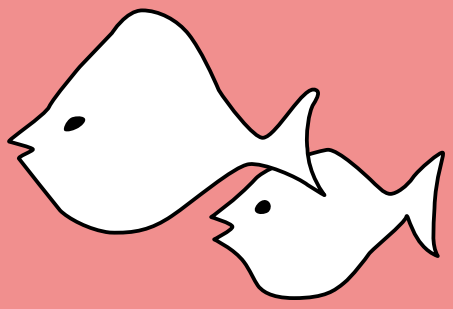
試される大地 北海道

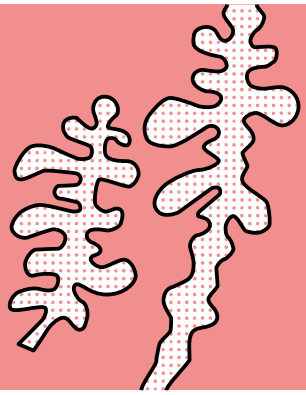
ISSN 0914－6849

HOKUSUI SHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　次／檜山地域におけるバカガイ稚貝の生残と成長……1

ウニ類の幼生飼育・採苗技術の効率化について……7

資源管理・増殖シリーズ

ホッケの漁獲量変動から見た道北群と道南群の境界線 ……14

水産加工シリーズ

赤サビシジミの話 ……18

各水試発トピックス

今年のマツカワ種苗生産
～いろいろありましたが、只今順調に配布中……21

江差でハタハタ釣獲 ……22

道東太平洋の今年のハタハタ漁を予測する ……23

日本海側でオオサルパが多く出現！ ……24

第28回日ロ研究交流開催される ……25

「試験研究は今」　(523号～528号　再掲載)……26

中田淳主任研究員のご逝去を悼む ……42

第66号

2004／11

北海道立水産試験場

檜山地域におけるバカガイ稚貝の生残と成長

大　崎　正　二

キーワード：バカガイ、稚貝発生、成長、生残率、資源添加

はじめに

函館水試資源増殖部では、1996年から2002年まで、檜山地域においてバカガイ稚貝の追跡調査を継続的に行ってきました。この間、大成町宮野地先にある貝取澗漁場と江差町厚沢部川の北側地先にある伏木戸漁場（図１）のそれぞれで、発生直後の稚貝を対象としたスミス・マッキンタイヤー型採泥器（採集面積1/20㎡）による調査（大成18定点、江差17定点）を10月前後に年１回、越冬以降の幼稚貝を対象とした小型噴流式桁網（目合４×４㎜）による調査（大成９定点、江差７定点）を年３～４回（ただし、1996年の大成は３月に１回だけ）実施しています。さらに2003年から2004年には、大成だけでですが上記のうち幼稚貝対象の調査を７～８月に１回、継続してきました。

今回、これまでに蓄積されてきたこれらのデータを総合的に解析し整理したところ、いくつかの知見を新たに得ることができました。とりまとめの作業はまだ継続中ですが、本稿では、現在までにわかったところを要約して報告します。

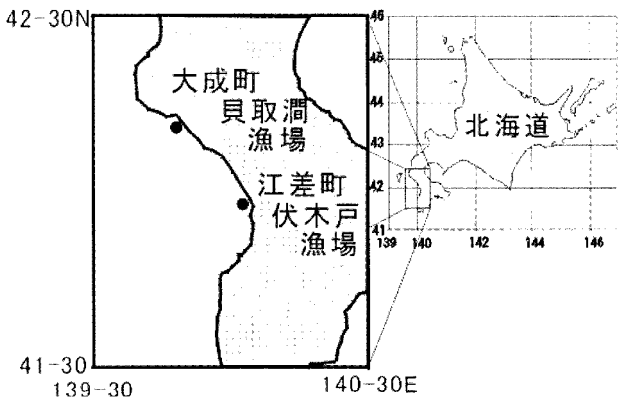


図１　調査漁場の位置

大量発生群は卓越年級群にあらず

1994年までの「浮遊幼生・着底稚貝調査」から、檜山地域のバカガイの産卵期は７月で、浮遊幼生が着底して稚貝が現れる時期は８月であることがわかりました。一方、大成と江差では、ともに漁獲の自主規制殻長を７㎝と定めており、大半の個体がこの大きさに達するのは着底後満４年であることがわかっています。したがって、ある年に発生した年級群の「資源添加量」とはその年級群の「満４歳時点での生残量」に相当します。

図２、３に、現場から得た、大成と江差における各年級群別の発生後の経過日数（起点を発生年の８月１日とする）に対する全点平均密度と、それらを「生残曲線」に当てはめた結果を示します。

各年級群の「稚貝発生量」（発生年の８月１日における着底稚貝の密度）及び「資源添加量」（満４歳時点の密度）をはじめとする各年齢時の密度を、この曲線に基づいて推定しました。なお、調査期間中、大成の1997年級群のみ、満４歳の時にだけ漁獲の影響を受けていますが（それ以外は漁獲対象以前、または休漁期間に相当）、解析にあたっては、やむを得ずその影響を無視しました。

図４に、「稚貝の発生量」と「資源添加量」の関係を示します。この図からまずわかることは、稚貝発生量と資源添加量との間には、何ら相関関係

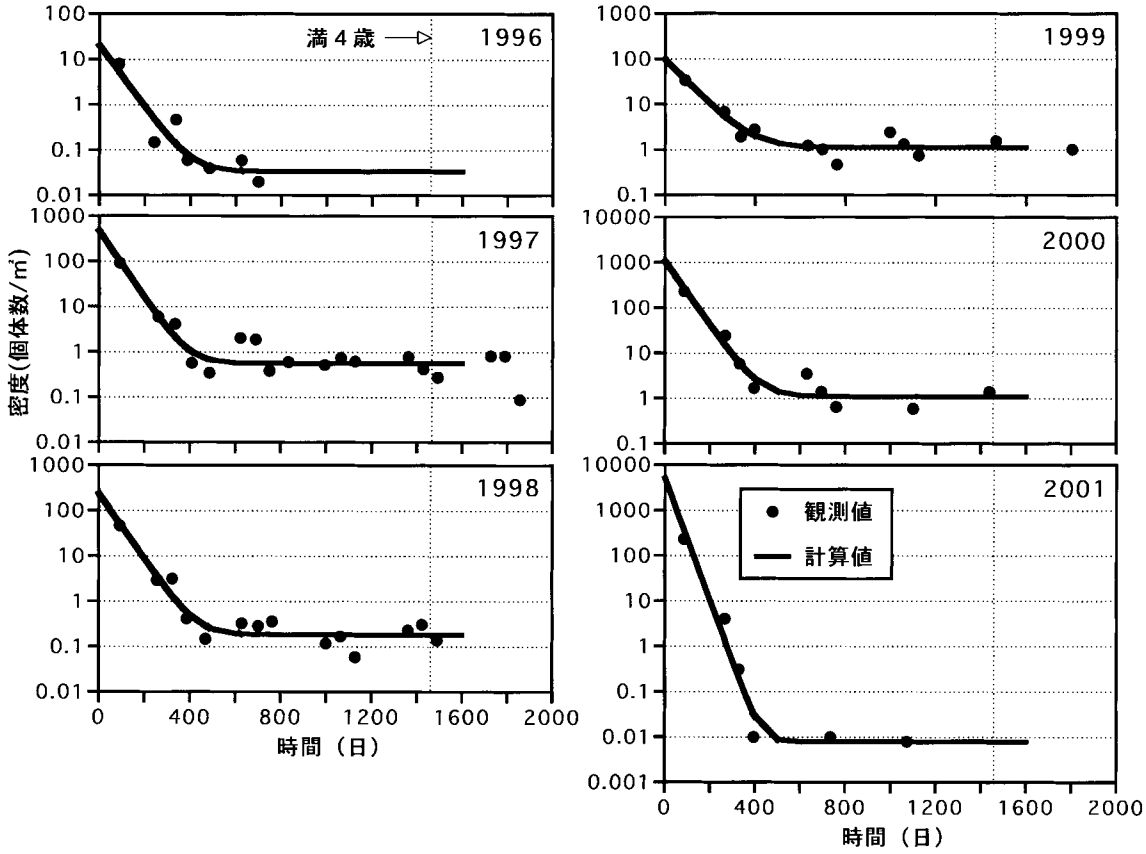


図２　大成におけるバカガイの年級群別密度の推移

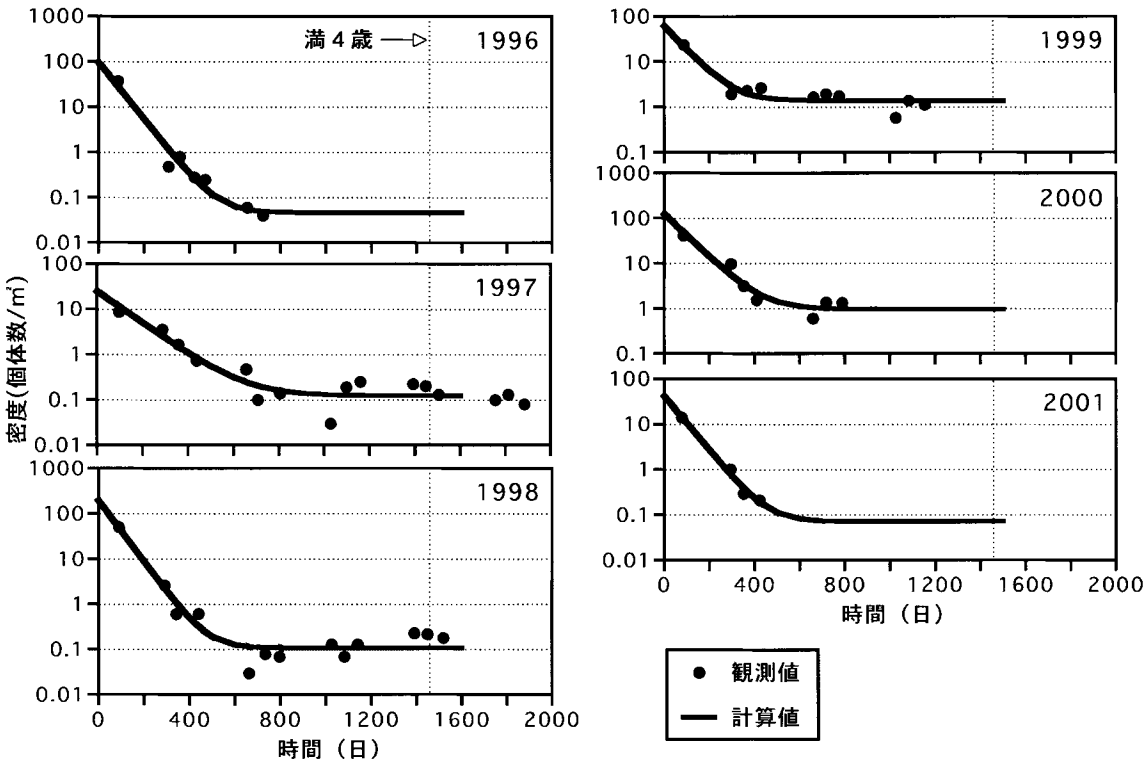


図３　江差におけるバカガイの年級群別密度の推移

が見られないということです。ところが、大成と江差とで同じ発生年の年級群どうしを比較するとある傾向が見られます(図５、６)。ここで稚貝発生量のおよその規模について、発生量（個体／m^2）が10～100、100～1,000、1,000～10,000の場合をそれぞれ、低位、中位、高位と便宜的に区分し、同じく資源添加量の規模について、添加量（個体／m^2）が0.1未満、0.1～１、１以上の場合をそれぞれ、低位、中位、高位と区分することにします。そうすると、両漁場間で、稚貝の発生量には規模の上で特に付合する傾向はない（図５）にもかかわらず、最終的な資源添加量は規模の上でおよそ付合している（図６）ことがわかります。例えば、1997年に発生した群は、発生量の規模は大成で中位、江差で低位ですが、添加量の規模は両漁場でともに中位となっています。また、2000年に発生した群は、発生量の規模は大成で高位、江差で中位ですが、添加量の規模は両漁場でともに高位となっています。さらに2001年に発生した群は、発生量の規模は大成で高位、江差で低位ですが、添加量の規模は、大成が例外的に低いことを別にして、両漁場ともに低位です。

図７に、満１歳時の密度と資源添加量の関係を示します。発生時点とは異なり、満１歳になるとその密度と資源添加量との間には、明確な正相関がみられます。ただし、この時点での生残量は、最終的な資源添加量をまだ完全には反映していません。図８に、満２歳時の密度と資源添加量の関係を示します。満２歳時点になると、その生残量は、資源添加量をほぼ完全に反映するばかりでなく、最終的な資源添加量そのものとおよそ同じに

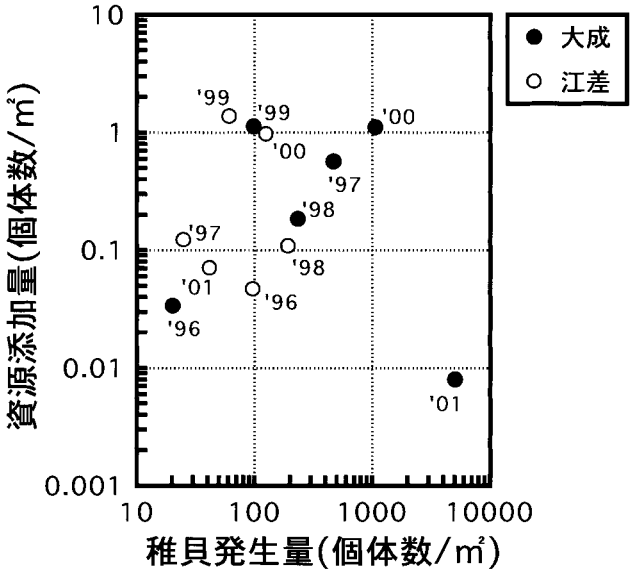


図４　稚貝の発生量と資源添加量の関係
図中の数字は発生年を示す

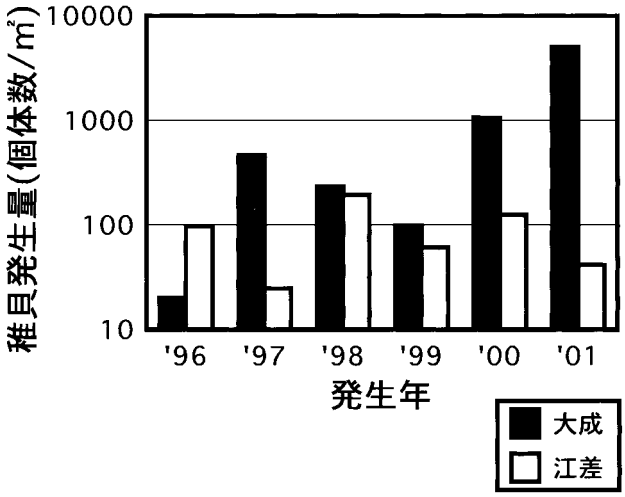


図５　大成・江差の同じ発生年の年級群間の「稚貝発生量」の比較

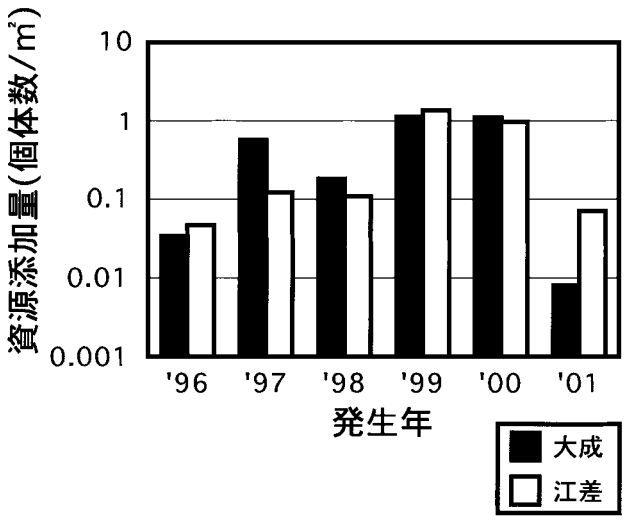


図６　大成・江差の同じ発生年の年級群間の「資源添加量」の比較

なります。

資源添加の成否は満１歳以前の境遇しだい

図９に、年級群内の大きさ別成長曲線を示します。大成と江差の1997～1999年級群のデータを合わせて、成長式（リチャードー積算水温式）に当てはめて求めました。図中、上、下、中央の曲線はそれぞれ、毎回の調査で得た各年級群内の殻長のうち最大値から数えて５％の位置（大型）、最小値から数えて５％の位置（小型）及び中央値（中間）に当たる殻長から得たものです。この図は、平均的な成長を遂げる年級群では、群内の90％の個体の殻長が上と下の曲線の間の範囲にあり、50％の個体の殻長が中央の曲線以上に達していることを表しています。大成・江差のバカガイは、満１、２、３歳で殻長がそれぞれ約2.5、５、6.5cmに達し、漁獲の対象となる殻長７cmに達するのは、前記のとおりおよそ満４歳ですが、一部の個体は満３歳ですでにこの殻長に達します。

ところで、バカガイの成長には季節変動がみられます。まず、大型個体の成長を見ると、８月前後の夏季に急速に成長し、２月前後の冬季に成長は停滞しています。ところが、この季節変動は小型個体ほど緩やかに見え、小型個体は冬季も急速に成長しているかのように見えます。しかし、ここに示したのは、ひとつの年級群の群内での大小関係で区分した成長であって、それぞれの曲線が

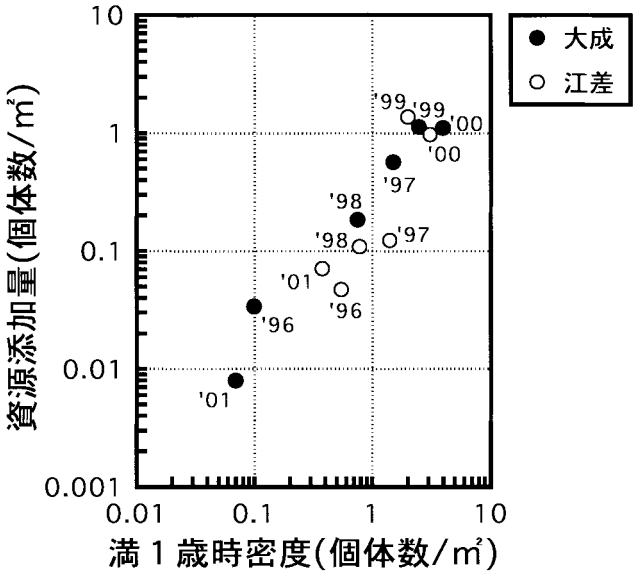


図７　満１歳時密度と資源添加量の関係
図中の数字は発生年を示す

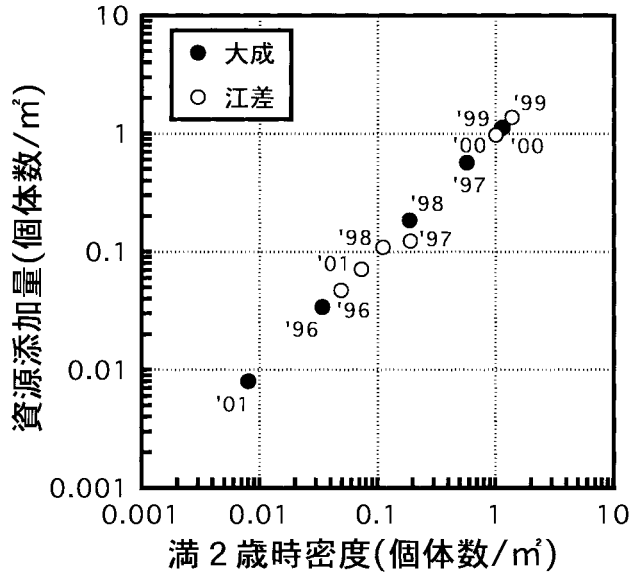


図８　満２歳時密度と資源添加量の関係
図中の数字は発生年を示す

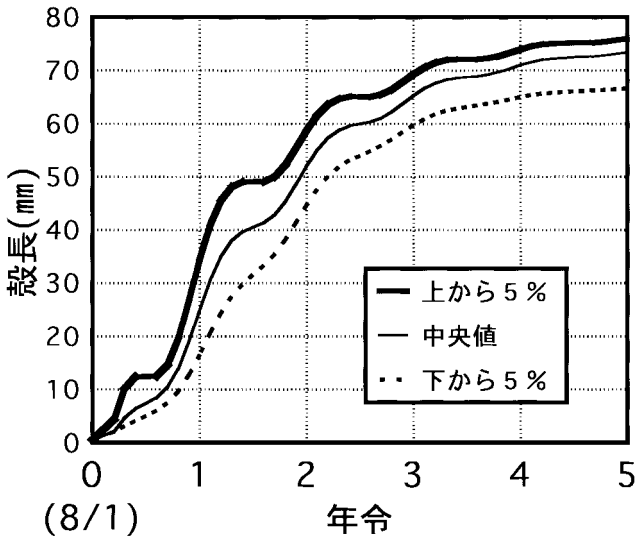


図９　年級群内の大きさ別成長曲線
大成・江差の1997～1999年級群のデータを合わせて作成。

同じ個体の成長を追っているのではありません。小型個体ほど冬期も急速に成長しているかのように見えるのは、実際には、小型個体が選択的に淘汰されて大型個体が優先的に生き残るためと考えるのが妥当でしょう。

大成と江差の両漁場とも、稚貝を捕食するモミジガイや成貝まで捕食するツメタガイ、エゾタマガイが見られますが、いずれも数は少なく、これらの食害生物が主な減耗要因とは考えられません。一方、両漁場のバカガイは着底２か月前後は水深８m帯を中心に分布しているのに、越冬後の４、５月以降は水深４～７m帯に分布が多くなることから、着底以降、稚貝の分布域が次第に岸寄りに移っていくことが明らかにされています。これらの事実と前記の小型個体の選択的淘汰とを考え合わせると、両漁場におけるバカガイの主な減耗要因は「波による打ち上げ」と推定されます。バカガイは成長するにつれて波による打ち上げの影響を受けにくくなるはずなので、資源添加の成否は、年級群内のいかに多くの絶対数（割合ではなく）がいかに速く成長を遂げて、この波による打ち上げを逃げ切るかにかかっているといえそうです。

図10に、満１歳時点の殻長（平均）と密度の関係を示します。まず、大成と江差とで同じ発生年の年級群どうしを比較すると、この時点で両漁場間では、「成長」と「生残量」がともに同程度になっていることがわかります。同じ発生年の年級群ならば、最終的な添加量が規模の上で両漁場で一致することは前に述べました。両漁場の1999、2000年級群は、添加規模が高位でした。これらの年級群は、満１歳時点で高い成長を遂げると同時に、高い生残量を保持してるのが特徴です。一方、両漁場の1996、2001年級群は、添加規模が低位でした。これらの年級群は、満１歳時点ですでに生残量が甚だしく低下しています。うち、1996年級群は低い成長しか遂げていませんが、2001年級群の生き残った個体の成長は比較的良好でした。両漁場の1997、1998年級群は最終的な添加規模が中位でした。これらの年級群は、満１歳時点で成長も生残量もそれぞれ、例外的に高いわけでも低いわけでもありません。このように、満１歳までの生残量の高い群は成長が良いこと、しかし生残量の低い群が必ずしも成長不良でないことから、今回の調査海域における稚貝の生残は、「海況がもたらす生育条件」と「主たる減耗要因と考えられる波浪の条件」との双方が関連していると思われます。

０－１歳間の生残率は、大成2001年級群で約0.01%、他の年級群で0.3～5.5%の範囲に及びました（図11）。一方、１－２歳間の生残率は、０－１歳間ほど年級群間の差が甚だしくなく、江差の1999年級群で最高の約70%の他は10～50%の範囲でした（図12）。これ以後の満２歳から資源加入年令である満４歳までの生残率は、江差1997年級群で65%の他は、全ての年級群で95%以上と推定しています。したがって、資源添加の成否は、稚貝が、少なくとも、満１歳までに置かれた境遇によ

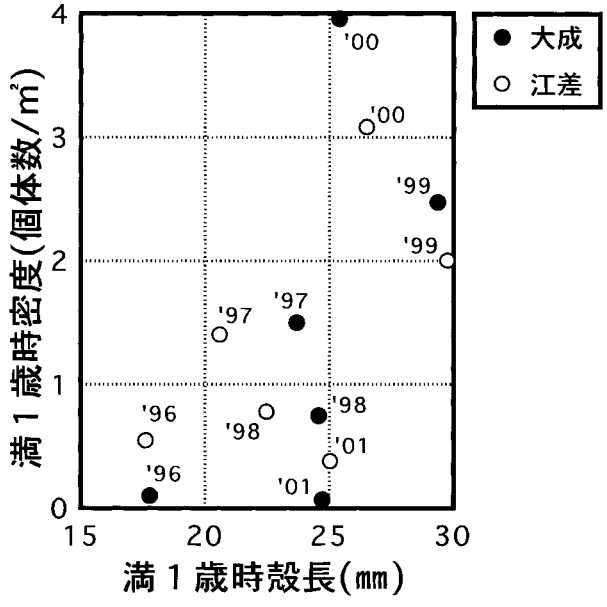


図10　満１歳時における殻長と密度の関係
図中の数字は発生年を示す

って、ほぼ運命づけられてしまうことになります。

ところで、満２歳から資源加入年齢である満４歳までの減耗はこのように通常はごく低く、満２歳までに殻長はおよそ５㎝に達しています。このことからすると、バカガイが波浪による打ち上げに耐え得るようになるのは、大成と江差においては殻長５㎝の大きさと考えられます。

おわりに

大成では、2000年から2002年まで、少なくとも1990年以降はなかった異例の高発生が３年連続して続いていることが確認されています。その推定発生量は2000、2001、2002年級群でそれぞれ、約1,000、5,000、6,000個体／m^2で、年々増加しています。このうち2000年級群は生き残りが良く、約１個体／m^2の高い資源添加量を得ましたが、2001、2002年級群はいずれも満１歳時点ですでに、生残量が 0.1 個体／m^2前後にまで減耗してしまいました。この海域においては過度の高発生は、あるいは、「注意信号」なのかもしれません。

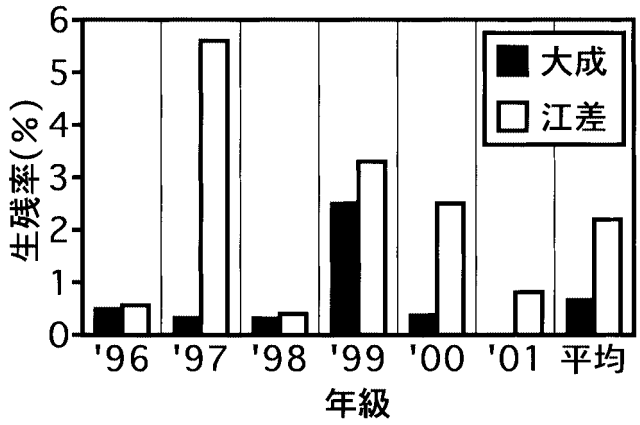


図11　０－１歳間の生残率

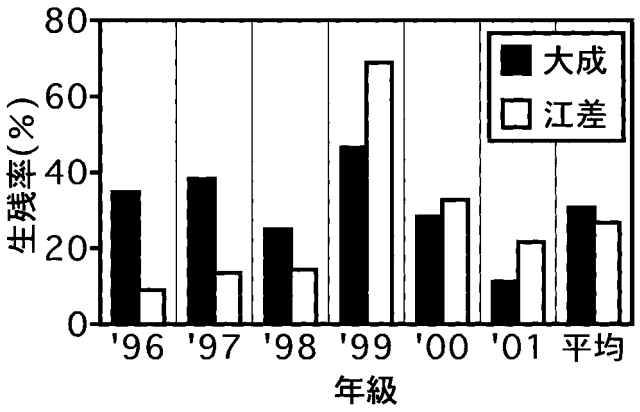


図12　１－２歳間の生残率

参考文献

嶋田宏：平成６年度の試験研究成果から、道南日本海のバカガイのラーバ（浮游幼生）と稚貝の生態，本誌，30，15－17（1995）

高橋和寛・秋野秀樹・吉田秀嗣：平成14年度北海道立函館水産試験場事業報告書，177－181（2004）

Akamine T.：A New Formula for Seasonal Growth of Fish in Population Dynamics , Nippon Suisan Gakkaishi, 59（11）, 1857－1863（1993）

（おおさき　しょうじ 函館水試資源増殖部

報文番号B2245）

ウニ類の幼生飼育・採苗技術の効率化について

酒井勇一　表谷光剛　阿部博幸

キーワード：ウニ類、高密度幼生飼育、採苗率、種苗生産効率化

はじめに

ウニ類は全道の水揚げ金額の第９位（80.4億円)を占める重要な魚種です。北海道では主にエゾバフンウニとキタムラサキウニの２種類が漁獲され、エゾバフンウニが水揚げ金額のうち54.2％を占めています。ところが、平成元年以降、特にこのエゾバフンウニの漁獲量が著しく減少しています。この資源の減少に歯止めをかけ、漁獲量の増加を目指して、20施設で約5,533万個体のエゾバフンウニを、８施設で約407万個体のキタムラサキウニの種苗生産を行い、双方併せて384カ所で放流しています（平成14年度実績)。

北海道でのエゾバフンウニの放流種苗の回収率は、地域により、また年により様々ですが、平均すると25.8%程度でした(本誌59号を参考にしてください)。10年程前は、エゾバフンウニの単価も今より３割ほど高く、漁獲でこれだけの放流種苗が回収されれば、十分に収益を得ることが可能でした。しかし近年のウニの単価の低迷で、この収益も減少しています。収益を増やすためには、安い種苗作りが欠かせません。また、不況により種苗生産施設の運営も厳しくなっている昨今は、人手も足りなくなり、種苗生産にかかる作業の軽減も必要になってきています。

浮遊幼生の飼育技術の改良

ウニ類は、水中で雄雌がそれぞれ精子と卵を放出し受精してから、しばらくの間浮遊幼生として漂って生活します。この浮遊幼生は、水中の植物プランクトンを食べて成長してから、殻径0.3㎜程の小さなウニの赤ちゃんとなって水底に着底します(写真１)。人工種苗生産では、産ませた卵と精子を掛け合わせ、孵化した浮遊幼生に大きさ５μm程の浮遊珪藻（キートセラス　グラシリス、以下「キートセラス」)を食べさせて飼育します。

エゾバフンウニの幼生飼育技術は1985年に開発され、全道に広く普及されました。キタムラサキウニも、これに習って種苗生産が行われています。しかし、ウニの単価低迷や不況による種苗生産施設運営の難しさなど、ウニを取り巻く状況の変化に対応するため、より安く、より楽に種苗を作る技術が必要になってきました。そこで、栽培センターでは、北海道栽培漁業振興公社（以下「公社」)と共同で、人工種苗生産工程のうち、最も手間がかかり、精神的な負担も大きい、幼生飼育技術と採苗技術の改良を行っています。既にこの一部であるエゾバフンウニの幼生飼育手法については、公社で発行している『育てる漁業345号（平成14年２月１日発行)』に改良点の概要を掲載していますので、本誌ではこれ以降に明らかになってきた部分について、エゾバフンウニを中心に紹介したいと思います。

平成11年～平成13年の栽培センターと公社の共同試験で、ウニの幼生への適正な給餌量や給餌方法、飼育水の換水方法などについて検討し、飼育方法を改良しました（表１、図１)。

従来の方法に比べて、改良した方法では、飼育水の換水による餌の流失量（幼生が利用できずに

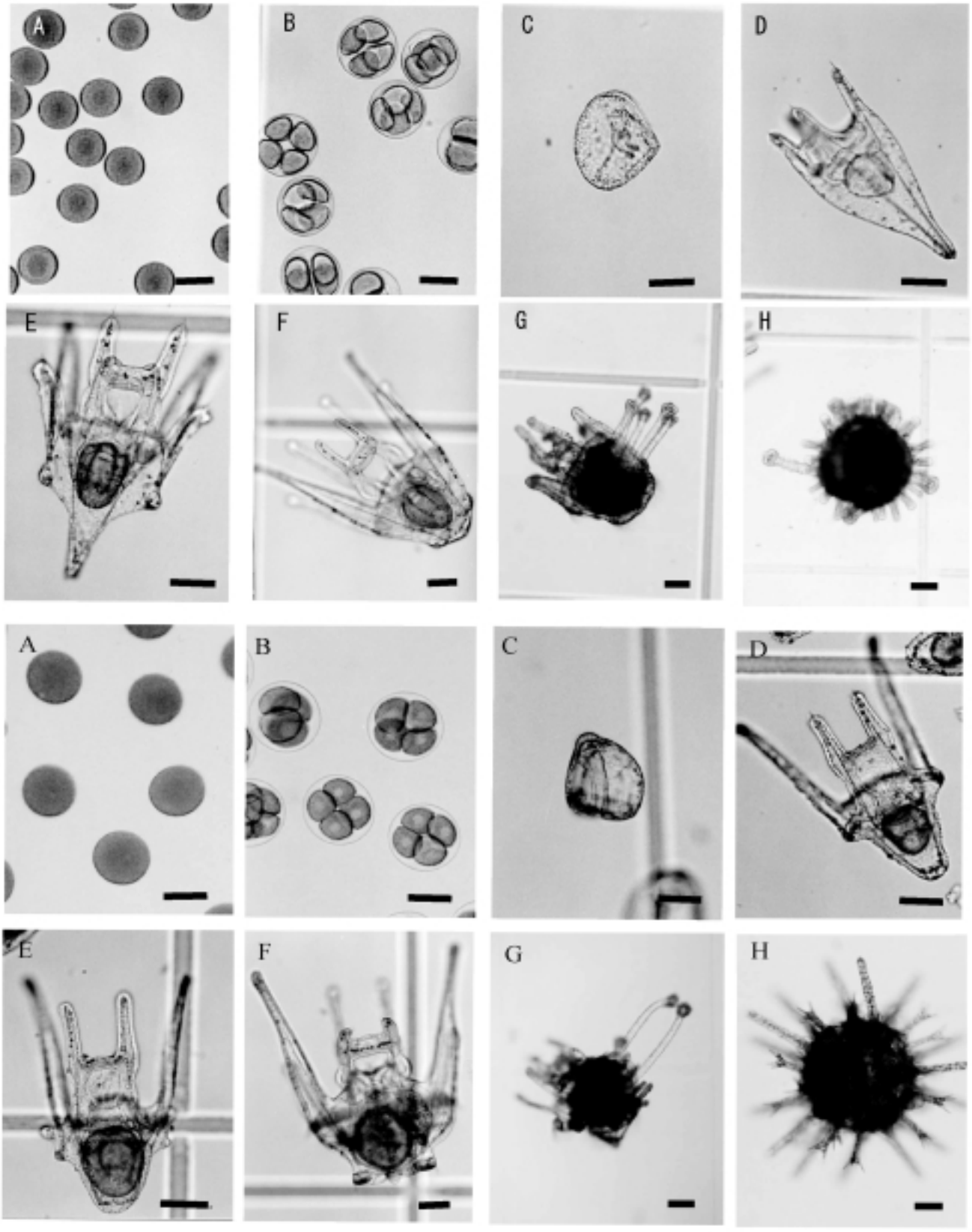


写真１　エゾバフンウニ（上２列）とキタムラサキウニ（下２列）の幼生

A：未受精卵　B：受精卵　C：ピラミッド幼生　D：４腕期幼生
E：６腕期幼生　F：８腕期幼生　G：変態期幼生　H：稚ウニ
写真のバーは100μmを示す

流失してしまう餌の量）も少なくなり、幼生にとって必要な餌密度を、必要な時間（８時間程度）維持することで、効率的に給餌して、成長のばらつきが少ない変態期幼生（稚ウニになり水底での底棲生活に移行する直前の幼生）を、多く生き残らせることができるようになりました。また、道内ではこれまでエゾバフンウニと同じ手法で育成していたキタムラサキウニの場合は、餌の密度を要求量に応じて高くしたことで、浮遊期間がこれまでの20日間から14日間へと短縮することもできました。

この改良手法で実際にエゾバフンウニとキタムラサキウニを大量生産した結果、公社では図２のように、幼生の生残率がエゾバフンウニで1.7倍、キタムラサキウニで1.6倍になりました。さらに、波板への採苗率もそれぞれ1.1倍、1.9倍に増加しました。

この結果、平成14年度に公社で生産しなければならなかった520万個体のエゾバフンウニの５㎜種苗を確保するために、従来の手法であれば5,591万個体の幼生を飼育しなければならなかったところが、改良した手法を用いたところ3,060万個体と、ほぼ半分の幼生を飼育すれば済むようになりました(表２)。またキタムラサキウニの場合も、５㎜種苗で115万個体の出荷予定に対して、改良した手法での必要幼生数は635万個体と、従来手法の場合の1,968万個体の1/3弱で済むことになりました。公社の場合、従来ならばエゾバフンウニをのべ56基分（１度に15基の水槽で飼育できるので、のべ４回の飼育が必要)、キタムラサキウニをのべ20基分（のべ２回の飼育が必要）の合計76水槽を管理しなければならなかったものが、エゾバフンウニで31基、キタムラサキウニで７基の計38基で済むことになり、水槽数では半分、

表１　幼生飼育の従来方法と改良方法の比較

	従来手法	改良手法
給餌	午前と午後の2回に分けて給餌	午前に一括給餌
飼育水の交換	連続交換	給餌直後から8時間止水にしてから16時間交換
水槽掃除	毎日実施（1水槽当たり30分程度）	異常がない限り不要
通気	水槽の上層と中層の2カ所から	水槽の底面から

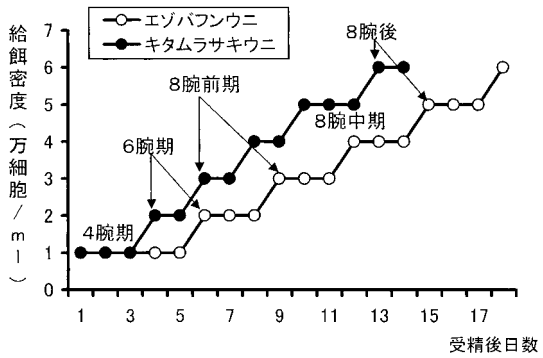


図１　幼生飼育時の給餌密度
幼生１個体/mlに対して給餌するキートセラスの給餌密度を幼生の発育段階に合わせて図のように調節する。

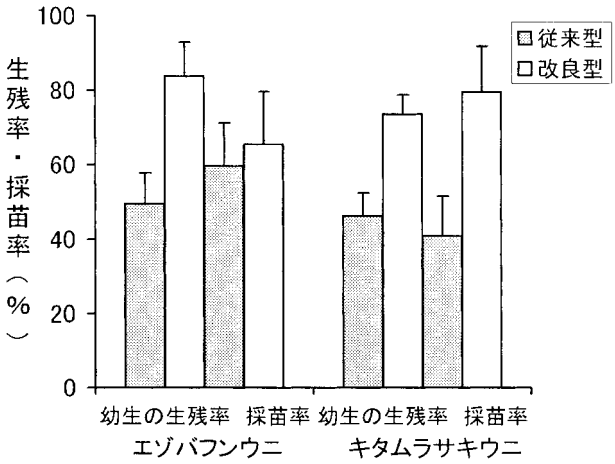


図２　飼育手法別の幼生生残率と採苗率
従来型は公社で実施した平成12年のエゾバフンウニ60回、キタムラサキウニ16回の量産結果の平均値、改良型は平成14年と15年のそれぞれ60回、12回の平均値を比較した。

表２　従来方法を改良した公社での必要な稚ウニの幼生数の比較

エゾバフンウニ	従来手法		改良手法	
	必要個体数(万)	生残率	必要個体数(万)	生残率
5ミリサイズ稚ウニ(出荷)	520		520	
着底稚ウニ(採苗)	1,677	31.0%	1,677	31.0%
着底期幼生	2,796	59.7%	2,561	65.5%
飼育開始時幼生	5,591	49.5%	3,060	83.7%

キタムラサキウニ	従来手法		改良手法	
	必要個体数(万)	生残率	必要個体数(万)	生残率
5ミリサイズ稚ウニ(出荷)	115		115	
着底稚ウニ(採苗)	371	31.0%	371	31.0%
着底期幼生	909	40.8%	467	79.5%
飼育開始時幼生	1,968	46.2%	635	73.5%

飼育回数は３回に削減することができるようになりました。こうした技術改良により飼育水槽数(または飼育回数）が減ったことで、万一の失敗に対しても、時間的・精神的な余裕も生まれました。

飼育管理でも、毎日の底掃除や午前午後２回に分けた給餌が不要になりました（休みの日も含めて幼生の飼育期間である18～22日間は１日作業をしなければならない)。さらに、飼育回数(飼育水槽数）の削減は、幼生飼育に必要な餌料の培養回数や量の削減にもつながります。通常、１ｔ水槽に１個体／mlの密度でエゾバフンウニの幼生を飼育する場合、必要なキートセラスの培養量は３Ｌのフラスコに換算して、１基当たりおよそ26本分になりますから、38基の水槽の削減により、およそ 988 本分の培養が不要になります。道内で最も多くの種苗を生産し、その分幼生飼育回数（水槽数）も多い公社の場合は、１個体当たり10.5円だった５㎜種苗を、1円安い9.5円で作れるようになりました。

幼生の高密度飼育

次に私達が目指したのが、高密度での幼生飼育です。従来のように１個体/mlの密度で幼生を飼育しても、幼生飼育水槽数をおよそ半分に削減できたのですから、密度を２～３倍に増やせば、管理しなければならない水槽数をさらに1/2～1/3(従来手法の1/4～1/6）に削減できるはずです。また、高密度で集約的に飼育できるということは、これまで施設規模や人的な作業量などの問題で不可能だった、複数の系統（産卵時期や繁殖場所の違いから自然界では交わることのない地域集団）を、少ない水槽数で同時に育成できるようになることも意味します。この場合は種苗生産コストよりも遺伝的な系統保全を優先することになりますが、『水産基本法』や『北海道水産業・漁村振興条例』で謳っている、《水産資源の持続的利用を目指す》上で、重要な役割を担うことになるでしょう。

図３に、エゾバフンウニ幼生の飼育密度を１個体/mlとした場合と、２個体/mlおよび３個体/mlとした場合の、生残率と採苗率を示しています。このときの給餌密度は先の図１のように、幼生１個体当たり１万細胞のキートセラスが当たるように、３個体/mlの密度で育成したときは、最初３万細胞/mlで給餌し始めました。幼生を１個体/mlで飼育した場合よりも、その２倍もしくは３倍の密度で飼育した方が、生残率・採苗率ともにむしろ高くなり、エゾバフンウニの場合は２～３個体/mlまでの高密度の幼生飼育は可能であることが分かりました。

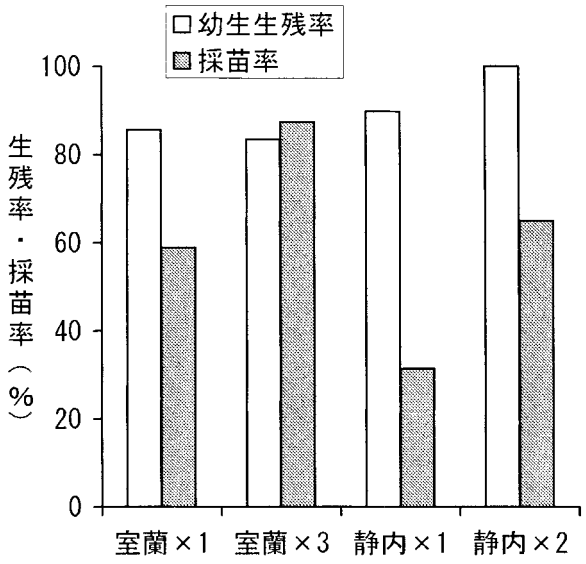


図３　幼生の生残率と採苗率
室蘭×１、室蘭×３は、親の産地と幼生密度を示し、通常を１（１個体/ml）とし、×３では３倍の密度で飼育したことを示す。

北海道では、ポリカーボネイト製の波板(30㎝×60㎝）にアワビモ（ウルベラ レンズ、以下「ウルベラ」)という緑色の緑藻を繁茂させて、変態期のウニを着底させて採苗するのが一般的です。

ここまで、浮遊幼生期の効率的な飼育手法の開発により、今までよりも楽に、多くの幼生を生き残らせることができるようになったこと、効率的

に給餌することで、成長が揃い、採苗率が上がったことを述べてきました。しかし、波板に効率的に採苗できなければ、目的とする出荷サイズの稚ウニを確保できなくなることも考えられます。また、幼生の生残率の向上と、高密度での育成技術の開発で、一度にたくさんの変態期幼生を作れるようになりましたが、これを収容する採苗用の波板と水槽の確保も重要になってきました。そこで、ウルベラを繁茂させた波板に効率的に採苗するためのタイミングと採苗の方法について検討しました。

1）採苗のタイミング

エゾバフンウニの場合、採苗させる基質に接触できることが、変態にとって重要であると考えられます（図４）。

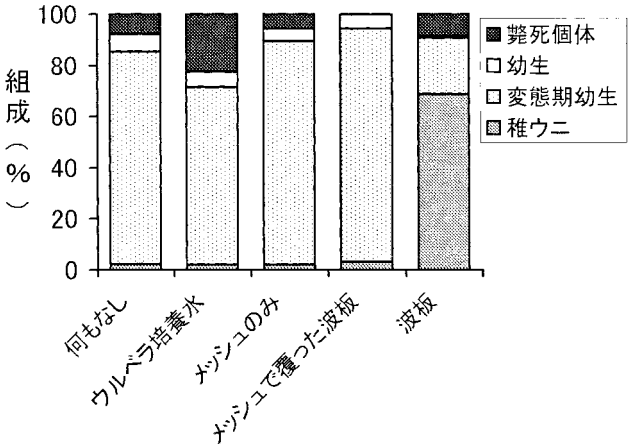


図４　基質への接触の可否と幼生の変態の関係
「板のみ」は何も付いていない波板を入れた場合、「ウルベラ培養水」は、ウルベラを培養中の培養水を添加した場合、「メッシュで覆った波板」は100μmのメッシュで変態期幼生が直接ウルベラを培養した波板に触れられないようにした場合、「ウルベラ波板」はウルベラを繁茂させた波板を投入した場合を示す。

変態期幼生を、いつ採苗用の基質に接触させるべきか（いつ採苗用の水槽に移動するべきか）は、幼生用の餌であるキートセラスの培養作業や幼生飼育管理（給餌、水槽の掃除、換水作業）などを軽減する上でも重要です。そこで、変態期幼生の胃径と原基長の関係を指標にして、採苗のタイミングについて検討した結果が図５です。この結果、幼生の胃径の平均値と原基長の平均値が逆転してから２日目以降であれば、稚ウニへの変態率に差が無いことが分かりました。なお、図５で４月８日以降に収容した幼生の変態率が、それ以前に収容したものに比べ低下しています。これは試験用の幼生を抽出していた量産用の１ｔ水槽内で、成長の良い変態期幼生が稚ウニになってしまい、試験に用いた浮遊幼生が、成長の遅いものに偏ってしまったためと考えられます。

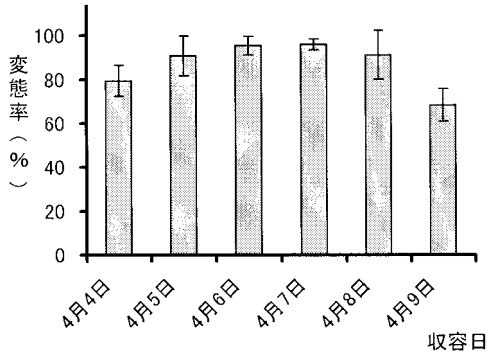


図５　胃径と原基長が同じになった４月４日以降の稚ウニへの変態率の変化

2）採苗の方法

ウルベラを繁茂させた面積が異なる５つの波板を、それぞれ１Ｌの腰高シャーレに設置して、ここに変態期幼生約 200 個体を収容し、波板面積当たりの幼生数と稚ウニへの変態率、ならびに波板面積当たりの稚ウニの密度を調べました（図６）。この結果、設置した波板面積が大きく、波板面積

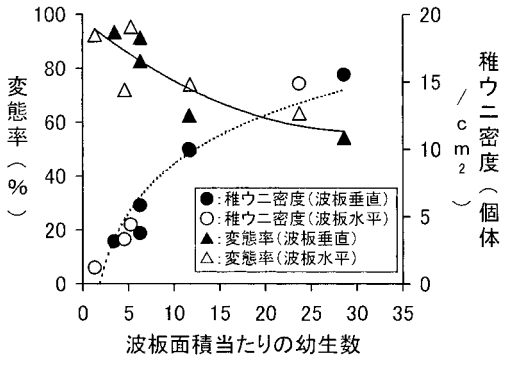


図６　波板面積当たりの幼生数と稚ウニへの変態率及び稚ウニ密度の関係

当たりの収容した幼生数が少ないほど、稚ウニへの変態率が高くなることが分かりました。

また、波板面積当たりの稚ウニ密度は最大で15.5個体/　でした。このときの変態率は60%程度と、稚ウニ密度が5.8個体/　以下のときに比べ低くなっていました。これらのことから、ウルベラを繁茂させた波板には、かなり高密度に稚ウニを採苗できるということ、逆に高密度で採苗すると稚ウニへの変態率が低下するため、稚ウニの密度が5.8個体/　以下になるように幼生を収容した方が、採苗率が上がるだろうということが分かりました。

この試験から、ウルベラを繁茂させた波板には最大で 15.5 個体/　もの稚ウニを着底させることができました。波板１枚（30cm×60cm）当たりに換算すれば27,900個体にもなり、これまで推奨されてきた波板当たり200～300個体という数に比べて 100 倍以上高い密度ということになります。道内の多くの種苗生産施設で用いている 7.5 ｔの水槽には、１水槽当たり 900 枚の波板を収容できるので、理屈上は１水槽に 2,511 万個体の稚ウニを採苗できることになります。

このような高密度で稚ウニを波板に付着させることが可能になるということは、用意しなければならない採苗用の水槽数（もしくはウルベラを繁茂させた波板の枚数）を減らせることにつながり、水槽の水温管理や、ウルベラの培養など、多くの手間やコストの削減にもつながります。特に種苗生産サイクルの関係で、ウルベラを培養する時期が低水温期に当たる道東海域の施設の場合、採苗時期である３月下旬に合わせて採苗用のウルベラを培養し始めます。ウルベラの培養には通常１～２か月かかるので、培養開始時である１月頃は、現地の海水（水温０℃前後）を培養の適正水温である17℃前後まで１～２か月間加温し続ける必要があります。集約的に採苗できるということは、こうした水槽数を減らし、加温に要するコストを削減できることにもつながると考えられます（餌として必要なウルベラの培養は、水温が少しでも上がってから始めた方が加温のコストがかからずに済みます）。逆に高水温期に当たる秋にウルベラを培養しなければならない日本海沿岸域では、稚ウニの成長に伴い餌料が必要になる時期に、海域の水温も下がりウルベラの培養が容易になりますので、水温が20℃以上と高く、ウルベラの培養に不向きな時期に無理して培養しなくても、水温が下がってから培養を始めれば済む可能性もあります。

こうした利点の一方で、波板上の稚ウニが高密度であればあるほど、ウルベラが早く食べ尽くされてしまうはずなので、今後はこの食圧と、稚ウニの餌を十分にまかなうために行う分散技術（餌が少なくなった波板や水槽から、餌の多い波板や水槽に稚ウニを移動し成長を補償する技術）についても検討していく必要があります。

また、波板の面積当たりの稚ウニの密度が 5.8 個体/　以下になるように幼生を収容すると、変態率が80%前後と高くなると考えられました（図６）。この密度になるように収容するということは、通常900枚の波板を設置した7.5ｔ水槽に1,175万個体以下の変態期幼生を収容することに相当します（実際に種苗生産施設で収容しているのは7.5ｔ水槽当たりに概ね50～100万個体程度で、この1/10～1/20の密度です）。こうした試験を重ねることで、変態期幼生を効率的に採苗するための効率的な収容密度などを明らかにできると思います。

次に、幼生の密度が変態率に及ぼす影響を明らかにするために、１Lの腰高シャーレ内に約30の波板を設置して、ここに収容した30個体～460個体の変態期幼生の稚ウニへの変態率を調べてみました（図７）。この結果、変態率は、波板を底面に対して水平に置いた場合も、垂直に設置した場合と顕著な違いがないこと、そして今回試験した幼

生個体数の範囲内では（30～460個体)、約30　の波板に対する変態率に顕著な差は認められないことが分かりました。このことから、波板の設置向きは、これまで各種苗生産施設で行われている通り、水槽底面に対して縦方向で問題がないと考えられました。

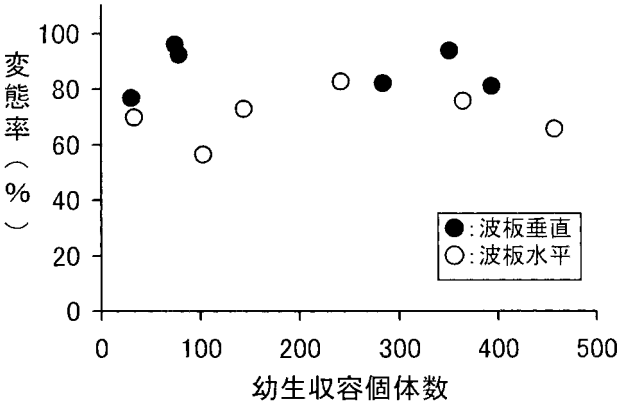


図７　幼生収容個体数と変態率の関係

先の試験で水槽底面に設置した約30　の波板に対して適度な変態期幼生数と考えられた約200個体の幼生を収容して、１日後から奇数日間隔で稚ウニへの変態率を調べてみました。なお、試験期間中の水温は平均18.2℃（17.5～18.8℃）でした。

この結果、１日目の変態率48%に対して、３日目以降は65%～75%とほぼ安定していました（図８)。

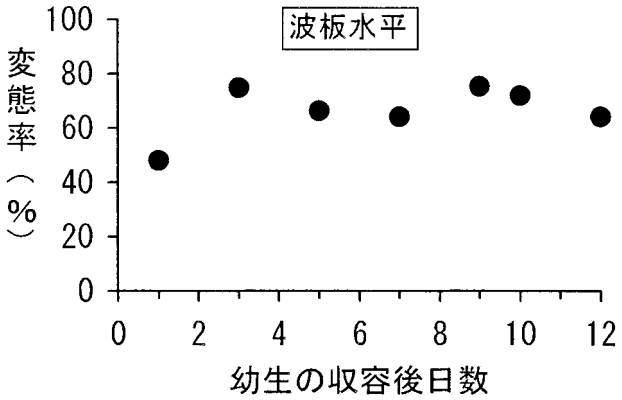


図８　幼生収容後日数と変態率の関係

一般に種苗生産施設では、幼生を収容した直後は、採苗用水槽への飼育水のかけ流しをやめ、換水とともに幼生が流失してしまうのを防いでいます。今回の試験から、同様の条件下であれば、変態期幼生を収容してから３日程度で、飼育水を換水出来るようになると考えられました。

今後は、幼生収容直後の採苗用水槽を止水にしている間、特に秋の気温が高い時期や、春の気温が低い時期に、室温の影響を受けて飼育水温が変化して稚ウニの採苗に悪影響を与えるのではないかと、やきもきせずに済むように、変態速度を速める方法についても検討したいと思います。

北海道でウニの種苗生産が本格的に始まって19年が経ちますが、まだまだ改良していかなければならない技術がたくさんあります。より多くのよい種苗をより安く、より楽に生産できるよウニ努力を重ねていくつもりです。

（さかい　ゆういち　栽培センター貝類部
おもてや　みつたけ、あべ　ひろゆき
北海道栽培漁業振興公社鹿部事業所
報文番号B2246）

資源管理・増殖シリーズ

ホッケの漁獲量変動から見た道北群と道南群の境界線

キーワード：ホッケ、系群、漁獲量、日本海、オホーツク海

はじめに

ホッケは、開きのほか、糠漬け、いずし、薫製などの原料としてなじみが深く、北海道周辺に広く分布し、沖合底びき網、刺し網、旋網、定置網、底建網、釣りなど様々な漁法で漁獲され、漁期や漁場によって異なる大きさのものが漁獲対象になっています。

北海道周辺海域のホッケは標識放流の再捕結果、産卵場の地理的分布などから、雄冬岬から網走湾にかけて分布する道北群（北部日本海～オホーツク海系群）、石狩湾から津軽海峡を経て道南太平洋に分布する道南群（道南～本州系群）、胆振沿岸から知床半島にかけて分布する太平洋系群の３系群に分けられています（図１）。

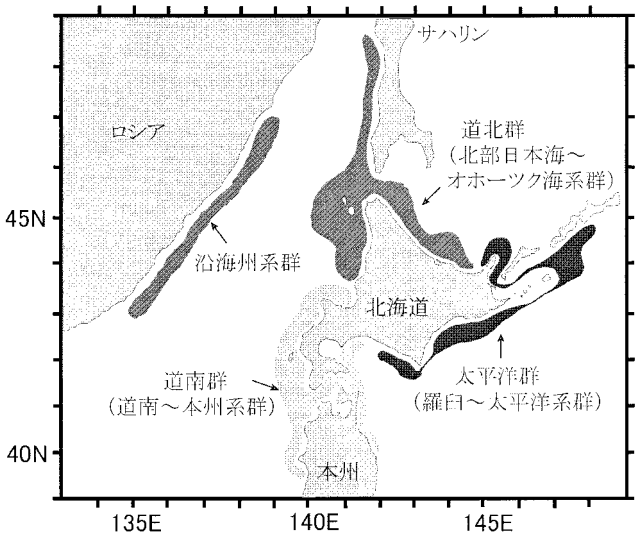


図１　北海道周辺のホッケの系群（入江、1983を改変）

道北群は留萌沖に位置する武蔵堆や利尻・礼文島周辺の岩礁域で産卵され、仔稚魚は宗谷海峡を抜けてオホーツク海に移送されて幼魚期をオホーツク海で過ごしたあと、産卵のため再び日本海に帰って来ると考えられています。また、道南群は道南日本海の沿岸各地の岩礁域で産卵し、幼魚期を日本海の沖合域で過ごした後、再び沿岸域に産卵回遊すると想定されています。

この２群は、標識放流の結果から道南で放流されたものは雄冬岬以北でほとんど再捕されていないこと、道北日本海およびオホーツク海で放流されたものは積丹半島より南でほとんど再捕されないこと（図２）、産卵場が両海域にあること、および漁場形成のされ方などから雄冬岬から沖に向か

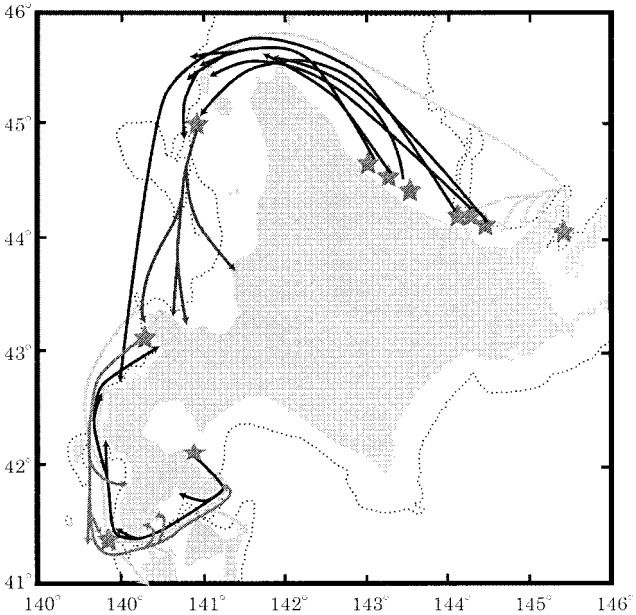


図２　標識放流再補事例

星印は放流地点。放流地点付近の再補は除き、遠方での再補を主に標示。

って線を引いた形で、北緯43度40分を境界線にして分けられています。

漁獲量変動

両系群の漁獲量変動を比較してみると（図３）、両系群ともに1980年代前半に一度減少した後、1990年代に増加する傾向を示しています。しかし、

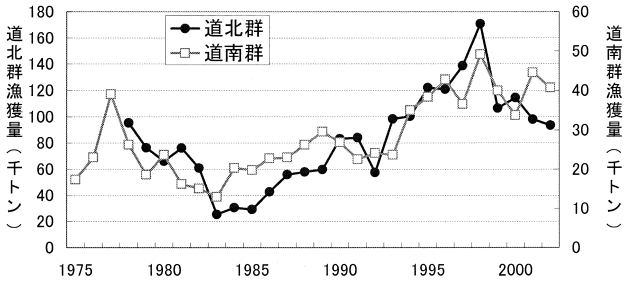


図３　道北群および道南群の漁獲量の推移

道南群の漁獲量を海域別に、道央（北緯43度40分以南の石狩・後志支庁）、道南日本海（瀬棚町から函館市）、道南太平洋（戸井町から長万部町）の３つに分けてみると（図４）、道南日本海、道南太平洋ともに近年漁獲量は増加していませんが、道央海域で近年特異的に漁獲量が増加しています。道央海域は道北群との境界域に位置することから、近年の漁獲量の増加は道北群の影響が示唆されます。

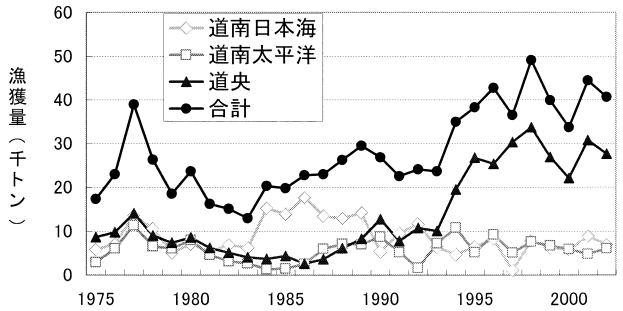


図４　道南群の海域別漁獲量の推移

道北群の一生の生活史を見ると（図５）、利尻・礼文島周辺で冬場に産卵され孵化した仔稚魚はオホーツク海の表層域で幼魚期を過ごし、その年の秋から翌年の冬にかけて稚内周辺海域やオホーツク海沿岸域で着底生活に移行し、ロウソクボッケ

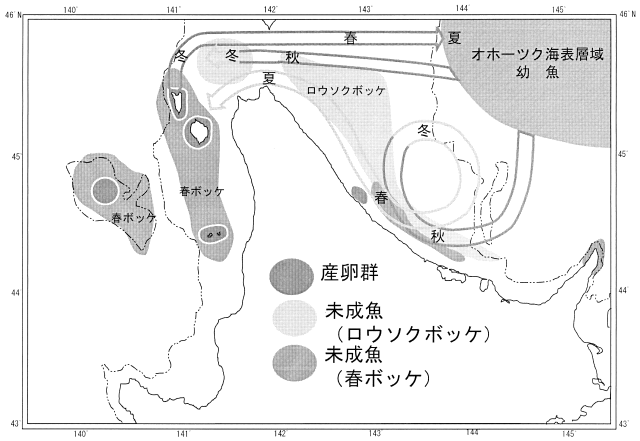


図５　ホッケ道北群回遊想定図（北口1983を改変）

として漁獲されます。稚内周辺で着底したロウソクボッケは、その年に日本海に入りますが、オホーツク海沿岸域で着底したロウソクボッケは春までオホーツク海で過ごし春ボッケとして漁獲され、夏以降に日本海へ回遊します。日本海に回遊したホッケは成長して成熟し、利尻・礼文島を中心とした道北日本海で根付きの産卵親魚（根ボッケ）として漁獲されるようになります。このように、道北群は道央海域まで張り出さないと想定されていましたが、近年の道央海域での漁獲量増加は道北群が道央海域まで張り出して来るようになった可能性が考えられます。

そこで道北群の漁獲量と道央海域の漁獲量の変

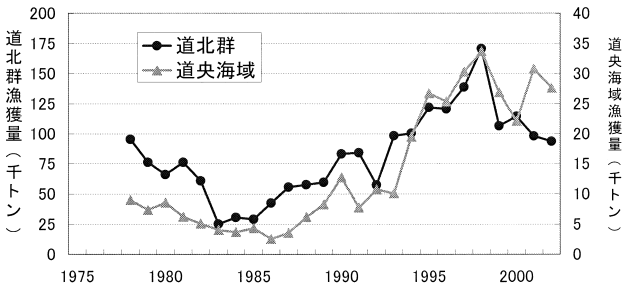


図６　道北群および道央海域の漁獲量の推移

動傾向を比べてみました（図６）。道北群は道央海域の数倍以上漁獲されていますが、両者とも1980年代前半に一度減少し、その後増加して1998年にピークを迎えるという変動傾向はかなり類似しています。また漁獲状況としては、道北群、道央海

域とも近年漁獲量が増加するとともに沖合底びき網漁業の漁獲割合が大変高くなっています。

沖合底びき網漁業での比較

ホッケ道北群は前述したように、日本海からオホーツク海にかけて成長しながら、ローソクボッケ、春ボッケ、根ボッケと様々な生活史段階で漁獲されます。そこで、本来雄冬岬あたりまでしか南下しないと想定されていた春ボッケ～根ボッケ以降の群れが、雄冬岬以南の道央海域まで南下したことを想定し、また、オホーツク海はローソクボッケと春ボッケ、稚内周辺はローソクボッケ主体に漁獲されていることを考慮して、積丹半島から網走湾にかけての沖合底びき網漁場をオホーツク海、稚内周辺、利尻・礼文島周辺、積丹半島周辺の４つに分けて、その漁獲量変動を比較してみました（図７、８）。

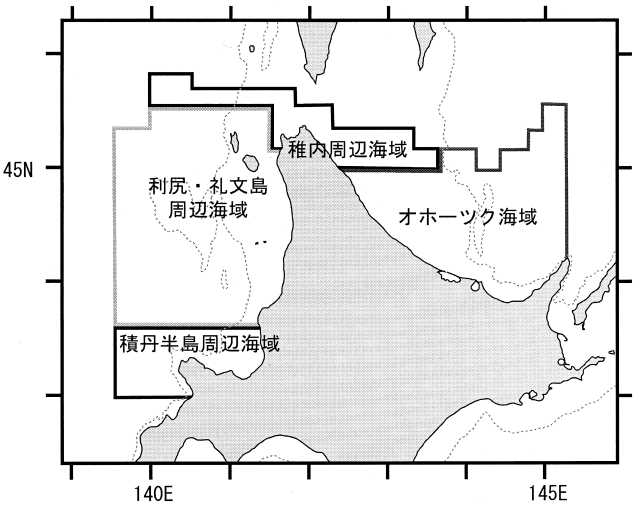


図７　ホッケの沖合底びき網漁場海域区分

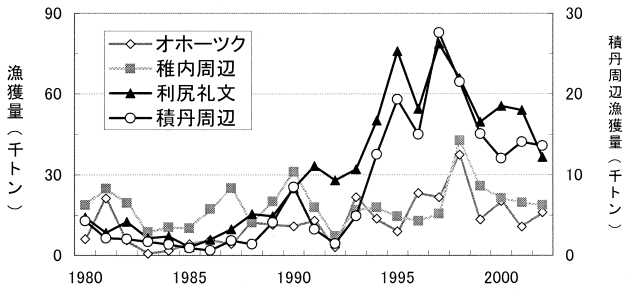


図８　沖合底びき網漁業における海域別漁獲量の推移

ローソクボッケを漁獲主体とする稚内周辺とオホーツク海の漁獲量は、ともに近年やや増加傾向にありますが、あまり大きな増加は示しませんでした。これに対して、利尻・礼文島周辺は積丹半島周辺に比べ漁場が広く、両海域の漁獲量はピークで３倍ほどの比率になりますが、両海域ともに1980年代には漁獲量が少なく、1993年以降急激に増加し、その変動傾向もよく類似しています。このことから、春ボッケ～根ボッケの魚群は、雄冬岬あたりまでしか南下しないと考えられていたものが、積丹半島周辺まで南下していたものと考えられます。

沿岸漁業での比較

沖合底びき網漁業では海区別漁獲量を集計した海域ごとの漁獲量を比較することにより、海域間の漁獲量変動傾向の類似性を見ることができました。しかし、沿岸漁業では海区ごとの漁獲統計資料はありません。そこで、道北日本海の主漁場である利尻・礼文島を含む宗谷支庁の漁獲量と道央海域の主漁場である積丹半島周辺を含む後志支庁の漁獲量を比較してみました（図９、10）。両支庁

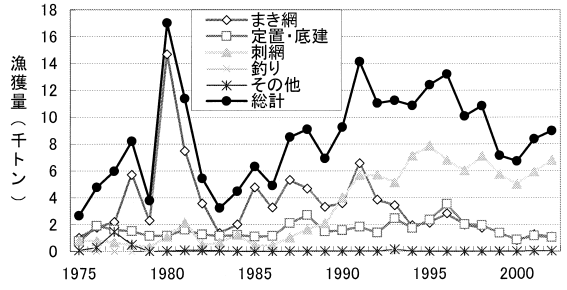


図９　宗谷支庁における沿岸漁業漁法別漁獲量の推移

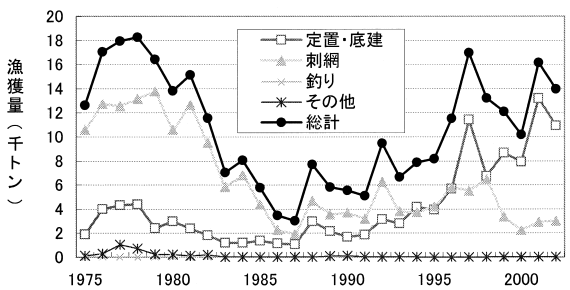


図10　後志支庁における沿岸漁業漁法別漁獲量の推移

とも1980年代に一度減少してから再び増加する傾向は似ていますが、漁獲量が最小となった時期もその増減傾向にあまり類似性はありません。この要因はホッケが沿岸漁業の様々な漁法で漁獲されているためです。両支庁の漁獲量を漁法別に見てみると、宗谷支庁では1980年代前半にまき網漁業が盛んに行われていましたが、近年ではあまり行われなくなり漁獲量は減少しました。逆に1990年代に入って刺し網の漁獲量が急増しています。また、定置・底建網漁業の漁獲量は比較的安定していて大きな変動はありません。一方、後志支庁では定置・底建網漁業の漁獲量は近年増加傾向にありますが、刺し網漁業では1980年代に入り急激に減少しています。しかし、この刺し網漁業における減少は後志支庁管内の漁船が道北海域の漁場である武蔵堆でホッケ刺し網の操業を行わなくなったことが主な要因です。この武蔵堆での漁獲量は、ほかの後志管内の漁獲量とは区別して考える必要があり、従来から道北群の漁獲量として扱われていました。このように沿岸漁業の漁獲量変動はホッケ資源の変動よりも漁業形態の変化に大きく影響されます。このような沿岸漁業の特性を考慮して道央海域の漁獲量を沿岸漁業と沖合底びき網漁業に分けてみると(図11)、沖合底びき網漁業では1980年代の漁獲量は少なく1990年代に入って急激

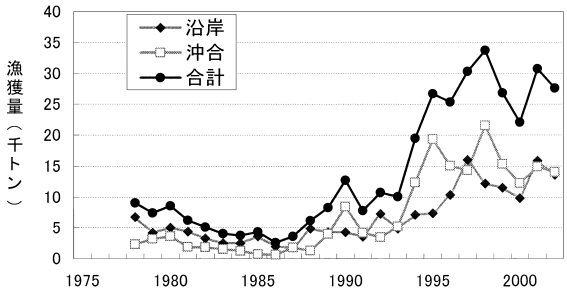


図11　道央海域における沿岸および沖底底びき網漁獲量の推移

に増加しています。沿岸漁業も同様に1980年代の漁獲量は少なく1990年代に入って大きく増加しています。すなわち、道央海域の沿岸漁業と沖合底びき網漁業では同じ群れに属するホッケを漁獲対象としており、さらに、それらの漁獲量の変動傾向は利尻・礼文島周辺における沖合底びき網漁業のそれとほぼ一致します。これは道北群が積丹半島周辺の沖合底びき網漁場だけではなく、沿岸漁業の漁場域まで張り出していたことを示唆しています。

以上のことから従来道南群の一部と考えられていた道央海域のホッケは、道南群ではなく道北群に組み入れて、道北群と道南群の区切りを後志支庁と檜山支庁の境界線とすることが妥当と考えられました。

おわりに

以上のように、直接標本を採集して漁獲対象の生態を調べるだけでなく、長年蓄積された漁獲統計資料を解析することにより、魚の分布移動などが推定できました。今回の調査では漁獲量の集計には、北海道水産現勢と沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計を用いました。現在北海道水産林務部では詳細で正確な漁獲統計資料をより迅速に集計するために、マリンネット北海道の一環として、水産林務部と北海道内の漁業協同組合を電話回線で結んだ漁獲統計情報収集システムを確立しています。これにより、たとえば今まで水産技術普及指導所が月ごとに漁業協同組合に出向いて調査していた北海道水産現勢の元資料が日別でも集計可能となってきます。そのためには漁業協同組合からのデータ送信が非常に重要になってきます。漁業協同組合におかれましてはデータ送信等でお手数をおかけしておりますが、今後ともよろしくお願いいたします。

（夏目雅史　中央水試資源管理部

報文番号B2247）

水産加工シリーズ

赤サビシジミの話

キーワード　シジミ、赤サビ、成分、鉄、佃煮

はじめに

留萌管内の天塩地区はヤマトシジミの産地で、パンケ沼や天塩川が主な漁獲場所です。近年、貝殻に赤褐色の泥状物質が付着したシジミが多く認められ、地元ではこれを「赤サビシジミ」と呼んでいます(写真１)。赤サビの付着量は漁獲場所によって異なり、天塩川とコイトイ川の合流点が最も顕著です。付着した泥状物質は通常の洗浄では除去できないため、赤サビシジミは商品として流通されていません。赤サビシジミの生息域は広がっていると推測され、現地では大きな問題となっています。

こうした背景から平成13年12月に「天塩しじみ資源環境対策委員会」(委員長：天塩町長) が設立されました。この委員会は近隣の町や留萌・稚内開発建設部、留萌・宗谷支庁、留萌北部地区水産技術普及指導所、道立水産ふ化場、道立稚内水産試験場など複数の機関から構成されており、主な取り組みである「シジミ資源の減少対策」と合わせて「赤サビの発生原因の解明と対策」にも取り組むことになりました。中央水試は稚内水試や留萌北部地区水産技術普及指導所と連携して「平成15年度研究情報普及推進事業」の中でこの課題を取り上げ、赤サビシジミを加工原料として活用するためのデータ収集を目的として、むき身の成分分析、細菌数の測定を行いました。また、特殊な設備を必要としない簡易な加工品として佃煮製品を試作し、通常シジミとの比較を行いました。

むき身の成分分析

現在までのところ、赤サビ発生の原因は泥炭地を流れる河川から供給される溶解性の二価鉄が殻へ付着するためであること（留萌開発建設部による)、赤サビは殻の外側のみで内側には付着していないこと（稚内水試、道立地質研究所による）等がわかっています。



写真１　通常シジミと赤サビシジミ

それでは、むき身の成分はどうでしょう？平成15年７月14日および９月24日に、通常シジミを天塩川下流から、赤サビシジミを天塩川、コイトイ川の合流地点から、それぞれ採取し(図１)、むき身の成分分析、細菌数の測定を行ったところ、次のような結果が得られました(表１)。７月の試料を比較すると、水分は通常シジミに比べ赤サビシジミが1.8%低く、グリコーゲンは1.5%高い値でした。一方、９月試料の場合、７月とは逆に水分は赤サビシジミが2.7%高く、グリコーゲンは1.5%低い値でした。また、水分、蛋白質は通常シジミ、

赤サビシジミとも７月試料に比べ、９月試料が低く、グリコーゲンは逆に９月試料で高い値でした。灰分は７月試料の通常シジミと赤サビシジミで差がみられず、９月試料の赤サビシジミは通常シジミに比べ0.6%低い値でした。

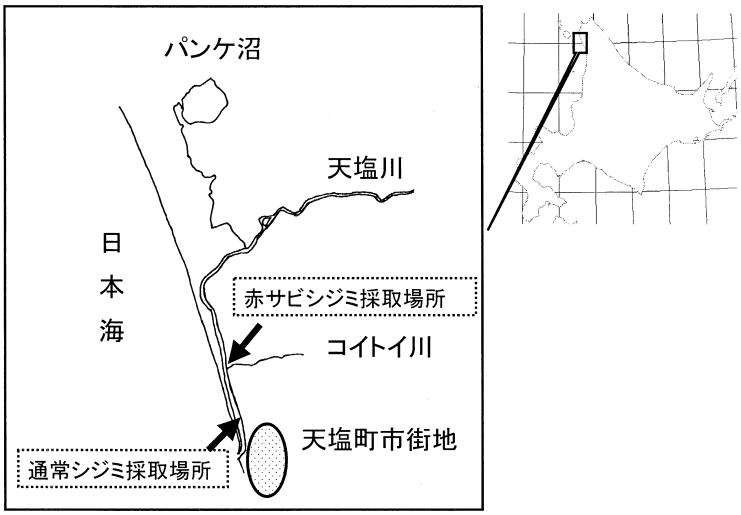


図１　試験試料の採取場所

表1　シジミむき身の一般成分等

水揚げ日		水分 (%)	蛋白質 (%)	ｸﾞﾘｺｰｹﾞﾝ (%)	灰分 (%)	鉄分 (mg/100g)
7月14日	通常シジミ	80.8	12.5	3.7	1.4	13.9
	赤サビシジミ	79.0	12.7	5.2	1.4	18.4
9月24日	通常シジミ	75.6	10.7	7.4	1.3	32.6
	赤サビシジミ	78.3	10.4	5.9	0.7	7.5

気になる鉄分ですが、７月試料で100gあたり通常シジミ13.9mg、赤サビシジミ18.4mg、９月試料で通常シジミ32.6mg、赤サビシジミ7.5mgでした。赤サビシジミの鉄分は通常シジミと同程度もしくは、やや低い値でした。

遊離アミノ酸の総量は７月試料の通常シジミで100gあたり328mg、赤サビシジミで329mg、９月試料の通常シジミで148mg、赤サビシジミで94mgでした。通常シジミ、赤サビシジミともに７月試料に比べ９月試料で半分以下の値でした。主なアミノ酸はいずれもアラニン、プロリン、グリシン、フェニルアラニン、グルタミン酸、スレオニン、バリンで、これらのアミノ酸の合計は総量の85%以上を占めていました(図２)。この中で、アラニン、プロリン、グリシン、グルタミン酸は甘みやうまみに関係するアミノ酸といわれています。

遊離アミノ酸の他に、シジミのうまみ成分のひとつとされているコハク酸は、７月試料の通常シジミで100gあたり267mg、赤サビシジミで319mg、９月試料の通常シジミで265mg、赤サビシジミで152mgでした（表２)。

一般成分や遊離アミノ酸は通常シジミと赤サビシジミで明らかな差がみられず、季節による変動の方がより大きいと考えられました。天塩地区のシジミは７月から８月が産卵期であることから、産卵の前後による成分の変動が予想されました。

細菌数測定の結果、むき身の一般生菌数は７月試料で通常シジミ、赤サビシジミどちらも10^4CFU／ｇ程度、耐熱性菌数は10^2CFU／ｇ程度でした。９月試料では一般生菌数、耐熱性菌数ともに増加していました（表３)。耐熱性菌は、海底、湖沼や河川の

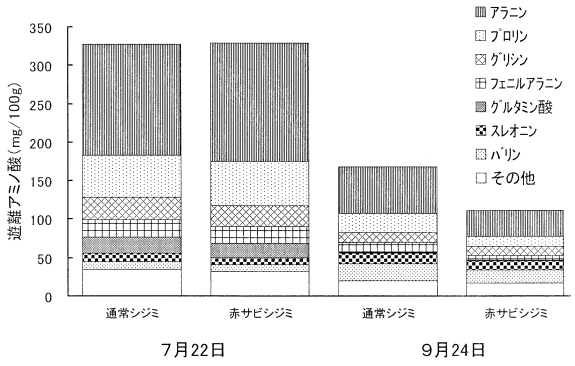


図２　シジミむき身の遊離アミノ酸組成

表２　シジミむき身のコハク酸

水揚げ日		コハク酸 (mg/100g)
7月14日	通常シジミ	267
	赤サビシジミ	319
9月24日	通常シジミ	265
	赤サビシジミ	152

土泥等、自然界に普遍的に存在し、病原性がなければ通常は問題ありません。シジミは河川の泥中に生息することから、汚染の状態を確認するために測定したのですが、今回は10^2～10^3CFU／ｇ程度で極端に高い値ではありませんでした。しかし、赤サビシジミに限らずボイル製品や調味加工品の原料としてシジミを利用する場合、衛生面への配慮から、耐熱性菌の存在を知っておく必要があります。

表３　シジミむき身の細菌数

水揚げ日		一般生菌数（ＣＦＵ／ｇ）	耐熱性菌数（ＣＦＵ／ｇ）
7月14日	通常シジミ	3.5×10^4	3.0×10^2
	赤サビシジミ	2.6×10^4	2.2×10^2
9月24日	通常シジミ	1.5×10^5	4.7×10^3
	赤サビシジミ	4.4×10^4	3.2×10^3

佃煮製品の試作

赤サビシジミ、通常シジミ両方を用いて佃煮を試作しました。シジミを沸騰水中でボイル加熱し、殻から分離したむき身を調味液で煮込みました。その結果、どちらからも品質的に変わらない佃煮製品が得られました。従って、調味漬けやしぐれ煮などを試作しても同様の結果が得られると予想されました。また、シジミを加熱するとエキスが得られますが、赤サビシジミをボイル加熱することによって得られたエキスには赤サビの混入がみられました。一方、赤サビシジミを蒸し器中でスチーム加熱して得られたエキスには赤サビの混入がみられませんでした。このため加熱によって得られるエキスを利用する場合、スチーム加熱の方がろ過などによる赤サビの除去を必要としない点で有利と考えられました。エキス利用の一例として、調味液にエキスを加えて試作した佃煮製品はシジミの味がより濃厚となり好評であったことから、佃煮製品の風味強化等に利用可能と考えられました。

おわりに

むき身の一般成分、遊離アミノ酸、細菌数などは赤サビシジミと通常シジミで明らかな差がみられませんでした。また、それらを原料として佃煮製品を試作したところ、どちらも同様の品質の製品が得られました。このため、赤サビシジミのむき身は通常シジミと同様に加工原料として活用が可能と考えられました。

付着した赤サビの除去方法としては、現在、アスコルビン酸溶液に浸漬する方法や（留萌北部水産技術普及指導所、道立林産試験場による）、オゾンによる洗浄が試行されています。しかし、コスト面や貝の活力、食味等に与える影響力など検討の余地が残されており、「サビ落とし」は今後の課題です。

（成田正直　中央水試加工利用部

報文番号B2248）

各水試発トピックス

今年のマツカワ種苗生産

～いろいろありましたが、只今順調に配布中

栽培漁業総合センター魚類部のチーム“マツカワ”は、７月末までに予定していた配布数（８万４千尾）のうち、約半分を配布し終えました。これから配布の後半戦に向けて、現在、選別作業がたけなわです(写真)。

昨年は10万尾を超える生産をしたものの、形態異常（特に白化）を多く出現させてしまい、配布数が少なくなり、放流や養殖試験に迷惑をかける結果となりました。しかし、今年は形態異常も少ないようで、順調に配布できるかも知れません。とは言っても、決して順風満帆ではなかった今年の種苗生産について、振り返ってみたいと思います。

先ず、今期の環境面の特徴として、①冬の水温が高く推移し、例年１℃台となる最低水温が２℃台にしか下がりませんでした。②４月～５月に当センターのろ過器の“つまり”がひどく、逆洗の回数が例年の倍以上でした。③それとの因果関係は不明ですが、通称「ピンク菌」がはびこり、仔魚を飼育している水槽の壁面及び底面をピンク色に染めることが度々ありました。

そして、種苗生産はどうであったかと言うと…

・雄が不調で、なかなか良い精子が採れず、受精卵の確保に苦労しました。

これに対しては、例年受精に使用していない２歳魚を使うことで、なんとかなりました。いつもは１歳の冬に加温するため、精子は採れないのですが、たまたま自然海水温で 100 尾ほど飼育していたのです。雄は２歳魚でも親魚として使えることがわかり、これまでの親魚養成技術を見直すことになるかも知れません。

・４～５月に一夜にして数万尾単位の仔魚が全滅ということを経験しました。

朝、水槽を見た時、卒倒しかけるくらい衝撃的な出来事でした。詳細な原因は不明でしたが、前日まで死亡数が目立っていたわけでもなく、ワムシの摂餌も良好だったのに全滅ですので、酸欠による可能性が大きく疑われました。そこで、酸素の注入、飼育水量の増加、夜間の照明、給餌回数の増加など、考えつく手立てを尽くしてみました。その結果、このように手塩にかけた仔稚魚は、その後に大きな斃死もなく育っています。今回の現象は、水温が１日に２℃ほど低下し、ろ過器のつまりがひどくなって３～４日後に発生していることが共通していますので、来年も注意しなければいけません（肝に銘じて）。

・白化の低減に向け飼育水温を変えてみました。

昨年の反省を基に、白化の発現を押さえるため、30日齢まで飼育水温を例年より高めに推移させました。30日齢以降については、14℃より高くすると、性比に悪影響を与えてしまうため、例年どおり14℃前後にしました。その結果、昨年のようなほぼ半数が白化というようなことはなくなり、正常個体の割合は例年（約80％）またはそれ以上となり、作戦が成功したようです。まだ性比は確認していませんが、これで性比も適正であれば、このような飼育水温の管理が白化の出現を抑制して、性比にも影響を与えないということになります。来年、再現性を確認し、技術として確立させたいと考えています。

平成18年に稼働が予定されている拠点センターへの技術移転に向け、チーム“マツカワ”はこれからも頑張ります。

（栽培センター魚類部　松田泰平）



写真　マツカワの稚魚を選別している様子

各水試発トピックス

江差でハタハタ釣獲

平成15年12月15日頃に檜山管内江差町の五勝手港にて釣り人によりハタハタが釣られていました（図１）。現在、檜山海域は道内で唯一本種の漁獲のない海域です。昭和28年以降の統計（漁業養殖業統計）をみても全く漁獲されていません。ただ、年代を遡れば、昭和９年には瀬棚で鰓角網として20統操業し約22トン水揚げされています。いずれにしても、この海域でハタハタが漁（釣）獲されることは、近年では珍しいことと言えます。ただ、釣獲は五勝手港に限られ、１週間程度で終わったようですので来遊量は極く僅かと思われます。釣獲されたハタハタを釣り人から15尾もらい受け、水試にて一部の項目を計測後に、系群の判別（遺伝的分析等）のため北水研に送付しました。

生物測定の結果は、雄が５尾、雌が10尾、体長は、雄が141～174㎜、雌が165～203㎜でともに満２歳が中心でした。生殖巣は、雌雄ともに成熟した状態でした。系群の判別は、遺伝的分析（DNA）、寄生虫および卵色により行われました。日本周辺におけるハタハタの系群は、北海道では６系群（石狩群、噴火湾群、日高群、釧路群、根室群、網走群）、本州では大きくは日本海北部群（主産卵場は秋田沿岸）と日本海西部群（同朝鮮半島東岸）の２系群があります。判別の結果は、日本海系の系群（石狩群、日本海北部群）であることは確定できましたが、産卵場の特定までには至りませんでした（北水研・柳本氏私信）。

檜山に近い日本海での主要な産卵場は厚田（石狩群）または秋田（日本海北部系群）の沿岸になります。ハタハタは資源量の大きさが系群ごとの回遊範囲の広さに対応するとされています。平成15年は両海域とも漁獲量は大きく増大しており、そのため檜山海域まで分布が広がったものと考えられます。両海域とも満２歳が多く、漁況からも産卵場の推定は困難でした。また、北海道と本州のものでは体の斑紋に違いがあることが指摘されていますが、こちらからも判別はできませんでした。ただ、厚田の接岸期が11月であるのに対し秋田では1977年以降は12月であること、また（主観に過ぎず詳細な検討はしていませんが）石狩群の耳石は透明帯の透明度が高く読輪が比較的容易であるのに対し、檜山のものは透明度が低く読輪がやや困難であったこと（図２）などから、どちらかといえば秋田のものに近いのではと推測しています。

今後、秋田または厚田沖の資源がさらに増大していけば、再び本海域でハタハタが漁獲されることもあるのではと期待しています。

（函館水試資源管理部　國廣靖志）

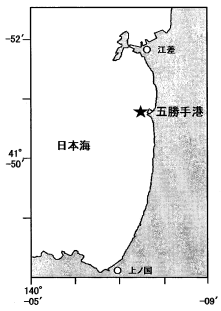


図１　ハタハタ釣獲地点

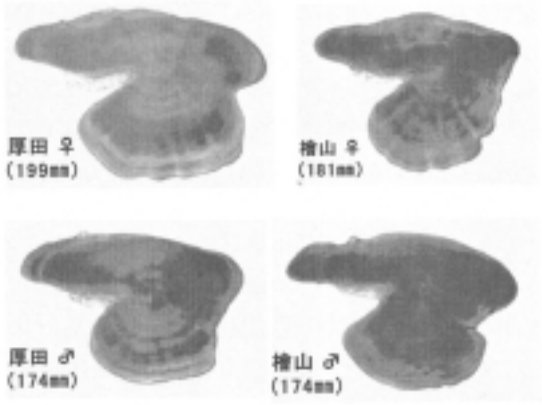


図２　ハタハタの耳石（満２歳）
＊（　）内数値：体長

各水試発トピックス

道東太平洋の今年のハタハタ漁を予測する

十勝・釧路海域に分布するハタハタには、えりも岬周辺に産卵場のある日高群と昆布森～浜中沿岸に産卵場のある釧路群の2系群が存在するといわれています。

釧路水試では、この海域において1999年から９～10月にシシャモ・ハタハタ資源調査のために小型底曳網の10分間曳網を61地点において行っています。この調査で採集されるハタハタについて魚体測定を行い、ハタハタの資源状態を解析しています。

ここでは年齢別採集尾数の解析結果から、今年のハタハタ漁を予測してみたいと思います。

毎年の調査における０歳魚の採集尾数とその翌年の調査における１歳魚の採集尾数との間には直線的な比例関係がみられます（図1）。

調査を行った５年間で０歳魚が最も多かったのは2000年（10,045尾）で、翌年の2001年の1歳魚の採集尾数は11,664尾で、５年間での最多でした。逆に、1999年には０歳魚が少なく（1,039尾）、翌年の2000年の１歳魚は最少（1,467尾）となりました。

さて、2003年の０歳魚の採集尾数をみると（図中の矢印）、356尾で、ここ５年間で最少でした。このことから、2004年の１歳魚は近年での最少となると予測されます。

この海域における漁業の漁獲物は１歳魚が主体で、漁獲尾数の変動は本調査での結果と良く一致しています。

最近５年間では十勝・釧路海域におけるハタハタ漁獲量が最も少なかったのは70トン（2000年）ですが、2004年はこれを下回ると予測されます。

（釧路水試資源管理部　平野和夫）

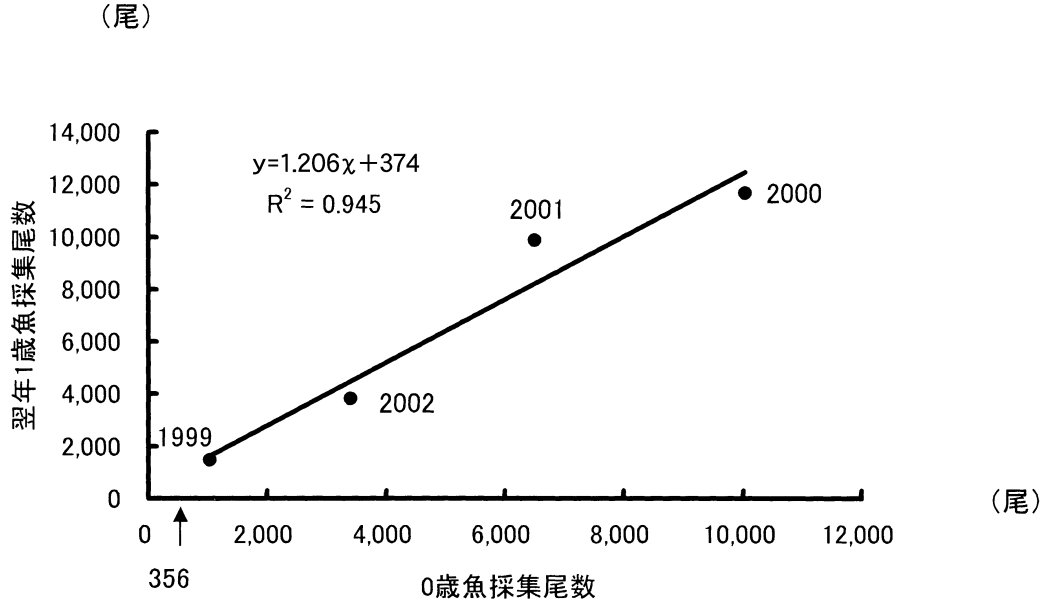


図１　魚群分布調査（61地点）における０歳魚総採集尾数と翌年の１歳魚総採集尾数の関係
矢印は2003年の０歳魚総採集尾数
数字は０歳魚の採集年

各水試発トピックス

日本海側でオオサルパが多く出現！

2004年５月下旬に、後志南部地区水産技術普及指導所から「岩内沖の底建て網にクラゲのような生き物が入った」との情報が寄せられ調べたところ、オオサルパ（学名：*Thetys vagina* Tilesius）であることが分かりました。オオサルパは暖かい海にすむホヤに近い仲間で、分類学的には脊索動物門タリア綱に属し、クラゲとは似て非なる生き物です。海水中に含まれる植物プランクトンを主な餌として浮遊生活しており、本州の太平洋沿岸に分布するほか、北海道では1976年および1989年に積丹半島周辺で見つかっています。

サルパの仲間は「単独個体」が数珠つなぎの「連鎖個体」を産み、「連鎖個体」の体内で受精した卵細胞が栄養をもらって育ち「単独個体」が生まれる、という不思議な生活史を持っています。下の写真１がオオサルパの「単独個体」、写真２が「連鎖個体」です。一見、別の生き物に見えますが、オオサルパの二つの姿です。

オオサルパは青森県の日本海側では2004年の３月ころ、道内の日本海側では４月から６月上旬にかけて多く出現したもようです（青森県水産総合研究センター漁海況速報「ウオダス」、檜山北部・後志南部・後志北部地区水産技術普及指導所の情報より）。また６月下旬には、オホーツク海側の枝幸沖でも１個体が見つかっています（稚内地区水産技術普及指導所枝幸支所の情報より）。これらのことからオオサルパは、日本海を北上する対馬暖流にのって、北海道の西海岸を通り過ぎていったものと推測されます。

各水産技術普及指導所の情報をまとめると、オオサルパは特別珍しいものではありませんが、2004年の春は場所によっては魚より多く獲れるほど多かったようです。またブリなどの暖かい海にすむ魚が多く獲れていたといいます。中央水試では2004年４月に檜山（茂津多岬）沖で、1989年以後の16年間で４月としては最も多い対馬暖流量を観測していたことから、暖流の勢力が強かったことがオオサルパの大量出現の一因である可能性が高いと考えられました。

オオサルパのような大型のプランクトンの出現状況は、その年の海の環境について貴重な情報を提供してくれます。中央水試では、オオサルパのほか、クラゲの出現状況についてもデータを蓄積していきたいと考えておりますので、皆様からの情報をお待ち申し上げております。

（中央水試海洋環境部　嶋田　宏）



写真１　オオサルパ単独個体



写真２　オオサルパ連鎖個体、揚網時に連鎖は分離

（いずれも2004年５月27日岩内沖で採集、後志南部地区水産技術普及指導所提供）

各水試発トピックス

第28回日ロ研究交流開催される

平成16年６月23日から30日に、サハリン漁業海洋学研究所（サフニロ）において、第28回日ロ研究交流が開催され、稚内水試の佐野場長を団長とし、網走水試衆原栽培技術科長、栽培センター清水研究員が派遣されました。

この研究交流では、海洋や毒性プランクトン、ニシン、ホタテガイなどに関する共同調査について協議を行いました。また、研究発表では、北水試研究者から、北海道サハリン系ニシンの飼育試験の結果やホタテガイの資源量評価手法について、サフニロ研究者からは、ニシン、ナマコ、ハナサキガニ、ヌマガレイ、アメマス、ワカサギの生態について発表がありました。この研究発表では、双方の研究者が互いの研究に興味を持ち、活発な議論がなされました。その他、サフニロが発行している論文集に北水試研究者が投稿することなどが決定し、この交流がいっそう身近なものに感じられました。

さて、この時期のサハリンは、ポプラの綿毛が舞い、ライラックやミヤマキンポウゲに似た黄色い花などたくさんの花が咲いており、訪れるには最高の季節でした。滞在期間中、天気も良くて暖かく、なぜか北の地へ赴いて日焼けをしてしまう始末。そんな中、サフニロが研究を行っているいくつかのフィールドを見せていただくことができました。ババイスコエ湖は、赤茶色の水が特徴の湖です。湖畔にはキャンプ場があり、刺し網で採集したアメマスやウグイ、フナなどの淡水魚を調査していました。アメマスは、この後スープへと姿を変えましたが、これがまた絶品。サハリンで製造されている冷たいビールを飲みながらしっかり完食いたしました。アニワ湾のプリゴロドノエ地区やブッセ湖では、ホタテガイやウニ、ナマコなどをダイビングにより採集していました。なにより驚いたのは、殻長18センチを越えるホタテガイ。年齢も15歳以上。しかも、すぐ足下にも大きなホタテガイが棲息しているのです。これらのフィールドに共通するのは、その自然が雄大で人の手があまり入っていないということ。堤防もコンクリートの防波堤も見られません。そんな手つかずの自然の中で調査できることを、非常にうらやましく思いました。近年では、過度の漁獲でナマコの資源が減少しているそうです。また、新たな産業としてホタテガイの養殖も検討しているそうです。サハリンの漁業の発展を共に望みつつ、それがサハリンのすばらしい自然と調和したものになることを期待し、今回の交流を終えました。

最後に、滞在中は、サフニロの研究者の皆さまに暖かく迎え入れてもらい、研究交流としてだけでなく、お互い親しく接することができました。サフニロの友人の暖かい気持ちに心から感謝すると共に、この研究交流が続くことで、北海道とサハリンの漁業が共に発展することを願って止みません。



ブッセ湖で採集されたホタテガイ



会議終了後の写真（サフニロ所長室）

（栽培センター貝類部　清水洋平）

試験研究は今

試験研究は今　No.523

キヒトデによるヒモマキバイとアヤボラの捕食について

はじめに

近年、道東海域を中心にヒトデ類による漁業被害および駆除後の処理が大きな問題となっています。北海道では平成14年度より水産林務部の重点施策『漁業系廃棄物リサイクル推進事業』を開始しました。この事業には複数の機関が参画しており、釧路水産試験場はヒトデの生態調査などを担当しました。今回はその調査結果の一部を紹介します。

なお、事業の概要および釧路水産試験場の担当課題については、『試験研究は今　No．486』で紹介しましたのでそちらをご覧ください。

調査の背景

釧路支庁管内のトウダイツブ（ヒモマキバイおよびその近縁種の俗称）の漁獲量は平成５年以降減少しています（図1)。このトウダイツブは主にツブ篭により漁獲されていますが、平成10年頃からツブ篭へ入るヒトデの増加が漁業関係者から報告されてきました。入篭するヒトデはキヒトデ（写真１）と呼ばれる種類で、昔からホタテガイやマガキ、アサリなどを食べる害敵生物として知られています。

このような状況から、キヒトデによる捕食がトウダイツブの漁獲量の減少要因ではないかと予想されましたので、キヒトデが実際にトウダイツブを捕食するのか確かめるために調査を行いました。また、同時に混獲されるアヤボラ（俗称ケツブ）についても調査しました。

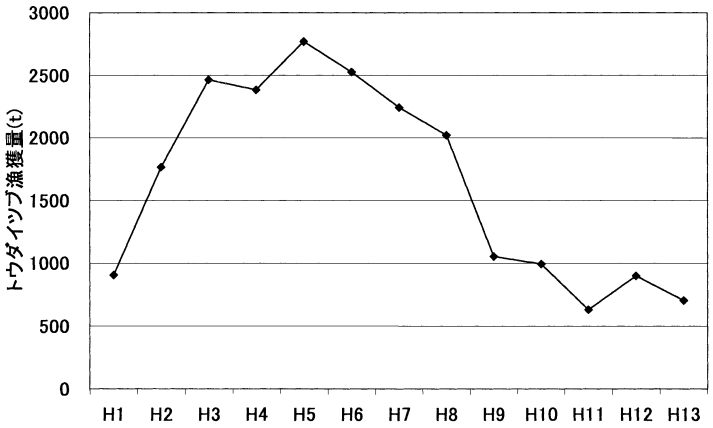


図１　釧路支庁管内のトウダイツブの漁獲量
（釧路市内漁協分を除く）



写真１　キヒトデ（最大腕長約20㎝）

ヒトデの摂餌様式について

調査結果を紹介する前に、ヒトデ類の摂餌様式について簡単に説明します。ヒトデ類の餌のとり方は大きく３タイプに分けられます。１つ目は餌を丸呑みして胃の中で消化するタイプ。２つ目は胃を反転させて口から体の外へ出し、餌を包んで消化するタイプ。そして３つ目は前の２つのタイプの中

間で、飲み込むことができる大きさの餌は丸呑みして消化し、飲み込むことができない大きさの餌は口から出して反転させた胃で消化する１と２を併用するタイプです。キヒトデは３番目のタイプに該当します。

以下に紹介します水槽内でのキヒトデの飼育試験は、丸呑みできない大きさの個体に対する捕食を、採集したキヒトデの胃内容物調査は丸呑みできる大きさの個体に対する捕食を確認するために実施しました。

結果

①水槽内での飼育試験

同じ水槽でキヒトデ、ヒモマキバイ(トウダイツブ)、アヤボラを44日間、餌を与えない状態で飼育し、キヒトデによるこれら２種の巻貝に対する捕食状況を観察しました。その結果、キヒトデの摂餌意欲を確かめるために投入した生きたアサリについては捕食が確認されましたが、飼育期間中にこれらの巻貝がキヒトデに捕食されることはありませんでした（表１）。

なぜアサリは食べてヒモマキバイとアヤボラは食べないのか不思議でしたので、飼育最終日に試しにこれらの殻を取り除いて与えたところ、キヒトデはこれらを捕食しました。このことから、少なくとも２種の巻貝の体内にキヒトデに有害あるいは嫌悪する物質が含まれ、このために捕食されなかったということではありませんでした。

表１　水槽内での飼育観察結果

月日	試験経過日数	追加処理	観察結果
4月17日	0		捕食形跡なし
4月18日	1		捕食形跡なし
4月19日	2		捕食形跡なし
5月2日	15	アサリ投入	アサリを捕食
5月18日	31		捕食形跡なし
5月23日	36		捕食形跡なし
5月31日	44	ヒモマキバイ,アヤボラの殻を取り除いて軟体部のみを投入	ヒモマキバイおよびアヤボラの軟体部を捕食

②胃内容物調査

トウダイツブの漁場で採集されたキヒトデの胃の中身を調査しました。100 個体の観察を行ったところ、94個体は胃の中身が空っぽで、残り６個体の胃からは二枚貝やヨコエビ類が観察されましたが、トウダイツブやアヤボラは観察されませんでした。

まとめ

殻を除去したヒモマキバイはキヒトデに捕食されたものの、自然状態においてはこのような状況はありえないことです。２つの調査結果からは海の中でヒモマキバイがキヒトデに捕食されているとは考え難く、トウダイツブの漁獲量の減少原因はキヒトデによる捕食ではなく、他に原因がある可能性が高いと考えられました。それではいったい何が原因なのか？これは今後解決しなければいけない課題です。

（釧路水産試験場　資源増殖部　秦　安史）

試験研究は今

試験研究は今　NO.524

海底設置型耐トロール式ドップラー流速計による宗谷暖流の長期観測開始

宗谷暖流の長期観測開始！

北海道立中央水試と北海道大学低温科学研究所は、宗谷暖流の流れの詳しい時間変化を得る目的で、浜頓別沖の宗谷暖流最強流部に海底設置型の耐トロール式ADCP（超音波ドップラー流速計）を2004年５月25日に設置し、約１年間の予定で共同観測を開始しました。

共同観測以前の経緯

宗谷暖流はオホーツク海の宗谷海峡から、知床半島先端までの北海道沿岸に沿って流れる海流で、流域周辺では活発な漁業が行われています。宗谷暖流の上流に当たる宗谷海峡では、この海流の一部がロシア領内を流れているため、水試では1995年（平成７年）からユジノサハリンスクにあるロシア連邦サハリン漁業海洋学研究所（略称：SakhNIRO　サフニロ）と宗谷海峡の海洋学的共同調査（ラペルーズプロジェクト）を行うことにより、国境を越えた範囲の情報収集を行ってきています（水産技術国際交流事業)。このラペルーズプロジェクトの中で北水試は「流量モニタリング方法の構築」の課題を持っています。宗谷暖流の流量を求めるためには北海道沿岸から宗谷暖流の沖側の境界を横切って観測する必要がありますが、これができるのは日本だけなので、宗谷暖流が日本の 200 カイリ内だけを流れるようになる浜頓別沖の海洋観測定線上で、宗谷暖流の流量観測を1999年から継続しています。

これまでの観測の問題点とその解決方法

調査海域では、流速計を係留ロープに取り付けて設置する海流測定方法は係留ロープが漁業活動の支障となることから、水試では海流調査に船舶搭載ADCP（超音波ドップラー流速計）を用いる方法を使っています。しかし、船舶による調査は時間的に密な観測が行えないという観測方法上の構造的な問題を含んでいます。さらに、船舶搭載ADCPによる流量調査は、潮汐流の成分を除く必要があるので、24時間50分の間スケジュール通りに観測線上を運航しなければならない特殊な観測方法をとります。これは、特に時化に弱い観測方法となるため、実際、1999年以降の実績でも１年に１回あるいは２回しか観測が成功していません。このように、現状では流量を求めるための海流データ取得効率が悪く、海流を横断する方向の断面内の空間構造の知見は徐々に蓄積されつつあるものの、時間的な変動に関する知見は不十分なままの状況が続いています。

このような状況を打開するためには、最近世界中で広く行われるようになった海底設置型耐トロール式ADCP（TRBM-ADCPと略す）による海流観測を本海域で行うことが最も有効な方法であると考えられます。この海底設置型流速計は、底曳網漁船がトロール網を曳いたり他の漁具が流れてきたりしても、それらが流速計の上をすべっていくような形状に設計されています(図１)。このような機器が利用できれば、漁業の現場に対する影響が最小限にとどめられ、流速の連続記録を長期間にわたり継続観測することが可能と期待されます。

しかし、この機器は大変高価で現状では購入のめどは立たないため、道単独でこのような観測を実施することは困難です。そこで、この海底設置型のドップラー流速計を所有している機関と共同して海流観測を行うことが現実的解決方法です。

共同観測の実現

北海道大学低温科学研究所は国際共同研究により1998年６月から2000年６月までサハリン東岸沖の陸棚上でTRBM-ADCPを使用して海流観測を行い、東カラフト海流の姿を明らかにし、この流速計の有効性を示しました。幸いなことに、その後このTRBM-ADCPがしばらく利用されない情報を得たため、2001年に北大低温研と情報交換を行いました。北大低温研でもオホーツク海研究の一環として宗谷暖流の海流観測を重視しており、北水試のラペルーズプロジェクトの目的とも合致していることが分かりました。そこで、2002年にラペルーズプロジェクトのサブプログラムという位置づけで、北大低温研がTRBM-ADCPを提供し、北水試試験調査船がTRBM-ADCPを設置・回収する宗谷暖流の共同海流観測を行うことになりました。

短期観測から本長期観測開始まで

観測地点の選定について、北水試が1999年以来継続観測してきたことにより海流の空間分布がある程度分かってきた観測線の上で、最強流部が現れる観測点をTRBM-ADCPの短期観測のための設置場所候補地として決定しました。2002年春、稚内水試資源管理部の協力を得て、設置予定地点周辺で底曳網漁業を行っている関係漁協である稚内機船漁協と枝幸漁協に計画の説明を行って設置場所を検討しました。その結果、第一候補地より宗谷暖流の下流側約３マイルの位置に設置することになりました(図２)。2002年７月26日に中央水試おやしお丸で、ケガニ漁場となっていた設置予定点より北方にずらして設置し、９月４日に稚内水試北洋丸で回収しました。その時得られたデータは良好に収録されていました 。

この経験をもとに約１年間の長期観測を計画し、今回は設置予定地点が前浜の沖にあたることからケガニ漁を行っている頓別漁協とも協議し、2002年とほぼ同一の地点にTRBM-ADCPを設置することとしました。そして、2004年５月25日午前７時５分、凪と潮だるみの好条件に恵まれ、中央水試おやしお丸で予定地点に無事漁具の間にTRBM-ADCPを設置することができました。TRBM-ADCPの漁場内設置は、頓別漁協ならびにケガニ部会の好意と協力がなければできないことでした。

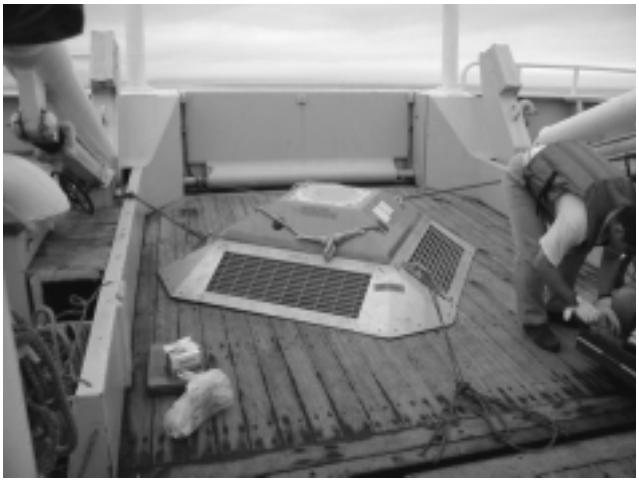


写真１　TRBM-ADCPの形状

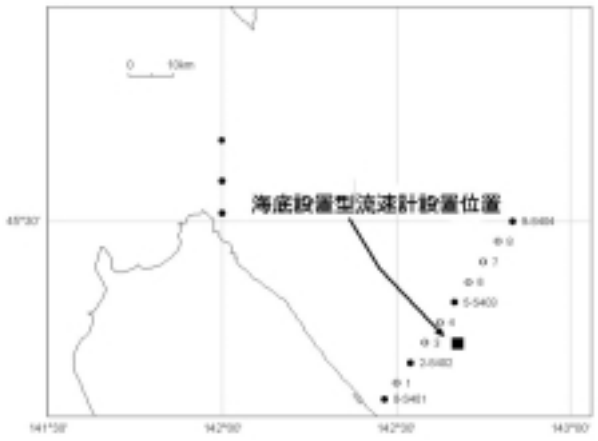


写真２　TRBM-ADCPの設置位置

高まる期待！

これまで宗谷暖流域では、流氷研究で有名な北大流氷研の青田先生が猿払沖水深32メートル地点で、連続ではないけれども約２年間にわたる長期間の海流観測を行った例があります。今回の設置地点は水深が91メートルあり、また宗谷暖流の最強流部であることから、これまで知られていなかった宗谷暖流の海流の鉛直方向の分布および時間変化を代表する詳しいデータが得られるものと期待しています。また、得られたデータから、流氷に覆われた時にも海底上を流れているという宗谷暖流の潜流状態の流速変化はどうなっているのか、宗谷暖流の流速変化とケガニ・スケトウダラ・カレイ・ニシン・イカナゴなどの分布・移動との関係はあるのか、資源量変動と関係しているのかなどなど、いろいろな観点からの疑問に答えられるような成果に結びつくことが期待できます。

（中央水産試験場　海洋環境部　田中伊織）

試験研究は今

試験研究は今　No. 525

2年連続の不漁－どうしてオホーツク海にはサンマが来ない?

［＊］は、関連するウェブページです。マリンネット北海道内のページはリンクしていますので、クリックしてみてください。また、マリンネット北海道以外で関連するページはURLを掲げましたので、たどってみてください。

なお、「pdf」とあるものは Adobe (Acrobat) Reader が、また動画はQuickTime が、それぞれ必要です。クリックして開かない場合は、マリンネット北海道のトップページの一番下にある説明を参考に、インストールしてください。

トップページ　リンク先　http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/index.asp

最近のサンマの漁模様

昨年2003年の道東太平洋のサンマの水揚げは103,286トン（全国さんま漁業協会調べ）で、2000年以来４年連続10万トンを超える豊漁でした。一方、オホーツク海域では2002年に続いて2003年もサンマの水揚げは、ほぼ皆無でした。

オホーツク海域でのサンマの漁獲量は80年代半ばから、しばらく低迷していましたが、1996年に実に14年ぶりに１万トンを超え、そのご2001年まで毎年３千トンから１万４千トンの水揚げが続いていました。浜では道東入り会い船の受け入れ態勢も整ってきたところでしたが、一転、２年連続の手痛い不漁となりました。

太平洋側とは対照的なオホーツク海での不漁の原因は、いったい何なのでしょうか。サンマ漁には季節外れ[＊a:とっとNET北海道]のこの時期、不漁だった２年間のオホーツク海のサンマ漁を振り返ってみます。

＊a:とっとNET北海道
<http://kita-totto.fishexp.pref.hokkaido.jp/totto/index.html>＞魚種別検索＝サンマ－基本情報－Go

オホーツク海にサンマはいたか?

道水試が毎年９月にオホーツク海で実施している漁期前調査で2002年と'03年は、まとまったサンマの魚群をまったく発見できなかったことから、この２年間、オホーツク海にはサンマそのものが極めて少なかったと見られます[＊b:浮魚ニュースun0218.pdf、＊c:同un0318.pdf]。

オホーツク海のサンマのほとんどは、太平洋生まれの群れの一部が餌を求めて、南千島を抜け、来遊してくる [＊d：釧路水試だより第82号pdf]、太平洋側と同じ資源（太平洋北西部系群 [＊e：水産庁HP]）と考えられています。では、太平洋で豊漁をもたらしているサンマ資源が、なぜ、オホーツク海には来なくなったのか。その理由は、2002年と2003年で違っていました。

＊b：浮魚ニュース2002年度第18号 pdf オホーツク海サンマ漁期前調査結果
〈http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/Ukiuo/2002/un0218.df〉
＊c：浮魚ニュース2003年度第18号 pdf オホーツク海サンマ漁期前調査結果
〈http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/Ukiuo/2003/un0318.pdf〉
＊d：釧路水試だより第82号 pdf オホーツク海域へのサンマの回遊と漁況変化
〈http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/kushiro/kdayori/081-090/082/082(17-20).pdf〉
＊e：水産庁のホームページ ＜http://www.jfa.maff.go.jp/〉＞資源評価＞資源評価平成15年度版＞サンマ（ダイジェスト版）[http://abchan.job.affrc.go.jp/digests15/html/1511.html]

来遊するサンマと来遊しないサンマ

オホーツク海に来遊するサンマは、中小型魚（肉体長［＊f：水産広場オホーツク］で20-29cm）が多く、大型魚はほとんど回遊してきません。それは、魚体の大きさによって太平洋での南下移動経路が異なっているためではないかと考えられています。すなわち、例外的な年もありますが、たいてい中小型魚は南千島近くまで分布するのに、大型魚はその沖合で漁場になることから、大型魚はオホーツク海にほとんど入ることなく南下してしまうのではないか、という想定です[＊d：釧路水試だより82号pdf（前出）]。

ところで太平洋のサンマは主に冬に産卵しますが、夏を除いてほぼ周年産卵してるようです。主群の冬生まれは秋には小型魚となり、翌年１歳の秋には大型魚に成長します。また、秋生まれ群は満１歳の秋には中型魚になると考えられています。このような年齢の違いや、さらには魚体の大きさで好む水温帯も違うことなどから、南下時期や回遊経路が違ってくるようです。また、年による成長の違いも大きく、年齢と成長、資源状態との関係は複雑です[＊g：巣山、＊h水産庁pdf]。

＊f：水産広場オホーツクNo.21肉体長とは?
〈http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/abashiri/hiroba/koho01.htm〉（本文なし）
＊g：巣山：東北区水産研究所のホームページ
〈http://ss.myg.affrc.go.jp/index-j.html〉＞東北水研ニュース＞62号目次＞サンマの成長の年変動に関する研究
[http://ss.myg.ffrc.go.jp/tnf/news62/suyama.htm]
＊h：水産庁のホームページ〈http://www.jfa.maff.go.jp/〉＞資源評価＞資源評価平成15年度版＞サンマ（詳細版）pdf［http://abchan.job.affrc.go.jp/digests15/details/1511.pdf]

2003年漁期は…

太平洋のサンマ資源の評価を総括している東北区水産研究所では、サンマ標本採集用に新たに開発した中層トロールを使って、サンマがまだ太平洋に広く分布している漁期前の状況を短期間で押える調査を2001年から開始しました[*i:独立行政法人水産総合研究センター〈http://www.fra.affrc.go.jp/〉]。これによって資源全体の様子を把握できるようになりました。

2003年の中層トロール調査結果によると、太平洋のサンマは大型ばかりで、中小型のサンマの数が大変少なかったようです［＊j：浮魚ニュースun0312 pdf]。オホーツク海に来遊してくるはずの中小型魚が少なかったことが2003年オホーツク海の不漁の原因でした。

＊i：独立行政法人水産総合研究センター <http：//www.fra.affrc.go.jp/>＞研究成果情報＞平成14年度水産研究成果情報＞中層トロールによるサンマの資源量推定技術の開発
[http：//www.fra.affrc.go.jp/kseika/14kseika/myg/myg02002.htm]
＊j：浮魚ニュース2003年度第12号 pdf 北西太平洋サンマ長期漁況海況予報発表される
<http：//www.fishexp.pref.hokkaido.jp/ukiuo/2003/un0312.pdf>

2002年漁期は…

では、一昨年2002年の中層トロール調査の結果は、というと、中小型魚主体、まさしくオホーツク海に回遊するサイズが主体でした[＊k：浮魚ニュースun0212pdf]。なのに、この中小型魚はオホーツク海に入ることなく太平洋を南下してしまいました。それは、南千島に沿って流れる親潮が、この年は非常に冷たく、サンマの行く手をふさいだからでした。

2002年、北海道、とくに道北・道東は冷夏の年でした[＊l：気象庁]が、オホーツク海沿岸の夏の水温も過去20年で一番冷たい年でした。海況とサンマの回遊の関係について、詳しくは北水試だより62号[＊m：pdf]をご覧ください。なお、この中で紹介した海面水温SSTのデータはインターネットで公開されているデータ集[＊n：コロンビア大学ラモント・ドーティー地球科学研究所]から入手しました。

＊k：浮魚ニュース2002年度第12号 pdf 平成14年度北西太平洋サンマ長期漁況海況予報発表される
<http：//www.fishexp.pref.hokkaido.jp/ukiuo/2002/un0212.pdf>
＊l：気象庁 <http：//www.jma.go.jp/>＞報道発表資料＞平成14年度＞夏（６～８月）の天候 [PDF形式：412KB]＞[http：//www.data.kishou.go.jp/stat/tenko020608.pdf]
＊m：北水試だより62号 pdf オホーツク海さんま漁の初漁日を予測する <http：//www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/central/report/dayori/dayori62/62sanma.pdf>
＊n：The IRI/LDEO Climate Data Library＞ IGOSS nmc Reyn_SmithOIv2 weeklysst [http：//ingrid.ldgo.columbia.edu/SOURCES/.IGOSS/.nmc/.Reyn_SmithOIv2/.weekly/.sst/]

サンマ調査は、これからが本番

２年続けてオホーツク海ではサンマ皆無と残念な結果でしたが、オホーツク海のサンマ漁況は、南千島の海況条件と太平洋の中小型魚の量が決め手であることが再確認されました。

さて、今年のサンマ漁は、どうなるでしょう。サンマの資源状態を知るための全国サンマ研究チームの調査は、もう始まっています。本州各県の水産研究機関は、サンマの稚仔採集をしているところです。そして東北水研の中層トロール調査船は来週６月１日から、釧路水試調査船北辰丸は７月からサンマ資源調査を開始します。

ことしこそ、オホーツク海でも、うまいサンマ[＊o：さかな革命（動画）]がとれることを期待しましょう。

＊o：さかな革命＞1999.8.20（金）放映「魚革命」サンマ・北海道のサンマはうまい（動画）
<http：//www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/central/kijou/jouhouka/kakumei/sanma/sanma1.mov>

（網走水産試験場　資源管理部　佐藤　一）

試験研究は今

試験研究は今　No. 526

天塩パンケ沼のアオコについて

天塩パンケ沼は、幌延町にある利尻礼文サロベツ国立公園にある海跡湖（砂丘、砂州などによってせき止められた海岸の湖）です。サロベツ原野内にあり、流入河川は、十号支線明渠（パンケオンネベツ川）、流出河川は、サロベツ川に注ぐ約500ｍの水路です。サロベツ川は、蛇行しながら海岸線とほぼ平行に流れる川で、パンケ沼からの水路と合流し、天塩川（南側）に注いでいます(図１)。天塩川は河口域から海水が塩水くさびとなって遡上し、その塩水がサロベツ川経由でパンケ沼に流入してきます。天塩川の本流、支流とパンケ沼では、ヤマトシジミを対象にした漁業がおこなわれています。ここで採れるシジミ貝は、古くから厚岸の牡蠣、十勝の鮭とならび「蝦夷の三絶」として珍重されていました。

このパンケ沼で、平成12、13年に、藍藻類の大増殖によるアオコが発生したため、シジミ漁業に支障が生じ、現在もアオコの発生が心配されています。

従来、パンケ沼では局所的にアオコの発生が観察されていましたが、大量発生することは知られていませんでした。過去の調査でも植物プランクトンに関する記述にアオコの原因となっている藍藻類のAnabaena flos-aquaeは報告されていません。このような状況を考慮し、アオコ発生の要因を解明することを目的として、平成14～15年の２年間、水質の現状について調査をしました。この調査は留萌支庁の地域政策推進事業（しじみ貝資源保護対策事業）の一部として行われた調査です。調査結果の詳細については、平成15年度天塩しじみ資源環境対策調査報告書（平成16年３月北るもい漁業協同組合、社団法人　北海道栽培漁業振興公社）で報告しておりますが、ここではその概要をまとめました。

調査地点は図１に示しました。各地点で採水し、同時に水温、塩分、溶存酸素などの湖沼観測を行いました。採水した水は各種の分析を実施しました。調査は春から秋まで、アオコの発生が予想される時期に行いました。アオコは硝酸イオンが少なくてもリン酸イオンが多いと発生しやすいと言われています。今回のパンケ沼調査結果から、水質環境とアオコの発生の関連について以下のことがわかりました。

１）平成14、15年の調査では、大規模なアオコの発生はありませんでした。
２）パンケ沼は周辺の土壌が泥炭地帯であることから、流入河川水や湖水水質にもその特徴や影響が

みられます。泥炭から溶出する腐食物質（難分解性物質）によって、有機物（COD）が高く測定され、同時に紫外部吸光度も大きな値となりました。また、リン酸イオンやアンモニア態窒素の濃度も高くなっていました。

3）十号支線明渠から１年間に流入する水量はパンケ沼の容積の半分を超えると推測されました。しかも、その水にはリン酸イオンや鉄イオンが多く含まれており、パンケ沼への栄養塩組成に影響があると考えられます。

4）湖内では春から秋まで、クロロフィルａ濃度が高く、活発な一次生産活動がみられました。このため、夏から秋にかけて硝酸態窒素が消費されて欠乏していました。その反面、流入河川からはリン酸イオンの供給量が多く、６月以降はアオコの発生(図２)に有利な環境になっていたと考えられます。

5）湖水を用いて培養実験を行ってみました。この結果から、アオコは塩分が４～５psu以上あると発生しないことが確認できました。湖水の水質調査からも、パンケ沼はアオコが発生しやすい環境にあることがわかりました。平成14、15年にアオコの大量発生がみられなかったのは、6月中旬以降塩分が５psuを超えたため、アオコの発生が抑制されたものと考えられます。



図１　パンケ沼調査地点位置図



図２　リンを添加したパンケ沼の水（培養開始後約２ヶ月）アオコ様細胞の増殖

6）パンケ沼の底層水で酸素濃度が減少しているのが観測されました。湖沼の低質が分解によって無酸素なると、嫌気性細菌の働きで底質からリン酸イオンや窒素などの栄養塩類、それに二価鉄が溶出してきます。このことは栄養塩類による富栄養化の原因にもなりますし、二価鉄はシジミへの赤サビ付着の原因にもなります。今後の湖沼環境の変化に注意し観測を続ける必要があります。

7）パンケ沼は塩水遡上があって微妙な湖水環境が保たれ、パンケ沼での漁業資源となるシジミの生産が図られています。また、サロベツ川からパンケ沼へつながる水路部分での塩水遡上の様子は、微妙な構造になっていることも調査でわかってきています。

パンケ沼に塩水遡上が起こるためには気象条件も関係があると推測されました。それは、融雪増水期が終わり天塩川本流の流量が減少する時期に降水量が多いと、本流の塩水くさびの発達が遅れサロベツ川への塩水遡上が不十分になります。このため、パンケ沼への塩水遡上が遅れ、あるいは沼への塩水遡上が少なくなるようです。

パンケ沼の水質はアオコが発生しやすい条件にあることがわかりました。アオコの発生があるかないかは、塩水遡上の強弱を予測することにかかってきます。そのためには、春先の天塩川やサロベツ川の流量変化と塩水遡上との関連や、周囲の降水量と塩水遡上の関連も検討する必要があります。これらから、パンケ沼でのアオコ発生の有無を予測する技術も生まれると考えられます。

（北海道立水産孵化場内水面資源部　安富亮平、今田和史）

試験研究は今

試験研究は今　No.527

稚内水産試験場への視察見学者について

北海道も過ごしやすい季節となり、皆さんも行楽などで外に出る機会も多くなっていることと思います。ここ、稚内も相変わらず風が強いものの、気温は20度を超えるなど、初夏から夏への様相を呈してきており、スポーツ大会や自然観察会など、様々なイベントが開催されております。

このような中、稚内水産試験場を訪れる人も多くなり、先月６月には、市内ＰＴＡなど３団体からの視察見学がありました。





（稚内水産試験場の視察・見学者の推移）

稚内水産試験場での年間の視察、見学者は、新しい庁舎が完成した平成10年に 416 人、翌11年には一般公開を行ったこともあり、最高の 1,697 人を数えましたが、この年以降減少の一途をたどり、平成15年度には123人となっています。（図１）

視察・見学者の内訳を見ますと、管内、道内外とも軒並み右肩下がりに減少していますが、その中

年　度	H10	H11	H12	H13	H14	H15
管　内	260	1,447	129	196	121	86
道　内	155	200	114	135	57	16
道　外	0	41	92	9	7	18
その他	1	9	2	2	3	3
計	416	1,697	337	342	188	123

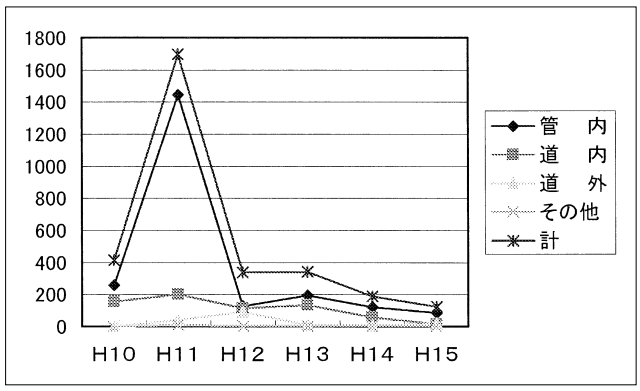


図１　稚内水産試験場見学者数

でも管内からの視察見学者が大きく減少しています。

庁舎完成当初は、管内関係市町村、漁協、漁業者はもとより、小学校や中学校、高校などから数多くの視察・見学があったようですが、残念ながら水族館や遊園地などのレジャー施設のようにリピーターが確保できるような施設ではなく、一度訪れたあとまた足を運んでみようと思う人もなかなか現れないのが現状のようです。

ただ、学校については時の経過と共に、新しい生徒が入学してきますので、新規視察、来場者を確保するためには心強い味方であり、広く水産試験場の役割、活動を知って頂くためにも、今後、学校等教育機関に対し、視察・見学の働きかけを行っていくことが必要かと考えております。

（見学者への説明内容）

さて、見学者に対しての説明内容ですが、私自身、4月に赴任したばかりで、稚内水産試験場がどのような調査・研究を行っているか把握しておらず、また、水産動植物の生態などについても詳しくなく、なにを説明して良いか見当もつきませんでした。

幸いにして、前任者からの引き継ぎ書類の中に、施設の概要や、取り組んでいる研究内容について書かれた書類（見学者案内マニュアル）がありましたので、それを参考に、視察の順路を設定し、説明内容を考え、また、研究部に耳石資料の準備や電子顕微鏡の操作方法を教えてもらうなど協力頂き、なんとか、見学者に対し説明している状況です。

大体の説明内容ですが、まず、入り口ギャラリーにおいて、施設の沿革、組織、道の取り組む資源管理型漁業や造り育てる栽培漁業について説明し、電子顕微鏡や資源実験室などを回りながら施設、研究の説明、最後に水槽にて飼育している魚などの説明を行うというパターンで実施しています。

なお、組織実験室や遺伝解析室など、説明が困難と思われるところは、細かく説明することなく通り過ぎていますが、今後、このような施設についても説明できるようにしパターンを増やしていきたいと思うところであります。

（見学者からの反応）

この度、見学に来られた方々には、「今度はお子様連れで来場してください」と声をかけていますが、残念ながら再訪者はいない状況であります。

しかし、うれしいことに、ある団体から見学に 対しての感想をつづった手紙が送られてきました。

その感想を読んでみますと、見学にくるまではなにをしているのかわからない未知の建物であったとのことですが、普段食している魚などの資源量、資源動向などの研究や資源を増やすことについての研究を行っていること、また、魚に耳石というものがあり綺麗な輪紋があること、その輪紋を読むことで年齢を割り出しているということに大変興味を持ったことなどが書かれてあり、最後に「水産試験場の研究成果が､美味しく豊かな食生活につながると思うと自然に口がほころんでしまいました｡」と結んでありました。

私自身、あまり上手な説明はできていないと感じていますが、この感想文をいただいたことを励みに、今後とも水産試験場業務 の広報活動に取り組んで行こうと決意を新たにしたところであります。

（稚内水産試験場　企画総務部　　今）

試験研究は今

試験研究は今 No.528

噴火湾におけるトヤマエビの漁獲量予測

【はじめに】

噴火湾のトヤマエビ（通称ボタンエビ）は年間100～200トンほど水揚げされ、北海道全体の約30％を占めるとともに、湾内でも重要な資源となっています。このトヤマエビの漁獲変動に環境（水温）が影響している可能性が示唆されています（本誌505号）（図１）。このことは、まだ作業仮説の段階ですが、水温（極小水温）を事前に予想できれば、その年の漁況予想に少しでも役立つのではと考え、水温さらには漁況の予想を試みました。

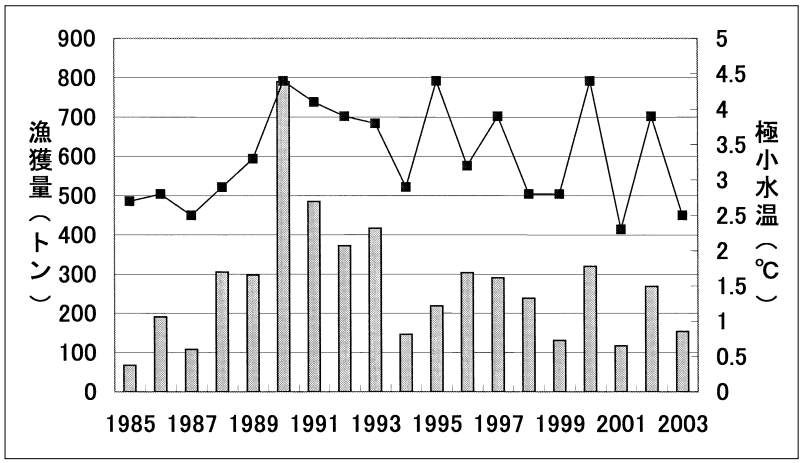


図１　噴火湾トヤマエビ漁獲量と極小水温の推移

【極小水温について】

北大大学院水産科学研究科において、1985年から噴火湾の底層水温がモニタリングされています。この底層水温の月別平均推移をみると、５月頃に最も低く（極小水温）、11月頃に最も高い値（極大水温）を示しています（図２）。

噴火湾の海洋環境を決定している要因として、津軽暖流水と親潮系水の二つがあります。

津軽暖流水は９月頃から中層以深より湾内に流入し、11月頃には湾内をほとんど満たします。その後、冬季の北西季節風によって冷却され、冬季噴火湾水という均質な水塊へとその姿を変えます。

親潮系水は、春先に表層から湾内に流入し、やがて表層から底層付近まで占めるようになり、底層には冬季噴火湾水がわずかに残ります。この状態が次の津軽暖流水が流入するまで続きます。

噴火湾の５月頃の80m層の水塊は親潮系水由来であることが分かっています。その下層には冬季噴火湾水が存在します。ここで、２月の80m層水温（冬季噴火湾水）、５月頃の80m層極小水温及び室蘭

沿岸の極小水温（親潮系水）（北大室蘭臨海実験所観測）の比較（図３）から、80m層極小水温が親潮系水の水温より高く、２月の80m層水温（冬季噴火湾水）よりも低いことが示されました。このことから、極小水温は親潮系水が冬季噴火湾水によって加温されることによって決定されることが分かりました。

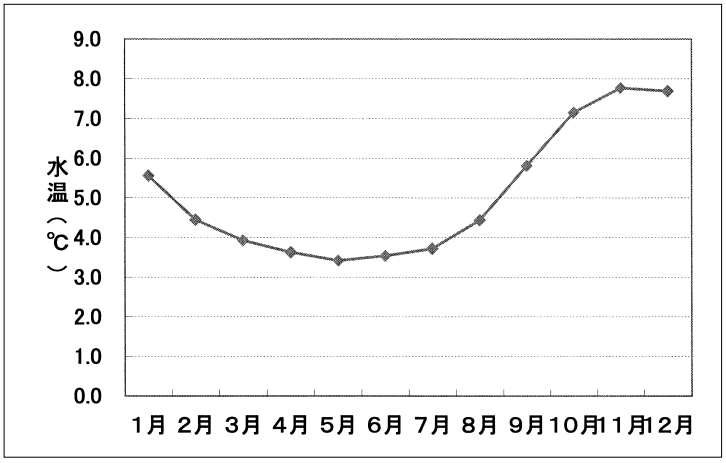


図２　噴火湾底層水温の月別平均推移（1985～2003年）
（資料：北大大学院水産科学研究科）

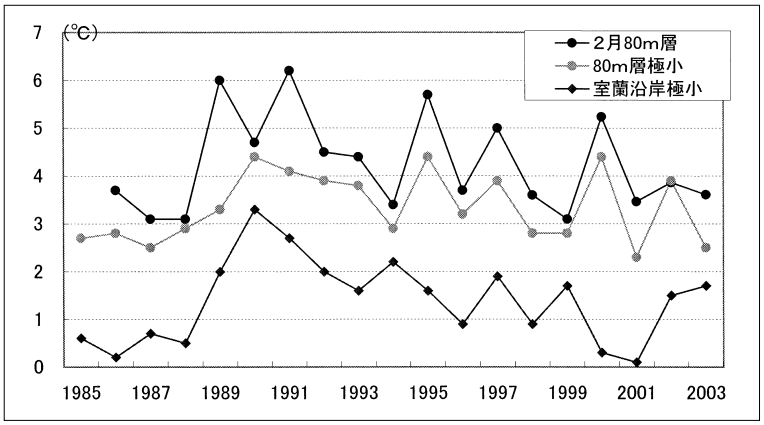


図３　２月80mの層水温、80m層極小水温及び室蘭極小水温の比較

【極小水温の予測】

噴火湾の海洋構造から、極小水温の形成には、冬季噴火湾水(津軽暖流水)、親潮系水及び冬季の北西季節風が大きく関わって関わっていることが推測されます。従って、これらの３要因について、現在得られている資料（データ）を用いて重回帰分析することにより、極小水温の予想を試みました。

（データ）

1.親潮系水の水温（室蘭沿岸の水温で代表）

2.冬季噴火湾水の水温（２月の80m層の水温で代表）

3.冬季の北西季節風（室蘭の10～２月平均気温で代表）

（重回帰式）

80m層極小水温＝0.84＋0.28×（２月80m層水温）＋0.44×（室蘭10～２月平均気温）

Ｒ２＝0.6841

この中で1.親潮系水の水温については相関が認められなかったため除外しました。重決定係数Ｒ２が0.68なので、この式は80m層極小水温を68％説明できていることになります。残りの32％はこの式に含まれていない情報や誤差ということになります。

この式によって得られた極小水温の推定値と実測値を比較しました（図４）。その結果、1990・91年において実測値と異なる傾向を示している他は、かなり近い値になっています。このことから、上記の式によってその年の80m層極小水温を予測できる可能性があると考えています。

この重回帰式により2004年の極小水温を予想すると3.5℃となり、2003年（2.8℃）を大きく上回ることが示されました（計算時点では、２月の80m層水温が不明でしたが、1986年から2003年までの同水温が3.1～6.2℃であることから、これを3.0℃として計算しました）。

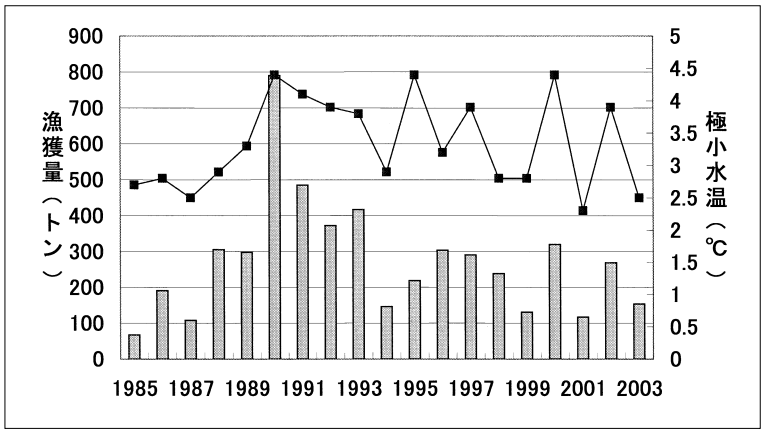


図４　80m層極小水温の実測値と予測値の比較

【トヤマエビの漁獲量予測】

前項の結果より、2004年の極小水温は2003年を上回ることが推測されました。そのため、2004年のトヤマエビ漁獲量は過去の極小水温の変動との類似性から、前年（2003年、154トン）よりも期待できるのではないかと予想されます。予想は２月までのデータを用いるため、春季漁期（３～４月）には無理ですが、秋季漁期（９～11月）には間に合うのではと考えています。

【最後に】

噴火湾における水温或いは冬季の気象と漁獲量の関係は、漁業者の経験則からスタートしています。ただ、水温といっても得られるデータは限られ、時期・水深の選定も確定していません。また、漁獲量や資源量との関係についてもそのメカニズムが分かっていない状態です。従って、今後はより精度の高い予測に向け、これらの課題を解決していく必要があると考えています。

（函館水産試験場　資源管理部　桒田　稔）

中田　淳　主任研究員のご逝去を悼む



中央水産試験場資源管理部　中田　淳主任研究員は、2004（平成16年）年４月18日札幌市の病院で逝去されました。享年48歳でした。

中田主任研究員は、1955（昭和30年）年８月８日札幌市にお生まれになり、1978（昭和53年）年北海道大学水産学部水産増殖学科を卒業され、1979（昭和54年）年に北海道立釧路水産試験場に赴任されました。漁業資源部漁業科の研究職員、函館水産試験場と中央水産試験場漁業資源部沖合科長、その後、稚内水産試験場資源管理部主任研究員を歴任され、2003（平成15年）に中央水産試験場資源管理部主任研究員として勤務されました。逝去されるまでの26年間、一貫して浮魚類の水産資源研究分野の研究に携わり、本道漁業の発展に寄与されてきました。とりわけ、スルメイカの資源生態研究では日本における代表的研究者として頭足類の国際シンポジウムにも参加し、スルメイカの耳石日周輪解析にも他に先駆けて行うなど多くの業績を上げられてきました。また、漁業現場にも精通し、漁業者への講演などでは持ち前の語り口と情熱で人気を博されていました。その人柄から多くの人に慕われまた頼りにされ、水産試験場にとってなくてはならない存在でありました。

2002（平成14年）年９月に赤血球等に異常があり札幌の病院に入院され、検査の結果悪性リンパ種とわかり６か月間入院されました。2003（平成15年）年３月に回復し、退院されました。４月には中央水試に転勤されましたが、４月半ばに再入院されました。その後、治療の効果があり10月に退院されましたが、職場復帰直前の11月にまた入院されました。

４月16日の「ご無沙汰でした。体調不良でヘコンダ毎日を送ってましたが、病名が悪性リンパ腫と確定診断され、明日より抗がん剤治療startとなりました。より適合した薬の使用に期待を抱いてます。まだまだ悪運強い中田」とのメールが最後となりました。17日より新たな治療が開始された直後の18日に容体が急変されました……。

今後の水産試験場の舵取りを託すべき人材を失ったことは大きな痛手であり、誠に残念でなりません。

ここに、中田主任研究員の生前のご功績をたたえ、心よりご冥福をお祈り申し上げますと共に生前、多くの関係各位から賜ったご厚誼に厚く感謝申し上げます。

（中央水産試験場）

編集　北海道立中央水産試験場図書出版委員会

委員長　高丸　禮好
委　員　渡辺　安廣　大槻　知寛　名畑　進一　大堀　忠志
　　北口　孝郎　高橋　玄夫　沖田　英継
事務局　榊原　　滋　太田　　基　畑谷　衣里

＊　　＊　　＊　　＊　　＊

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･栽培センターの広報誌です。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･栽培センターまでお寄せ下さい。

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

北海道立函館水産試験場室蘭支場
051-0013　室蘭市舟見町1－133－31
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

北海道立栽培漁業総合センター
041-1404　茅部郡鹿部町字本別539-112
電話　01372（7）2234
FAX　01372（7）2235

北水試だより　第66号

平成16年11月19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　株式会社おおはし