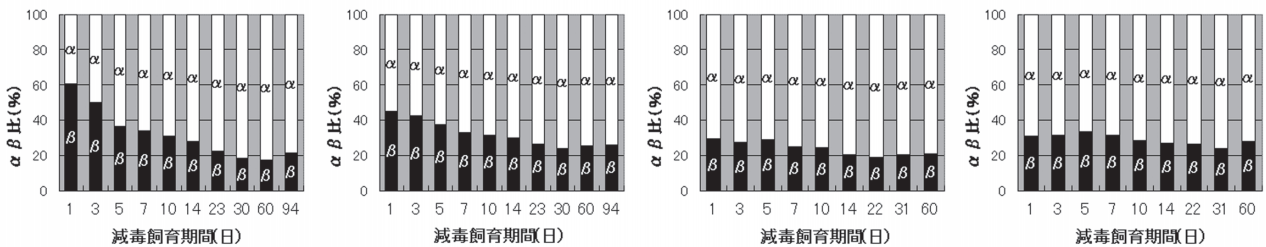


図8 噴火湾西部の養殖漁場で毒化したホタテガイの減毒飼育による中腸腺のαβ比の変化
 左から順に：5月中腸腺，5月外套膜，6月中腸腺，6月外套膜

5月の外套膜毒組成は、1日目にはneoSTXの割合が29%と最も多く、次いでGTX 2が26%、GTX 3が17%の順に多かった。また、減毒飼育中は、 β 型のC2、GTX4、GTX 3が減少し、 α 型のGTX 2およびSTXの割合が増加した。 β 比は1日目の45%から23日目まで徐々に減少して26%に達し、それ以降は平衡状態となった。

6月の中腸腺毒組成は、1日目にはGTX 1およびGTX 2がそれぞれ35%、20%と多く、減毒飼育中は、 β 型のC2、GTX 4の割合が減少し、 α 型のGTX 2の割合が増加した。また、 β 比は、1日目で29%と5月に比べて低下していた。その後、14日目までは僅かに減少して21%に達し、それ以降は平衡状態となった。

6月の外套膜毒組成は、減毒飼育1日目にはGTX 2の割合が38%と最も多く、次いでSTXが16%、GTX 3が15%の順に多かった。また、減毒飼育中、毒組成の変化はほとんどなく、 β 比が1日目の31%から徐々に減少して14日目には27%に達し、それ以降は平衡状態となった。

(4) 今後の課題

以上、給餌により毒化したホタテガイについて、約3ヶ月間の減毒飼育中の毒量、毒力、毒組成および α / β 比を検討した。その結果、昨年と同様、減毒飼育中に各部位の毒量および毒力の低下と β 型から α 型への毒成分の変換が認められ、減毒約2ヶ月間で α / β 比は平衡状態に達した。また、生産海域で毒化したホタテガイの減毒飼育試験においても、 β 比が高い5月ホタテガイについて減毒試験を行い、給餌試験と同様に β 型から α 型への毒成分の変換が認められた。

今後、養殖漁場において麻痺性貝毒原因プランクトンの発生状況およびホタテガイの毒化状況を調査し、下降期の判断基準として β 比をどのように定めるか検討する。

(5) 引用文献

- 1) Ohshima Y. Post-column derivatization HPLC methods for paralytic shellfish poisons In: Hallegraeff GM, Anderson DM, Cembella AD (eds) Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO, Paris,1995 : 81-111.

6. 海洋環境の変動に伴うホタテガイ活力低下の予測手法に関する研究 (公募型研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ **武田忠明**
資源増殖部 水産工学グループ **櫻井 泉**
共同研究機関 北海道大学大学院水産科
協力機関 サロマ湖養殖漁業協同組合

(1) 目的

サロマ湖などで度々発生するホタテガイの大量へい死は、生息環境の変動などによるストレスが、その一因とされるが、解明には至っていない。本研究では、飼育水槽にて、各種環境ストレスを負荷したときの活力と閉殻筋のアルギニンリン酸（以下、ArgP）量を調査し、活力低下に至るArgP量の予測値推定を試みる。また、ストレス負荷により活力が低下したホタテガイを、良好な環境に戻したときの活力回復について、ArgP量から検証する。一方、フィールドでは、サロマ湖内定点にて、海洋観測およびホタテガイ貝柱のArgP量を周年調査し、環境変動に伴うArgP量の変動を把握する。以上の結果から、環境ストレス負荷試験にて得られたArgP量予測値とフィールドにおけるArgP量の関係を考察し、ArgPを指標とした活力低下の予測手法の開発を目指す。

(2) 経過の概要

本年度は、環境ストレス負荷試験として、低塩分、貧酸素および振動流を負荷した飼育試験を実施したほか、サロマ湖定点での海洋環境ならびに養殖ホタテガイの活力とエネルギー成分を調査した。

1) 環境ストレス負荷試験

ホタテガイは、塩分濃度14‰以下、溶存酸素濃度0.1～0.5ppm、振動流30cm/sec（水温22℃）の各ストレス負荷飼育により、ArgP濃度の有意な減少とそれに応じた活力及び生残率の低下が認められた。

2) サロマ湖フィールド調査

H24年4月から11月の湖内定点の海洋環境（水温や溶存酸素濃度など）は、比較的静穏であったと推察された。この環境下、ホタテガイの活力は維持され、その閉殻筋のATP及びArgP濃度は各々 8.1 ± 0.7 及び $15.5 \pm 2.0 \mu\text{mol/g}$ （平均値 \pm SD, n=50）で推移することが明らかとなった。

なお、研究内容の詳細は、「平成24年度北水協会補助金中間報告書」(公益財団法人北水協会)にて報告した。

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)

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
函館水産試験場 調査研究部 馬場勝寿

(1) 目的

ホタテガイの毒化について、貝毒プランクトンの出現状況やその毒性との関係を解明する。また、マウステスト検体数および検査費用を低減するため、酵素免疫法による麻痺性貝毒簡易測定キットについて検討する。

(2) 経過の概要

これまで(平成20年12月から平成23年12月)、八雲定点(八雲沖3マイル水深32m)にて月一回、ホタテガイを採取し、中腸腺の麻痺性貝毒成分を分析して、八雲定点における中腸腺の毒力、毒量および毒組成の季節変化を明らかにしてきた。本研究では、引き続き同定点において同様の試験を行い、上記データを集積した。また、酵素免疫法による麻痺性貝毒簡易測定キットについて、マウステスト測定値との関係を検討した。

ア 麻痺性貝毒プランクトンの出現状況

麻痺性貝毒プランクトン *Alexandrium tamarense* (以下、*A.t.*とする)の出現数は、H24年1月から12月に八雲定点にて月一回、表層から深度5m毎に1Lを採水して10分の1量を検鏡し、1Lあたりに換算した。

イ ホタテガイ中腸腺毒組成の季節変化

ホタテガイ中腸腺は、H24年1月から12月に八雲定点にて月一回、ホタテガイを採取し、中腸腺を分離して直ちに-40℃で凍結保存したものについて、以下の方法¹⁾で毒成分の抽出を行った。凍結試料をホモジナイズして均一にした後、試料25gを100mLコニカルビーカーに採取し、0.1N HClを等量加えヒスコロン(日音医理工器製作所製 NS-60)で磨砕し、pH3~4に調整した。これを沸騰水中で5分間加熱した後、氷冷し、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清を分析試料とした。さらに、この分析試料2.5mLをODSカラム(Waters社製 Sep-PakC18)処理した後、孔径0.45μmのメンブレンフィルターで濾過し、これを高速液体クロマトグラフ(以下、HPLCとする)用試料とした。

ウ 毒成分分析と毒力算出

HPLC用試料について10種の毒成分(STX, neoSTX, GTX1, GTX2, GTX3, GTX4, dcGTX2, dcGTX3, C1, C2)を大島の方法²⁾に従って定量し、毒量および毒力を求めた。また、上述試料のマウステストは(財)日本冷凍食品検査協会に委託した。

エ 麻痺性貝毒簡易測定キットの検討

平成23年および平成24年の各1月~12月に、八雲定点にて採取されたホタテガイの中腸腺から調製したマウステスト測定試料について、酵素免疫法による簡易測定を試みた。簡易測定には、Skit(新日本検定協会)およびPSP-ELISA(大阪府立公衆衛生研究所)の2種類のキットを用いた。この測定法で得られた結果について、マウステストによる毒力との関係を検討した。

(3) 得られた結果

ア 麻痺性貝毒プランクトンの出現状況

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。*A.t.*は、3月から7月にかけて出現し、その出現数は10~60細胞/Lと、過去3カ年(平成21年~平成23年)に比べて、低い水準であった。また、*Alexandrium ostenferdii*は、3月から7月にかけて出現したが、その出現数は10~40細胞/Lで、前者同様に低水準であった。

イ ホタテガイ中腸腺毒組成の季節変化

中腸腺の毒量および毒力の季節変化を図1に示した。中腸腺の毒量は、*A.t.*の消長を反映し、3月の3.8nmol/gから増加し、5月には最大値22.0nmol/gを示した。その後は減少に転じ、*A.t.*が消失した8月以降には5.0nmol/g以下で推移した。この毒量から換算した毒力は、毒量と同様な季節変化を示し、5月には最大毒力12.8MU/gに達した。その後、8月以降には3.0MU/g以下で推移した。また、マウステストによる毒力は、HPLCにより得られた値とほぼ同様に推移した。中腸腺の毒組成の季節変化(図2)では、1年を通じてGTX1, GTX2, GTX3およびGTX4が全毒量

の77%~96%を占めた。

ウ 麻痺性貝毒簡易測定キットの検討

Skitによる測定値は、マウステストによる毒力と相関 ($R^2=0.73$) が認められ、マウステスト自粛規制値 20MU/gは、Skit標準品濃度の11.5nmol/gに相当した。一方、PSP-ELISAでは、毒成分の標準物質が附属していないため、代替の標準品として中腸腺抽出液の選定を行った。その結果、抽出液に含まれる毒成分GTX 2 およびGTX 3 の割合が測定値に影響を与えることが明らかになった。選定した代替標準品により得られた毒力は、マウステスト測定値と高い相関 ($R^2=0.97$) が認められた。今後、中腸腺での測定結果を蓄積すると

ともに、可食部抽出液での測定を行い、簡易測定法の使用法を確立する必要がある。

(4) 引用文献

- 1) 貝毒分析研修会テキスト Ver.2:社団法人 日本水産資源保護協会, 2003 : 19-20
- 2) Ohshima Y. Post-column derivatization HPLC methods for paralytic shellfish poisons In: Hallegraeff GM, Anderson DM, Cembella AD (eds) Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO, Paris, 1995 : 81-111.

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	H24. 3. 16		H24. 4. 12		H24. 5. 14		H24. 6. 25		H24. 7. 17	
	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 (m)	A.t (細胞/L)	A.o. (細胞/L)	A.t (細胞/L)	A.o. (細胞/L)	A.t (細胞/L)	A.o. (細胞/L)	A.t (細胞/L)	A.o. (細胞/L)	A.t (細胞/L)	A.o. (細胞/L)
0	10	0	20	10	60	0	0	0	0	0
5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
10	20	0	10	30	40	0	10	0	0	0
15	10	0	20	40	0	30	0	10	0	0
20	10	20	0	0	0	30	0	30	40	0
25	30	10	0	0	0	0	0	10	0	0
30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10

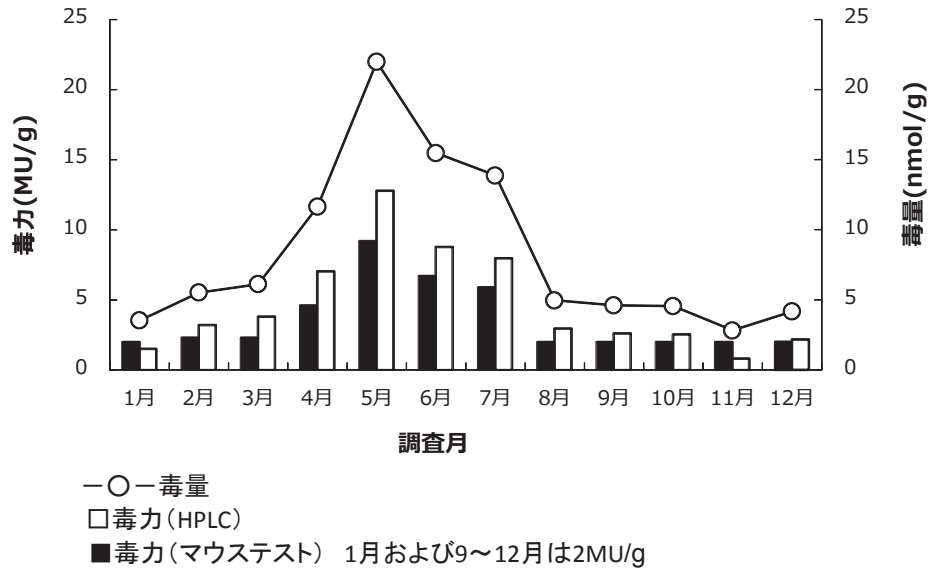


図1 中腸腺の毒量および毒力の季節変化

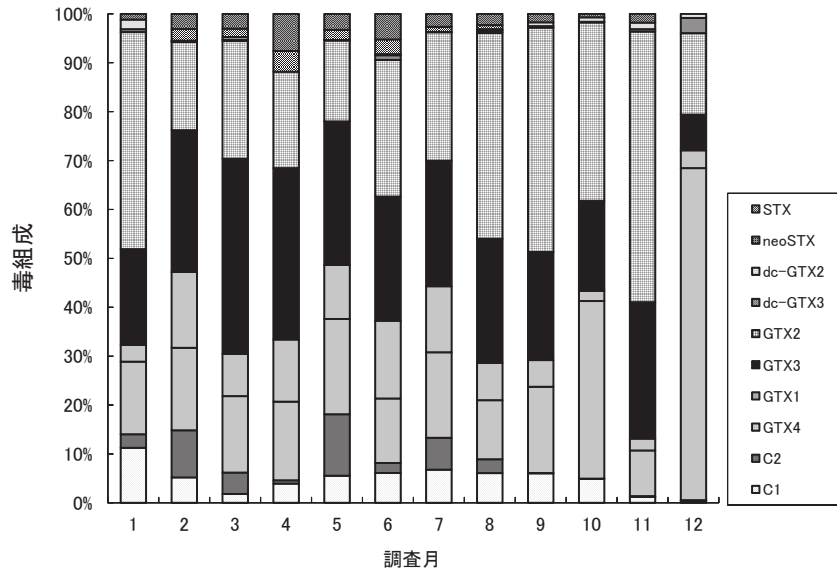


図2 中腸腺の毒組成の季節変化

8. 水産バイオマスの資源化技術開発事業 (受託研究)

担当者 加工利用部 加工利用グループ 小玉裕幸 武田忠明

(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。コンブの主産地である北海道において、養殖コンブの付着器や間引きされるコンブが数千トンある。さらに、コンブ漁場にはスジメ等の未利用の褐藻類が繁殖し、3千トンが駆除・廃棄されるほか、調味料メーカーでは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。本課題では、サイレージ発酵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、バイオマス燃料化の技術開発を協力研究機関と連携して行う。

(2) 経過の概要

ア スジメ由来可溶性アルギン酸の精製

スジメ(平成20年歯舞産乾燥品)をサイレージ発酵して得られる可溶性アルギン酸について、その発酵臭や色の改善を行うため、各種活性炭による精製法を検討し、食品および化粧品用原料の調製方法を確立した。この調製方法に従い、スジメ乾燥原料1kgから食品および化粧品用粉末を、それぞれ約110gおよび約60g調製した。それら粉末の可溶性アルギン酸含有量(対固形物)は食品用が約82%、化粧品用が約98%であった。食品用粉末は、食品機能性評価試料として100gを中央水研に提供した。また、化粧品用粉末は、皮膚保水性および安全性評価試料として10gを東京農工大学に提供するとともに、同試料を配合した固形石けんを試作するため製薬メーカーに25gを提供した。同石鹸は、平成24年11月14日、国際展示場で開催されたアグリ創出ビジネスフェアに出品した。

イ 可溶性アルギン酸製造コストの低減化

サイレージ発酵において、海藻に接種するAR菌の培養に適した安価な培地および人工海水を検討した。

(ア) 培地の検討

これまで本研究で用いたマリンプロス(Difco社製)培地を対照として、酵母エキス(ナカライテクス(株)製)とイーストペプトン(ミクニ化学(株)製)を配合した培地(以下、酵母ペプトン培地と略記)によりAR菌を培養し、サイレージ発酵後のAR菌数および可溶性アルギン酸の回収率を比較したところ、両者の各値には差が認められなかった。

(イ) 人工海水の検討

これまで本研究で用いた市販試薬5種を配合した人工海水(以下、試薬人工海水と略記)を対照として、人工海水粉末マリネッセンス(ナイカイ塩業(株)製)によりAR菌を培養し、サイレージ発酵後のAR菌数および可溶性アルギン酸の回収率を比較したところ、両者の各値には差が認められなかった。

(ウ) 培地および人工海水の改良によるコスト試算

上記(ア)および(イ)で検討した酵母ペプトン培地およびマリネッセンスを用いた改良法により、AR菌培養に要するコスト(スジメ乾燥原料1kg処理)を試算し、従来法(マリンプロスおよび試薬人工海水)と比較した。その結果、これまでの培養コストを約12分の1に削減できることがわかった。

なお、詳細は、「平成24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. 水産品の鮮度及び脂質の数値化によるブランド化事業（受託研究）

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛸谷幸司 菅原 玲 小玉裕幸 北川雅彦
共同実施機関 札幌中央水産株式会社

(1) 目的

消費者の水産物に対する高品質志向は年々強くなっている。このため、水産物卸売業界では、鮮度や脂の乗りを付加情報としてリアルタイムに表示することにより、その品質的な優位性を消費者に直接アピールし、販売促進に繋がる取り組みを模索している。しかしながら、鮮度指標であるK値や脂質含量の測定には1日以上分析時間を要するため、実際には販売現場でのリアルタイム表示は困難な状況となっている。

本研究では、水産卸売市場等で扱われる生鮮魚介類を対象に、現場対応型の鮮度、脂質含量測定装置による鮮度及び脂質含量のリアルタイム測定の可能性について検討した。

(2) 経過の概要

昨年度は、①マダラ及びホッケの鮮度（K値）の簡易測定法による数値化、②ホッケ脂質含量の近赤外分光分析法による数値化について検討した。①では、マダラ及びホッケのK値は、簡易測定法と高速液体クロマトグラフィー（以下、HPLC法とする）による測定値の間に高い相関が認められた。②では、背肉部及び尾肉部別に作成したホッケ脂質含量の推定検量線（以下、検量線とする）について化学分析値との精度検定を行った結果、背肉部は尾肉部に比べて分析精度が高いものと考えられた。

今年度は、ホッケ及びサメガレイの鮮度（K値）の簡易測定法による数値化、ホッケ背肉部及びサメガレイ背肉部の脂質含量の近赤外分析法による数値化について検討した。

ア 簡易測定法による生鮮水産物の鮮度（K値）の数値化

試料は、札幌中央卸売市場で2011年12月7日から2012年9月14日に販売されたホッケ、及び2012年9月19日から12月3日に販売されたサメガレイを用いた。各試料のK値は、簡易型鮮度測定装置 鮮度チェッカー（QS-SOLUTION製、以下、鮮度チェッカーとする）及びHPLC法により求めた。

鮮度チェッカーによるK値の測定は札幌中央水産株式会社（以下、札幌中央水産㈱とする）が担当し、背肉部から普通肉を採取し、鮮度チェッカー指定の抽出方法に準じて測定用試料を調製して行った。測定した試料は直ちに凍結して中央水試へ送付後、永峰らの方法¹⁾に準じたHPLC法によりK値を測定し、鮮度チェッカー測定値との相関について調べた。

イ 近赤外分光分析法による生鮮水産物の脂質含量の数値化

試料は、札幌中央卸売市場で2012年6月18日から10月12日に販売されたホッケ、及び2012年4月19日から2013年1月30日に販売されたサメガレイを用いた。各試料の脂質含量は、ポータブル型近赤外分光測定機 NIR-GUN（静岡精機製、以下、NIR-GUNとする）による非破壊測定、及びソックスレー法による化学分析から求めた。

脂質含量の非破壊測定は札幌中央水産㈱が担当し、NIR-GUNの積算時間を30msecに設定して、ホッケ及びサメガレイとも背肉部の表皮上から行った。化学分析による脂質含量測定値（以下、実測値とする）は、非破壊測定を行った部位をブロック状に分取、凍結して中央水試へ送付後に求めた。

次に、非破壊測定による近赤外スペクトルの吸光度2次微分値と実測値を用いて、NIR-GUNに付属するソフトウェア Ca-Makerで重回帰分析を行い、検量線を作成した。なお、検量線作成における選択波長範囲はホッケ及びサメガレイとも850～950nm、選択波長数は2、3、4及び5に設定した。さらに、作成した各検量線の精度検定を行った。

(3) 得られた結果

ア 簡易測定法による生鮮水産物の鮮度（K値）の数値化

ホッケ及びサメガレイのK値は、鮮度チェッカーによる測定値とHPLC法による測定値との間に高い相関が認められた。K値の測定において、HPLC法では1検体の測定に約40分を要するのに対し、鮮度チェッカー

では所要時間が約10分で、かつ一度に5検体の同時測定が可能である。このことから、昨年度の結果と合わせ、生鮮水産物の販売現場でも鮮度チェッカーの利用により、マダラ、ホッケ及びサメガレイの鮮度を迅速に把握できるものと考えられた。

イ 近赤外分光分析法による生鮮水産物の脂質含量の数値化

選択波長数2～5で作成した4本のホッケ脂質含量の検量線について、実測値との精度検定を行った結果、選択波長数4による場合が最も良好であった。ホッケ脂質含量については検量線精度が高く、生鮮水産物の販売現場でも、近赤外分析により短時間で把握できる可能性が考えられた。

一方、ホッケと同様に選択波長数2～5で作成した

4本の4本のサメガレイ脂質含量の検量線について、実測値との精度検定を行った結果、選択波長数4による場合が最も良好と推察された。しかし、検量線の精度はホッケ検量線と比べて低いため、今後、サメガレイ脂質含量の数値化に向けてさらに分析試料数を増やし、改めて検量線の作成及び精度検定を行う必要がある。

なお、詳細については、「平成24年度 水産品の鮮度及び脂質の数値化によるブランド化事業報告書」にて札幌中央水産㈱へ報告した。

(4) 引用文献

- 1) 永峰文洋ら：青森県水産物加工研究所昭和60年度報告，111-116（1986）

10. 依頼試験（依頼試験）

担当者 加工利用部 加工利用グループ 蛸谷幸司 武田忠明 菅原 玲
小玉裕幸 三上加奈子 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. 「ジアフレッシュ」によるウニの除菌試験

IV その他

1. サハリン漁業海洋学研究所（サフニコ）との研究交流（水産国際共同調査（経常研究））

担当者 企画調整部 企画課 佐藤 一

(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 サフニコ）との共同研究や研究交流を行うことによって、サハリンと共通の資源を利用する北海道の水産業と水産研究に有益な情報を得ることを目的とする。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）「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44回研究交流

(ア) 開催場所

水産研究本部中央水産試験場（余市町）

(イ) 開催日程

2012年7月4日～7日

(ウ) 出席者

サフニコ：ベリカーノフ・アナトリー水産生物資源部長、ラトコフスカヤ・エレナ沿岸環境室長、クルチェンコ・アナトリー無脊椎漁業生物室研究員

水産研究本部：鳥澤雅本部長、佐藤伸治総務部長、野俣洋企画調整部長、佐藤一企画課長

中央水試：寺井稔副場長、田中伊織研究参事、三宅博哉資源管理部長、志田修研究主幹、星野昇主査、山口幹人主査、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、栗林貴範研究主任、蔵田護資源増殖部長、秋野秀樹研究主任、北川雅彦加工利用部長

釧路水試：中明幸広調査研究部長、美坂正主査

稚内水試：夏目雅史調査研究部長、川井唯史主査

さけます内水試：真野修一研究主査

通 訳 者：大島剛

(エ) 日程

7月4日（水）サフニコ研究者は、ユジノサハリンスクから空路新千歳空港へ移動し、業務車で新千歳空港から余市町へ移動。

7月5日（木）研究交流会議
ケガニに関する情報交換、海面及び内水面魚種に関する情報提供、水産国際共同調査について。

7月6日（金）協議事項
中央水試庁舎見学、確認書の作成・合意、研究交流終了挨拶。
サフニコ研究者は、余市町から札幌市へ移動し、北海道水産林務部及び道総研本部表敬訪問。

7月7日（土）札幌市から新千歳空港へ移動
サフニコ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。

(3) 得られた結果

ア 第44回研究交流

(ア) ケガニに関する情報交換

道総研水産研究本部とサフニコは以下の研究発表を行い、ケガニの生態、漁業管理に関する有益な研究情報を交換した。

a 低水温がケガニ漁業に与えるインパクト—釧路東部海域（釧路水試 美坂正）

b サハリン南部におけるケガニの生態について（サフニコ クルチェンコ・アナトリー）

(イ) 海面及び内水面魚種に関する情報提供

道総研水産研究本部とサフニコは以下の研究発表を行い、ワカサギの増殖手法とマイワシの生態について情報提供した。

a 網走湖に新たに導入されたワカサギの孵卵器（道東内水面室 真野修一）

b サハリン沿岸へのマイワシの季節回遊（サフニコ

ベリカーノフ・アナトリー)

(ウ) 水産国際共同調査「北海道とサハリンのコンブ漁場環境に関する比較調査」について

道総研水産研究本部とサフニロは以下の発表を行って、第4次水産国際共同調査の結果について専門的な評価をし、共通の認識を持った。

a 2007～2012年におけるタタール海峡南部沿岸域の海水栄養塩とクロロフィル_aについて（サフニロ ラトコフスカヤ・エレーナ）

b 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（稚内水試 川井唯史）

(エ) 協議事項

a 第4次水産国際共同調査の取りまとめ等について
 ・道総研水産研究本部とサフニロは、双方の水産国際共同調査の結果について、2012年中に各々報告書を作成することにした。

・道総研水産研究本部とサフニロは、2013年5月に北海道で開催される国際シンポジウムに共同で研究成果を発表し、のちに共著論文として公表することにした。

・共著論文作成については、道総研水産研究本部は稚内水産試験場川井主査を責任者とし、サフニロはガラニン室長を責任者として推薦し、持ち帰り検討して決定することにした。

・双方とも、共同調査終了後もモニタリングを継続し、得られた結果については、今後の研究交流において引き続き情報交換することにした。

b 第5次水産国際共同調査「沿岸域の低次生産系に関する比較調査」について

・サフニロは、次期共同調査について以下の提案を行い、道総研水産研究本部はこれを基本的に了承した。
 ○次期共同調査（沿岸域の低次生態系に関する比較調査）の計画案（ラトコフスカヤ・エレーナ）

・道総研水産研究本部とサフニロは、双方の調査方法を原則統一することにし、具体的な協議をした。
 ・道総研水産研究本部から、共同調査で得られるデータの相互交換の要望があり、サフニロはデータ交換が可能か検討することにした。

c 第45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）

開催期間：2012年秋までにサフニロが決定する。

交流議題：「沿岸域における低次生態系に関する比較調査」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、両者が希望する課題。

・時期については、道総研水産研究本部から6月～7月上旬を希望した。

・情報交換の具体的な内容については電子メールで協議する。

d その他

・道総研水産研究本部からサハリン周辺のニシンの漁況情報について情報提供の要望があり、サフニロから口頭説明があった。

・サフニロから道総研水産研究本部での過去5年間の海洋環境関係の発表された論文のリストの提供要望があり、後日提供した。

・サフニロからケガニ、ハナサキガニに関する資源評価方法の発表された論文のリストの提供要望があり、後日提供した。

・道総研水産研究本部は職員名簿を提供し、サフニロは後日、2012年夏以降の体制更改後の組織・職員名簿を提供した。

(オ) 確認書の作成

道総研水産研究本部とサフニロは、第44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 **北川雅彦 蛭谷幸司 武田忠明 菅原 玲
小玉裕幸 三上加奈子 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24年 5月

対象者：余市郡漁業協同組合

内 容：カレイのレトルト処理に関する研修会

参加人員：13名

(イ) 小樽市

日 時：平成24年 5月

対象者：布川加工所

内 容：カレイの冷凍すり身に関する技術指導

参加人員：10名

(ウ) 泊村

日 時：平成24年 5月

対象者：古宇郡漁業協同組合

内 容：魚介類の一夜干し製造に関する研修会

参加人員：13名

(エ) ロシア・ウラジオストク市

日 時：平成24年 6月

対象者：沿海州地方の水産加工業者

内 容：水産加工利用に関する研修会

参加人員：60名

(オ) 札幌市

日 時：平成24年 6月

対象者：札幌中央水産株式会社

内 容：魚貝類の鮮度評価に関する技術指導

参加人員：5名

(カ) 札幌市

日 時：平成24年 6月

対象者：ホッキガイワーキンググループ会議

内 容：ホッキガイ飯寿司製造に関する研修

参加人員：31名

(キ) 苫小牧市

日 時：平成24年 7月

対象者：苫小牧漁業協同組合

内 容：ホッキガイ飯寿司に関する技術指導

参加人員：12名

(ク) 苫小牧市

日 時：平成24年 7月

対象者：鳥越漁業株式会社

内 容：サケの脱血処理に関する技術指導

参加人員：5名

(ケ) 札幌市

日 時：平成24年 7月

対象者：札幌中央水産株式会社

内 容：サケの脱血処理に関する技術指導

参加人員：7名

(コ) 島牧村

日 時：平成24年 7月

対象者：小樽地区漁業協同組合専務参事会議

内 容：サケの脱血処理に関する技術指導

(サ) 登別市

日 時：平成24年 7月

対象者：いぶり中央漁業協同組合

内 容：サケの脱血処理に関する技術指導

参加人員：6名

(シ) 室蘭市

日 時：平成24年 7月

対象者：室蘭漁業協同組合

内 容：サケの脱血処理に関する技術指導

参加人員：13名

(ス) 洞爺湖町

日 時：平成24年 7月
 対象者：いぶり噴火湾漁業協同組合
 内 容：サケの脱血処理に関する技術指導
 参加人員：10名

(七) 札幌市

日 時：平成24年 8月
 対象者：一般道民ほか
 内 容：道総研主催のサイエンスパークでの、魚肉すり身に関する展示・説明。

(ソ) 余市町

日 時：平成24年 8月
 対象者：小樽市漁業協同組合
 内 容：カレイ及びホッコクアカエビの加工に関する技術指導
 参加人員：2名

(タ) せたな町

日 時：平成24年 8月
 対象者：
 内 容：魚類の脱血処理に関する講習と実技指導
 参加人員：7名

(チ) 余市町

日 時：平成24年 9月
 対象者：小樽市漁業協同組合
 内 容：カレイ及びホッコクアカエビの加工に関する技術指導
 参加人員：3名

(ツ) 余市町

日 時：平成24年 9月
 対象者：北海道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：40名

(テ) 鹿部町

日 時：平成24年 9月
 対象者：北海道立漁業研修所
 内 容：水産加工に関する研修会
 参加人員：20名

イ 巡回技術指導

企業等の要望に応じ、個々の企業を訪問して当面する技術的問題点に関する指導、助言を以下の地域で行った。

札幌市、余市町、小樽市、岩内町、泊村、苫小牧市

ウ 北海道の水産加工振興に係わる連絡会議

公設水産加工研究施設と水産試験場との関係を密にし、地域水産加工業の発展に寄与するため、連絡会議

を開催した。

日 時：平成24年 7月25日
 場 所：岩内町地場産業サポートセンター
 参集機関：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、羅臼町水産商工課、岩内町地場産業サポートセンター、オホーツク圏地域食品加工技術センター、釧路工業技術センター、北海道立工業技術センター、北海道水産林務部、食品加工研究センター、中央水産試験場、釧路水産試験場、網走水産試験場

参加人員：22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「公設試験研究機関及び北海道立総合研究機構の研究成果」①褐藻類の生鮮利用に係わる研究開発、②水産物由来糖脂質の抽出・濃縮とその特性を活かした食品素材開発、③海洋深層水を活用した呈味性強化ホタテガイ生産・流通技術の開発
- ・行政機関の事業説明

エ 加工技術相談

56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) 日本食品工学会シンポジウム講演

日本食品工学会の主催で、札幌市において平成24年8月に開催された第13回年次大会において、水産加工技術の展開方向について、講演を行った。

参加人員60名。

(イ) 平成24年度後志水産加工品ブランド品評会審査会

後志水産加工品ブランド品評実行委員会の主催で、小樽市にて平成24年9月に開催され、23品目について審査を行った。

参加人員20名

(ウ) 北海道加工食品コンクール審査会

北海道食品産業協議会的主催で、札幌市において平成25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

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
資源管理グループ						
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	ヒラツメガニは生食可能かについて	志田
技術相談 (企業)	4月	電話	マスコミ関係	1	後志管内のニシン漁獲量について	山口幹
技術相談 (企業)	4月	電話	一般企業	1	エビの養殖について	山口浩
技術相談 (企業)	4月	電話	漁業関係者	1	黒ガレイの無眼側に見られる黒い斑点について	山口浩
技術相談 (企業)	4月	電話	マスコミ関係	1	えびかご人工餌料について	山口浩
技術相談 (企業)	5月	電話	マスコミ関係	1	5月7日に留萌で漁獲された2トンのニシンについて	山口幹
技術相談 (企業)	5月	電話	マスコミ関係	1	刺し網目合い拡大によるニシンの資源管理について	山口幹
技術相談 (企業)	5月	電話	マスコミ関係	1	西積丹でつれるホッケの状況と呼び名について	高嶋
技術相談 (企業)	5月	場内	マスコミ関係	2	ホッケの資源状況と現在の取り組みについて	高嶋
技術相談 (企業)	6月	電話	マスコミ関係	1	5月上旬に白谷で漁獲されたニシンの系群について	三宅ほか
技術相談	6月	電話	地方自治体	1	岩内のスケツはえなわ漁業の不漁とその原因について	志田
技術相談	6月	電話	地方自治体	1	大須田式の網（奥尻のホッケ漁）について	高嶋
技術相談 (企業)	7月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ漁獲の減少理由について	高嶋
技術相談 (企業)	7月	場内	マスコミ関係	1	2012年のニシン漁況について	山口幹
技術相談 (企業)	7月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ漁獲の減少と理由について	高嶋
技術相談 (企業)	7月	電話	マスコミ関係	1	水中カメラで撮影された魚の同定について	高嶋
技術相談 (企業)	7月	場内	マスコミ関係	1	6月に白谷で漁獲されたニシンについて	山口幹
技術相談	7月	電話	漁業関係者	1	ナンバンエビ・ボタンエビ生態について	山口浩
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	釧路沖定置網で漁獲されたクロマグロについて	山口浩
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	道北系ホッケの資源管理対策について	高嶋
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	ホッケの漁獲減・資源管理対策に関する取材について	高嶋
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	日高のサケ定置網でのブリ漁獲について	山口幹
技術相談	9月	電子メール	国	1	ホッケ道北群の漁獲量グラフについて	高嶋
技術相談 (企業)	9月	場内	マスコミ関係	2	古平・余市のホッケ刺し網漁業と資源動向との関連について	高嶋
技術相談 (企業)	9月	場内	マスコミ関係	3	ホッケ道北群の資源状態と管理対策について	高嶋
技術相談 (企業)	9月	電話	水産関係企業	1	ホッケの輸入状況について	高嶋
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	地球温暖化と北海道周辺の魚について	志田
技術相談 (企業)	10月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ漁獲減の理由について	高嶋
技術相談 (企業)	10月	場内	マスコミ関係	1	石狩湾のシャコについて	三原
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	虎杖浜のタラコとスケトウダラについて	志田
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	小樽市漁協でガザミの漁獲量が増えたことについて	山口浩
技術相談	11月	場内	一般市民	1	砂浜に漂着した貝殻状の物体について	高嶋
技術相談	11月	電話	研究機関	1	えびかご人工餌料と水中カメラについて	山口浩
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁況予測について	山口幹
技術相談	4月	留萌市	漁業関係者	2	ハタハタ漁獲規制について	星野
技術相談	5月	電話	地方自治体	1	ベニズワイの分布、市場等について	星野
技術相談	6月	電話・ 電子メール	北海道	1	青森県マダラの高濃度セシウムについて	星野
技術相談 (企業)	7月	電話	マスコミ関係	1	マダラの生態について	星野

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	7月	電話・ 電子メール	北海道	1	道南マダラのセシウムについて	星野
技術相談	7月	電話・ 電子メール	北海道	1	道南マダラのセシウムについて	星野
技術相談 (企業)	7月	電話・ 電子メール	マスコミ関係	1	種同定依頼(しわいかなご)について	星野
技術相談 (企業)	7月	場内	マスコミ関係	1	種同定依頼(いかなご)について	星野
技術相談	8月	電話・ 電子メール	北海道	1	厚労省による放射能検査の海域区分について	星野
技術相談	8月	電話・ 電子メール	北海道	1	襟裳沖でのマダラの分布想定について	星野
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ生態、漁獲管理について	星野
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ生態、漁獲管理について	星野
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	マダラの生態について	星野
技術相談	9月	古平町	漁業関係者	1	種同定依頼(オキザヨリ)について	星野
技術相談	9月	電話・ 電子メール	国	1	ウロコメガレイの生態について	星野
技術指導 (講演等)	9月	小樽市	漁業関係者	40	スケトウダラ・マダラの資源動向について	三原
技術相談 (企業)	10月	電話・ 電子メール	一般企業	1	マダラ(オホーツク海)の成分・資源・漁獲状況について	星野
技術相談	10月	電話・ 電子メール	北海道	1	マダラ沖底の漁獲量について	星野
技術相談 (企業)	10月	場内	マスコミ関係	1	マダラの生態について	星野
技術相談	10月	余市町	漁業関係者	1	種同定依頼(カマスサワラ)について	星野
技術相談	10月	余市町	漁業関係者	1	種同定依頼(ナンヨウカイワリ)について	星野
技術相談 (企業)	10月	電話	マスコミ関係	1	マダラの生態について	星野
技術相談	10月	電話・ 電子メール	北海道	1	原発損害賠償調査に係るマダラについて	星野
技術相談	10月	電話・ 電子メール	北海道	1	毒性ハギ(ソウシハギ)の分布生態について	星野
技術指導 (講演等)	10月	場内	漁業関係者	16	平成24年度日本海海域におけるすけとうだらの資源予報について	三宅・三原
技術指導 (講演等)	10月	札幌市	漁業関係者	90	スケトウダラ日本海系群漁業者協議会	三宅・志田・三原
技術指導 (講演等)	11月	場内	JICA研修生	12	北海道の漁業概要について	三宅
技術指導 (講演等)	11月	場内	JICA研修生	12	スケトウダラの資源管理について	志田
技術指導 (講演等)	11月	場内	JICA研修生	12	ホッコクアカエビの資源管理について	山口浩
技術指導 (講演等)	11月	場内	JICA研修生	12	ニシンの資源管理について	山口幹
技術相談 (企業)	11月	場内	マスコミ関係	1	北海道海域の残暑に伴う異変について	星野
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	北海道海域の残暑に伴う異変について	星野
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ生態、漁獲管理について	星野
技術相談	11月	電話・ 電子メール	北海道	1	太平洋マダラの放射線セシウム問題について	星野
技術相談	11月	電話	北海道	1	ベニズワイの資源管理に係る考え方について	星野
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	マダラの卵巣膜が黒いことについて	星野
技術指導 (講演等)	11月	小樽市	漁業関係者	20	日本海海域におけるすけとうだらの調査について	三宅・三原
技術指導 (講演等)	11月	岩内町	漁業関係者	10	平成24年度日本海海域におけるすけとうだらの資源予報について	三原
技術指導 (講演等)	11月	乙部町	漁業関係者	50	平成24年度日本海海域におけるすけとうだらの資源予報について	三原
技術指導 (講演等)	11月	場内	漁業関係者	7	石狩湾におけるシャコ漁業について	三原
技術相談	12月	電話	地方自治体	1	日本海スケトウダラの資源減少要因について	志田
技術相談 (企業)	12月	場内	マスコミ関係	2	コマイについて(放送番組の収録)	志田
技術相談 (企業)	12月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの群来について	山口幹
技術相談 (企業)	12月	電話	マスコミ関係	1	日本海スケトウダラの減少要因について	三原
技術相談	12月	電話	水産関係企業	1	スケトウダラの回遊と放射能検査について	三原
技術相談 (企業)	12月	電話	マスコミ関係	1	漁期前調査(1)速報について	山口幹

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	12月	場内	漁業関係者	2	種同定依頼 (メンコガニ) について	丸山
技術相談	12月	電話	研究機関	1	後志管内の底建漁法について	星野
技術相談	1月	場内	漁業関係者	2	広報誌なみまるくん「海・ひと・夢インタビュー」の取材について	山口幹
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	小樽市のニシン初水揚げの年齢構成について	山口幹
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	ニシン群来の撮影に向けての情報収集について	山口幹
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	小樽に於けるニシンの不漁について	山口幹
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	小樽市祝津の群来について	山口幹
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	小樽市祝津の群来について	山口幹
技術相談	1月	札幌市	各種団体	72	魚礁に蛸集する魚類の生態に関する講演	山口浩
技術指導 (講演等)	1月	札幌市	JICA		北海道における資源管理について	志田
技術相談 (企業)	2月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの群来について	山口幹
技術相談	2月	場内	国	1	漂着した海獣の種判別について	和田
技術相談	2月	電話	漁業関係者	1	ホッケ魚体の性状のばらつきについて	高嶋
技術相談	2月	積丹町	漁業関係者	1	ホッケ魚体の性状のばらつきについて	高嶋
技術相談 (企業)	2月	電話	マスコミ関係	1	今年のニシンの豊漁の要因について	山口幹
技術相談 (企業)	2月	電話	マスコミ関係	1	小樽の豊漁の原因について	山口幹
技術指導 (講演等)	2月	旭川市	漁業関係者	21	ナンバンエビの漁獲状況について	山口浩
技術指導 (講演等)	2月	留萌市	漁業関係者	15	ナンバンエビの漁獲状況について	山口浩
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの豊漁について	山口幹
技術相談 (企業)	3月	場内	マスコミ関係	1	ニシンの豊漁について	山口幹
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁況について	山口幹
技術相談 (企業)	3月	場内	マスコミ関係	1	ニシンの漁況について	山口幹
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁獲量が近年最高になった要因について	山口幹
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	ニシンの漁獲統計について	山口幹
技術相談	3月	電話	北海道	1	管内のヒラツメガニ漁業の許可と生態の関連について	星野
技術相談	3月	電話	北海道	1	マダラセシウムの見通しとサケ予測法の問題について	星野
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	ホッケ漁獲減の背景について	星野
技術相談 (企業)	3月	場内	マスコミ関係	3	ホッケの生態・利用について	高嶋
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	今年のニシンの大漁の要因について	山口幹
技術指導 (講演等)	3月	札幌市	漁業関係者	21	ナンバンエビの漁獲状況について	山口浩
海洋環境グループ						
技術指導 (企業)	4月	場内	指導所	2	クロロフィル分析指導	栗林
技術指導 (企業)	4月	江差町	指導所	3	沿岸環境調査に係るアクセスソフト技術指導	栗林
技術指導 (企業)	4月	岩内町	指導所	3	沿岸環境調査に係るアクセスソフト技術指導	栗林
技術相談	5月	電話	指導所	1	小樽水族館の魚の死と環境の関係について	栗林
技術指導 (委員等)	5月	東京都	各種団体	19	キタミズクラゲ被害防止に関する検討	田中
技術指導 (企業)	5月	函館市	指導所	7	沿岸環境調査に係るアクセスソフト技術指導	栗林・浅見
技術指導 (企業)	5月	せたな町	指導所	3	沿岸環境調査に係るアクセスソフト技術指導	栗林・浅見
技術相談	5月	電話	漁業関係者	1	海岸の砂の変化について	栗林
技術相談	6月	電話	漁業関係者	1	厚岸周辺海域に生息するコンブ藻体の縮小について	栗林
技術指導 (企業)	6月	場内・余市町	指導所	1	朝の観測に係る技術指導	栗林
技術相談 (企業)	6月	場内	マスコミ関係	1	古海藻分析による過去の栄養塩環境の推定について	栗林

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	6月	電話	指導所	1	増毛沖の高上げ礁に付着した紅藻の分類について	栗林
技術指導 (委員等)	6月	余市町	地方自治体	11	余市町の環境問題について審議	田中
技術指導 (企業)	6月	場内	指導所	1	クロロフィル分析指導	栗林
技術相談	7月	電話	指導所	1	2010年の漁獲データについて	栗林
技術相談	7月	電話	北海道	1	クロロフィル分析について	栗林
技術相談	7月	電話	北海道	1	改良型ノルバックネットについて	栗林
技術相談	7月	電話	指導所	1	沿岸環境調査に係るアクセスの使用方法について	栗林
技術指導 (委員等)	7月	小樽市	地方自治体	13	小樽市の環境問題について審議	田中
技術指導 (講演等)	7月	余市町	北海道	50	2008～2012年冬季における日本海表層の栄養塩量	西田
技術相談 (企業)	8月	場内	一般企業	1	液肥添加について	栗林
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	水温と魚の関係について	田中
技術相談	9月	電話	北海道	1	底質の有機物分析について	栗林
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	水温と魚の関係について	田中
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	北海道周辺海域の水温について	栗林
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	水温と魚の関係について	田中
技術相談 (企業)	9月	電話	マスコミ関係	1	水温と魚の関係について	田中
技術指導 (講演等)	9月	小樽市	漁業関係者	50	海洋環境について	西田
技術指導 (企業)	10月	場内	指導所	2	クロロフィル分析指導	栗林
技術指導 (企業)	10月	場内	指導所	2	クロロフィル分析指導	栗林
技術指導 (委員等)	10月	余市町	地方自治体	10	余市町の水道・水源の問題について審議	田中
技術相談 (企業)	10月	電話	マスコミ関係	1	冬季の水温上昇について	田中
技術相談	10月	電話	各種団体	1	道西日本海の水温の鉛直分布について	浅見
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	今年の夏の高水温とリシリコンブの関係について	西田
技術指導 (委員等)	11月	小樽市	地方自治体	13	小樽市の環境問題について審議	田中
技術指導 (企業)	11月	場内	指導所	2	クロロフィル分析指導	栗林
技術相談	11月	電子メール	地方自治体	1	日本海栄養塩の濃度について	栗林
技術相談	11月	電子メール	地方自治体	1	施肥材投入によるリンの濃度試算について	栗林
依頼試験	12月	場内	指導所	1	クロロフィル値の比較試験	栗林
技術相談	12月	場内	地方自治体	1	余別沿岸調査経過について	栗林・浅見
技術相談	1月	電子メール	地方自治体	1	施肥材投入による栄養塩濃度の試算について	栗林
技術相談	1月	電子メール	指導所	1	クロロフィルデータについて	栗林
技術相談 (企業)	1月	電話	マスコミ関係	1	磯焼けの映像もしくは画像について	栗林
技術相談	1月	電話	指導所	1	磯焼け発生機構の解明と予測技術の開発について	栗林
技術相談	1月	場内	指導所	1	2013年1月の前浜水温について	栗林
技術相談	1月	場内	指導所	1	昨年春のクロロフィルとホタテについて	栗林
技術指導 (講演等)	1月	札幌市	漁業関係者	28	ホタテガイ採苗安定化試験について	西田
技術指導 (講演等)	1月	網走市	漁業関係者	50	紋別の長期データ解析	品田
技術相談	2月	電子メール	指導所	1	噴火湾礼文地区の栄養塩とクロロフィルについて	栗林
技術相談	2月	電話	指導所	1	北海道日本海の水温変動について	栗林
技術相談	3月	電子メール	指導所	1	沿岸環境調査結果を利用した普及活動について	栗林
技術相談	3月	場内	地方自治体	1	余別沿岸調査結果について	栗林・浅見
技術指導 (講演等)	3月	雄武町	漁業関係者	30	春の沿岸環境および動物プランクトンの発生状況	嶋田

2. 2. 2 資源増殖部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
資源増殖グループ						
技術相談	4月	電子メール	地方自治体	1	カサネカンザシゴカイの種名と食した場合の影響について	蔵田
技術相談	4月	電子メール	一般市民	1	コンブと北前船の歴史について	秋野
技術相談	4月	電話	漁業関係者	1	ニシンの死亡について	伊藤慎
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・伊藤慎
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	伊藤慎
技術相談	4月	場内	水産関係企業	1	ホンダワラ藻場の造成方法について	秋野
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・伊藤慎
技術相談	4月	電話・ 電子メール	指導所	1	アサリの死亡について	伊藤慎
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・伊藤慎
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	4月	電話	一般企業	1	汚損付着動物に係る試験について	中島
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・伊藤慎
技術指導 (企業)	4月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦
技術審査	4月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術指導 (企業)	5月	場内	地方自治体	1	養殖コンブ生長不良の原因解明	秋野
技術指導 (企業)	5月	場内	地方自治体	1	深層水養殖コンブの生長不良解明	秋野
技術相談	5月	電話・FAX	地方自治体	1	キセノハリオチスについて	瀧谷・伊藤慎
技術相談 (企業)	5月	電話	一般企業	1	ホタテガイの輸出証明書の発行の流れについて	伊藤慎
技術相談	5月	電話	漁業関係者	1	マツカワの病気について	伊藤慎
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談	5月	電子メール	一般市民	1	ヒラメの病気について	中島
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	5月	場内	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	5月	場内	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	5月	電話	指導所	1	日本海の水タテ稚貝のグリコーゲンの測定について	伊藤慎
技術相談	5月	電話	国	1	ウニ殻が幼生発生に貢献するかについて	秋野
技術指導 (企業)	5月	場内	地方自治体	1	深層水養殖コンブの生長不良解明	秋野
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	5月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術相談	6月	電話・ 電子メール	地方自治体	1	アイナメの筋肉中にあった寄生虫について	伊藤慎
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術指導 (企業)	6月	場内	地方自治体	2	ノリ増養殖の方法について	秋野
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		ヒラメ孵化仔魚のVNN検査	三浦
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		キセノハリオチス症調査	中島・三浦・高谷・ 伊藤慎
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	6月	場内	地方自治体		キセノハリオチス症調査	中島・三浦・高谷・ 伊藤慎
技術指導 (企業)	6月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	6月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		キセノハリオチス症調査	中島・三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	7月	電話	研究機関	1	ホタテガイのWS S Vの検査機関について	伊藤慎
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		マツカワVNNの検査	三浦・高谷・伊藤慎
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術相談	7月	電話	漁業関係者	1	クロガレイの寄生虫について	伊藤慎・高谷
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術相談	7月	電話	マスコミ関係	1	エゾアワビの陸上養殖について	蔵田
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤
技術相談 (企業)	7月	場内	マスコミ関係	1	磯焼けの現状等について	中島
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	7月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	7月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術指導	8月	場内	地方自治体 (高校教員)	15	ウニ年齢査定の方法	秋野・阿部
技術相談	8月	電話	指導所	1	加速度計について	伊藤慎
技術指導 (企業)	8月	場内	漁業関係者		ヒラメ30mm種苗のVNN検査	三浦・伊藤慎
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	積丹のウニのおいしさの根拠について	秋野
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	積丹ブルーと言われるわけについて	秋野
技術相談	8月	場内	各種団体	1	コンブ造成について	秋野
技術指導 (企業)	8月	場内	漁業関係者		ヒラメクドアの検査	三浦・伊藤慎
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・阿部
技術相談	8月	場内	漁業関係者	1	棘の長いエゾバフンウニについて	瀧谷
技術相談 (企業)	8月	電話	マスコミ関係	1	養殖コンブの発祥の地について	秋野
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	8月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術指導 (企業)	9月	えりも町	漁業関係者	3	魚病指導	中島・三浦・伊藤慎
技術相談	9月	電話	一般企業	1	ホタテガイの健康証明の発行について	伊藤慎
技術相談	9月	電子メール	指導所	1	アカボヤの病気について	伊藤慎
技術審査	9月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	9月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	9月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	9月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術指導 (企業)	9月	羽幌町	漁業関係者		ヒラメ親魚のELISA法によるVNN検査	三浦・伊藤慎・中島 ・伊藤義
技術指導 (企業)	10月	場内	一般企業	1	海藻の同定指導	秋野
技術審査	10月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・伊藤義
技術審査	10月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談 (企業)	10月	電話	マスコミ関係	1	寿都町における藻場再生事業について	秋野
技術相談 (企業)	10月	電話	マスコミ関係	1	道実施の磯焼け対策総合事業について	秋野
技術指導 (企業)	10月	場内	漁業関係者		稚ウニの疾病に関する相談	三浦
技術審査	10月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	10月	場内	漁業関係者		エゾアワビのキセノハリオチス感染検査	三浦・伊藤慎
技術指導 (企業)	10月	場内	漁業関係者		チカの診断	三浦
技術審査	10月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	10月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術指導 (企業)	10月	場内	漁業関係者		エゾアワビのキセノハリオチス感染検査	三浦・伊藤慎
技術指導 (講演等)	10月	場内	JICA研修生		ホタテ増養殖事業に関する講義	蔵田
技術指導 (講演等)	10月	場内	JICA研修生	12	ニシン資源増殖に関する講義	瀧谷
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・阿部
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・伊藤義
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・伊藤義
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術相談	11月	場内	漁業関係者	1	養殖マコンプの付着生物と、その防汚対策について	阿部
技術相談 (企業)	11月	電話	マスコミ関係	1	ホタテ養殖につくザラボヤとイガイについて	中島
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術指導 (企業)	11月	伊達市	漁業関係者		マツカワVNN検査のための採血と魚病指導を行った	中島・三浦・瀧谷・ 伊藤慎
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	高谷・伊藤義
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	11月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	伊藤慎・伊藤義

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	高谷・阿部
技術相談	12月	札幌市	地方自治体	1	ナマコの養殖と種苗放流について	中島
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	12月	場内	水産関係企業	1	ニシン稚魚の採集方法(巻き網)について	瀧谷
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	12月	電話	水産関係企業	1	巻き網の使い方について	瀧谷
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談	12月	電話	指導所	1	ホッキガイの種苗生産の現状について	中島
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談 (企業)	12月	場内	マスコミ関係	1	檜山ニシンの調査と系群について	瀧谷
技術審査	12月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談	12月	電話	各種団体	1	リュウグウノツカイの標本貸与について	伊藤慎・志田
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	1月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	2月	場内	マスコミ関係	1	エゾバフンウニとキタムラサキウニの勢力拡大について	秋野
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談 (企業)	2月	場内	マスコミ関係	1	ホタテガイの生態について	蔵田

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術相談	2月	場内	漁業関係者	1	マツカワの腹水について検査	伊藤慎
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術相談 (企業)	2月	電話	マスコミ関係	1	水温と栄養塩の相関について	秋野
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・阿部
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦・伊藤義
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	2月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術相談	3月	電話	一般市民	1	生食マスの寄生虫について	伊藤慎
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
技術相談	3月	電話	漁業関係者	1	別海のクロガレイの異物について	伊藤慎
技術指導 (企業)	3月	場内	水産関係企業	1	海藻同定の依頼	秋野
技術指導 (企業)	3月	場内	水産関係企業	1	藻場造成の手法について	秋野・福田
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術相談 (企業)	3月	場内	漁業関係者		マツカワVNN検査	伊藤慎
技術相談 (企業)	3月	場内	漁業関係者		マツカワVNN検査	伊藤慎
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	檜山で見つかったニシン卵について	瀧谷
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	檜山で見つかったニシン卵について	瀧谷
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	阿部
技術相談 (企業)	3月	場内	漁業関係者		マツカワVNN検査	伊藤慎
技術相談 (企業)	3月	電話	マスコミ関係	1	子持ちコンブから孵化したニシンについて	瀧谷
技術審査	3月	場内	一般企業		韓国向け輸出活ホタテガイに関する水産動物健康証明書の交付	三浦
水産工学グループ						
技術相談 (企業)	5月	場内	マスコミ関係	3	ウニについて	千川
技術相談 (企業)	7月	場内	水産関係企業	1	人工海底マウンド礁の効果把握について	櫻井
技術相談 (企業)	7月	場内	水産関係企業	1	ホッキガイの計測方法について	櫻井
技術相談	7月	電話	北海道	1	稚魚ネットの曳網方法とサンプルの固定法について	櫻井
技術相談	7月	電話	各種団体	1	生ゴミを用いた堆肥の漁場造成への活用について	櫻井
技術相談 (企業)	7月	電話	水産関係企業	1	ムラサキイガイの養殖方法について	櫻井

指導事項	実施月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
技術相談	7月	電話・ 電子メール	地方自治体	1	ホタテ桁網の構造について	櫻井
技術指導 (企業)	9月	神恵内村	地方自治体	14	藻場ランド第3期計画案の検討	干川
技術相談 (企業)	9月	場内	水産関係企業	1	石詰礁の効果について	櫻井
技術相談 (企業)	9月	場内	水産関係企業	1	石詰礁の効果に関する試験方法について	櫻井
技術相談	9月	電話	研究機関	1	アッシュクリートの藻礁・魚礁への利用状況について	櫻井
技術相談 (企業)	9月	電話	食品加工業者	1	飼育水槽のバクテリアについて	櫻井
技術指導 (講演等)	10月	場内	JICA研修生	12	藻場・貝類漁場造成について	干川
技術指導 (講演等)	1月	札幌市	各種団体	50	アサリの食害防除について	秦
技術指導 (講演等)	2月	北見市	各種団体	14	赤川アサリ造成漁場の利用法について	秦
技術相談	3月	電子メール	漁業関係者	1	成果資料の漁協HPへの掲載について	秦

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
24. 5. 10	余市町寿大学・女性学級合同講座	余市町	61人	ニシンの資源管理について 冷凍すり身の技術開発について
24. 7. 21	中央水産試験場一般公開	余市町	395人	海藻お絵かき、地曳き網体験、サイエンスカフェほか
24. 8. 1	サイエンスパーク	札幌市	8,129人	冷凍すり身の技術開発に関するパネル等の展示
24. 8. 7	水産研究本部成果発表会	札幌市	130人	最新の研究成果について、口頭発表7題、ポスター発表8題
25. 2. 26	研究成果地域説明会 (ミニプラザ)	寿都町	53人	海獣類(トド・オットセイ)についての説明、意見交換
25. 2. 27	研究成果地域説明会 (ミニプラザ)	岩内町	34人	海獣類(トド・オットセイ)についての説明、意見交換

4. 研修・視察来場者の記録

(事前に連絡のあったもの)

区 分	件数 (件)	人数 (人)	摘 要
管 内 (石狩振興局・後志総合振興局)	25	816	
道 内 (上記以外)	8	54	
道 外	5	49	
国 外	5	52	
合 計	43	971	

5. 所属研究員の発表論文等一覧

資源管理部門

(資源管理グループ)

ホッコクアカエビに対するえびかご漁業用人工餌料の蝟集効果：**山口浩志**，北川雅彦（中央水試），後藤陽子（稚内水試），畑沢賢一（道総研産業技術研究本部ものづくり支援セ），飯田憲一（道総研工試），阪本正博，飯田訓之（釧路水試） 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，88，2012.9

シンポジウム スケトウダラが生まれてから食卓に上がるまで：生態－社会系とその管理 3. 漁獲の状況：**志田 修**（中央水試） 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，151，2012.9

北海道日本海産アカガレイ，ヒレグロ，ウロコメガレイの年齢決定に関する耳石の表面観察法と薄片観察法の比較：**星野 昇**，**山口浩志**，三原行雄，**丸山秀佳**（中央水試） 北水試研報，82，1-7，2013.9

北海道日本海南部海域におけるベニズワイのDeLury法に基づく資源評価：**星野 昇**（中央水試） 北水試研報，82，9-18，2013.9

ホッケ道北群資源の衰退と今後の展望：**高嶋孝寛**（中央水試） 北水試だより 85，1-6，2012.9

“春にしん”は今－2012年春期に採集された産卵群の系群判別－：**山口幹人**（中央水試），清水洋平，川崎琢真（栽培水試），田園大樹（稚内水試），瀧谷明朗（中央水試），堀井貴司（釧路水試） 北水試だより 85，12-16，2012.9

Interannual changes in the timing of walleye pollock spawning migration and their impacts on gill-net fishery：**Osamu Shida**，**Yukio Mihara**（中央水試），Kazushi Miyashita（北大FS） PICES-2012 Program and Abstract，73，2012.10

水中カメラを用いたえび籠に対するホッコクアカエビの行動観察：**山口浩志**（中央水試） 試験研究は今 725，2012.11

近年のホッケ資源激減の状況と環境が年級群豊度に及ぼす影響：**高嶋孝寛**，**品田晃良**，**星野 昇**（中央水試），前田圭司（稚内水試） 2012（平成24）年度日本水産学会北海道支部大会シンポジウムプログラム要旨集，2012.12

トドによる漁業被害と北海道の沿岸漁業：**和田昭彦**（中央水試），後藤陽子（稚内水試） 2012（平成24）年度日本水産学会北海道支部大会要旨集，6，2012.12

シンポジウム記録 スケトウダラが産まれてから食卓に上がるまで 生態系－社会系とその管理 1-3漁獲の状況：**志田 修**（中央水試） 日本水産学会誌，79(1)，64，2013.1

北海道日本海におけるハタハタ資源のふ化時期：**星野 昇**（中央水試） 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集，27，2013.3

利尻島周辺海域の計量魚探によるホッケの漁況予測調査：鈴木祐太郎，板谷和彦（稚内水試），**高嶋孝寛**（中央水試） 平成24年度北海道音響資源調査研究情報交換会要旨集，4，2013.3

日本海海域におけるスケトウダラ成魚調査:三原行雄 (中央水試), 本間隆之 (函館水試), 板谷和彦 (稚内水試) 平成24年度北海道音響資源調査研究情報交換会要旨集, 13, 2013.3

石狩湾産ハタハタ仔稚魚のふ化時期 (短報):星野 昇, 高嶋孝寛, 山口浩志 (中央水試) 北水試研報, 83, 37-39, 2013.3

(海洋環境グループ)

Seasonal and annual fluctuations in the abundance and biomass of *Neocalanus plumchrus* in Japan Sea off northern Hokkaido: Hiroki Asami and Takahiro Takashima (中央水試) 2012 PICES Annual Meeting, Abstract 250p. 2012.10

北海道における海洋環境モニタリングの現状と成果:浅見大樹 (中央水試), 沿岸環境関連学会連絡協議会第28回ジョイントシンポジウム口頭発表, 要旨集, 1-2, 2013.2

春季における石狩湾周辺海域の流れと海水交換:西田芳則 (中央水試), 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, 5-12, 2012.12

A method for prediction the occurrence of paralytic shellfish poisoning along the coast of Hokkaido in the Okhotsk Sea in summer: 嶋田 宏, 澤田真由美, 田中伊織, 浅見大樹 (中央水試), 深町 康 (北大低温研) Fisheries Science 78, 865-877, 2012.7

北海道周辺4海域(道東・道南太平洋, 北部日本海および南部オホーツク海)における動物プランクトンバイオマスおよび種組成の季節変化と年変動:嶋田 宏 (中央水試), 坂口健司 (水産研究本部), 森 泰雄 (釧路水試), 渡野邊雅道 (函館水試), 板谷和彦 (稚内水試), 浅見大樹 (中央水試) 日本プランクトン学会報, 59, 63-81, 2012.8

道南太平洋沿岸/沖合におけるサケ稚魚沿岸滞泳期の海洋環境と動物プランクトン組成の季節/年変動:嶋田 宏, 品田晃良, 栗林貴範, 浅見大樹 (中央水試), 青山智哉, 宮腰靖之 (さけます内水試), 渡野邊雅道 (函館水試), 河合百華, 岩渕雅輝 (エコニクス) 2012年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 57, 2012.10

デジタル一眼レフカメラとマクロレンズを用いた動物プランクトン試料の撮影と生物測定:嶋田 宏 (中央水試), 奥修 (ミクロワールドサービス) 2013年度日本海洋学会春季大会講演要旨集, 299, 2013.3

オホーツク海北海道沿岸域における春季ブルームとその鉛直移動:照本昂之 (北大院環境), 工藤勲 (北大院水産/環境), 宮園章 (網走水試), 品田晃良 (中央水試) 平成24年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 75, 2012.9

ノルパックネットの150m鉛直曳き試料を用いた日周鉛直移動を行う動物プランクトン *Metridia pacifica* の経年変動の解析 品田晃良, 浅見大樹 (中央水試) 2012年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会講演要旨集, 18, 2012.10

ホタテガイの成長と海洋環境について:多田匡秀, 榎原康裕, 宮園 章 (網走水試), 品田晃良 (中央水試) 平成24年度日本水産学会北海道支部大会講演要旨集, 2, 2012.12

古コンブに残されたTNと $\delta^{15}\text{N}$ より推定する北海道日本海における過去の栄養塩環境:栗林貴範 (中央水試), 阿部剛史 (北大総合博物館), 門谷 茂 (北大院水産) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 88, 2013.3

栄養塩添加による磯焼け漁場藻場再生調査5 - 施肥による栄養塩濃度とコンブ窒素同位体比分布の変化 - :栗林貴範

(中央水試), 赤池章一 (函館水試) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 218, 2013.3

過去の栄養塩環境は古海藻に記録されているか? - 古海藻の $\delta^{15}\text{N}$ により推定する北海道日本海沿岸における過去130年間の栄養塩環境に関する一考察 - : 栗林貴範 (中央水試), 阿部剛史 (北大総合博物館), 門谷 茂 (北大院水産) 生物地球化学研究会2012秋田セッション講演要旨集, 14, 2012.10

小樽港周辺水域における表層堆積物中の有機物分布と起源について: 栗林貴範 (中央水試) 北海道地質研究所報告, 84, 41-46, 2012.8

資源増殖部門

(資源増殖グループ)

輸送および放流過程の異なるニシン稚魚が受けるダメージ: 行動の変化、体成分の変化および耳石障害輪形成: 瀧谷 明朗 (中央水試), 福士暁彦 (釧路水試) 日本水産学会誌 78(5), 958-965, 2012.9

ウニ行動に対する流速の影響: 高谷義幸 (中央水試) 試験研究は今 721, 2012.9

“春にしん”は今 - 2012年春期に採集された産卵群の系群判別 - : 山口幹人 (中央水試), 清水洋平, 川崎琢真 (栽培水試), 田園大樹 (稚内水試), 瀧谷明朗 (中央水試), 堀井貴司 (釧路水試) 北水試だより 85, 12-16, 2012.9(再掲)

給餌率を変えて飼育したマツカワ稚魚の成長率と肝臓成分: 高谷義幸 (中央水試), 佐藤敦一 (栽培水試) 北水試研報, 83, 5-12, 2013.3

生化学的解析によるハタハタ稚魚の成長率評価と天然魚への評価技術の応用: 高谷義幸 (中央水試), 佐藤敦一, 高島 信一 (栽培水試) 水産技術 5(2), 125-134, 2013.2

ホソメコンブ配偶体の成熟に対する培養流速と栄養塩濃度の関係: 秋野秀樹, 蔵田 護 (中央水試) 日本藻類学会第37回大会要旨, 藻類, 61(1), 50, 2013.3

ナマコはどのくらい歩くのか: 中島幹二 (中央水試) 試験研究は今 733, 2013.3

(水産工学グループ)

サロマ湖のアサリの成長に及ぼす餌料供給量の影響について: 秦 安史, 櫻井 泉 (中央水試), 前川公彦 (サロマ湖養殖漁協), 山田俊郎 (西村組), 長谷川夏樹 (北水研) 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 113, 2012.9

チシマタマガイによるアサリの食害防止フェンスの開発に関する野外試験: 秦 安史, 櫻井 泉 (中央水試), 前川公彦 (サロマ湖養殖漁協), 山田俊郎 (西村組) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 184, 2013.3

アサリ殻模様の非対称型出現頻度の地域差: 張 成年, 山本敏博, 渡辺一俊 (増養殖研), 長谷川夏樹 (北水研), 藤浪祐一郎 (東北水研), 兼松正衛 (瀬戸内水研), 岡村寛 (中央水研), 宮脇 大 (愛知水試), 生嶋 登 (熊本県), 北田修一 (東京海洋大), 谷本尚史 (京都府水技セ), 水田浩治 (長崎県), 秦 安史, 櫻井 泉 (中央水試), 羽生和弘 (三重県水研), 小林 豊, 鳥羽光晴 (千葉県水産総研) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 86, 2013.3

アサリの非対称殻模様出現頻度における地域差: 張 成年, 山本敏博, 渡辺一俊 (増養殖研), 藤浪祐一郎 (東北水研), 兼松正衛 (瀬戸内水研), 長谷川夏樹 (北水研), 岡村 寛 (中央水研), 水田浩治 (長崎県), 宮脇 大 (愛知水

試), 秦 安史, 櫻井 泉 (中央水試), 生嶋 登 (熊本県), 北田修一 (東京海洋大), 谷本尚史 (京都府水技セ), 羽生和弘 (三重県水研), 小林 豊, 鳥羽光晴 (千葉県水総研) 日本水産学会誌, 79(2), 190-197, 2013.3

海底振動が底生魚介類に及ぼす影響の評価試験: 福田裕毅 (中央水試) 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 100, 2012.9

磯焼けの要因となるウニの摂食圧を推算する波浪条件の検討: 福田裕毅, 金田友紀, 干川 裕 (中央水試) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 217, 2013.3

Does adult density affect recruitment levels of abalone, *Haliotis discus hannai*, in Hokkaido, northern Japan? I. Analyses on the data of a long-term field survey.: Hiroshi Hoshikawa, Akiyoshi Shinada (中央水試), Shinya Yoshida (道水産林務部) Symposium handbook of the 8th International Abalone Symposium, 29. 2012. 5

Does adult density affect recruitment levels of abalone, *Haliotis discus hannai*, in Hokkaido, northern Japan? II. A field experiment controlling adult density by reseedling. : Hiroshi Hoshikawa (中央水試), Motoyuki Hara (東北大農), Tomohiko Kawamura (東大 大気海洋研) Symposium handbook of the 8th International Abalone Symposium, 30. 2012. 5

ホタテガイ貝殻を活用したアサリ増殖場造成試験: 櫻井 泉, 福田裕毅 (中央水試), 前川公彦 (サロマ湖養殖漁協), 山田俊郎 (西村組), 齊藤 肇 (水工研), 水産技術, 5(1), 87-95, 2012.9

北海道忍路湾のガラモ場におけるクロソイ稚魚の餌料環境と食性: 櫻井 泉 (中央水試), 四氏雅一 (北海道後志振興局), 西 恒法, 神田謙治 (北海道庁), 金子友美 (日本生物海洋研究所) 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 90, 2012.9

北海道の磯焼け海域における群集構造の特徴とエゾアワビの再生産へ及ぼす磯焼けの影響: 干川 裕 (中央水試), 日水誌, 78(6), 1208-1212, 2012.11

北海道におけるエゾアワビ人工種苗放流による親密度増加が加入量に及ぼす効果について: 干川 裕 (中央水試), 原素之 (東北大農) 日水誌, 78(6), 1231-1234, 2012.11

北海道忍路湾で実験放流されたエゾアワビ種苗の遺伝的影響-放流種苗の再生産-: 原素之 (東北大農), 干川 裕 (中央水試), 日水誌, 78(6), 1238-1241, 2012.11

アサリの成長・生残に適した成育場選定手法の開発: 櫻井 泉 (中央水試) 北水試だより 86, 15-18, 2013.3

事前評価モデルに基づいて造成された増殖場 (嵩上げ礁) 機能不全の要因について: 干川 裕, 秋野秀樹, 金田友紀 (中央水試), 高橋和寛 (栽培水試), 須貝英二 (後志南部水指) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 1001, 2013.3

キタムラサキウニの身入りと品質 (特に色調) に及ぼす年齢の影響: 干川 裕, 蛭谷幸司, 菅原 玲 (中央水試), 鵜沼辰哉 (北水研), 青山俊生 (中央水試) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 217, 2013.3

加工利用部門

ホッコクアカエビに対するえびかご漁業用人工餌料の蝸集効果: 山口浩志, 北川雅彦 (中央水試), 後藤陽子 (稚内水

試), 畑沢賢一 (道総研産業技術研究本部), 飯田憲一 (道総研工試), 阪本正博, 飯田訓之 (釧路水試) 平成24年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 88, 2012.9 (再掲)

一本釣りキツネメバルの活け締め講習会: **蛭谷幸司 (中央水試)** 試験研究は今 730, 2013.2

ホッケ筋原繊維の種々温度貯蔵中のミオシン、アクチン変性: **蛭谷幸司, 小玉裕幸, 北川雅彦 (中央水試)**, 今野久仁彦 (北大院水) 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集 112, 2013. 3

キタムラサキウニの身入りと品質 (特に色調) に及ぼす年齢の影響: 干川 裕, **蛭谷幸司, 菅原 玲 (中央水試)**, 鵜沼辰哉 (北水研), 青山俊生 (中央水試), 平成25年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 217, 2013.3 (再掲)

水産研究本部 (中央水試)

北海道オホーツク海沿岸における漁業の現状とその果たす役割: **鳥澤 雅 (中央水試)** オホーツクの生態とその保全 (桜井泰憲・大島慶一郎・大泰司紀之編著) 北海道大学出版会, 83-89, 2013.2

北海道の水産試験場とサハリン漁業海洋学研究所との研究交流: **鳥澤 雅 (中央水試)** オホーツクの生態とその保全 (桜井泰憲・大島慶一郎・大泰司紀之編著) 北海道大学出版会, 443-446, 2013.2

(企画調整部)

道総研水産研究本部が新たに取り組む研究課題: **坂本達彦 (水産研究本部)** 試験研究は今 710, 2012.4

北海道周辺4海域(道東・道南太平洋, 北部日本海および南部オホーツク海)における動物プランクトンバイオマスおよび種組成の季節変化と年変動: 嶋田 宏 (中央水試), **坂口健司 (水産研究本部)**, 森 泰雄 (釧路水試), 渡野邊雅道 (函館水試), 板谷和彦 (稚内水試), 浅見大樹 (中央水試) 日本プランクトン学会報, 59, 63-81, 2012.8 (再掲)

第44回日口研究交流開催される: **佐藤 一 (水産研究本部)** 北水試だより 85, 28, 2012.9

「中央水産試験場一般公開」の開催: **坂本達彦 (水産研究本部)** 北水試だより 85, 29, 2012.9

道東太平洋におけるスルメイカの魚群探知機の反応: **坂口健司 (水産研究本部)** 北水試研報, 83, 1-4, 2013.3

北洋研究シンポジウムを開催しました: **金田友紀 (水産研究本部)** 北水試だより 86, 27, 2013.3

The variation in virulence among *Flavobacterium psychrophilum* strains isolated from chum salmon *Oncorhynchus keta*. **Naoyuki Misaka (水産研究本部)**, Makoto Hatakeyama, Nobuhisa Koide, Kunio Suzuki (さけます内水試) Fish Pathology 48(1), 17-20, 2013.3

平成24年度
道総研中央水産試験場
事業報告書

平成25年12月発行

編集 北海道立総合研究機構水産研究本部
発行 〒046-8555 余市町浜中町238番地
TEL 総合案内0135-23-7451 (総務部)
図書案内0135-23-8705 (企画調整部)
印刷 株式会社 総北海札幌支社