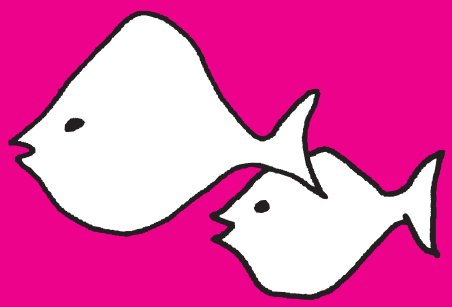
試される大地 北海道

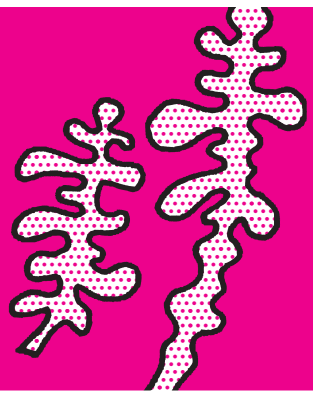
ISSN 0914−6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　　次／礼文島冬ニシンの漁獲量変動と系群構造…… 1

水温と餌濃度が地まきホタテガイの成長に及ぼす影響…… 8

北海道北部沿岸におけるアマモ類の分布の現状……11

資源管理・増殖シリーズ

マツカワ全雌種苗生産の試み……16

水産加工シリーズ

水産物の非破壊分析への試み……19

水産工学シリーズ

干潟のニオイとアサリの関係……21

各水試発トピックス

バク模様のソウハチ……25

地場の原料を活かした魚醤油作り！……26

枝幸沖で漁獲された珍しいケガニ……27

第73号

2006/9

北海道立水産試験場

礼文島冬ニシンの漁獲量変動と系群構造

－漁獲量が急増した2003年を中心に、これまでの調査から分かったこと－

高　柳　志　朗

キーワード：ニシン、礼文島、系群、石狩湾系、テルペニア系、鱗、輪紋、脊椎骨数、年齢

はじめに

稚内水試では、礼文島周辺海域を含む日本海やオホーツク海にかけての道北海域において、ニシンの資源状況を把握することに加え、北海道周辺海域における主要な系群の資源動向を知るため、古くから資源調査を行っています。そして、本誌には各方面から、石狩湾系群をはじめとする、様々なニシンに関連する調査結果が報告・掲載されています。

今回は、これまで報告がなかった礼文島周辺海域で漁獲されるニシンについて、漁獲量が急増した2003年の漁獲物の特徴を中心に、礼文島の冬ニシンの漁獲量変動やその要因、また漁獲物の特徴や系群構造などについて、報告します。

漁業の状況

ニシンといえば“春”を思い浮かべる方が多いのではないでしょうか？　でも、ここで扱うのは秋から冬にかけて捕れる、通称“冬ニシン”と呼ばれるものです。礼文島では、春から秋にはホッケ漁が盛んです。ニシン漁は、ホッケ漁が行われなくなる秋終盤から始まります。

また、ニシンといえば沿岸のごく浅い場所で漁獲されるのが普通ですが、ここでは水深100～150mの比較的深いところで漁獲されます（図１）。

主要な漁場は、礼文島東側、稚内西側の中間付近からやや礼文島寄りの海域を中心に形成され、刺し網が用いられます。

最近の操業状況を知るために、2006年３月に礼文島へ行き、聞き取り調査を行いました。それによれば、「出漁船はほとんどすべて礼文島内の漁業協同組合に所属しており、多いときには１日約30隻が操業する。日の出前に漁場に到着した漁船は、魚探で魚群を確認しながら投網を行い、３時間程度網を設置したのち、揚網を行う」「今漁期の漁模様はあまり良くないものの、非常な豊漁であった2003年度漁期（２年前）では魚探の映像が真っ赤になるほど、魚群が濃かった」とのことでした。

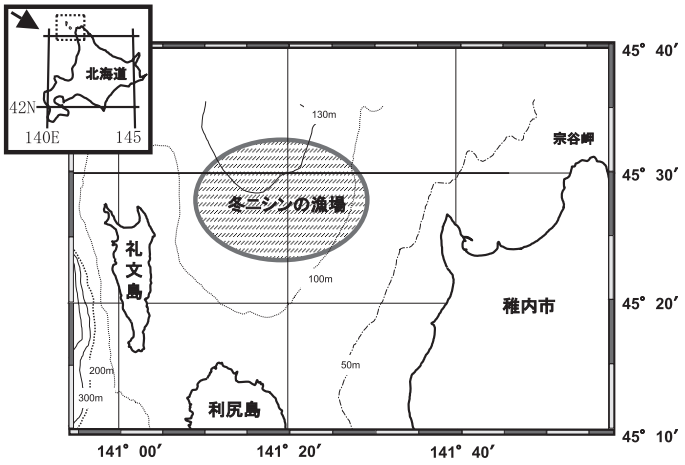


図１　礼文島周辺海域の冬ニシン漁場

道北日本海に分布する３系群

道北日本海には北海道サハリン系群、テルペニア系群および石狩湾系群の３系群が分布するとされています（図２）。礼文島の冬ニシンはテルペ

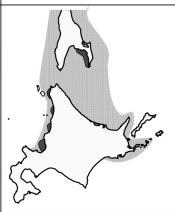
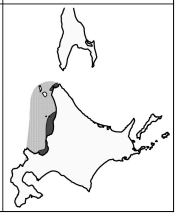
系　群	北海道・サハリン系群 （春ニシン）	テルペニア系群	石狩湾系群 （厚田ニシン）
成熟年齢	3歳	3歳	2歳
平均体長 （尾叉長:cm）			
1歳	10.9	－	15.2
2歳	18.2	－	23.7
3歳	22.6	20.2	27.3
4歳	24.6	22.7	30.0
5歳	27.0	24.2	31.3
6歳	28.7 （藤田・小久保、1927）	25.5 （イワンコフ・コズロフ、1968）	（石田ほか、1997）
鱗　相	比較的鮮明	やや不鮮明 （偽年輪を持つものが多い）	不鮮明 （殆どが偽年輪を持つ）
産卵期	3月下旬 ～ 5月上旬	5月中旬 ～ 6月中旬	2月上旬 ～ 4月上旬
平均脊椎骨数	54.0 - 54.3	53.7 - 53.9	54.4 - 54.6
産卵場 成魚の分布域			

図２　北海道周辺の日本海及びオホーツク海に出現する各系群の特性

ニア系群であると、これまで考えられていました。ただ、この海域に石狩湾系群も来遊する可能性はもちろんあります。

これら３系群は、産卵期、主産卵場、年齢と成長の関係などの生態的特徴が異なっています。特に、テルペニア系群の平均脊椎骨数が53.7～53.9であるのに対し、石狩湾系群では54.4～54.6であり、脊椎骨数に特に大きな差がみられています。

なお、北海道・サハリン系群は1960年以降、1985～1987年を除いて、道北日本海でまとまって漁獲されたことはありませんし、産卵を行ったことも確認されていません。

実施した調査内容

１．漁獲統計調査

北海道水産現勢を用いて、1982年以降の主として礼文町における漁獲量を集計しました。漁獲の多い時期の特徴から漁期年度を10月～翌年３月としました。以下、このニシンの漁獲量を示す時には年度を用いることにします。また、船泊漁協漁獲統計資料およびマリンネット水揚げ統計を用いて、1998年１月以降について銘柄別漁獲量を集計しました。

２．漁獲物の生物調査

実施内容や方法は以下の通りです。調査期間は1990年２月から2005年12月までであり、漁期の中心である11～２月の漁期中に１回～３回、刺し網により漁獲されたニシンを標本として用いました。標本は銘柄別に採取しました。尾叉長、体重、生殖腺重量を計測し、軟X線撮影を行い、脊椎骨数(尾部棒状骨を含む)を計数しました。標本数は14漁期分26標本、3,480尾となっています。

2003年度以降には、鱗の観察による系群識別を試み、2003年10月～2005年12月に採取した標本の中から、796個体の鱗を用いて、写真撮影し、輪紋等の観察を行いました。

漁獲量の経年変化

礼文島周辺海域での冬ニシン漁獲量が漁獲統計資料の中に初めて出て来るのは1982年度（1982年10月～1983年３月）です。それ以降2002年度までは、数t～1,000t弱の間で大きく変動していましたが、2003年度には約2,330tにまで急増しました(図３)。2003年度の漁期間中の１日１隻あたりの

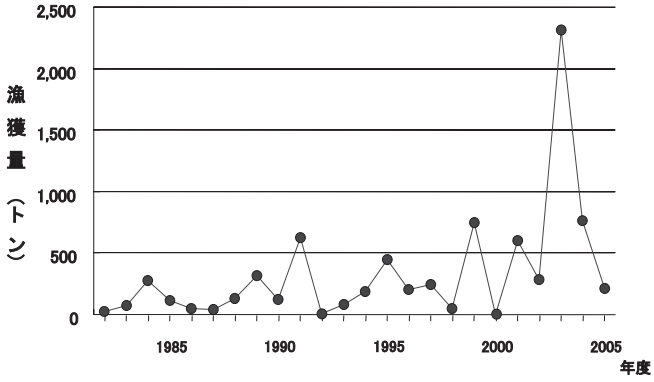


図３　礼文島周辺海域の冬ニシン漁獲量経年変化

平均漁獲量は1.7tで、近年（2000～2005年の平均）の約2.3倍と非常に多くなっていました。

その後、2004年度に600t、2005年度には、250t程度に減少しました。礼文島冬ニシンの漁獲量変動は非常に大きく、不規則であることが特徴としてあげられます。

漁獲物の特徴について

1．尾叉長組成、成熟度

1990年度以降に行われた漁獲物調査で得られた標本の尾叉長（吻端から尾びれのくびれまでの長さ）範囲は21～33㎝、中心は23～28㎝（図４）で、ほとんどが成魚（表１）でした。鱗で査定したところ、年齢は３～８歳で、３～５歳が中心で、７歳以上は１割に満たないほど少ない割合でした。肉眼観察による生殖腺の状態から索餌期あるいは越冬期の魚群と考えられます。ただし、2004年２月には完熟した個体がみられています。このことについては、後にふれたいと思います。

尾叉長組成の経年変化をみると、年により差異が大きく、この組成からは年級群の追跡は困難です。このことと漁獲量の変動が大きいことを合わせて考えると、この海域へのニシン来遊は質的にも量的にも不安定であるということが言えると思います。

表１　秋から冬に礼文島周辺で刺し網により漁獲されたニシンの生物測定データ

No.	年 月 日	測定尾数	尾叉長範囲(cm)	成魚の割合	脊椎骨数 52	53	54	55	56	57	平均
1	1990/02/02	195	23-28	0.98	2	52	118	20			53.81
2	1990/11/15	100	23-31	0.97	1	21	56	20			53.97
3	1991/01/14	100	22-30	1.00	1	28	55	16			53.86
4	1991/02/14	100	24-29	1.00	1	30	59	9			53.77
5	1991/11/11	100	23-30	1.00		23	68	9			53.86
6	1991/11/28	100	24-29	0.99		25	66	7	2		53.86
7	1995/01/17	91	23-30	1.00	5	22	55	9			53.75
8	1995/12/22	139	23-31	1.00		47	76	13			53.75
9	1996/12/16	123	24-31	1.00	4	25	52	8			53.72
10	1998/01/29	72	23-28	1.00	2	19	45	6			53.76
11	1999/01/16	348	22-31	0.99		26	68	21	4		54.03
12	1999/02/22	245	21-28	0.99	1	30	61	26	1		53.97
13	1999/11/21	161	22-29	0.99		34	73	11	1		53.82
14	1999/12/16	120	22-29	1.00		24	54	9			53.83
15	2000/01/13	147	23-29	1.00	1	23	54	8	2		53.85
16	2000/02/28	161	23-28	0.99		10	42	7			53.95
17	2002/01/24	230	21-29	1.00	2	21	49	8			53.79
18	2002/11/20	230	22-32	1.00		23	41	12	2	1	53.95
19	2003/11/12	154	22-28	1.00		15	63	58	8	1	54.43
20	2003/11/19	160	23-29	1.00		6	42	33	2		54.37
21	2003/12/24	144	22-28	1.00		14	42	15	2		54.07
22	2004/02/19	238	22-29	1.00	1	42	105	35	1		53.96
23	2004/10/28	85	25-30	1.00	1	11	43	29	1		54.21
24	2004/12/15	169	24-28	1.00	3	25	78	28	5		54.05
25	2005/11/25	146	22-31	1.00		18	91	33	3		54.14
26	2005/12/16	156	22-33	1.00		34	79	33	9		54.11

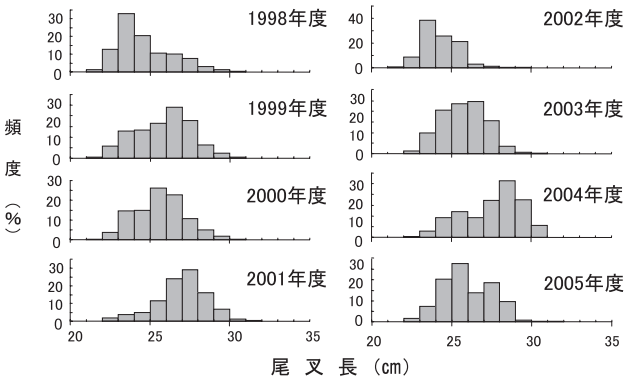


図４　礼文島冬ニシン尾叉長組成経年変化

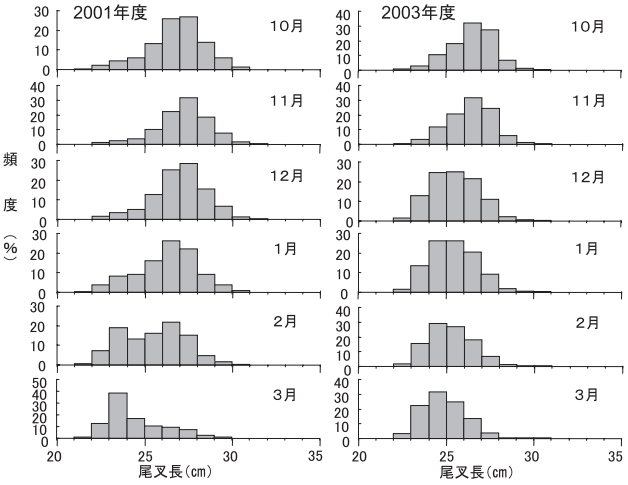


図５　礼文島冬ニシン尾叉長組成の時期的な変化

尾叉長の時期的変化をみると、10～12月は大型が多く、１月以降小型になる傾向がみられます（図５）。

2．脊椎骨数

脊椎骨数は、ニシンの系群を区分する上で非常に重要です。平均脊椎骨数は2002年までは53.72～54.03で、脊椎骨数組成のモードは54、次いで53が多く、テルペニア系群の特徴を示しました（表１）。しかし、2003年以降には平均脊椎骨数は53.96～54.43となり（2004年２月を除く）、モードには変化はなかったものの、２番目に多い脊椎骨数は55に変化しました。

このように、脊椎骨数は2003年度以降増加し、系群構造に変化があった、すなわち石狩湾系群がかなり多く混じっている可能性があると考えられました。

系群判別とその検証

2003年度の漁獲物について、鱗の輪紋の特徴から個体別に系群判別を試みました。標本は11月から翌年２月にかけて、合計４回、船泊漁協に水揚げされた漁獲物の中から銘柄別に各２箱（約10kg）を抽出しました。生物測定を行った個体数は、トータルで696個体、鱗の観察を行ったのは301個体でした。鱗の観察は、顕微鏡で拡大し、デジタルカメラで撮影し、パソコンの画面上で行いました。中心から第１輪紋および第２輪紋の間隔の違いや輪紋の明瞭さ、輪紋数などの特徴から以下のとおり、２つの系群を検出することが可能であると考えました（写真１）。

１：厚田周辺で産卵期に漁獲された石狩湾系群の鱗。２：礼文海域で漁獲され、石狩湾系群と判断した鱗。３～６：礼文海域で漁獲された、テルペニア系群と考えられたもので、４～７歳の鱗。

301個体観察したうち、テルペニア系群は180個体、石狩湾系は115個体、残り５個体は系群不明のものでした。

この方法によって系群判別した個体の脊椎骨に基づき、系群の平均脊椎骨数を算出しました（表２）。石狩湾系群では54.5以上の54.67、テルペニア系群では54.0未満の53.90となり、副モードもそれぞれの特徴を示し、系群分けが妥当であったと考えられました。

また、鱗による年齢査定の結果、テルペニア系

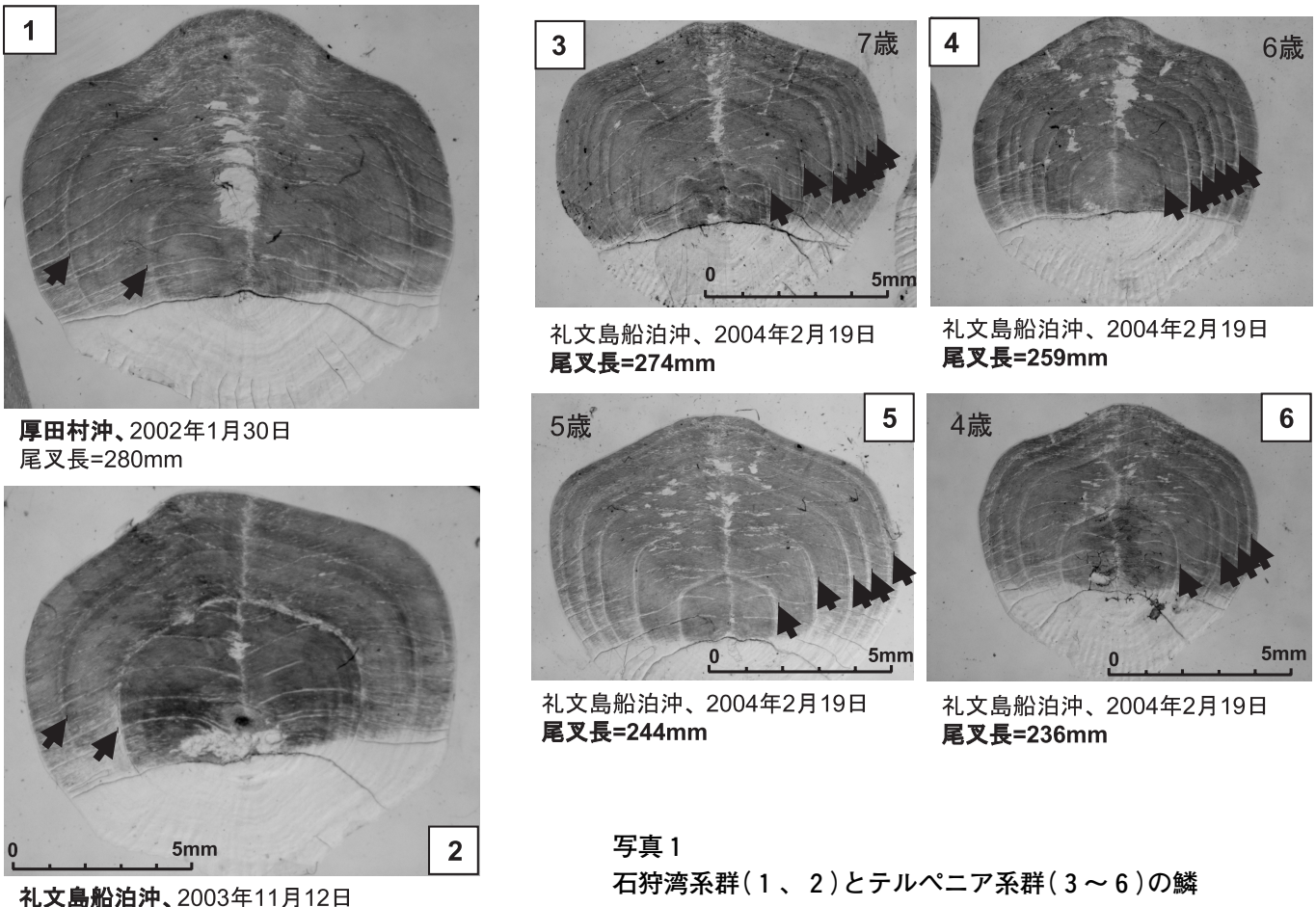


写真１
石狩湾系群（１、２）とテルペニア系群（３～６）の鱗
矢印は輪紋を示す

表２　鱗相により２つの系群に判別された標本の脊椎骨数組成

石狩湾系ニシン

漁獲年月日	脊椎骨数						
	52	53	54	55	56	合計	平均
2003/11/12			15	24	3	42	54.71
2003/11/19			13	26		39	54.67
2003/12/24			7	8	2	17	54.71
2004/02/19		2	2	7		11	54.45
合　計		2	37	65	5	109	54.67

テルペニア系ニシン

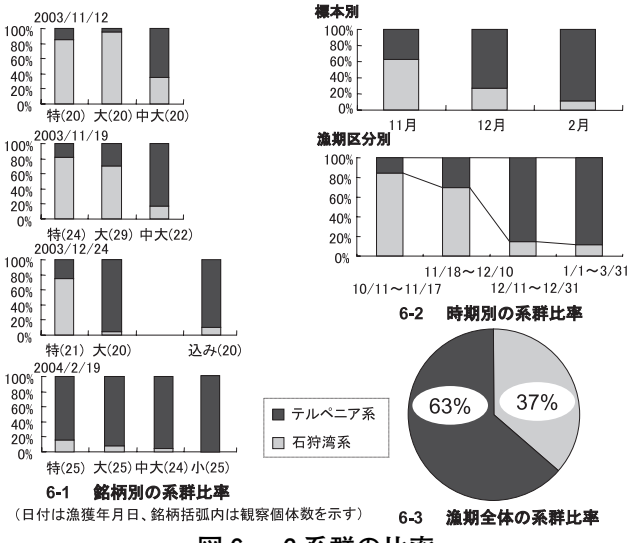
漁獲年月日	脊椎骨数						
	52	53	54	55	56	合計	平均
2003/11/12		2	7	4		13	54.15
2003/11/19		6	22	4		32	53.94
2003/12/24		12	24	4		40	53.80
2004/02/19	1	21	53	13		88	53.89
合　計	1	41	106	25	0	173	53.90

群は３～８歳で、５歳魚が最も多く、一方、石狩湾系群は2001年級（満２歳魚）の単一年級で占められていました。なお、石狩湾系群では耳石による年齢査定も行い、2001年生まれであると確認しました。

系群別の漁獲量推定

系群判別に基づき、銘柄別・時期別に石狩湾系群とテルペニア系群の割合を図６に示しました。

銘柄別にみると、石狩湾系群の割合は、大きい魚体が入っている「特」では漁期間を通じ16～85%、以下大きい順に「大」16～95%、「中大」８～35%、「込み」10%、「小」４%であり、大型の魚が入っている銘柄に石狩湾系群が多く含まれていました。月別の標本毎にみると、その割合は2003年11月では63%、12月では28%、2004年２月では11%でした。前に述べた2004年２月の標本中に完熟卵を持ってものは、石狩湾系の産卵間近の個体と考えられます。これら銘柄別に得られた各系群の割合と漁期の山と谷間を考慮して設定した時期別の銘柄別漁獲量を用いて、石狩湾系群が占める時期別の割合を推定しました。11月中旬までは85%、12月上旬までは69%、12月末までは15%、１～３月が12%と推定され、漁期が進むに従い石狩湾系群は少なくなりました。



（日付は漁獲年月日、銘柄括弧内は観察個体数を示す）

図６　２系群の比率

全体について各系群の割合を推定したところ、石狩湾系群とテルペニア系群の割合はそれぞれ37%と63%でした。漁獲量としては前者が約930t、後者が1,400t程度であったと推定されました。

以上のことから、2003年度の漁獲量の急増は、テルペニア系群の来遊がこれまでの最高水準を超えていたことに加え、石狩湾系群の大量来遊がもたらしたものと考えられます。

石狩湾系群の分布域拡大の理由

１．石狩湾系群産卵群漁獲量と資源状態

これまで礼文島の刺し網漁場への石狩湾系群の来遊はないと考えられていました。ところが、2003年度漁期に来遊がみられました。

石狩湾系群の１～４月の産卵群漁獲量をみると、2004年には1,200tを超える非常に多くの漁獲がありました（図７）。これは石狩湾系群としては過去最多であり、しかも一桁多い値となっています。このことは、石狩湾系群の資源がかつてないほど高水準になったことを示すものと考えられます。

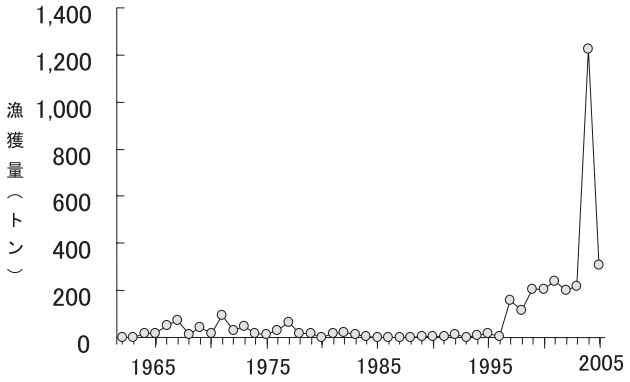


図７　石狩湾系ニシン産卵群漁獲量経年変化

（石狩湾～宗谷湾、１～４月）

２．石狩湾系群年級群別漁獲尾数

年級群別の漁獲尾数をみると、2004年度漁期までの累積漁獲尾数は１千万尾を超え、これまで最も多かった1997年級の270万尾を大きく上回っており、2001年級群は卓越発生であることが分かります（図８）。一方で、2003年度に礼文島周辺で漁獲された石狩湾系群は、2001年生まれの単一年級で占められていました。このように、この年級の豊度が石狩湾系群としては著しく高かったことが、ほとんどあるいは全く来遊しなかった礼文島周辺の海域まで分布を拡大させたものと考えられます。

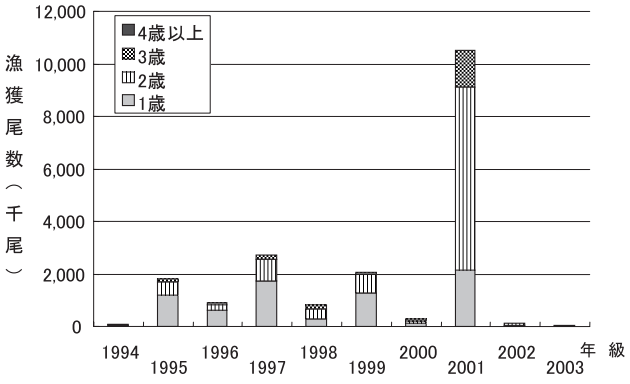


図８　石狩湾系ニシンの産卵群年級群別漁獲尾数

漁獲量変動と水温について

漁獲量が大きく変動することについて、漁場の水温状況から考えてみたいと思います。

水産試験場では２ヶ月に１回、北海道周辺海域の定期海洋観測を行い、漁場内にも観測定点（J12）があります。10月の100m層水温と礼文島の冬ニシンの漁獲量の関係を調べてみました（図９）。定点J12の水温が９℃以上の年、すなわち1993年度と2000年度の漁獲量は、それぞれ２tと８５tでした。一方、８℃未満の年（８ヶ年）の漁獲量は20～2,334tですが、1992年度を除き200t以上の漁獲があります。８～９℃台ではあまりはっきりした傾向はみられませんが、漁場の低水温は礼文島冬ニシンの来遊にとって好条件であるように思われます。ただし、水温のみで漁獲量を予測するのは無理なようであり、冬ニシンと関連の深いテルペニア系群の資源状態を把握する必要があります。しかし、この系群の主な分布域がロシア水域であり、現時点では直接調べることは出来ません。そのため、稚内水試では、サフニロ（ロシア連邦サハリン漁業海洋学研究所）との研究交流時にロシア水域の情報収集やオホーツク海日本水域における漁獲状況の把握に努めております。

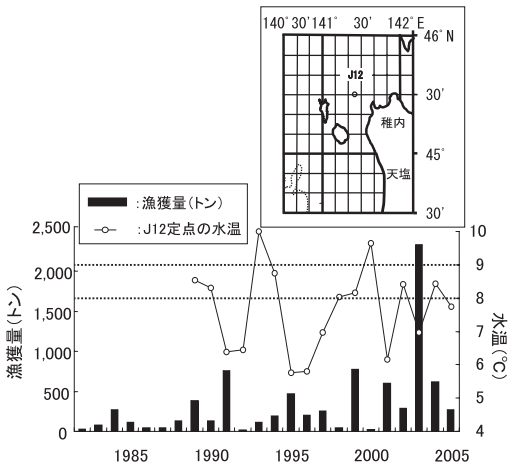


図９　礼文島冬ニシン漁獲量と10月J12点の水温との関係

今後の調査・研究について

稚内水試では、その後も礼文島冬ニシンの調査を継続しており、これまでと同じ方法で系群比率を推定しています。礼文島冬ニシン漁場での石狩

湾系群の割合は2004年度で58％に増加し、616t中394tを占めていました。また、2005年度ではその割合は大きく減少し14％となり、漁獲量230t中33tに低下しました。このことは、ここ２年では、石狩湾系群の来遊は減少したものの、依然としてこの海域で漁獲対象になっていたことを示しています。また、石狩湾系群の漁獲が減ったのは、その資源水準が2003年度に比べ低下したためと考えられます。

本海域の資源状況を詳しく調べることは、この海域のニシン資源を理解する上で重要であるとともに、石狩湾など他の海域で産卵するニシンの資源状況を知るためにも重要なことであると思います。

もう一つ、重要なこととしては、ここで漁獲されたニシンの中に、“日本海ニシン資源増大推進事業”により種苗生産され、石狩湾以北の沿岸域で放流された魚（耳石にALC標識されている）が混じっていることが明らかになりました。最初に見つかったのは2002年11月20日に漁獲され、生物調査を行った中の１尾でした（「本誌、62号、2003年10月発行」に掲載）。その後の調査で、2003年11月12日に２尾、2004年10月28日に１尾、2004年12月15日にも１尾見つかり、発見された人工種苗由来のニシンは合計５尾となっています。この海域で、石狩湾系群の種苗放流ニシンがみつかったことは、この海域に石狩湾系群が分布したことを示すもう一つの証拠であるとともに、日本海ニシン資源増大推進事業での放流効果を正確に把握するためには、礼文島周辺海域でも調査を行う必要があることを意味します。

最後に、標本採取に協力して下さった礼文町香深および船泊漁業協同組合の職員および礼文地区水産技術普及指導所の方々、聞き取り調査の時に貴重な情報を提供してくださった両漁協のニシン漁業者の方々に対し、心よりお礼申し上げます。

（たかやなぎしろう　稚内水試資源管理部

報文番号Ｂ2273）

水温と餌濃度が地まきホタテガイの成長に及ぼす影響

品　田　晃　良

キーワード：ホタテガイ、成長不良、水温、餌濃度、海洋環境

はじめに

北海道のオホーツク海沿岸海域では、ホタテガイの地まき漁業が行われています。地まき漁業は、１年貝まで育てた稚貝を放流して、その３年後に４年貝になったホタテガイを漁獲する漁業です。この漁業は、ヒトデ駆除の徹底、種苗生産技術および放流技術などの技術革新によって、現在では、毎年たくさんのホタテガイを私たちに供給してくれます。

ホタテガイの全重量に占める貝柱重量の割合を「貝柱歩留」と言います。この貝柱歩留が平年よりも極端に低いことを「成長不良」と呼んでいます。この成長不良の要因としては、低水温や餌不足などの環境異変が考えられてきました（図１）。しかしながら、低水温や餌不足などの環境異変は、頻繁に発生しないので、成長不良と環境異変の関係はあまり分かっていませんでした。

今回は、1992年から2005年までのホタテガイの測定データと海洋環境データ（水温および餌濃度）を使って、成長不良の要因を考えてみたいと思います。さらに、春季の海洋環境データを使って、どのくらいの確率で、その年が成長不良になるか？を予測する方法についても簡単に紹介したいと思います。

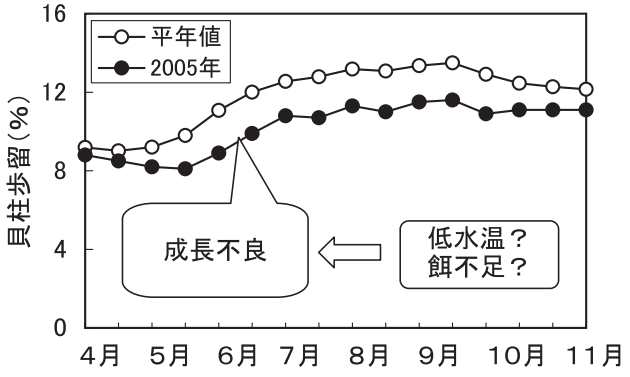


図１　オホーツク海域における成長不良の年のホタテガイ貝柱歩留の季節変化

成長不良年の判定

まず、1992年から2005年まで毎年４月から11月にかけて月２回の頻度で得られた貝柱歩留データを用いて、成長不良だった年を選び出しました。今回は、漁獲盛期である６月から11月の貝柱歩留が、平年値（1992年から2005年までの算術平均値をここでは平年値と呼ぶ）よりも低かった回数が12回の調査中９回以上あれば成長不良であったと判断しました。その結果、1995年、1996年、2000年および2005年が成長不良年であったことが分かりました（図２）。

成長不良と水温の関係

続いて、成長不良の年とそうでない年の海洋環境を比べてみることにしました。まずは、水深40m層の水温について見ていきたいと思います。平年値の推移をみると水温は、４月から上昇を始め、９月下旬に約17℃の最高値を示すようです（図３）。成長不良の年とそうでない年について見てみると、両方とも平年値とほとんど同様に推移していることが分かりました。この結果は、水温は成長不良と関係が無いことを示しています。し

かし、この結果は1992年から2005年までの限られた期間の結果から言えることです。もっとデータを集めると、水温が原因で成長不良が発生する年も出てくるかもしれません。というわけで、水温と成長不良の関係については、今後の結果待ちということになります。

成長不良と餌濃度の関係

次に、水深40m層のクロロフィル*a*量から餌環境について見ていきたいと思います。平年値の推移をみると、４月から５月にかけて高い傾向があることが分かります（図３）。これは、植物プランクトンが大増殖（ブルーミング）していることを示しています。この現象は、北海道の沿岸域では毎年春に見られることから、春季ブルーミングと呼ばれています。春季ブルーミングは、植物プランクトンが、たくさん生産される現象なので、植物プランクトンを餌とする海の生物は、その規模に大きな影響を受けると考えられています。

成長不良の年は、春の餌濃度が平年値より下回っている場合が多い傾向にありました。一方、成長不良ではない年の餌濃度は、平年並みでした。これらの結果は、成長不良の年には、春季の餌濃度が低かった（春季ブルーミングの規模が小さかった）ことを示しています。このことから、成長不良と餌濃度には強い関係があると考えられます。おそらく、春季の餌不足によって、ホタテガイは栄養不足となり成長不良（低い貝柱歩留）になるのでしょう。

成長不良が発生する確率を調べる

これまでの結果から、春季の餌不足がホタテガイの成長不良を引き起こしていることが分かりました。春季の餌不足の要因としては、悪天候による日射量不足や、海水の窒素やリン等の栄養状態が悪いことなどが考えられています。これらの要因は、自然環境によって決定されるので、人間が制御出来るものではありません。そこで、せめて漁期前にその年が成長不良になるか否かを推定できないか？と考えました。

実は、我々の身近なところでもこの考え方はあります。それは雨の降水確率です。例えば、ある人が、明日出かける用事があったとして、明日の降水確率が90％という情報を知っていたとすると、その人は出かけるのを止めたり、出かける先を変更したり、傘の準備をしたりするはずです。地まきホタテガイ漁業に関しても、事前に成長不良となる確率が与えられていると、ホタテガイの漁獲量や処理配分の調整等で損失を抑えることが出来る可能性があります。

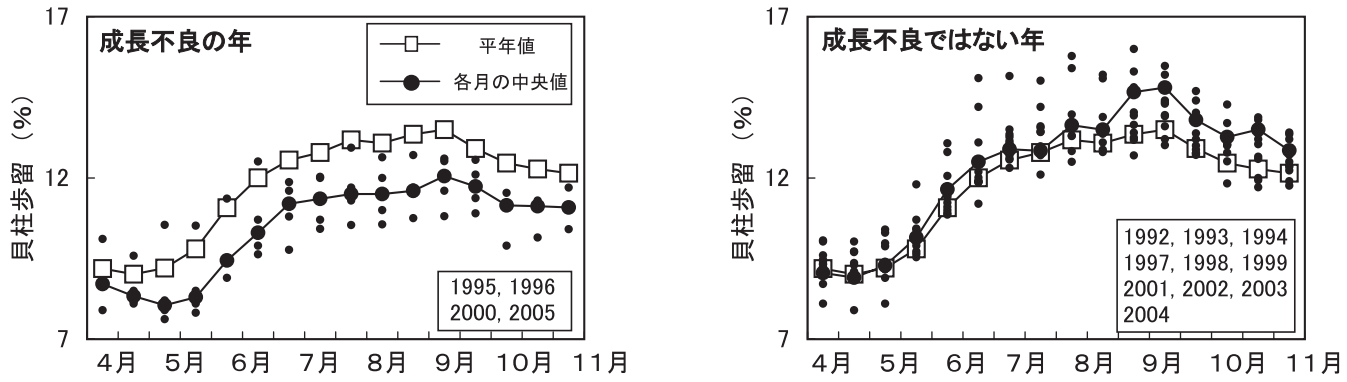


図２　成長不良の年と成長不良ではない年の貝柱歩留の季節変化

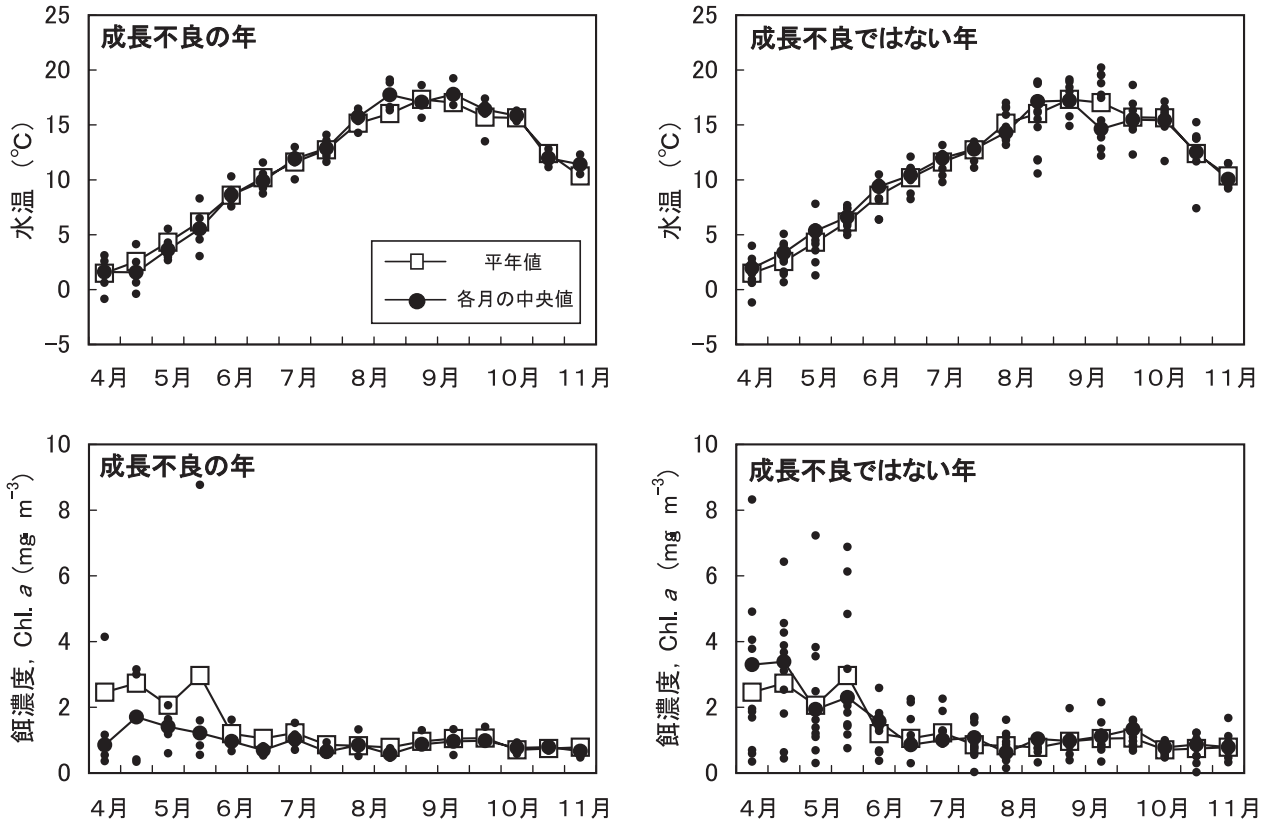


図３　成長不良の年と成長不良ではない年の水温（上段）と餌濃度（下段）の季節変化

網走水試では、４月から５月上旬の餌濃度のデータをパソコンに入力することによって、その年が成長不良となる確率を算出できるよう研究を続けています(図４)。しかし、今の段階では、データ数が少ないこともあって計算される確率の精度が高くありません。この取り組みに関しては、今後もデータを蓄積して精度の向上に努め、再び皆さんにその成果をお知らせしたいと考えています。

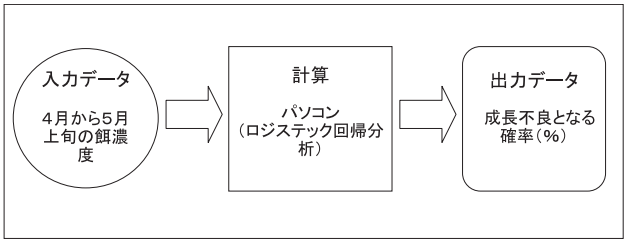


図４　成長不良となる確率を計算するフロー

（しなだ　あきよし　網走水試調査研究部

報文番号Ｂ2274）

北海道北部沿岸におけるアマモ類の分布の現状

赤　池　章　一　　合　田　浩　朗

キーワード：アマモ類、海草、ニシン、分布、多様性

はじめに

みなさんは、アマモと聞いて何を連想するでしょう？　野付湾のアマモ場での打瀬網によるホッカイエビ漁でしょうか。和歌をたしなむ方は、藻塩草を思い浮かべるでしょうか。アマモは、古くから日本人の生活の中でよく知られてきました。アマモの分布するアマモ場は、エビ漁などの漁業や生活に利用されてきただけではなく、様々な生物の産卵場、生育場となるとともに、窒素やリンなどの栄養塩を吸収し、光合成により二酸化炭素を吸収して酸素を放出するなど、良好な沿岸環境を維持する上で重要な機能を果たしています。しかし、近年の沿岸の埋め立てや水質悪化により、アマモ場は減少してきており、本州ではアマモ場の再生を目指した事業も始まっています。北海道の日本海沿岸では、最近アマモ場でのニシンの産卵が見られ、ニシンの産卵床としての重要性が見直されていますが、アマモ場の分布実態が明らかではありませんでした。このため、稚内水試では、主に宗谷支庁と留萌支庁管内の、道北沿岸でのアマモ類の分布実態調査を平成16年から開始し、現在も調査を継続しています。この調査は、水産庁が実施する「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」というアマモ類の遺伝的多様性の評価とアマモ場造成指針を作成する全国調査の一環であり、北海道では中央水試、栽培水試とともに参加しています。

アマモとは？

アマモを含むアマモ類(アマモ科植物)は、海中で一生をすごす海産種子植物で、形は一般に葉が３～５枚でひとまとまりとなった株と、海底に根を張る根茎部からなり、栄養株の他に、生殖株には花が咲き種子ができる花枝が形成されます。海産種子植物は、コンブやワカメなどの藻類である海藻とは区別して、海草（かいそう、うみくさ）と呼ばれます。海草は、世界で56種、日本で16種が知られています(大森、2000)。北海道ではアマモ類として、以下の５種が確認されています。

アマモ（*Zostera marina*）：葉は長さ120cmまで、幅５～12mm。種子表面に15～20本の稜がある。北半球の温帯域から寒帯域の沿岸に広く分布、日本では九州から北海道までの内湾の水深１～数mの海底に分布する。

オオアマモ（*Zostera asiatica*）：葉は長さ200cmまで、幅15～18mm。葉の先がかすかにへこむ。種子に稜はなく平滑。千島列島、北海道、朝鮮半島北部、沿海州に分布。環境庁のレッドデータブックにおいて、絶滅危惧Ⅱ類（絶滅の危険が増大している種）に指定されている。

スゲアマモ（*Zostera caespitosa*）：葉は長さ70cmまで、幅３～７mm、葉の先端はへこむ。株は密集して生育。北海道、本州中部・北部、朝鮮半島、中国東北部に分布する。

コアマモ（*Zostera japonica*）：葉は長さ３～30cm、幅１～1.5mm。太平洋西部のベトナムから



写真１　岸に打ち上げられ堆積したスガモ（稚内市ノシャップ）

サハリンまで分布し、日本全国の河口や干潟に生育するが、近年生育環境の悪化により減少が著しいと言われる。

スガモ（*Phyllospadix iwatensis*）：葉の長さは100～150cm、幅２～５mm。葉のへりに鋸歯がある。株は密集して生育し、根茎は赤褐色の繊維で覆われる。太平洋北西部に分布し、朝鮮、中国、サハリンにも分布。日本では北海道、本州中部以北の岩礁域で見られる。

スガモは岩礁域に生育しますが、それ以外は砂地に生育しています。

アマモ類の打ち上げ情報

北海道北部沿岸では、スガモはよく見かけますが、その他のアマモ類の分布に関する情報がほとんど無かったため、まず聞き取りや現地での観察により分布や草体の海岸への打ち上げ等の情報を集めました。宗谷沿岸のコンブ漁場などの岩礁域の岸側では、スガモがうず高く堆積している様子が見られます（写真１）。それとは別に、葉の幅が広い緑色の草が、根茎とともに特に秋から翌春にかけて打ち上がっているものが見られ、その多くがアマモまたはオオアマモでした。その情報が得られた場所を、図１に示します。日本海側からオホーツク海側にかけての主に道北沿岸の広い範囲で、アマモまたはオオアマモの打ち上げ情報が得られました。特に冬季を中心に多く見られたのは、低気圧の発達による時化により、多くの草体が海底から引きはがされることによると思われます。打ち上げ草体は、比較的新鮮なものも多く、漂流後それほど長い時間が経過していなく、生育地が近いものも多いとみられました。このことから、道北の日本海側からオホーツク海側の広い範囲に、アマモとオオアマモが分布していると推測されました。

アマモ類の分布

そこでアマモ類が実際にどこに分布しているのか、船上からの水中ビデオカメラや、スキューバ潜水などにより、海中の様子を調べました。平成16年から17年にかけては、主に宗谷支庁管内で調査を行いました。その結果、８カ所でアマモ類の分布を確認し、標本を採集しました（図２）。

まずアマモは、利尻町新湊、礼文町船泊、利尻富士町鬼脇沼浦沖、稚内市坂の下沖、同声問沖での生育を確認しました。利尻町新湊と礼文町船泊では漁港内の、それぞれ水深約３m、約６mに分

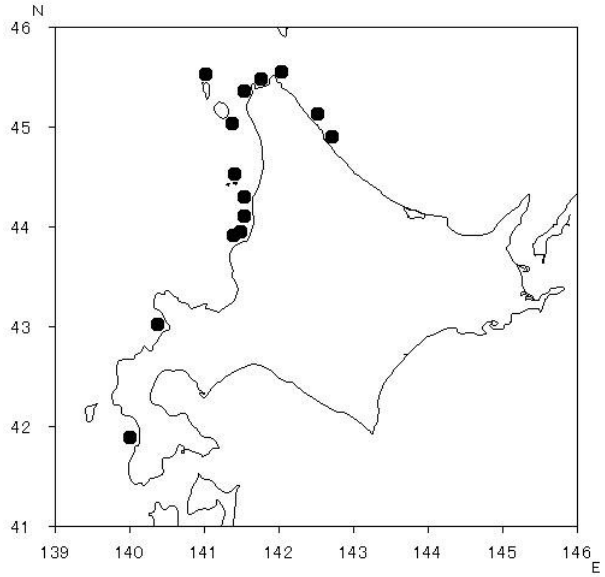


図１　アマモ、オオアマモの打ち上げ位置

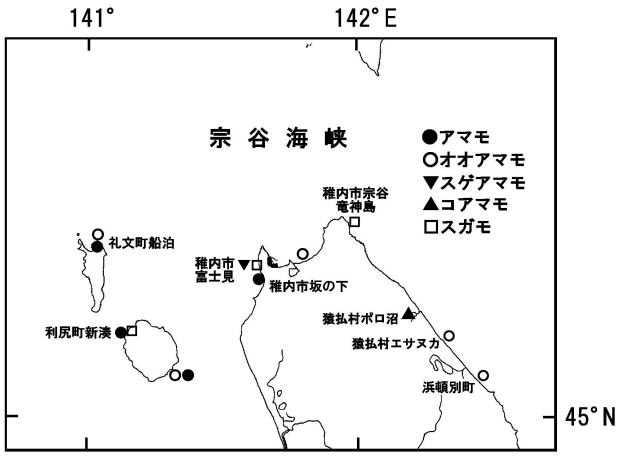


図２　宗谷支庁沿岸におけるアマモ類採集地点

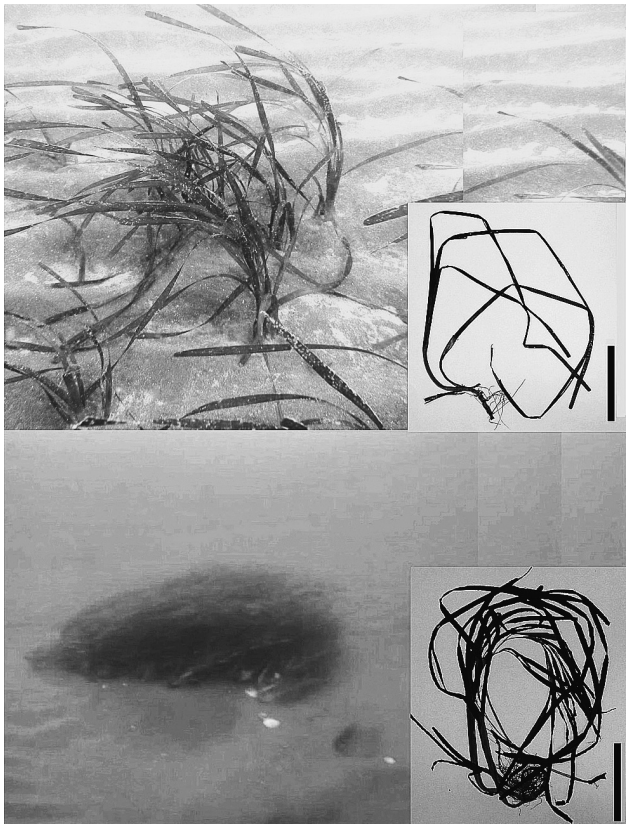


写真２　アマモ（上段、稚内市坂の下沖水深6.5m）とオオアマモ（下段、猿払村エサヌカ沖水深8.1m）。スケールは10㎝。

布していました。稚内市坂の下では水深約７m付近にまばらに(写真２、上段)、利尻富士町鬼脇沼浦沖では水深６～12m付近に分布していました。

オオアマモは、礼文町船泊､猿払村エサヌカ沖、浜頓別町沖、利尻富士町鬼脇沼浦沖で、生育を確認しました。礼文町では、漁港内でアマモと混生し、少量が生育していました。猿払村と浜頓別町

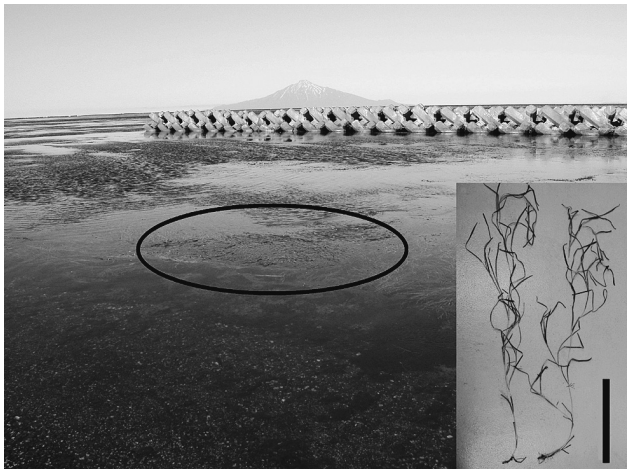


写真３　スゲアマモ葉冠部（左側円内）とスゲアマモ花枝（右下）。稚内市富士見水深0.6m。スケールは30㎝。

では、水深約８～10mに小斑状に分布し(写真２、下段)、猿払村から浜頓別町にかけての広大な砂地に、断続的に分布していました。利尻富士町ではアマモと混生し、広い群落を作っていました。

スゲアマモは、稚内市富士見の水深１m以浅のごく浅い所で、生育を確認しました(写真３)。主にノシャップ岬の海岸線に平行に設置してある消波ブロックの内側に、小斑状に点々と分布していることが分かりました。特に花をつける花枝が長く伸びて水面に葉冠部を作り、近くに多数生育するスガモとは明らかに異なっていました。

猿払村のポロ沼では、コアマモの生育を確認しました（写真４)。ポロ沼は海水の流入する汽水



写真４　猿払村ポロ沼の岸近くに吹き寄せられたコアマモ草体。

表１　アマモ類測定結果

	調査年月日	種　類	水深(m)	採集枠数	株密度*1(株/㎡)	現存量*1(g乾重/㎡)	測定株数	葉長*2(cm)	葉幅*2(cm)
稚内市富士見	平成16年６月15日	スゲアマモ	0.6	3	208.0	206.2	25	51.4	0.49
稚内市宗谷	平成16年９月６日	スガモ	3.0	3	(256～648)*3	2746.1	5	106.6	(0.3～0.4)*3
稚内市坂の下	平成17年５月13日	アマモ	7.3	3	145.2	163.5	25	56.8	0.74
利尻町新湊	平成17年５月26日	アマモ	2.6	3	130.8	234.0	21	94.8	―
礼文町船泊	平成17年６月１日	アマモ	5.4	3	196.0	218.5	90	57.0	―
猿払村エサヌカ沖	平成17年８月２日	オオアマモ	8.1	―	―	―	30	56.1	0.91
浜頓別町沖	平成17年８月９日	オオアマモ	10.8	―	―	―	30	63.3	0.97
猿払村ポロ沼	平成17年10月６日	コアマモ	0.4	3	5144.0	121.2	30	20.4	0.09

＊１：採集枠数の平均値、＊２：株ごとの最大葉の長さ及び幅の平均値、＊３：平成13年の留萌市でのデータ、－：データなし



写真５　スガモ（稚内市富士見沖水深0.9m）。スケールは10㎝。

湖で、塩分濃度は海水の２/３程度です。コアマモは、ポロ沼の底（水深約50cm）全体に広く分布し、岸近くには抜けて吹き寄せられた草体が多数見られました。

さらに、利尻町新湊（沓形沖）、稚内市富士見(写真５)、稚内市宗谷竜神島で、スガモの標本を採集しました。調査した水深は、約１～６mの範囲でした。スガモは、宗谷支庁管内の岩礁域に広く分布し、コンブ漁場の雑草として昔から駆除の対象とされる一方、ニシンの産卵床となったり、ホッカイエビの好漁場となっています。

採集したアマモ類の測定結果を、表１に示しました。株密度は､スゲアマモで約200株/㎡､アマモで130～200株/㎡、コアマモで5,000株/㎡とコアマモの密度が非常に高く、スガモで250～650株/㎡でした。現存量(海底１㎡当たりの草体乾燥重量)は、スゲアマモで約200g/㎡、アマモで160～230g/㎡、コアマモで120g/㎡、スガモで2,700g/㎡と、スガモの現存量が非常に大きいものでした。スガモ現存量のほぼ半分は、根茎部重量で占められていました。平均葉長は、スゲアマモで約50cm、アマモで60～90cm、オオアマモで60cm、コアマモで20cm、スガモで100cmとスガモの葉が最も長く、アマモとオオアマモで大きな違いは見られませんでした。葉幅はスゲアマモで0.5cm、アマモで0.7cm、オオアマモで0.9～１cm、コアマモで0.1cm、スガモで0.3～0.4cmと、オオアマモの葉の幅が最も広くなっていました。

国内でも有数のアマモ生育地である野付湾のアマモの調査結果(水島、1985）と比較してみると、６月の野付湾のアマモの株密度は約300株/㎡、現存量(地上部のみ)は370g/㎡と、宗谷沿岸のアマモより密度、現存量とも大きなものでした。密度や現存量は季節的に変化し、底質や流れ（波浪や潮流による)、日射量など、生育地の環境によっても変化すると言われています（向井、1983)。今後、アマモの生育に良好な条件も明らかにしていく必要があります。

今回のアマモ類の分布調査から、道北のアマモ類は、漁港や消波ブロックの内側など人工的な静穏域、または水深10m近くのやや深みに生育するという特徴が明らかになりました。元来アマモは、水深の浅い内湾などの静穏域に生育すると言

われています。北海道北部海域は単調な海岸線で、ほとんど内湾と言えるような場所はなく、日本海側では冬季には強い北西の季節風による時化が続き、オホーツク海側には流氷が来ます。人工的な静穏域か、やや深みでなければ、これらを避けて生き残ることができなかった思われます。今後さらにアマモ類の分布実態を明らかにし、漁場環境の保全や育成につなげていきたいと考えています。

おわりに

今回の調査により、いままで実態のあまり知られていなかった北海道北部沿岸のアマモ類の分布が、少しずつ明らかになってきました。今後、留萌支庁管内など、日本海側の調査も継続して実施していく予定ですので、ご協力と、情報提供のほどよろしくお願いします。

参考文献

大森雄治：日本の海草－分布と形態－．海洋と生物．131,524－532（2000）

環境庁自然保護局野生生物課（編）:改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物－レッドデータブック－８　植物Ｉ(維管束植物)．664p.(2000)

水島敏博：野付湾のアマモ現存量と生産量の季節変化．北水試報．27,111－118（1985）

向井宏：アマモ（*Zostera marina* L.）の生態と生理．海草藻場（特にアマモ場）と水産生物について　藻場特別部会とりまとめ（昭和56年度）．日本水産資源保護協会．1－48（1983）

（あかいけ　しょういち、ごうだ　ひろお
稚内水試資源増殖部　報文番号Ｂ2275）

道立水産試験場組織図（平成18年４月１日現在）

「栽培漁業総合センター」は平成18年３月31日をもって閉場いたしました。
４月１日からは、新設されました「栽培水産試験場」に機能が引き継がれています。

中央水産試験場

- 場長
  - 副場長
  - 総務部
    - 総務係
    - 会計係
  - 企画情報室
    - 企画課
    - 情報課
  - 資源管理部
    - 資源管理科
    - 資源予測科
    - 管理技術科
  - 海洋環境部
    - 海洋環境科
    - 環境生物科
  - 資源増殖部
    - 栽培技術科
    - 資源増殖科
    - 魚類養殖科
    - 魚病防疫科
  - 加工利用部
    - 加工開発科
    - 利用技術科
    - 品質保全科
  - 水産工学室
    - 施設工学科
    - 生態工学科
  - 普及指導員
  - 試験調査船「おやしお丸」

函館水産試験場

- 場長
  - 企画総務部
    - 総務係
    - 主査（企画情報）
  - 調査研究部
    - 沿岸資源科
    - 栽培技術科
    - 沿岸環境科
  - 試験調査船「金星丸」

栽培水産試験場

- 場長
  - 企画総務部
    - 総務係
    - 主査（企画情報）
  - 調査研究部
    - 漁場利用科
    - 栽培技術科
    - 生物化学科
  - 生産技術部
    - 魚類第一科
    - 魚類第二科
    - 貝類科
  - 普及指導員

（18Ｐにつづく）

資源管理・増殖シリーズ

マツカワ全雌種苗生産の試み

キーワード：マツカワ、雌性発生、性転換、養殖

はじめに

一般に、カレイ類では雌の方が大きくなることが知られています。雌雄の成長差の出る時期や成長差の大小は魚種によって違いますが、マツカワでは、孵化後およそ１年半、体重400g位から雌の方が大きくなることが分かっています。雌は雄よりも大型・肉厚で、同じ年齢で比べてみると刺身の量は明らかに雄よりも多くとることができます（図１）。また、雌は雄よりも短期間で出荷サイズに到達することができるので、マツカワ養殖においては、雌が多いほど経費節減と生産効率の向上につながると考えられます。これらのことから、マツカワの全雌化技術開発は養殖生産向上のための重要な課題の一つであるといえます。

ところで、日本各地に分布するギンブナという魚は、雌性発生という方法で繁殖しています。この魚は、精子の関与なしに卵だけで発生する機構を備えており、全てが雌です。この雌性発生を人為的に起こすことができれば全雌魚を得ることができると考えられます。これまでに、人為的雌性発生法は様々な魚種で研究が行われてきましたが、淡水魚ではニジマスやアユで、海産魚ではヒラメで技術が確立され、実用化に至っています。中央水試では同じ異体類であるヒラメの技術を応用し、マツカワ雌性発生法の技術開発試験を行いました。

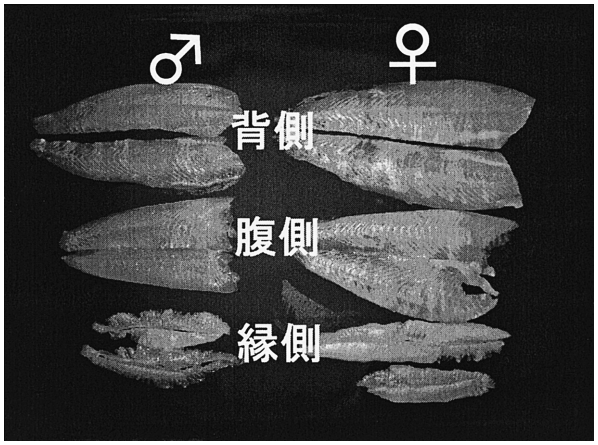


図１　マツカワ３歳における雌雄の可食部（刺身部分）

雌性発生法

マツカワの雌性発生は、図２に示した方法で可

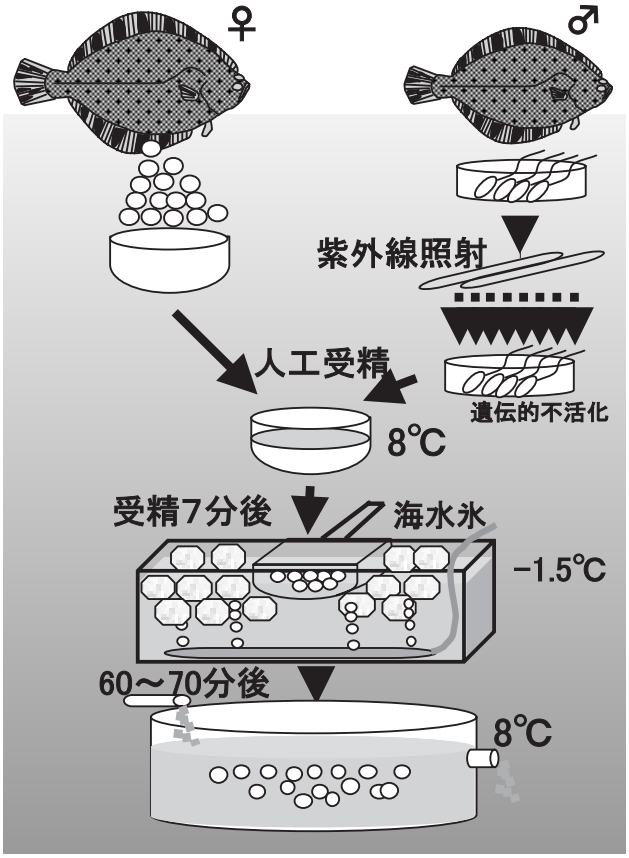


図２　低温処理によるマツカワ雌性発生法

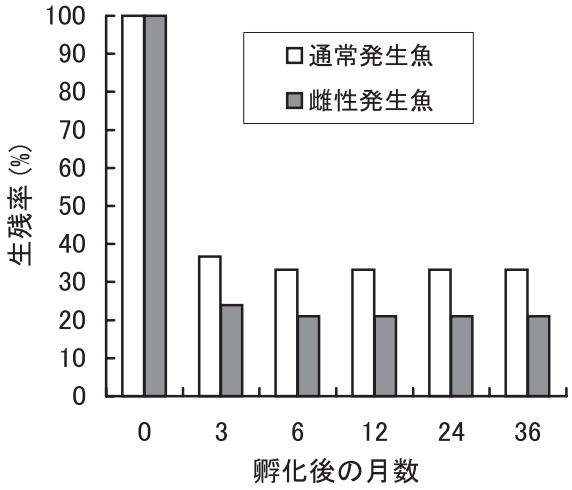


図３　マツカワ雌性発生魚と通常発生魚の生残率

能であることが分かりました。これは、紫外線処理した精子を卵に媒精し、ある最適な時間（約７分）を経過した後、卵を１時間程度、海水氷（－1.5℃）に浸すという方法です。このような方法では、卵の孵化率は通常受精の場合の20～50％まで低下しましたが、生き残った魚のDNAを調べてみると精子の影響がなく、卵だけで発生したことが分かり、雌性発生は成功していることが証明されました。また、孵化後の生残率をみると通常発生魚と比べてそれほど変わらないことも分かりました（図３）。

マツカワは性転換しやすい

マツカワの性染色体も人間と同じように雌（女性）がXX、雄（男性）がXYという性の様式を持っているとすれば、卵（XX）だけで発生したものは全て雌になるはずです。人間の場合、性は生涯、変わることはありません。ところが、マツカワは全長８mm～40mm位の段階における環境（特に水温など）によって性が変わってしまうことが今までの研究で明らかになっています。すなわち、雌性発生法でXXの受精卵ばかり作ったとしても、全てが雌にならず、成長時における環境（水温）などの影響で雄に転換してしまうことがヒラメで確かめられているのです。この場合の雄

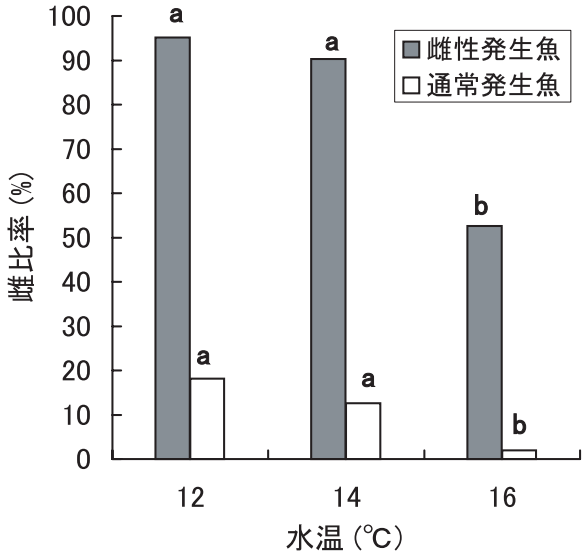


図４　雌性発生魚と通常発生魚における雌比率と飼育水温の関係
同じ発生魚の雌比率で、異なるアルファベットは有意差があることを示す。

はXYの雄ではなくXXの雄、性転換雄（にせ雄）と呼ばれています。

今回の試験で、水温と性比の関係を調べたところ、水温16℃では、12℃および14℃と比べて雌比率が低下し（図４）、雌から雄へ性転換が起きていると考えられました。ヒラメと同様に、マツカワの性転換には、水温が重要な要因となっていることは間違いないと考えられます。しかし最近の

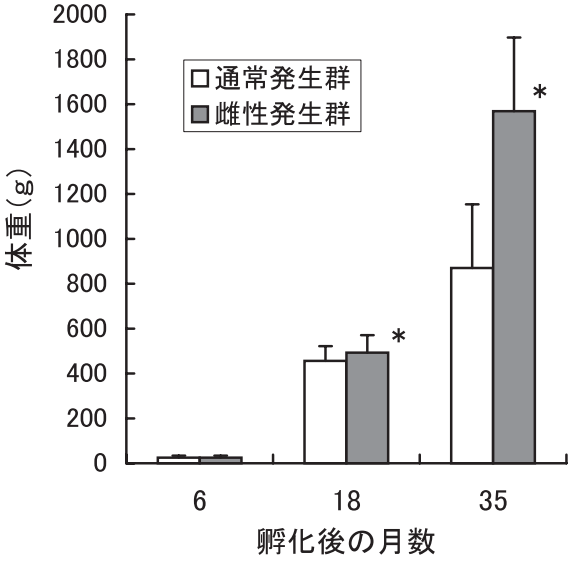


図５　孵化後６、18および35ケ月におけるマツカワ通常発生群と雌性発生群の平均体重
縦棒は標準偏差、＊印は２群間で有意差があることを示す。

研究で､飼育密度やpHなど様々な条件によって性比は変動することも明らかになってきています。従って、今後は性比に影響する様々な条件をつきとめ、性転換が起こらず、性比が安定するような最適な飼育条件を明確にする必要があります。

雌の比率の高い群は高成長

今回、雌性発生を試みた結果では、使用した親魚によって雌比率に変動がみられました（数%～90%)。これは水温だけでなく、親の遺伝的影響や他の環境要因などが影響したためと考えられます。前述したように、性比の変動する要因についてはもう少し詳しく調べる必要があります。しかしながら、雌比率90%の群の成長を実際に調査してみると大変優れた成長を示すことが分かりました（図５)。このことから、雌性発生により生じた高率の雌を含む群を養殖に用いた場合、大変有利であることが実証されたと考えています。

今後の課題

性転換雄はXXなので通常の卵（XX）と受精させれば、受精卵は全て雌（XX）になるはずです。このような性転換雄を用いることにより、精子や卵に処理を行わずに、通常の受精で全雌種苗を得ることが可能になると考えられます。従って、この性転換雄を使った種苗生産で、高い雌比率の種苗を得ることができるかどうかが今後の課題です。さらに、DNAを調査して性転換雄（XX）か通常の雄（XY）かを判別する方法が開発されれば、迅速かつ効率的な性転換雄の選別ができるため、このような手法の開発も将来の課題となるでしょう。

（森　立成　中央水試資源増殖部

報文番号Ｂ2276）

道立水産試験場組織図（平成18年４月１日現在）（つづき）

釧路水産試験場

- 場　長
  - 企画総務部
    - 総　務　係
    - 主査（会計）
    - 主査（企画情報）
  - 資源管理部
    - 資源管理科
    - 資源予測科
  - 資源増殖部
    - 栽培技術科
    - 資源増殖科
  - 加　工　部
    - 加工開発科
    - 保蔵流通科
  - 利　用　部
    - 利用技術科
    - 原料化学科
  - 普及指導員
  - 試験調査船「北辰丸」

網走水産試験場

- 場　長
  - 企画総務部
    - 総　務　係
    - 主査（企画情報）
  - 調査研究部
    - 資源管理科
    - 栽培技術科
    - 資源増殖科
  - 加工利用部
    - 加工開発科
    - 利用技術科
  - 普及指導員

稚内水産試験場

- 場　長
  - 企画総務部
    - 総　務　係
    - 主査（会計）
    - 主査（企画情報）
  - 資源管理部
    - 資源管理科
    - 北方資源科
  - 資源増殖部
    - 栽培技術科
    - 資源増殖科
  - 試験調査船「北洋丸」

水産加工シリーズ

水産物の非破壊分析への試み

キーワード：近赤外分光法、非破壊分析、コンブ、品質評価

はじめに

食品の表示は消費者に向けてその内容を説明するものです。消費者が食品を購入するときの重要な情報源であり、判断材料となります。最近では食の安心、安全をアピールするため、生産者の顔が見えるような表示もされています。

一方、消費者を含む購入者は、商品情報としてより詳しい成分表示を求めています。成分表示による品質保証は、仲買人や消費者にとってはハズレのない商品を安心して購入できるというメリットがあり、こうした取り組みが消費の拡大に結びついていくものと考えられます。

従来、果物や米などの品質（おいしさ）の評価に用いられてきた近赤外分光法が、水産物にも利用され始めています。今回は果物の糖度を例に、近赤外分光法の仕組みを説明し、水産物での応用例と釧路水試での取り組みについて紹介します。

近赤外分光法とは

スーパーなどの果物売場で「糖度」という表示をよく見かけるようになりました。この表示は果物の甘みを数値で示し、消費者へ甘みの程度を情報提供しています。これまで糖度は、果汁を搾らなければ測定できませんでしたが、近赤外分光装置を利用することにより、果物を破砕することなく瞬時に糖を数値化し（非破壊分析）、選別や表示ができるようになりました。近赤外分光装置では近赤外線という波長の短い赤外線を果物１つずつに当てることにより、果物の内部に入った光が果物の成分（糖など）によって一部は吸収され、再度外部へ出てきます。この時の光の波長や強度を測定し、その変化の度合いと実際に搾った果汁の糖度（化学分析値）との関係を予め正確に導き出すことにより（検量線の作成）、果物に近赤外線を当てるだけで瞬時に糖度を数値化できるという仕組みです。

水産物の品質評価

島根県水産試験場では前浜で獲れたマアジのブランド化を支援するために、近赤外分光法を用いてマアジの脂肪量の測定を行いました。測定には持ち運びができ、誰でも簡単に操作できるポータブルタイプの測定器を使っています。近赤外分光法は、対象物に光を当てるだけで目的とする成分がわかるため、魚体に傷をつけることなく脂肪量を測定することができます。化学分析のように薬品等で試料が破壊されることはありません。脂肪量の測定はこれまで１日以上必要でしたが、この測定器を使用することにより、瞬時に数値が表示されるため、現場での品質管理にも有用と考えられます。島根県ではこの方法によりマアジの脂肪量が10％以上のものを選別してブランド化することに成功しました。

北海道の水産物の品質保証への応用としては、

現在、ホタテガイについては道立工業試験場と網走水試との共同研究が行われ、乾燥コンブについては釧路水試で昨年度から試験を進めています。

コンブの品質評価

生産量が全国の80%を占める道産乾燥コンブの場合、その等級付けは、実入りや色沢、白粉、異物等の官能検査により行われ、すでに十分な信頼が得られています。しかし、コンブに関しても生産者から成分量の表示によってブランド化を進めたいという要望があり、非破壊分析法である近赤外分光法の利用について検討することになりました（図１）。

乾燥コンブのだし汁の味は、グルタミン酸とマンニトール含量が多いほど良好であるといわれています。グルタミン酸は代表的な旨味成分のアミノ酸で、調味料としても用いられています。マンニトールはコンブの表面に現れる白粉の主成分で、さわやかな甘みを有します。今回の試験では特にこれらの成分について近赤外分光法で測定できないか、乾燥コンブの粉末を試料として検討を行っています。

乾燥コンブへの近赤外分光法の利用に関しては今まで知見がないため、しばらく手探り状態が続きますが、将来的には乾燥コンブの品質を非破壊で直接評価する技術開発をめざし、生産者や消費者の要望に応えたいと考えています。

（宮崎亜希子・菅原　玲　釧路水試利用部

報文番号Ｂ2277）

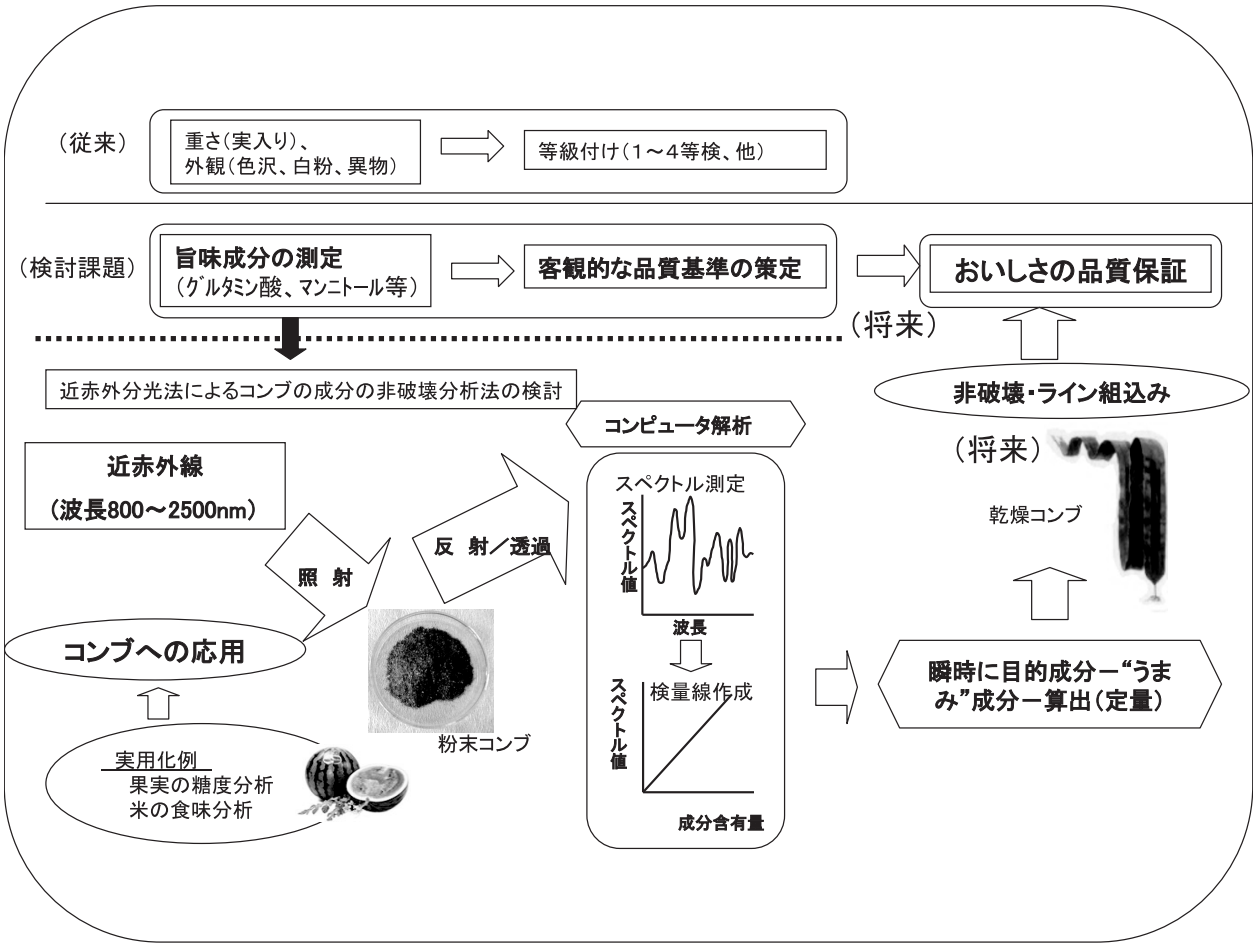


図１　近赤外分光法によるコンブの成分の非破壊分析法の検討

水産工学シリーズ

干潟のニオイとアサリの関係

ー溶存硫化物がアサリに与える影響ー

キーワード：アサリ、人工干潟、溶存硫化物、ろ水活動

はじめに

全国におけるアサリの生産量は、1983年に約16万トンを記録しましたが、その後は干潟域の減少や環境悪化などの影響を受け、2001年には約３万１千トンまで減少しています。このため、アサリの生産量を増大させる試みが、各地で行われています。一方、北海道ではアサリ増殖場造成事業による人工干潟の造成が開始されて以来、アサリの生産量は概ね増加傾向を示し、2001年には約1,400トンを生産しました。しかし、近年では大量へい死などの問題が生じている人工干潟があり、早急な対策が求められています。

アサリ増殖場で安定した生産を行うためには、干潟の環境をアサリの生息に適した状態に維持する必要があります。これには、干潟のどのような環境がアサリに悪影響を与えるのかを明らかにしなければなりません。中央水試水産工学室では、釧路水試資源増殖部との共同研究で、アサリ増殖場の維持管理手法の開発に取り組んでおり、この中でアサリに影響を与える環境因子やそのレベルを解明する研究を行っています。

ここでは、干潟の底質環境の一つである溶存硫化物がアサリに与える影響について解説します。

硫化物の形態

硫化物は、干潟や海底などの底質環境の評価指標となる物質で、これは底質中が無酸素状態になったときに硫酸還元菌の働きにより発生します。硫化物は気体、溶存態、金属などと結合した固体として存在し、金属との結合物として代表的な物質である硫化鉄は黒色を呈します。硫化物の臭いは「卵の腐ったよう」と表現され、硫黄を含む温泉で感じる臭気がそれです。硫化物の発生している干潟では、底質を掘り返すと硫化鉄により黒変した底質が現れ、臭気を感じます。

一般的に底質の硫化物といえば固体を指すため、これに関する調査や試験は多く行われていますが、溶存態の硫化物を対象とした研究はあまり行われていませんでした。また、アサリは水管から海水を吸い込み、これに含まれる酸素や餌料を摂取するため、溶存態の硫化物は体内に取り込まれる可能性があり、固体の硫化物よりも影響が大きいと予想されます。これらの理由から、溶存態の硫化物がアサリに与える影響を調べることにしました。

実験内容

実験では、溶存態の硫化物を発生させた底質でアサリを飼育し、その行動を観察しました。今回の実験では特にアサリのろ水活動に着目しました。ろ水活動は、アサリが海水を吸い込み、これに含まれる酸素や餌料を摂取し、海水とともに二酸化炭素や排泄物を吐き出すことです。実験に使用した底質は、直径20cm、深さ22cmの円筒形の

容器にアサリのむき身、ケイ砂５kgと海水３Lを入れて腐敗させ、硫化物を発生させたものです。使用したむき身の量は7.5g、15g、30g、60gの４通りで、これにむき身を入れず硫化物が発生していない対照区を１つ加えた５種類の底質で実験を行いました。アサリを入れた飼育容器は容量１m^3の海水掛け流しの水槽に設置しました。図１に実験水槽の模式図を示します。実験では各容器に殻長20～60mmのアサリを９個体入れ、１週間飼育しました。実験はアサリを入れ替えて２回行いました。

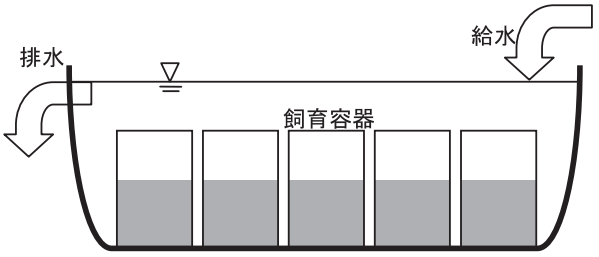


図１　実験水槽模式図

アサリが潜砂している場所の溶存硫化物濃度を把握するため、間隙水の分析を行いました。測定は各容器の７点で行い、測定点の配置は飼育容器を上から見たとき図２のようになります。各アサリに最も近い測定点で得られた硫化物濃度を、そのアサリが潜砂している場所の濃度と見なしました。間隙水は、底質の深さ５cmまでガラス管を挿入して採取しました。測定は実験開始前と終了後に行い、それらの平均値を用いてアサリと硫化物濃度の関係を検討しました。

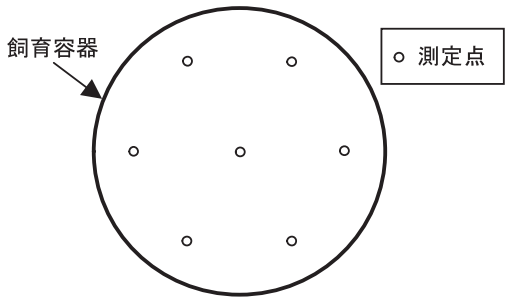


図２　硫化物濃度測定点

アサリのろ水活動の観察のためにデジタルカメラで10分ごとに図３のような写真を撮影しました。写真を解析してアサリが水管を出していれば、ろ水していると判断し、連続した写真で水管が出ていれば、その期間は、ろ水し続けていたと見なしました。



図３　ろ水活動観察写真

ろ水活動と溶存硫化物

間隙水中の溶存硫化物濃度を測定した結果、最大値は65mg/Lでしたが、10mg/L以上が検出された測定点が少ないことと、これまでの干潟調査で得られた最大値が7.5mg/Lであることから、10mg/L以下のデータを検討対象としました。

各アサリの実験時間（約10,000分）における、ろ水時間の総和と、それらが潜砂していた場所の溶存硫化物濃度の関係を示したものが図４のグラフです。図中のシンボル１つが１個体の結果を表

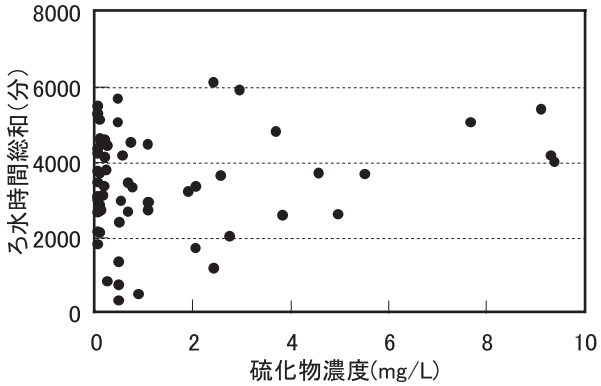


図４　ろ水時間と溶存硫化物濃度の関係

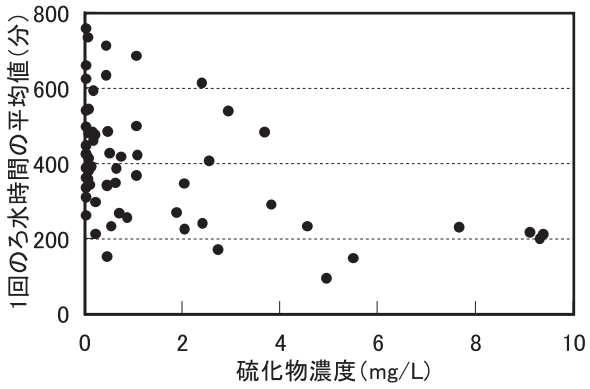


図５　１回のろ水時間と溶存硫化物濃度の関係

しています。解析を行った結果、ろ水時間の総和と溶存硫化物濃度には有意な相関は見られませんでした。これより、溶存硫化物濃度が10mg/L以下であれば、溶存硫化物はろ水時間の総和に影響を与えないと考えられました。

アサリが出した水管を引っ込めるまでを１回のろ水活動と考え、これに要した時間を１回のろ水時間として計測し、各個体の平均値と硫化物濃度の関係を表したものが図５のグラフです。硫化物が発生していない対照区で飼育したアサリの平均値は464分でした。これを基準値として各アサリのろ水時間を評価すると、硫化物濃度が４mg/L以上の個体では、すべてが基準値の半分以下の値でした。この結果から、溶存硫化物濃度が高くなると１回のろ水時間が短くなることが分かりました。

溶存硫化物の影響をより詳細に評価するため、ろ水活動を時間と回数で整理し、図６のグラフに表しました。これらのグラフは、各アサリが潜砂していた場所の硫化物濃度と、そのアサリが何分のろ水活動を何回行ったかということを表したものです。グラフを見ると、200分以下のろ水活動の回数は、硫化物濃度４mg/L以下であれば、ほとんどが10回以下であるのに対し、４mg/L以上では、１個体を除くすべてが10回以上であり、２個体が20回を超えていました。また、200～400分の範囲のろ水活動の回数は、硫化物濃度４mg/L

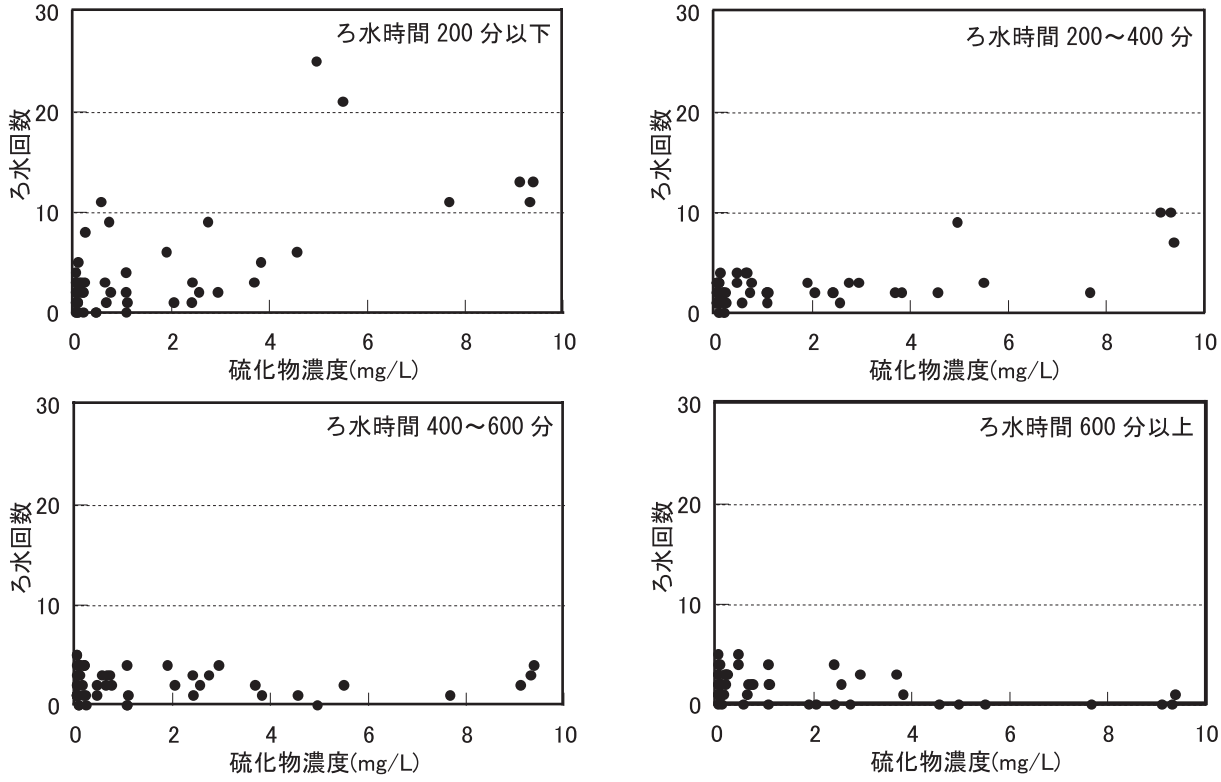


図６　ろ水時間および水回数と溶存硫化物濃度の関係

以下では5回以下であるのに対し、4 mg/L以上では4個体が7回以上でした。さらに、600分以上のろ水活動の回数は、4 mg/L以下では多くの個体が数回、最大5回であるのに対し、4 mg/L以上では1個体を除くすべてが0回でした。このように溶存硫化物濃度4 mg/Lを境に、ろ水活動のパターンが変わり、4 mg/L以下では短時間のろ水活動は少なく、長時間のろ水活動が多い傾向があり、4 mg/L以上ではその逆の傾向があることが分かりました。

予想される溶存硫化物の作用

本実験で溶存硫化物に着目した理由の一つに、溶存態であれば、ろ水の際にアサリの体内に取り込まれる可能性があることが挙げられます。そこで各実験容器において、ろ水の対象になると考えられる底層直上の海水を採取し分析したところ、溶存硫化物は検出されませんでした。つまり、実験ではアサリが溶存硫化物を取り込むことはなかったということです。しかし、溶存硫化物濃度によって、ろ水活動のパターンが変わるこという結果が得られました。そこで、溶存硫化物が間隙水中には存在し、底層直上水には存在しない状態において、溶存硫化物がどのように作用しているかを考えてみました。アサリは図7に示すように水管を出して、ろ水活動を行うため、溶存硫化物を取り込むことはありません。しかし、間隙水には溶存硫化物が含まれているため、水管や斧足などの軟体部は硫化物に触れます。このように軟体部が硫化物に触れることを嫌い、アサリは長時間のろ水活動を行わなくなるのではないかと考えられました。

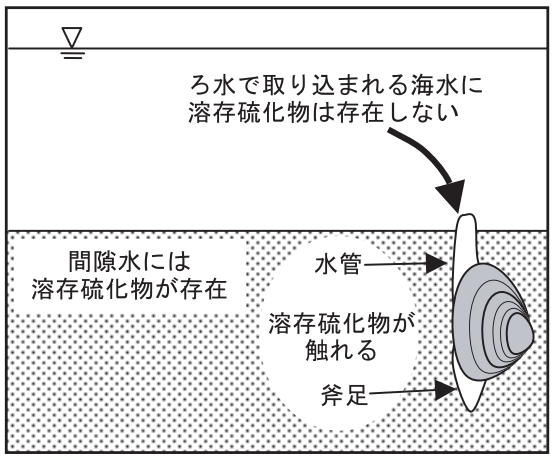


図7　予想される溶存硫化物の作用

おわりに

今回の実験結果より、溶存硫化物がアサリのろ水活動に影響を与えることが分かりました。1回のろ水時間が短くなることが、アサリにどのような影響を与えるかについては明らかにできていませんが、溶存硫化物がアサリに何らかのストレスを与えた結果であると思われます。これより溶存硫化物濃度は、干潟の環境がアサリに適しているか否かを判断する指標の一つになり、ろ水活動のパターンに変化が現れた濃度である4 mg/Lが基準値になると考えています。

硫化物は気体、溶存態、固体という状態で存在し、その存在比率は一定ではなく、場所や環境によって異なります。そのため、臭気の強さから、その場所に存在する溶存硫化物濃度を推定することは困難ですが、一般的には臭気の強い場所ほど溶存硫化物も多く存在すると考えられます。すなわち、干潟の底質を掘り返してみて、強い卵の腐敗臭を感じるような場所は、アサリの生息場としてあまりよい環境ではないといえそうです。

（福田裕毅　中央水試水産工学室

報文番号B2278）

各水試発トピックス

バク模様のソウハチ

子供の頃、怖い夢を見るのが嫌で、寝る前に神様やら仏様やらに「怖い夢を見ませんように……」と、何度も何度もお願いしてから、眠りについたものでした。その後、怖い夢を食べてくれる上半身が黒、下半身が白というユーモラスな動物がいることを知ってからは、神頼みを続けながらも、どうしても家で飼ってみたいと思っていました。その動物は、「バク」といいました。

平成18年２月、栽培センターでは、飼育していた魚貝類の引っ越しが終了し、海水が全く出ないため、ニシンの卵の管理をお隣の栽培漁業振興公社鹿部事業所（以下公社）にお願いしていました。ある日、卵を観察するために公社へ出向くと、「変わったソウハチが来てるよ～」と、公社職員の阿部さん。案内された水槽には、何の変哲もないソウハチが１尾、底にへばりついています。不思議そうな顔をしていると、タモ網ですくってひっくり返し、裏側を見せてくれました。

バクだよ～っ！

っと叫んだけれど、実は大きな間違い。現れたのは、頭が真っ白で体が真っ黒といった、バクとは正反対の色使い。とはいえ、ここまで白黒はっきりつけたコントラストは、バクさながら。一瞬にしてこの動物を思い出しました。普通、裏側は白いのですが、この裏側バク模様のソウハチは、鹿部町在住の方が鹿部沖で釣獲し、珍しいからと言って、公社へ持ってきてくれました。私自身、ソウハチの調査に一時期携わり、何百尾も観察したことがあります。しかし、このような体色異常は見たことありませんでした。他の職員に聞いてみても、答えは同じでした。確か昨年、函館水試へ裏側真っ黒なソウハチが持ち込まれ、このことが新聞に載ったのを覚えています。私の知る限り、この２例だけ。いろいろと聞き回って、本当に珍しいのだということを実感しました。

ソウハチは北海道のほぼ全沿岸域、水深数mから250mの広い範囲に分布しています。産卵期は北海道では６月～７月。回遊範囲は意外と広く、100km以上泳ぐ個体もいるとか。現在の資源状態は過去と比較して低くなっていますが、カレイ類の漁獲量としては、堂々の第１位です。この魚、他のカレイと比べて大きく異なる形態的特徴があります。それは、左目が表側と裏側の間にあり、裏側からも見えるという点。ということは、ソウハチは、泳ぎながら下も見られるということ!?釣りをされる方はご存じかと思われますが、ソウハチは海底からかなり離れて泳ぐことがあります。きっと、自分より下にいる餌や敵を発見できるようになっているのでしょう。

タモですくわれ、ひっくり返されたあげく、写真まで撮られて不機嫌になったバク模様のソウハチは、私たちを振り返ることなく、そそくさと水槽の底へ帰って行きました。私はというと、とっても珍しいソウハチに対面できて感激したついでに、「今夜も悪夢を見ませんように」と勝手に手を合わせました。

往年の迷ロックを口ずさみながら……

♪バクバクバクバク♪○○○バク……♪♪

（栽培水試生産技術部　清水洋平）



写真　裏側白黒バク模様のソウハチ
裏側から目（矢印）が見えるのわかりますか!?これで普通なのです。

各水試発トピックス

地場の原料を活かした魚醤油作り！

～広尾漁協女性部の２年間の取組み～

釧路水試加工部では、水産加工技術普及指導事業の一環として、2004年と2005年の２回に亘り、十勝管内広尾漁業協同組合の女性部とシシャモ漁で混獲されるヌイメガジ（ガンジ）とミゾエビジャコ（砂エビ）などを原料魚に使って魚醤油を作りました。

初回は、サケやスルメイカを原料に加え、2004年11月に４種類の魚醤油を仕込み、それらを翌年２月に搾汁しました。魚醤油の風味は、ガンジは白身の魚らしい“淡白な旨味”なのに対し、砂エビは“濃厚な旨味”を持つ対称的なものになりました。

そして、2005年11月にはガンジと砂エビを原料魚に200kg以上の仕込みを行いました。前年の魚醤油を使った経験からの要望は、調味加工品への利用を考慮し、塩味と色調を薄くするというものでした。それらは当場で試験を終了したばかりの内容でしたが、試験の成果を生かして対応しました。

魚醤油は仕込んでから搾汁までの３ヶ月間、毎日、攪拌しなければなりません。11月に仕込むと正月に掛かりますが、その間も絶やすことなく攪拌し続ける必要があります。女性部では、この作業を部員全員で分担し、作業を軽減しながら、部員間の連携をさらに深めたとのことでした。

搾汁作業は、女性部員29名が参加し、広尾町漁村環境総合センターで行いました。設備がない中での作業は大変でしたが、塩味や色調を薄くした魚醤油を絞り出し、昼食時にはガンジ醤油と砂エビ醤油をスープに使った醤油ラーメンを作り、試食しました。

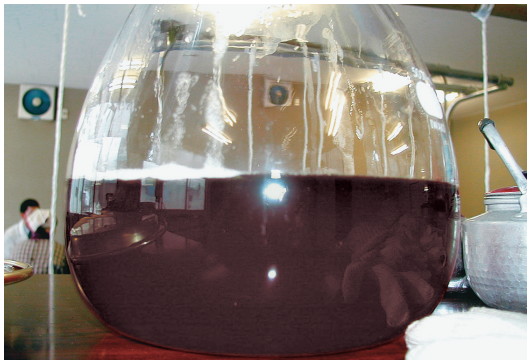
作業終了後に女性部の皆さんが地元の水産物あるいは農産物を原料にした加工品への魚醤油の活用方法を熱心に話合っている姿が印象的で、特産品開発に向けた今後の活躍が十分に期待されました。

なお、この魚醤油作りは、広尾漁業協同組合、広尾町、十勝支庁水産課、十勝地区水産技術普及指導所、並びに釧路水試普及指導員の協力を得て実施しました。

（釧路水試加工部　信太茂春）



部会長挨拶と女性部の皆さん



色調を薄くした魚醤油



刺身で魚醤油を試食

各水試発トピックス

枝幸沖で漁獲された珍しいケガニ

オホーツク海に面する枝幸町は、ケガニの漁獲量日本一を誇り、カニの町として知られます。ここでは、春から夏にかけてケガニを漁獲しています。今回は、枝幸沖のけがにかご漁で漁獲された珍しいケガニについて報告します。これらのケガニは、枝幸漁協所属のけがにかご漁船（第63善宝丸と第一平成丸）が漁獲し、稚内地区水産技術普及指導所枝幸支所に持ち込まれた後、稚内水試に提供していただいたもので、関係者の皆様にお礼申し上げます。

珍しいケガニの１つ目は、白っぽい（薄黄色い）ケガニです（写真１）。これは、2006年４月13日に枝幸沖の水深112mで漁獲されたもので、甲長83.6㎜の雄です。写真を見ると一見して白っぽい、あるいは黄色っぽい色をしており、写真２のケガニと比べると分かるように、普通のケガニでみられるような赤っぽい色が抜けているようです。よく見ると、甲らや脚自体は白いのですが、甲らと脚の棘（とげ）や毛は黄色を呈しています。ただし、眼だけは普通のケガニと同じように黒色でした。なお、甲らが黒っぽく見えるのは、甲ら内部の色が透けて見えたものです。

この薄い黄色のケガニは、赤い色素を作る遺伝子に欠陥がある色素異常だと思われます。カニ類の色素異常は、北海道では、白いタラバガニ、ザリガニ、青いタラバガニ、ハナサキガニなどが知られています。しかし､この薄い黄色のケガニは､これまでに報告がなく､非常に珍しいものです。

２つ目は、写真２のケガニです。これは、2005年７月16日に枝幸町音標沖の水深126mで漁獲された、甲長92.8㎜の雄です。一見すると、色も形も特に変わったところはなく、普通のケガニに見えますが、右側の後ろから２番目の脚が小さいことに気づくかと思います。これは脚が折れた後、脱皮の際に再び生えてくる“再生脚”で、それほど珍しいものではありません。しかし、もう少し注意深くみると、この再生脚を含め左右ともに脚（ハサミを含む）が６本あることに気づくでしょう。そうです、カニの脚は普通、左右５本ずつ、合計10本ですが、このケガニには12本あります。以前にも12本脚のケガニが漁獲されたことはあるようですが、それは再生脚から枝分かれして、脚が12本になったようです。今回の12本脚ケガニでは脚の付け根から出ており、元々脚が多かったようです。このようなケガニが売られていたら、買った人は脚２本お得？

（稚内水試資源管理部　三原栄次）



写真１　薄い黄色のケガニ
雄、甲長83.6㎜、体重323g、甲殻硬度２（若ガニ）



写真２　12本脚のケガニ
雄、甲長92.8㎜、体重406g、甲殻硬度３（若ガニ）

編集　北海道立中央水産試験場図書出版委員会

委員長　高橋　玄夫
委　員　鳥澤　　雅　大槻　知寛　名畑　進一　山内　繁樹
　　大堀　忠志　渡辺　安廣　橋本　道隆
事務局　新井　雅博　畑谷　衣里　太田　　基

＊　　＊　　＊　　＊　　＊

表紙右上記号　ISSN　0914－6849の説明

ISSNは、International Standard Serial Number（国際標準逐次刊行物番号）の略です。逐次刊行物に付与される国際的なコード番号で、ISDS（International Serials Data Systems；国際逐次刊行物データシステム）という組織のもとで逐次刊行物の組織や検索に利用されます。

この番号は、国立国会図書館ISDS日本センターから割り当てられるものです。

本誌の内容の一部、あるいは全部を無断で複写複製（コピー）することは、法律で認められた場合を除き、著者の権利の侵害となる恐れがありますので、必要な場合には、あらかじめ北海道立中央水産試験場企画情報室あてご連絡くださるようお願いします。

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

本誌は、下記の道立水産試験場の広報誌です。本誌に対するご質問、ご意見がありましたら最寄りの水試までお寄せ下さい。

北海道立中央水産試験場
046-8555　余市郡余市町浜中町238
電話　0135（23）7451
FAX　0135（23）3141

北海道立函館水産試験場
042-0932　函館市湯川１－２－66
電話　0138（57）5998
FAX　0138（57）5991

北海道立栽培水産試験場
051-0013　室蘭市舟見町１－156－３
電話　0143（22）2327
FAX　0143（22）7605

北海道立釧路水産試験場
085-0024　釧路市浜町２－６
電話　0154（23）6221
FAX　0154（23）6225

北海道立釧路水産試験場分庁舎
085-0027　釧路市仲浜町４－25
電話　0154（24）7083
FAX　0154（24）7084

北海道立網走水産試験場
099-3119　網走市鱒浦１－１－１
電話　0152（43）4591
FAX　0152（43）4593

北海道立網走水産試験場紋別支場
094-0011　紋別市港町７
電話　01582（3）3266
FAX　01582（3）3352

北海道立稚内水産試験場
097-0001　稚内市末広４－５－15
電話　0162（32）7177
FAX　0162（32）7171

北水試だより　第 73 号

平成18年９月30日発行

編集・発行　北海道立中央水産試験場
ホームページアドレス　http : //www.fishexp.pref.hokkaido.jp/
印刷　山藤三陽印刷株式会社