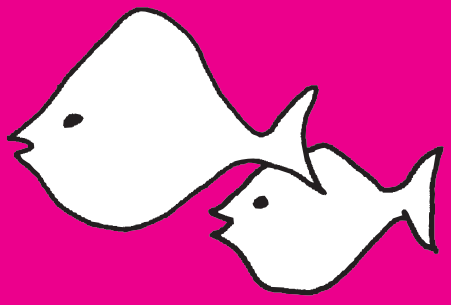
試される大地 北海道

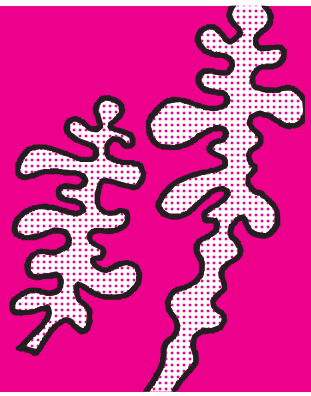
ISSN 0914－6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　次／北海道で発展を続ける栽培漁業……1

各水試発トピックス

農協で「海洋環境と魚類の消長」について講演……7

マナマコ人工種苗の食害防除技術について……8

各水試発トピックス

ケガニの先祖の話……14

資源管理・増殖シリーズ

根室半島周辺のクロガシラガレイ調査結果……15

水産工学シリーズ

石狩湾系ニシンの産卵藻場造成適地選定基準の策定……19

水産加工シリーズ

ニシンの高鮮度流通について－ニシンの刺身を食卓へ－…22

海洋環境シリーズ

「石狩湾海域生態調査」海洋観測結果から……25

各水試発トピックス

北海道で初！海洋深層水利用学会全国大会が羅臼町で開催されました……28

第76号

2008/3

北海道立水産試験場

北海道で発展を続ける栽培漁業

名畑進一

キーワード：栽培漁業、北海道、サケ、ホタテ、コンブ

はじめに

北海道の海岸線は全国の約９％（約3,000km）ですが、周囲に好漁場を擁しているため、2005年の海面漁業生産量は全国一の約25%（138万トン）でした。最近、国際的な漁業規制やイワシ資源水準の低下などにより、道の生産量は減少していますが、サケやホタテガイなど栽培漁業対象種の生産量は増えています。本文では北海道で発展を続けている栽培漁業の現状や問題点等を紹介します。

栽培漁業とは

「栽培漁業」という言葉は、最近は新聞等でも普通に使われていますが、最初に使われたのは1963年に発行された瀬戸内海栽培漁業協会の季刊誌「栽培漁業」です。その後、栽培漁業に対して色々な定義付けが行われてきました。最近は、「栽培技術を現存する生産の仕組みに導入し、栽培資源と天然資源を包括的に管理しながら、生産効果とその安定性の向上を目指す漁業の形態」(日本栽培漁業協会、1999年）と定義されています。また、栽培漁業を導入して包括的資源管理を行うという「資源計画」が新しい概念として提唱されています。

大変堅い話になりましたが、一般的には人間が魚介類の卵や幼生を一定程度の大きさまで育てた種苗を放流し、漁獲対象の大きさになってからとることを栽培漁業といい、サケ・マスの場合はふ化放流といいます。また、魚介類が育つすみ場を造成すること（漁場整備）や、生け簀や水槽などを用いて販売する大きさまで育てること（養殖業）も行われています。国では、これら下線で示した４施策を合わせて「つくり育てる漁業」と呼んでいます（図１）。

しかし、道では従来から栽培漁業は資源管理型漁業の一翼を担う漁業であり、「水産資源の種苗の生産から放流、漁場づくり、さらには養殖業を含めて漁獲までの間に水産資源の維持増大を図るために人為的管理を行うものである」(北海道水産業・漁村のすがた）としています。すなわち、国が位置づける「つくり育てる漁業」を、道では「栽培漁業」としてより広い意味で使っています。

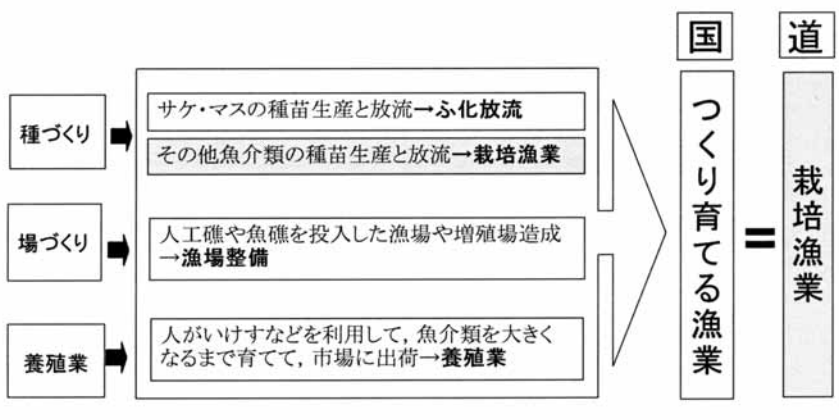


図１　国と北海道における栽培漁業のとらえかたの違い

北海道の海面漁業生産量の推移

道内の海面漁業生産量は資源減少などの影響から、20年ほどの間に約半分まで減少しました（図２）。一方、栽培漁業の生産量は倍増して、海面漁業全体に占める割合は約50%に達し、沿岸漁業に占める割合では数量・金額ともに約60%に達しています。なお、道が統計的に扱っている栽培漁業対象種は、図２の注釈に示した７種類です。

1985年と2005年の魚種別生産量の組成を図３に示しました。サケとホタテガイを合わせた生産量は、1985年には９%でしたが、2005年には40%まで増加しました。これにはイワシの大幅な減少の影響もあります。また、これらの生産金額は1985年当時でも29%を占めていましたが、2005年には45%を占めています。現在、栽培漁業が北海道の漁業の中軸を担っています。次に、北海道における栽培漁業の優等生とされているサケ、ホタテガイ、コンブについて、技術開発の歴史、経済効果、問題点等の概要を紹介します。

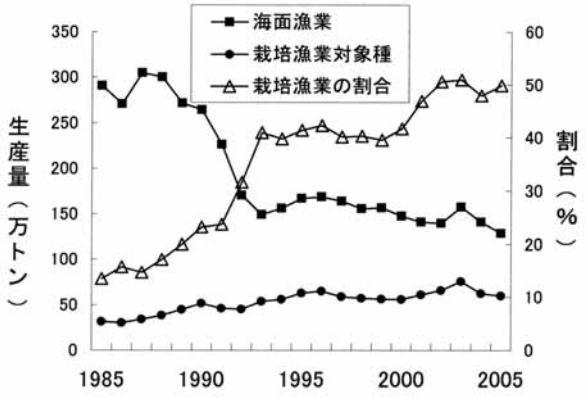


図２　北海道の海面漁業生産量と栽培漁業対象種の生産量及びその割合
栽培漁業対象種：サケ（沿岸のみ、マスを含む）、ヒラメ、ホタテガイ、コンブ、アワビ、カキ

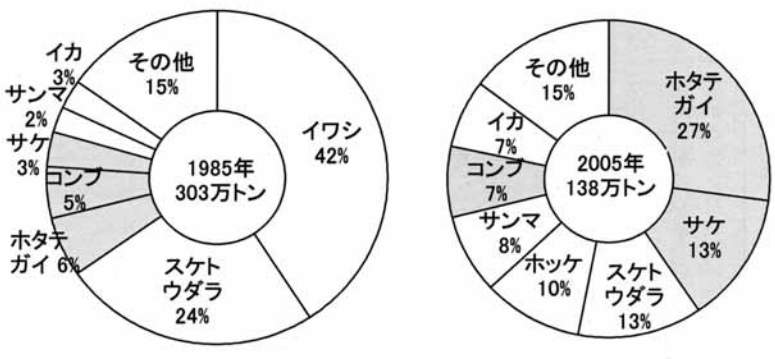


図３　北海道の海面漁業生産量の漁獲割合
コンブは生産量に換算した数値（換算歩留20%）

サケ（シロザケ）

千歳中央孵化場が1888年に建設されたことにより、道内におけるサケの本格的なふ化放流事業が始まりました。図４に示したように1980年以降は毎年約10億尾の稚魚を放流しています。これによって、年変動はありますが約５千万尾のサケが北海道に来遊し、2003年には沿岸の漁獲量が20万トンを超えました。現在の漁獲量は天然のサケに依存していた頃を遙かに上まわっています。

サケの栽培漁業は、放流した稚魚が漁獲サイズに達すると基本的に全て漁獲する一代回収型の典型ですが、1950年以前の回帰率は１%程度でした。回帰率向上のため天然稚魚の生態に着目して、約１ｇまで育てた稚魚を沿岸水温が５～13℃ の時に放流するなどの技術改良が行われました。その結果、現在の回帰率は３～６%に向上しています。サケは栽培漁業に市民権をもたらしましたが、現在に至るまでには約120年を要しています。

2002年度のふ化放流事業について、過去５か年の回帰率を平均4.8%、種苗生産経費を5.9円/尾、雄雌込みの魚価を287円/kg とした場合、経済回収率（＝回収金額/生産経費）は8.2でした。すなわち生産経費は約８倍で回収されたことになります。

サケの魚価は輸入品の増加や漁獲量の年変動などの影響から下落し低迷していましたが、数年前からやや回復しました。魚価は増殖事業の運営に大きな影響を及ぼしますので、安定化が望まれます。さらに、回

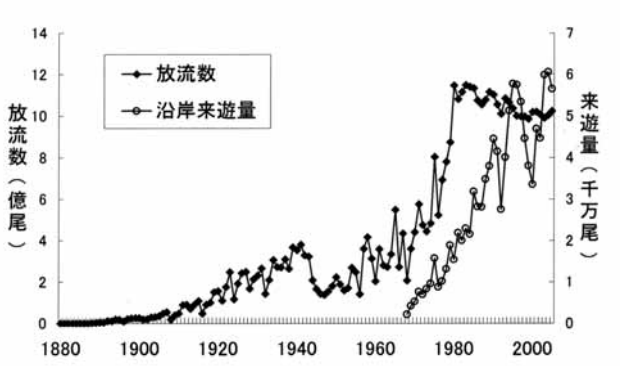


図４　サケ稚魚放流数と沿岸来遊量

帰する親魚の増加に伴い成熟年齢の高齢化や小型化がみられ、環境収容力が課題になっています。

これまで北海道のサケふ化放流事業は、水産庁北海道さけ・ますふ化場を中心に、道と民間組織が一体となって行ってきました。1997年以降は、国の機関の改組と独立行政法人化に伴い、サケの増殖事業と資源管理は道水産林務部が民間組織と協力して進めています。

ホタテガイ

ホタテガイの天然採苗は、1934年にサロマ湖で初めて行われました。1968年頃からタマネギ袋を用いた採苗が行われ、中間育成により稚貝を１年貝（殻高約４cm）まで育ててから放流するようになりました。さらに、ヒトデ類駆除を行うことにより、回収率が向上して生産の安定化が図られました。オホーツク海の地まき漁場での稚貝放流数

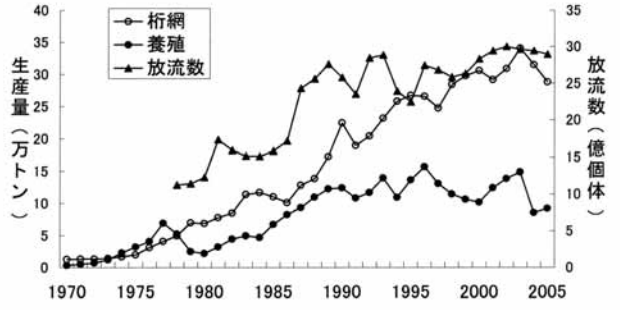


図５　ホタテガイの生産量と放流数

は、1970年以前には数千万個体で、生産量は数万トンでした。その後放流数は急激に増加して1978年には約11億個体となり、2000年台には30億個体に達しました（図５）。その結果、桁網による生産量は2003年に34万トンを記録しました。

2002年度の地まき漁業について、回収率を60～63%、放流種苗コスト（放流経費、操業経費を含む）を5.18～9.15円/個、価格を110～130円kg とした場合、経済回収率（＝回収金額/放流種苗コスト）は1.3～2.7でした。

ホタテガイの価格は、1989年以降、生産過剰等により下落し低迷していましたが、数年前からは時化による減産などでやや回復傾向にあります。価格は経済効果に直接影響するため業界の大きな問題になっています。また、ホーツク海では資源量の増大に伴って貝の小型化が問題となり、網走水試は生産計画の立案や資源量調査のため、「ホタテガイ地まき漁場におけるモニタリングマニュアル」(2006年）を作成しました。さらに、稚貝の形態異常（通称、足糸部異常貝：足糸湾入部の内面が着色した稚貝）が問題となり、2006年度から民間の協力を得て水試が調査を行っています。

ホタテガイの養殖は、噴火湾、日本海、サロマ湖等で行われています。生産量は1970年から増加し、1996年には15万トンを記録しました（図５）。しかし、貝毒による生鮮貝の出荷規制や、噴火湾では稚貝の採苗不良などの問題があります。

現在、日本のホタテガイの８割は道内で生産され、ホタテガイは北海道で最も生産量の多い魚種となりましたが、ここに至るまでには地まき漁業で約70年、養殖業で約40年の歴史があります。

コンブ（コンブ類）

コンブの漁場整備は、1863年に日高で行われた

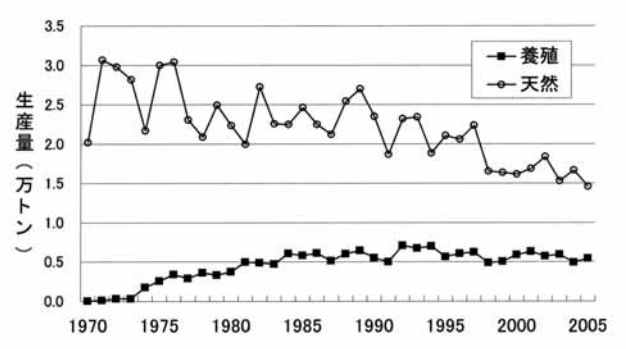


図６　コンブの生産量（乾燥重量）

自然石投入が始まりで，1880年には開拓使による雑海藻駆除の指導が行われています。1950年以降の事業をみると、自然石投入やコンクリートブロック投入、岩礁爆破が多く、1949年から1985年まで37年間のコンブ漁場整備事業費は171億円に達しています。しかし、投入物の散逸や砂中への埋没およびコンブの品質・着生不良などの問題がありました。近年、天然コンブは磯焼け域の拡大や雑海藻繁茂等の影響によって減産傾向にあります（図６）。なお、道東沿岸で行われている雑海藻駆除では、高い経済効果が報告されています。

コンブ養殖は、1949年に余市町の地先でトドマツの丸太にコンブの遊走子液を散布したところ、約１ｍのコンブが育ったことから、その可能性が初めて実証されました。1960年頃から水産庁北海道区水産研究所によってマコンブの促成養殖技術の開発が行われ、1970年頃から本格的な養殖生産が始まりました。最近は約５千トンの生産があり（図６）、渡島や利尻島では養殖コンブの生産量が天然を上回っています。

コンブ養殖は約40年の歴史があり、コケムシ類の付着や種苗糸の病害等の問題を乗り越えてきました。しかし、天然コンブとの価格差や漁業者の高齢化等の課題を抱えています。

その他の栽培漁業対象種

日本で栽培漁業の対象になっている主な魚種は85種ありますが、これらの多くは種苗生産や放流技術の開発段階であり、経済効果の把握に対する取り組みはまだ不十分です。道は第５次栽培漁業基本計画（2005-2009年度）に基づき、表１に示した15種を中心に、技術段階に応じた栽培漁業を展開しています。次に道内で、民間が100万個体上の種苗を生産し放流しているヒラメ、マツカワ、ニシン、エゾバフンウニの概要を紹介します。

ヒラメ種苗は北海道栽培漁業振興公社（以降、公社）の羽幌と瀬棚の事業所で生産され、1996年から毎年約220万個体（全長約80㎜）が日本海に放流されています。回収率は、1988年から行った試験放流では約10％でしたが、事業放流では２～４％と低迷しています。また、種苗生産単価が高く、魚価が下落傾向のため、一代回収型としてみた場合は十分な経済効果が得られていません。水

表１　北海道の第５次栽培漁業基本計画における対象魚種

事業推進種	技術目標	種苗放流数
ヒラメ	E→E	220万個体
マツカワ	D→E	116万個体
クロソイ	D→E	77万個体
ニシン（日本海）	D→E	200万個体
ニシン（湖沼性）	E→E	160万個体
ホタテガイ	F→F	29億個体
エゾアワビ	E→F	85万個体
エゾバフンウニ	E→F	5.3千万個体
キタムラサキウニ	E→F	620万個体

技術開発推進種	技術目標
マガレイ	B
クロガシラガレイ	A
ハタハタ	C
キツネメバル	B
キチジ	A
ケガニ	B
マナマコ	C

技術目標
A（新技術開発期）　：種苗生産の基礎技術開発を行う
B（量産技術開発期）：種苗生産の可能な種類について、種苗の量産技術の開発を行う
C（放流技術開発期）：種苗の量産技術の開発を行うとともに、放流による効果を得る上で、最も適した時期、場所、サイズ、手法の検討を行う
D（事業化検討期）　：対象種の資源量，加入量を把握し、資源に応じた放流数を検討するとともに、受益の範囲と程度を把握する
E（事業化実証期）　：種苗の生産・放流体制を整備した上で、放流による効果を実証し、経費の低減を図るとともに、効果に応じた経費の負担配分を検討する
F（事業実施期）　　：持続的な栽培漁業が成立する

試は「ヒラメ放流の手引き」(1995年)を作って指導してきましたが、経済効果を向上させるためさらなる技術開発を進めています。なお、2005年と2007年には種苗生産過程でウイルス性の魚病が発生するなどの問題も起きました。

マツカワは「幻の魚」と称され、天然魚はほとんど漁獲されなくなりました。しかし、人工種苗生産技術開発に伴う種苗放流試験によって、2007年には全道で約35トン（暫定値）が漁獲されています。栽培センター（現栽培水試）の開発した種苗生産技術は、公社伊達事業所へ移転が図られ、2006年からえりも岬以西太平洋海域に約100万個体（全長約80㎜）が放流されています。この大量種苗放流による漁獲目標は150トンです。道は全長35㎝ 未満のマツカワは海中還元を行うよう指導していますので、本格的な漁獲は2008年からとなります。今後、市場調査や放流調査を継続的に実施して、経済効果を一層向上させることが必要であり、水試は「北海道におけるマツカワ栽培漁業研究の現状」(2005年)を取りまとめました、また、民間の関係団体を中心に「王鰈(おうちょう)」のブランド名で、高級魚としてのイメージアップと流通の活性化を図る取り組みが展開されています。

石狩湾系のニシンは、1996年から道の「日本海ニシン増大推進事業」として、種苗生産・放流、産卵藻場造成、資源管理の３プログラムによる調査研究が行われてきました。2006年以降は、公社羽幌事業所で約200万個体（全長約70㎜）が生産され、中間育成した後に、積丹半島以北の日本海に放流されています。2003年放流群までの回収率は暫定で約２％ですが、この取り組み期間中に何度か卓越発生があったことや放流による産卵親魚の増加および漁業者の自主的資源管理の取り組みなどにより、資源は増大しています。水試は「ニシン種苗生産マニュアル」(2006年)を作成し、2008年度以降の種苗生産と放流は民間主導で行われます。

風蓮湖系のニシンは、1983年から日本栽培漁業協会厚岸事業場（現独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所厚岸栽培技術開発センター）が種苗生産に着手し、2000年から民間組織が100万個体以上の種苗を生産して風蓮湖に放流しています。漁獲量は試験放流後から増加傾向を示して1997年には600トンを超えました。しかし、最近は50トン前後で推移し、回収率も１％前後のため、今後さらなる栽培技術開発や資源管理が必要となっています。

エゾバフンウニの種苗生産技術は、1980年代前半に栽培センターで開発され、「エゾバフンウニ人工種苗生産の手引き」(1985年)と「同改訂版」(1992年)に取りまとめられました。その結果、2000年には道内24箇所の民間施設で、約7000万個体（殻経５㎜）の稚ウニが生産されました。1995年には、「エゾバフンウニ人工種苗放流マニュアル」(1995年）が作成され、オホーツク海北部を除く全道各地で放流が行われています。

2002年度において、おおづかみに見積もった経済効果は次のとおりです。太平洋側では主に小型種苗を放流して、殻経55㎜ 以上を漁獲対象としているため、多くの事例で投資効果指数（=漁獲金額/投資金額）が１を上回り、経済効果があるとされています。しかし、日本海から津軽海峡にかけてはカニ類等の食害を回避するため、中間育成を行って比較的大型の種苗を放流し、殻経45㎜ 以上を漁獲サイズとしているため、経済効果が認められた事例は約６割でした。十分な経済効果が得られていない地域では、今後中間育成や放流技術等

の改善によって経済効果を高めていく必要があります。

最近、栽培水試の研究によって、公社鹿部事業所の種苗を基準にすると、10.5円の種苗を１円下げて9.5円にするコスト削減技術が開発され、全道で約６千万円の節約が可能になりました。しかし、ウニ類は輸入が増えたため価格が大幅に下落していて、この点が十分な経済効果を得にくくしています。なお、道東では最近、篭を用いた養殖生産技術が確立しています。

養殖業

養殖の生産量は既に述べたホタテガイとコンブが多く、次にカキとアサリが続きます。魚類養殖は本誌75号で詳細に報告されましたので省略し、ここでは道が統計的に栽培漁業対象種としているカキ（マガキ）の概要を紹介します。

北海道のカキ養殖は1935年頃から始まりました。生産量は1990年頃から順調に増加し、2004年には864トン（15.5億円）で過去最高になりました。サロマ湖と厚岸湖での生産が多く、種苗は他県から購入していますが、1998年に厚岸町カキ種苗センターが建設され、貝を１個ずつ分離して篭で養成する「シングルシード」の養殖も行われています。最近は貝毒への対応が必須で、卵巣肥大症等新たな疾病対策も必要です。

今後の問題点

北海道の栽培漁業は、既に事業化されている魚種でも、これまで述べてきたように各種の問題点を抱えています。さらに今後は、魚病の伝播に対する注意が必要です。数年前にマスコミを賑わしたコイヘルペスウイルス病は、釧路川水系でも発生し、本州から移入した種苗からの感染が原因と考えられています。

このようなことがもしホタテガイで発生した場合には、甚大な被害と長期に及ぶ影響が想定されます。ホタテガイで特に危惧される病原体は、パーキンサス・クグァディという原虫（原生動物の仲間）です。1980年代に日本がカナダに輸出したホタテガイ稚貝が、この原虫によって大量斃死しました。このため道は数年前から関係漁協に外国産種苗の輸入禁止を指導するとともに、国に対して法律に基づく対応を要請しているところです。今後は移入も含めた防疫対策の強化が必要不可欠です。

栽培漁業では少数の親から大量の人工種苗を生産することが多いため、種苗の遺伝的多様性の確保が懸念されています。さらに、種苗の移殖に伴う遺伝的撹乱、単一魚種の大量放流による生態系への影響等多くの問題を抱えていて、今後は「責任ある栽培漁業」の展開が重要課題です。

おわりに

北海道で発展してきたサケ、ホタテ、コンブの栽培漁業は、長期にわたる技術開発と漁業関係者のたゆまない努力に支えられてきました。しかし、今後の栽培漁業では、最新の科学技術を駆使した迅速な技術開発と研究成果の早期還元が必要です。また、経済効果を明確にして、受益者による適切な費用負担体制を構築していく必要があります。

経済効果を維持するためには、「種苗生産経費の低減」、「回収率の向上」、「魚価の高値安定」などが必須の項目になります。特に、今後の栽培漁業の展開においては、生産過剰や輸入増加による魚価の下落と低迷を教訓として、水産資源を「商品」としてとらえる経済的視点と長期展望が必要と考えます。

栽培漁業がスタートした頃は、「種苗を放流すれば、増える」といった薔薇色の考えもあったようですが、たとえ増えても、経済効果が伴わなければその持続と発展は望めません。また、経済効果を得るまでには、技術開発等において一定程度の時間が必要です。したがって、絶滅危惧種など特別な場合を除くと、今ある資源を大切に維持管理していくことが先決と考えます。

本稿で用いた漁獲量等は主に北海道水産現勢と北海道水産業･漁村のすがた、回収率等は主に「平成14年度北水試資源増殖・水工部門研究者会議シンポジウム資料」を参考にしました。

（なばた　しんいち　中央水試資源増殖部
報文番号B2289）

各水試発トピックス

農協で「海洋環境と魚類の消長」について講演

ＪＡ新おたる仁木町とまと生産組合の畑中会長から、海の環境や資源動向は今どのようになっているのか講演して欲しいとの依頼があり、平成20年２月７日、仁木町にある新おたる農業協同組合大会議室で中央水試の研究者３名が講演しました。演題（講演者）は、「高水温化している日本海」（海洋環境部田中部長)、「スケトウダラ資源に与える高水温の影響」（資源管理部三宅主任研究員)、「河口域に堆積する落ち葉とクロガシラガレイの関係について」（水産工学室櫻井施設工学科長）でした。畑中会長のお話しでは、魚を原料としたぼかし肥料の使用や栽培に適した気候が、仁木町のトマトをおいしくしているそうです。しかし近年、肥料となる魚資源が減少していることや、仁木・余市の気象が変化してきていることが気がかりであるとのことでした。そのため、農家も海の環境や資源について関心を持ち、これからは山と海の連携を図る必要がある、と考えておられるとのことで、当日は80名近い参加者があり、関心の高さが伺えました。水産試験場にとっても、このような機会は水産関係者以外の方々にも日頃の研究成果を知っていただき、意見交換もできる良い機会となりました。

（中央水試企画情報室）





マナマコ人工種苗の食害防除技術について

酒　井　勇　一・近　田　靖　子

キーワード：マナマコ、シオダマリミジンコ、種苗生産、食害

最近のマナマコの単価高騰により（図１）、道内でのマナマコ資源に対する関心が高まり、道内の17機関で種苗生産への取り組みが始められています。

マナマコの種苗生産は、昭和52年に福岡県で開始され、以来本州を中心に進められてきました。しかしながら、水槽内に発生するシオダマリミジンコ*Tigriopus japonicus*など小型甲殻類による食害が安定生産への大きな障害であることもあり、特に本州西日本で多くの機関で種苗生産を断念しています。その一方で、単価が急上昇している北海道・東北地方では生産機関数が急増しています（図２）。

これまで、このシオダマリミジンコの食害を防ぐために、トリクロルフォンという有機リン系の化合物を主成分とする薬剤（水産用医薬品マゾテンなど）による駆除が行われていましたが、平成18年５月の薬事法の改正・強化により、マナマコの種苗生産にこれを使用することはできなくなりました（**この薬品ばかりではなく、現時点で放流用のマナマコ種苗に対して使用してもよい薬品はありません**）。

そこで、昨年から改めてこのシオダマリミジンコによる食害を防ぐために、まず、**①飼育水槽内に小型甲殻類を侵入させない方法**、そして**②侵入してしまった小型甲殻類を分離する方法**を検討し直しました。

今回は、検討結果と新たな技術を紹介します。

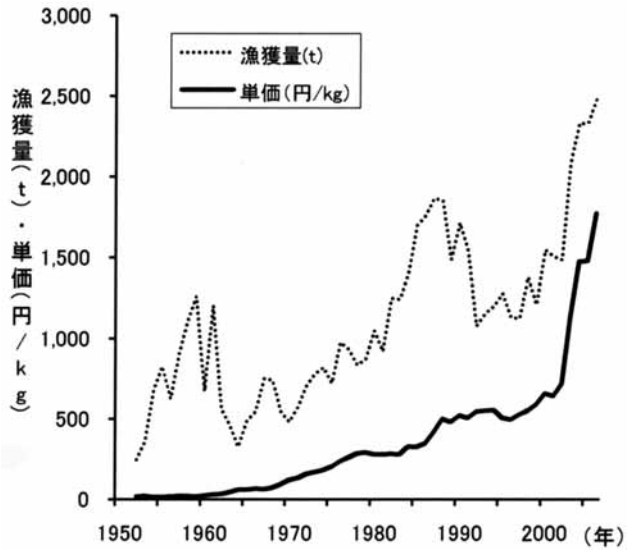


図１　北海道のマナマコ漁獲量と単価の経年変化

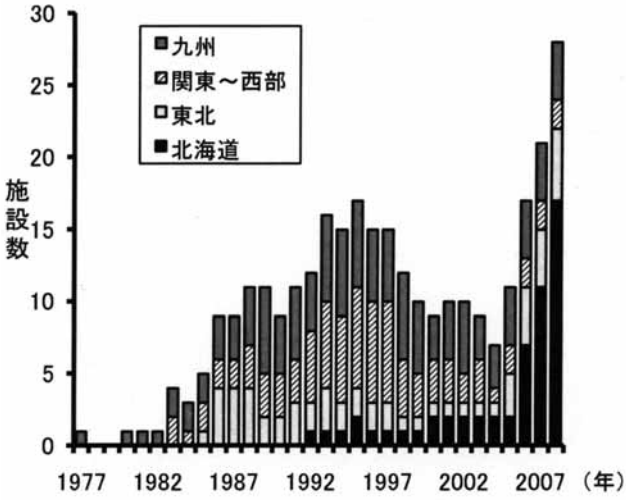


図２　全国のマナマコ種苗生産施設数

1977年～2005年は栽培漁業種苗生産，入手・放流実績（全国）より
2006年以降は水産部調査およびナマコ増殖研究会資料より

なお、現在このシオダマリミジンコを含むソコミジンコ類は、形態的特徴の他、DNA分析などにより判別する必要があるとも言われています。

本文中では稚ナマコの食害を確認したソコミジンコの仲間を、形態からシオダマリミジンコと判別して、以下の話を進めます。

①　飼育水槽内に小型甲殻類を侵入させない方法

ア　親ナマコからの侵入

親ナマコの体表にはワレカラなどの甲殻類が付着していることがあるため、通常採卵に用いるときにろ過海水で静かに体表を洗います。ただ、これまで小さいシオダマリミジンコについては詳しく検討してきませんでした。シオダマリミジンコは物の表面を匍匐(ほふく)するなどして生活しますが、後述するように、0.2%塩化カリウム海水溶液に１分程度漬けると、親ナマコの体表などから剥がれやすくなります。これを利用して産卵を誘発する延べ118個体の親ナマコを0.2%塩化カリウム溶液に浸けて体表に付着している小型甲殻類を集めてみると、6,809個体ものシオダマリミジンコと24個の卵塊(１つの卵塊は平均100個の卵から出来ています)、そしてシオダマリミジンコ以外にもワレカラやウミミズムシなど24個体の甲殻類が取れました（表１)。

次にこうして体表を洗って、小型甲殻類を除去した88個体の親ナマコを、改めてろ過海水で洗ったところ、表２のようにまだ72個体のシオダマリミジンコが取れました。さらにこれらを１個体ずつ15Lの水槽に収容して、産卵を促し放卵した♀５個体の水槽水にシオダマリミジンコがいるかどうかを確認するため、卵ごと200μmの篩でろ過してみました。卵は平均150μmですので多くはこの篩をすり抜けますから、大きいシオダマリミジンコがいれば篩(ふるい)で確認できます。この結果、まだ数個体のシオダマリミジンコの成体が取れてしまいました（表3)。つまり、体表を軽く洗ったり、塩化カリウム溶液に浸漬して体表にいるシオダマリミジンコを除去したつもりでも、結局マナマコの受精卵にシオダマリミジンコを侵入させてしまった事になります。

イ　採苗基質からの侵入

育成した稚ナマコはウニやアワビと同じように波板に採苗します（写真１)。この際、ウルベラ *Ulvella lens* と呼ばれる盤状緑藻や、天然珪藻類が付着していたほうが、稚ナマコを採苗しやすいことが分かっていますので、波板上にあらかじめ

表１　塩化カリウム溶液で親ナマコの体表から分離したシオダマリミジンコ個体数

	親ナマコ個体数	シオダマリミジンコ			その他甲殻類
		携卵個体	成体	卵塊	
A群	30	981		0	0
B群	41	171	1,818	21	15
C群	47	23	3,816	3	9

その他の甲殻類はワレカラとウミミズムシの仲間
A群のシオダマリミジンコは携卵個体と成体を分けずに計数

表２　親ナマコの体表を洗浄したろ過海水中に混入したシオダマリミジンコ個体数

	親ナマコ個体数	シオダマリミジンコ			その他甲殻類
		携卵個体	成体	卵塊	
B群	41	4	40	1	1
C群	47	1	27	0	0

その他の甲殻類はワレカラとウミミズムシの仲間

表３　受精卵の200μmメッシュろ過残留物

	シオダマリミジンコ	
	携卵	成体
A群	0	1
B群－1	1	1
B群－2	0	3
B群－3	1	1
B群－4	0	0

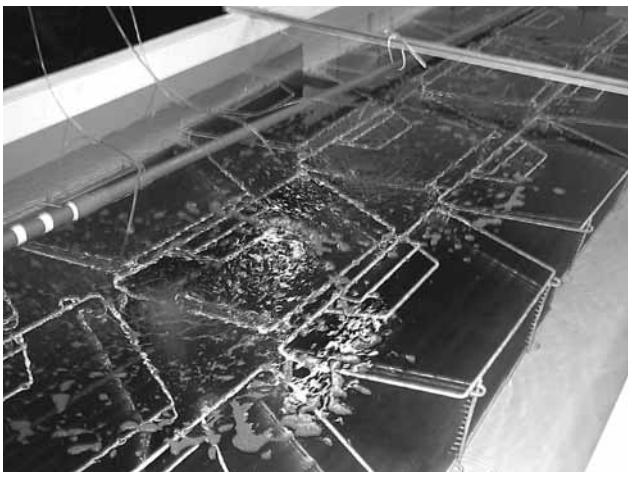


写真１　採苗用の波板を収容した水槽

これらを繁茂させておきます。ところが、この波板上にシオダマリミジンコも繁殖し、ここから飼育水槽に侵入することがあります。これを防ぐ方法として、波板の淡水浴を考えました。孵化後のシオダマリミジンコは淡水（水道水）に数分漬けるだけで死んでしまいますが、卵は２時間以上淡水に漬けなければ孵化してしまいます(図３)。そこで、採苗に用いる波板などの基質を、２時間以上淡水浴することで、基質からの浸入を防除できると考えられます。

ただしあまり長く淡水に浸けすぎるとせっかく繁茂させた珪藻類なども枯れてしまいます。先述のようにふ化後のシオダマリミジンコは数分淡水に浸けただけで死んでしまうので、１回目の淡水浴で卵以外を殺し、生き残った卵から孵化する個体をねらって1週間後にもう一度淡水浴をする(20℃ で1週間程度すれば卵が孵化するため）という方法も検討しました。

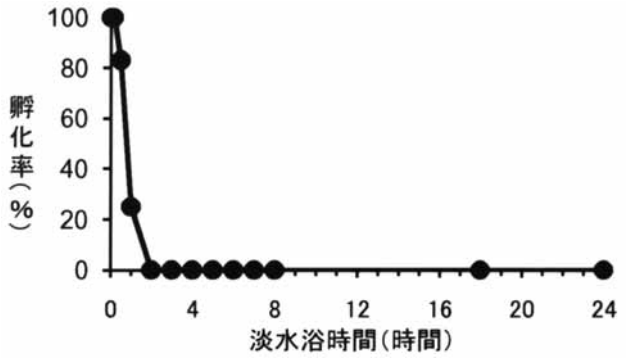


図３　基質の淡水浴時間とシオダマリミジンコの卵孵化率の関係

ウ　飼育水からの侵入

シオダマリミジンコの卵径は50μmです。ふ化した個体は12回の脱皮を行い全長２ミリの成体になりますが、飼育海水を50μm以下の目合いのフィルターで濾過することでこの侵入を防除できると考えられます。

エ　実証試験の結果

実際にこれらの方法を組み合わせて稚ナマコ飼育水槽への侵入防除を試した結果を表４に示しました。どの組み合わせでも２週間もするとシオダマリミジンコが繁殖してしまいました。また、海藻粉末を付着させ、シオダマリミジンコの繁殖を防いだ波板上でも発生してしまいました。ただし、

表４　シオダマリミジンコの侵入防除策と発生状況

親産地	回生	親KCL処理*	基質	水槽数	水容積(t)	淡水浴**	飼育水***	換水	コペ発生の有無**** 1週間以内	コペ発生の有無**** 2週間以内
室蘭	1回生	×	天然珪藻	6	0.1	3時間	0.45μm	週1回	×	○
		×		2	2.5		50μm	5換水/日	○	○
		×					50μm	週1回	○	○
	2回生	×	天然珪藻	3	2.5	2時間	50μm	週1回	○	○
		×	リビック	4	0.1	×	0.45μm	週1回	○	○
	3回生	×	天然珪藻	1	2.5	2時間	5μm	週1回	○	○
	4回生	○	天然珪藻	1	2.5	10分/10分	5μm	週1回	×	○
							50μm		×	○
							50μm	1換水/日	○	○
豊浦	1回生	○	天然珪藻	1		2時間	50μm	週1回	○	○
			リビック	1	2.5	×	50μm	週1回	○	○
			天然珪藻	1		2時間	5μm	週1回	○	○
				5	0.1	2時間	0.45μm	週1回	○	○
宗谷	1回生	×	天然珪藻	1	2.5	2時間/10分	50μm	週1回	×	○
	2回生	○	天然珪藻	1	2.5	10分/10分	5μm	週1回	○	○
							50μm		○	○
							50μm	1換水/日	○	○

*:親ナマコを0.2%塩化カリウム海水溶液に浸してシオダマリミジンコを除去
**:基質を水道水で淡水浴した時間を示す。10分/10分は使用1週間前に10分間の淡水浴をした後、使用直前に再度10分間の淡水浴をしたことを示す。
***:飼育水のろ過径(フィルターサイズ)を示す
****:波板の目視観察でシオダマリミジンコを確認した結果を示す

こうした対策により最初の侵入個体数を減らし、大発生を遅らせる効果は期待できます。

②　侵入した小型甲殻類を分離する方法

ア　塩化カリウム溶液に麻酔剥離と篩い分け

稚ナマコ育成水槽内でシオダマリミジンコが発生してしまった場合、これらが稚ナマコを育てている波板上で匍匐(ほふく)・繁殖するため、この波板から効率的に分離する必要があります。稚ナマコはできるだけ波板に付けたままで、シオダマリミジンコだけを落とすことができれば水槽管理が楽になります。そこで、塩化カリウムを使って、稚ナマコとシオダマリミジンコの剥離効果を調べました。この結果、0.2%濃度の塩化カリウム海水溶液に１分程度浸けると、シオダマリミジンコは波板から剥離しやすく、稚ナマコは８割程度波板に付いたまま残ってくれることが分かりました（図４）。

次に、波板から落ちてしまった稚ナマコとシオダマリミジンコを篩い分ける事を考えました。500μmの目合いであれば、最も大きいサイズである成体のシオダマリミジンコまで振るい分けることができます。

稚ナマコの方は、体長800μm以上に成長したものなら網の上に残すことができます（図５）。

写真２に示したように水槽の波板を措置すれば、水槽に増殖したシオダマリミジンコを除去して食害を防ぐことができます。

ただしこの方法では、①塩化カリウムを使う際に獣医師の診断を仰がなければならず（その際使用できるのは日本薬局方の塩化カリウムです)、②水槽交換などの作業が大きな負担であり、③稚ナマコが体長800μm以上に成長しなければ利用できない（これ以下の稚ナマコは網目の下に落ちてしまい、せっかく分離したシオダマリミジンコと混ざってしまいます）という問題があります。

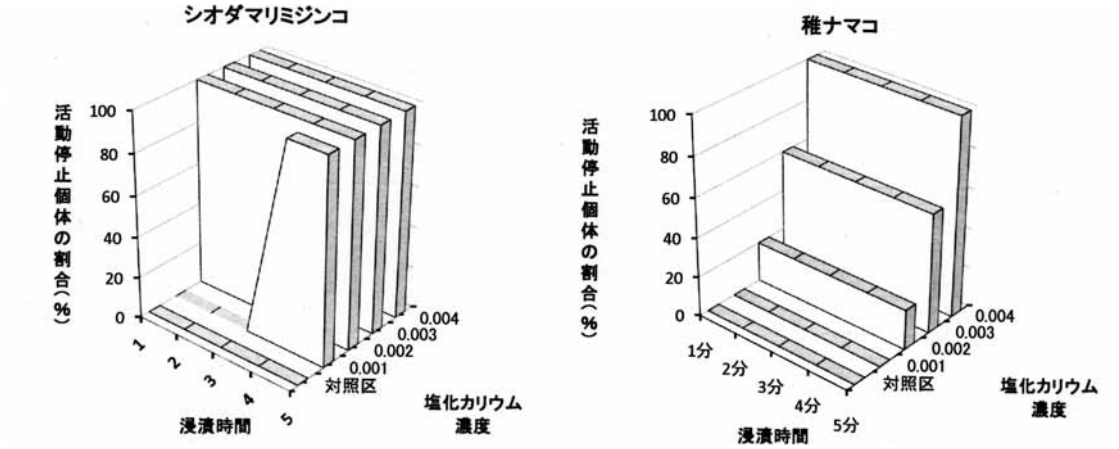


図４　塩化カリウム濃度別のシオダマリミジンコ（上図）と稚ナマコの剥離効果

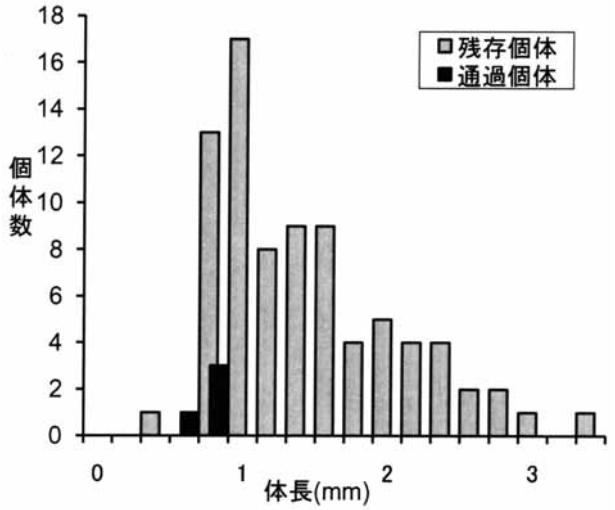


図５　500μm篩に残存した稚ナマコと通過した稚ナマコの体長組成

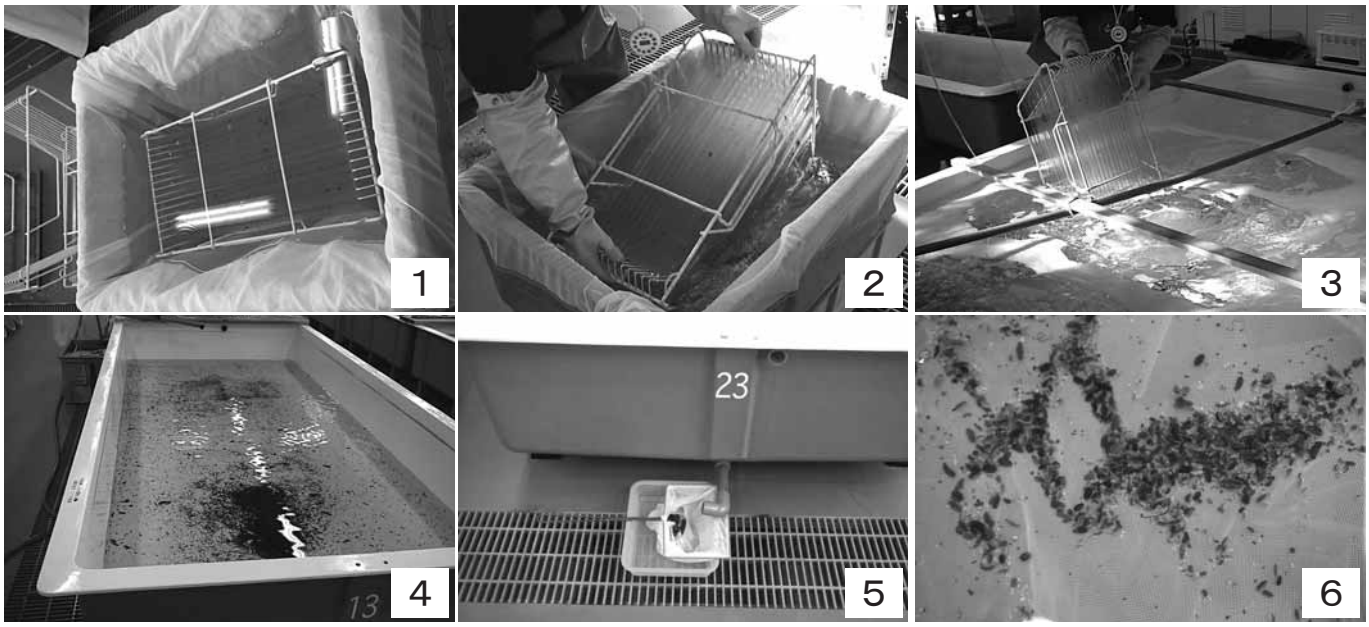


写真２　塩化カリウムを利用した小型甲殻類の剥離分離

① 0.2%塩化カリウム海水を入れた水槽に500μm目合いの網を張り、波板をホルダーごと設置
② およそ１分後、この網の中で波板をよく振り麻痺したシオダマリミジンコを振り落とす
③ 50μm以下の濾過海水を満たした新しい水槽に移動
④、⑤ 水槽内に残った稚ナマコを回収
⑥ 回収した稚ナマコと混在するシオダマリミジンコを塩化カリウム溶液中で分離

イ　飼育水の循環濾過によるシオダマリミジンコ除去

シオダマリミジンコの密度が食害に及ぼす影響を把握するため、1 mL容積（表面積21.2㎠）の容器に１個体、10個体、20個体のシオダマリミジンコの携卵個体（卵を抱えている成体）を入れ、着底直後の0.5mmの稚ナマコ、または着底から１ヶ月程度たった体長5.0mmの稚ナマコを１個体ずつ一緒に収容しました。この稚ナマコの１週間後の生き残りを調べた結果が図６です。0.5mmの稚ナマコも5.0mmの稚ナマコも、シオダマリミジンコの密度が低い場合は食害を受けず、これが10個体以上の密度になると食害を受けることが分かります。

そこで、稚ナマコ育成水槽中に発生したシオダマリミジンコすべてを除去するのではなく、この密度を低くして食害を防ぐことを考えました。水槽をよく観察すると、波板上や水槽壁にいるシオダマリミジンコは比較的頻繁に水中を泳ぎまわって移動しています。一方、稚ナマコは壁面や波板に付着して水中に浮遊することはほとんどありません。そこで、稚ナマコ育成水槽に揚水ポンプを設置して飼育水をくみ上げ、この排水口に目合い45μmのプランクトンネットを張ります(この目合いなら孵化直後の個体まで濾し取ることが出来ます)。水中に泳ぎまわるシオダマリミジンコを飼育水とともにくみ上げて、ネットで濾し取り、海水は元の水槽に戻します。

我々が使用している2.5ｔ水槽の場合、この

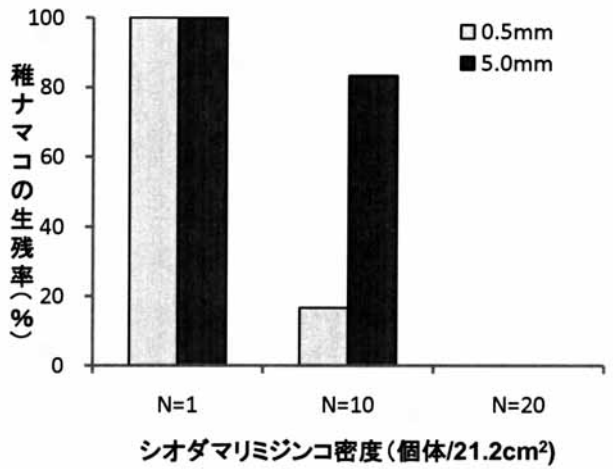


図６　シオダマリミジンコ密度と稚ナマコの生残率

10L/分程度の小型ポンプ１基で多いときには1日に36万個体ものシオダマリミジンコを除去できました（図７）。

表５に水産用医薬品マゾテンで水槽内のシオダマリミジンコを除去していたときの生残率と、今回開発した飼育水の循環ろ過による方法を比べています。薬品によりシオダマリミジンコを除去する場合は、孵化以降のシオダマリミジンコは殺せますが、水槽内に残った卵はその後孵化して増殖してしまうため、水槽換えなどの作業が必要でした（これは、塩化カリウムを使って水槽内のシオダマリミジンコを分離する場合も同じです)。栽培水試の場合、頻繁にシオダマリミジンコが発生するため、使用していた10水槽で、6か月でのべ162回もの水槽換えを行っていました。また、シオダマリミジンコは、孵化直後の50μmという極小さいサイズから稚ナマコを食害しますが、これは人の目でとても見えるものでは在りません。1日に何回も水槽を観察して、薬浴のタイミングを

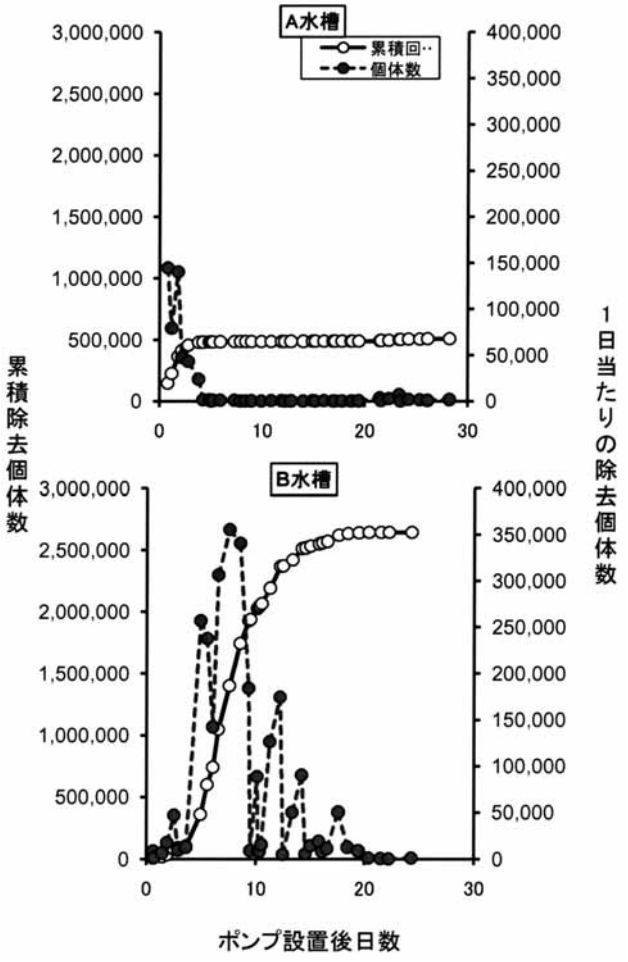


図７　揚水ポンプによる水槽内のシオダマリミジンコ除去個体数

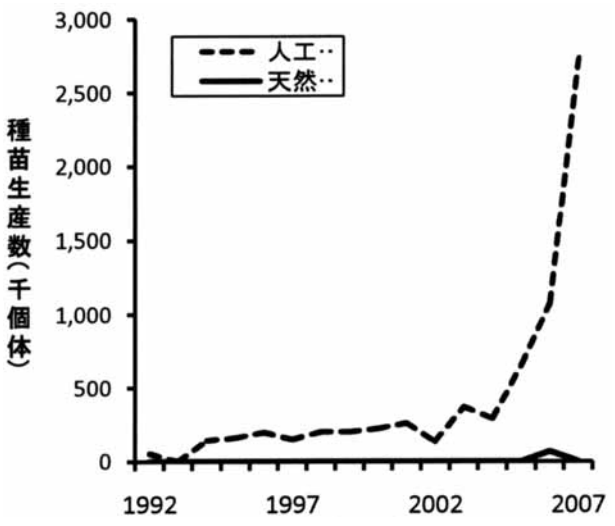


図８　道内の種苗生産数の推移
2005年以降の数値は道水産林務部調査結果より

計るという細かい観察が必要でした。さらに獣医師の診断により薬品の使用許可を得なければなりません。

この飼育水の循環ろ過法ならば、こうした水槽替えも細かい観察も、そして獣医師の診断も不要になります。ただしこの方法は平成19年7月末に始めたばかりの方法で、まだまだ改良の余地もあり、さらに多くの水槽での検証も必要です。

今後もこうした技術改良を繰り返し、できるだけ大きい種苗を、できるだけ短い期間で、できるだけ多く、できるだけ簡単に生産できるように工夫を重ねていきます。

表５　栽培水試で実施した試験採苗結果と小型甲殻類の除去法別の作業性

年度	小型甲殻類の除去方法	稚ナマコ 生残率	稚ナマコ 初期育成期間	稚ナマコ 日間成長量*（μm/日）	飼育水槽数	のべ水槽換え頻度
H18年度	マゾテン薬浴	86%	165日	41.2	10	162
H19年度	飼育水循環ろ過	90%	116日	64.4	4	0

H18年度の数値は全体平均、H19年度は11月までに飼育試験を終了した水槽の平均値を示す
*:初期育成終了時の平均サイズを育成日数で割り返した平均値を示す

同時にこうした技術改良で、道内のマナマコ人工種苗の生産数は今後増えてくると考えられます（図８）。

今後はこうした種苗をいつ、どこに、どのようにして放流することが、資源増大や資源の維持に効果的であるかを急いで検討していくつもりです。

（さかい　ゆういち・こんだ　やすこ
栽培水試生産技術部　報文番号B2290）

各水試発トピックス

ケガニの先祖の話

ケガニが属するクリガニ科で現存するのは、ケガニ、クリガニとトゲクリガニの、わずか２属３種のみです。しかし、ケガニの先祖にあたる化石種は、新生代第三紀の始新世中期（およそ4,860万年～3,800万年前）から漸新世（およそ3,370万年～2,380万年前）にかけて現在までに２属13種が知られています。これら化石種の産出地をみると、ヨーロッパ、北アメリカ大陸、北アフリカで、これらの種は、当時存在していた、テチス海が起源だと思われます。始新世から漸新世にかけては、非常に温暖な気候でしたので、意外なことにケガニの先祖は暖海性種ということになります。漸新世のつぎの中新世(2,300万年～500万年前)からは、地球の寒冷化が始まり、160万年～1万年前の更新世には氷河期を迎えます。寒冷化にともない、ケガニの先祖のほとんどの種が絶滅しましたが、たまたま低水温に適応できたケガニ属とクリガニ属だけが、現在まで生き残っているのでしょう。残念なことに、寒冷な気候になってからのクリガニ科の化石は発見されておらず、ケガニの直接のご先祖様はまだ知られていません。もしかしたら、あなたのそばの石の中に眠っているかも知れませんよ。

（栽培水試調査研究部 佐々木 潤）

化石種を含めたケガニの仲間のリスト

Superfamily CHEIRAGONOIDEA Ortmann, 1893
クリガニ上科
Family Cheiragonidae Ortmann, 1893 クリガニ科
Genus Erimacrus Benedict, 1892　ケガニ属
　Erimacrus isenbeckii (Brandt, 1848)　ケガニ
（北東大平洋～日本海；現生種）
Genus Telmessus White, 1846　クリガニ属
　Telmessus acutidens (Stimpson, 858)ﾄｹﾞｸﾘｶﾞﾆ
（日本海；現生種）
　T. cheiragonus (Tilesius, 1812)　クリガニ
（東大平洋～日本海；現生種）
†Genus *Montezumella* Rathbun, 1930　ﾓﾝﾃﾞｽﾒﾗ属
　†*Montezumella amenosi* Vîa, 1959
（スペイン；始新世中期）
　†M. *casayetensis* Rathbun, 1937
（パナマ；漸新世後期）
　†M. *eichhorni* Schweitzer & Salva , 2000
（ワシントン州，アメリカ；始新世後期）
　†M. *elegans* (Lörenthey, 1929)
（ハンガリー・イタリア；始新世後期）
　†M. *fraasi* (Lörenthey, 1909)
（エジプト；始新世中期）
　†M. *lamiensis* Rathbun, 1934
（フィジー；中新世）
　†M. *microporosa* Portell & Collins, 2002
（フロリダ州，アメリカ；始新世後期）
　†M. *pumicosa* Beschin, et al., 2002
（イタリア；始新世）
　†M. *rutherni* Van Straelen, 1934
（ボナール，カリブ海；始新世後期）
　†M. *scabra* Quayle and Collins, 1981
（イギリス・イタリア；始新世後期）
　†M. *tubulata* Rathbun, 1930
（メキシコ；始新世後期）
†Genus *Stintonius* Collins, 2002　ｽﾃｨﾝﾄﾆｳｽ属
　†*Stintonius markgrafi* (Lörenthey, 1909)
（エジプト；始新世）
　†S. *subovatus* (Quayle & Collins, 1981)
（イギリス；始新世）

資源管理・増殖シリーズ

根室半島周辺のクロガシラガレイ調査結果

キーワード：クロガシラガレイ、北海道、根室、漁獲量、耳石、年齢

１　はじめに

クロガシラガレイは北海道で広く漁獲され、根室半島周辺では、半島の北の根室海峡側と、南の太平洋側で多く漁獲される重要魚種です。2004年にこの海域のクロガシラガレイの漁獲量が落ち込んだことから、現地の要望を受けて、クロガシラガレイの漁業と資源の実態を把握する調査を始めました。調査は、根室市、根室市内関係漁業協同組合、根室地区水産技術普及指導所と共同で実施しました。ここでは、その調査結果を紹介したいと思います。

なお、クロガシラガレイによく似たクロガレイも混じって漁獲されますが、量が少ないので、ここでは区別していません。

２　調査の概要

調査は2005年～2007年の３年間行いました。まず漁獲量を詳しく調べました。次に漁獲されているクロガシラガレイの生物測定を行い、全長、体重、年齢などを調べました。そして、これらのデータから、何歳の魚を多く漁獲しているのか、何年生まれの魚を多く漁獲しているのかを解析しました。

３　漁獲量から分かったこと

図１に根室市のクロガシラガレイ漁獲量の経年変化を示しました。漁獲量は５年～９年の間隔で増減を繰り返していました。1993年以前は２千トン前後まで増えた年もありましたが、1994年以降は千トン以下で変動していました。近年では、2002年～2004年に続けて漁獲量が減少しましたが、2005年、2006年と漁獲量は再び増加しました。2007年は集計中ですが、2006年を下回る見込みで

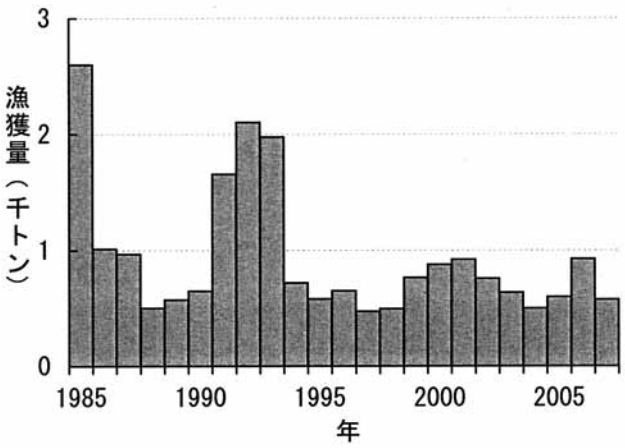


図１　根室市のクロガシラガレイ漁獲量の経年変化（2007年は9月までの集計値）

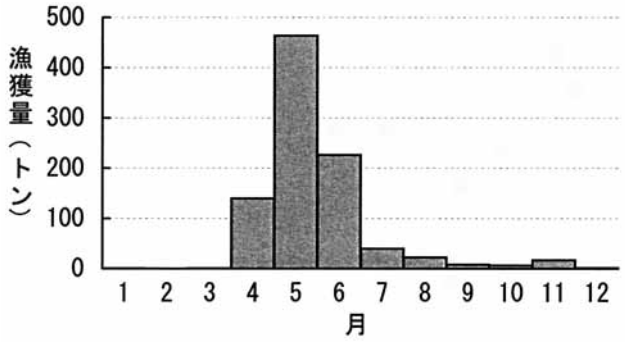


図２　2006年の根室市のクロガシラガレイの月別漁獲量

す。

図２に2006年の月別漁獲量を示しました。クロガシラガレイはほぼ周年漁獲されていましたが、４月～６月の３か月間の漁獲量が特に多くなっていました。他の年でも同じ傾向がみられました。

この海域のクロガシラガレイは約９割が刺網で漁獲されます。漁獲されたクロガシラガレイは細かい銘柄に分けられて市場に並べられます。まず卵を持っている「有（あり）」と、卵を持っていない「抜(ぬけ)」の２つに分けられ、次に全長によって「特大、大、中、小、SS、Ｐ」などに分けられます。有とは産卵前もしくは産卵中の卵を持った雌のみを指し、抜は未熟または産卵後の卵のない雌とすべての雄を指します。

図３に主漁期である４月～６月の漁獲量を一週間ごとに有と抜に色分けして示しました。漁獲量は４月に徐々に増加し、５月の大型連休の時期に一度減少しますが、５月中旬にピークを迎え、その後６月末まで徐々に減少していました。また、有と抜を比べると、４月は有の方がやや多く、５月はほぼ半々、6月は抜の方が多くなっていました。これは、漁期前半には卵を持っていた有の雌が、漁期が進むにつれて産卵を終えて抜に変わっていくためであると考えられました。この海域のクロガシラガレイの産卵期は、有が確認される４月～６月、その盛期は有の漁獲量がピークを迎える５月中旬頃と考えられました。

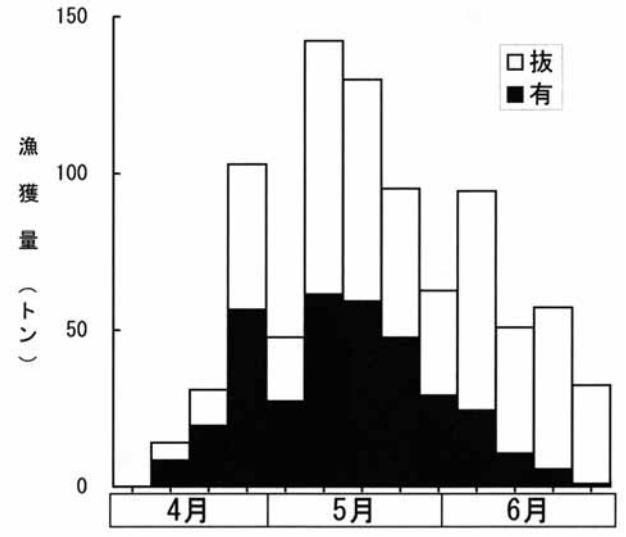


図３　2006年の根室市におけるクロガシラガレイの主漁期の週別銘柄別漁獲量

図４に2006年の銘柄別の漁獲量を示しました。SSとＰは全長250㎜未満、小が250～300㎜、中が300～370㎜、大が370～450㎜、特大が450㎜以上と決められています。全長とは、口の先端から尾びれの先端までの長さです。全長による銘柄では中が一番多く、次いで小、大の順でした。市場での１kg当たりの価格は中が一番高く、その次が小になっているので、うまい具合に単価の高い大きさの魚を多く捕っていることが分かります。

４　生物測定から分かったこと

盛漁期の５月中旬に漁獲された銘柄別のクロガシラガレイの全長、体重などを測定し、さらに魚の頭から耳石を取り出して年齢を調べました。

図５に全長と体重の関係を示しました。

全長と体重のおよその関係は、全長250㎜で体重200g、300㎜　で400g、350㎜　で600g、400㎜　で1,000g（１kg）でした。それぞれの銘柄のおよその体重は、SSとＰが200g、小が300g、中が600g、大が1,000g（１kg）でした。SSとＰの体重を基準

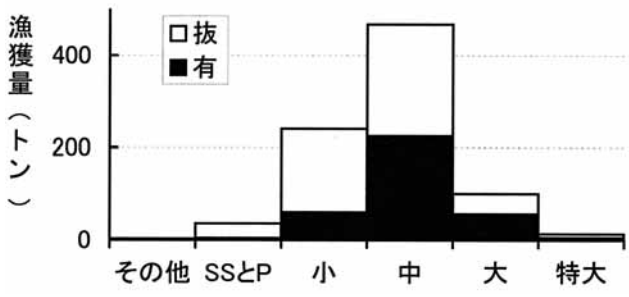


図４　2006年の根室市におけるクロガシラガレイの銘柄別漁獲量

にすると、小は約1.5倍、中は約３倍、大は約５倍の体重でした。

図６に2006年に根室半島の北の根室海峡側で漁獲されたクロガシラガレイの主な銘柄の全長組成と年齢組成を示しました。上から有の大、中、小、抜の大、中、小で、それぞれ左が全長、右が年齢の図です。有はすべて雌で、抜は雌と雄が混じっています。

全長をみると、大、中、小の大きさにきちんと選別されていることが分かります。しかし、年齢をみると、大は４歳から16歳までばらついていますが、中と小はほとんどが４歳でした。漁獲量は中が一番多く、次いで小、大の順番なので、2006年に根室海峡側で漁獲されたクロガシラガレイは４歳が多いという結果になりました。

なお、太平洋側で漁獲されたものも同じように年齢などを調べました。

５　年齢別漁獲尾数の推定結果

以上の結果から、根室市内で４～６月に水揚げされた銘柄別の漁獲箱数と漁獲尾数を計算し、年齢別漁獲尾数を算出しました。このような分析をすることで、何年に生まれた何歳の魚を多く漁獲していたのかが分かります。図7に2005年～2007年の３年間の結果を示します。

2005年に漁獲されたのは、2001年生まれの３歳が最も多く、次いで2000年生まれの４歳、1996年生まれの８歳の順でした。それ以外の年に生まれた魚はわずかしか漁獲されていませんでした。

2006年に漁獲されたのは、4歳になった2001年生まれが大部分を占め、その他では9歳になった1996年生まれがやや多くなっていました。

2007年では、5歳になった2001年生まれに加えて、

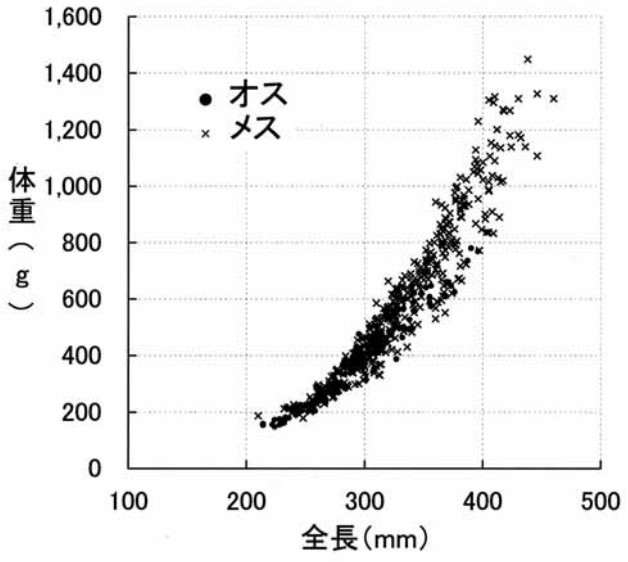


図５　根室市で漁獲されたクロガシラガレイの全長と体重の関係

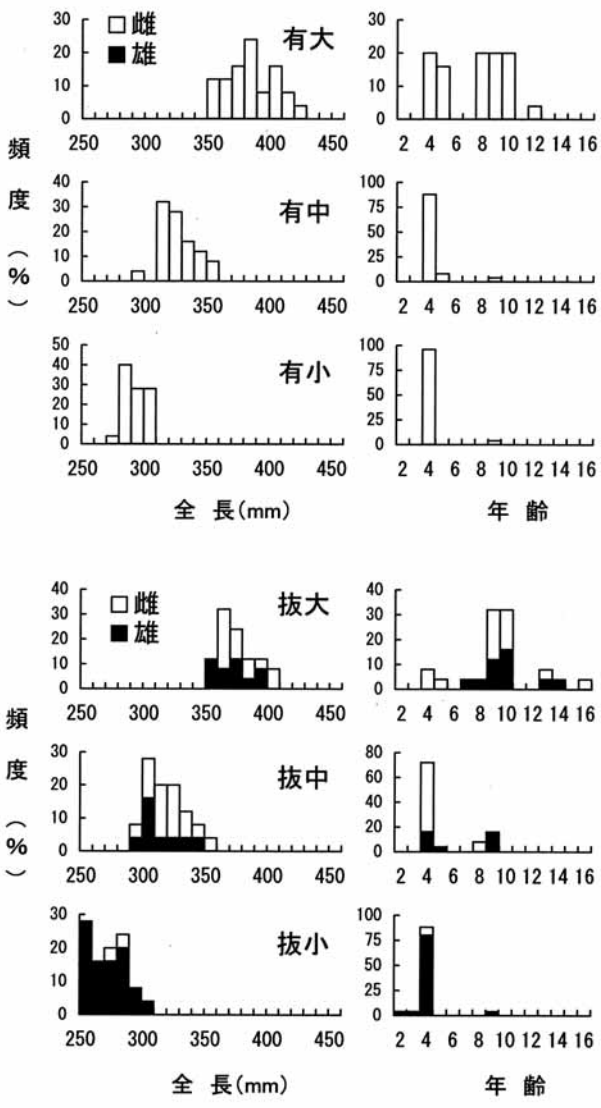


図６　2006年5月に根室海峡側で漁獲されたクロガシラガレイの銘柄別全長組成と年齢組成

2004年生まれが2歳になって初めて多く漁獲されていました。

３年間の漁獲尾数の変化をみると、この海域のクロガシラガレイは、２歳から漁獲され始め、３歳から４歳で多く漁獲され、その後は年ごとに漁獲尾数が減っていくパターンがあるようです。

ある年に生まれた魚たちをその年の「年級群（ねんきゅうぐん）」と呼びます。３年間の漁獲尾数の変化をみると、2001年生まれや1996年生まれのような資源量の多い年級群は、数年続けて漁獲の主体になってきたことが分かります。したがって、2007年に初めて多く漁獲された2004年生まれも、2008年以降の漁獲の主体になることが期待されます。

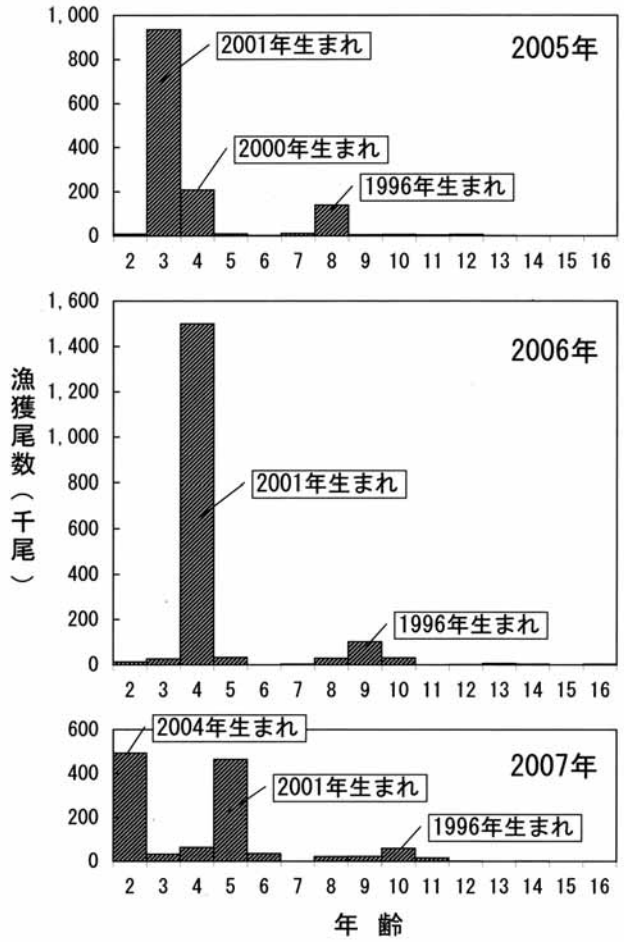


図７　2005年～2007年の４月～６月に根室半島周辺で漁獲されたクロガシラガレイの年齢別漁獲尾数

６　おわりに

多くの魚で資源量の多い年級群と少ない年級群がみられますが、その原因はよく分かっていません。また、次の資源量の多い年級群が、何年先に現れるのかも分かりません。しかし、根室半島周辺のクロガシラガレイでは、資源量の多い年級群を数年続けて漁獲してきたことから、ある年にとられずに海に残った魚は、海の中ですぐにいなくなるわけではないようです。次の年やそれ以降の年にも漁獲できる可能性が高いようです。

この特性をうまく使えば、資源量の多い次の年級群がなかなか現れないときに、漁獲量の落ち込みを小さくすることができそうです。つまり、2004年生まれのような資源量の多い新しい年級群が現れたら、次の資源量の多い年級群が現れるまで、数年かけてゆっくりと漁獲していくことで、漁獲量を安定して維持できると考えられます。

これまでのパターンで漁獲すれば、2004年生まれは４歳になる2009年までに多くを漁獲することになります。もし、2010年以降まで多くの魚を残しておけば、もし大不漁になりそうでも、普通の不漁程度でしのぐことができると考えられます。

クロガシラガレイは多くの漁業者が漁獲しており、お互いの競争があります。しかし今後は、たくさん漁獲した人だけが得をするのではなく、地域全体が得をするように、漁獲の仕方を考える必要があるのではないでしょうか。

（坂口健司、丸山秀佳　釧路水試資源管理部、
鳥澤　雅　中央水試資源管理部

報文番号Ｂ2291）

水産工学シリーズ

石狩湾系ニシンの産卵藻場造成適地選定基準の策定

キーワード：ニシン、産卵床形成要因、海底地形、底面波浪流速

はじめに

ニシンの産卵基質として藻場を造成する際に、その藻場をニシンが頻繁に産卵場として利用しないと藻場造成事業の費用対効果が低くなってしまいます。

ニシンの産卵頻度を高めるためには、ニシンがどのような場所を産卵場として選択するかを明らかにし、造成適地の選定基準を指標化する必要があります。

ニシンは低塩分水が存在する浅所の藻場に産卵することが知られています。低塩分水はニシンの受精や発生に影響し、最適塩分濃度は受精率で12～24ppt*、孵化率で８～24pptとの報告があります[1)]。また、カナダの事例では雌ニシンは生殖突起を海底の海藻にこすりつけながら産卵することが知られており、大型の海藻や海草が産卵基質として重要な役目を持ちます。

石狩湾系ニシンの主要な産卵場である石狩市厚田沿岸では、石狩川からの淡水流入による低塩分水と産卵基質となるスガモやホンダワラ類の藻場が存在していますが、実際にニシンが産卵する場所は沿岸の一部であることから、産卵には低塩分水や産卵基質以外の要因があるものと想定されました。

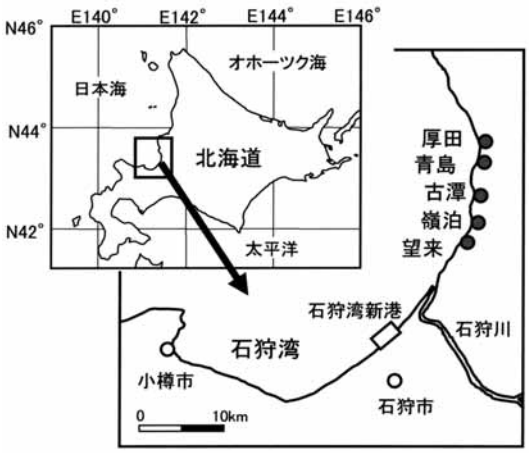


図１　石狩市厚田沿岸のニシン産卵調査場所

調査方法

産卵時期の特定：平成10年から15年の２～４月に、石狩市厚田沿岸の定点で７～10日毎にシュノーケリングによりニシンの産卵状況を調べ、産卵が確認された場合は厚田から望来にかけての沿岸全域（図１）を対象に調査を行いました。産卵時期は、採集した卵の発生段階と現地で観測している水温データから推定しました。

海底地形の測量：平成12年８月に、嶺泊沿岸の水深10m以浅の海域を対象に、海岸線に直行する方向に35本の測量線を設定し、GPSと音響測深機で海底地形を調べました。

波高データ：平成12年の２月から４月まで、嶺泊沖（水深７m）に水圧感知型波高計を設置し、波高を観測しました。この結果と石狩湾新港沖（水深25m）で北海道開発局小樽港湾事務所が観測している波高との間に有意な相関関係が認められた

＊ppt:千分のいくらかを表す単位。但し、現在は電導度から塩分を求める方法が用いられており、換算式は比と係数だけなので無次元で単位はない。

ので、平成12年以外の年は、石狩湾新港沖の観測値を嶺泊沖に換算して用いました。

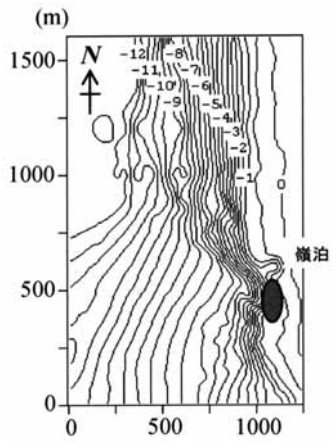


図２　毎年産卵されている嶺泊の海底地形

藻場造成適地選定基準の考え方

ニシンは同じ年齢の個体が群れを構成して産卵に来遊することが知られています。一つの群れが沿岸で同時に産卵する範囲を産卵床と呼びます。平成10年から15年まで６年間の産卵状況調査データを整理した結果、厚田、青島、古潭、嶺泊、及び望来の５地区で計20か所のニシン産卵床が確認されまたが、毎年繰り返して利用されている場所は嶺泊地区だけであることが分かりました。また、海底地形を測量した結果、嶺泊沿岸には沖から岸に向かう谷状の海底地形があり、その岸側に産卵床が毎年形成されていたことから（図２）、谷状地形がニシンの来遊に関与していることが予測されました。このため、谷状地形が創り出す環境条件を明らかにすることで、ニシン産卵藻場造成適地の選定基準として指標化することができると考えました。しかし、海底測量の結果だけでは、谷状地形とニシンの来遊行動を関連付けて定量化することができないという問題がありました。

ニシンの遊泳と流速

私達は、ニシンの遊泳に流速が影響することに注目しました。魚類の遊泳速度はスタミナトンネル法と呼ばれる方法で調べられています。この方法は流れのあるパイプの中に魚を入れて、魚が力尽きるまで泳いだ距離と時間から求めた速度にパイプ内の流速を加えた値を遊泳速度としています。長時間遊泳可能な最大速度は耐久速度と呼ばれており、ニシンでは体長の３～４倍と報告されています。石狩湾系ニシンの場合は0.8～1.0m／秒になります。

ニシンの産卵時期である２月から３月の日本海では時化が多く、産卵場所まで来遊する際に通過する平磯縁辺部は砕波した波浪により流速が速くなっています。このため、ニシンの沿岸への来遊は波浪環境により制御されており、毎年繰り返し産卵がある嶺泊地区では谷状の海底地形が来遊可能な流速条件を保障していると考えました。そこで、海底地形と有義波高からエネルギー平衡方程式を用いて底面波浪流速分布を求め、これをニシンの耐久速度と照合することによって産卵床が形成される流速および地形条件を定量化することができると考えました。

エネルギー平衡方程式は、金田[2)]が詳しく紹介していますが、沖の有義波高、周期、波向きと水深データから、屈折や浅水変形、砕波変形した波高、周期、波向きを広い範囲を対象に計算で求めることができるモデルです。このモデルで計算した各地点の波浪条件を基に微小振幅波理論により海底付近の波動流速（底面波浪流速）を求めることができます。

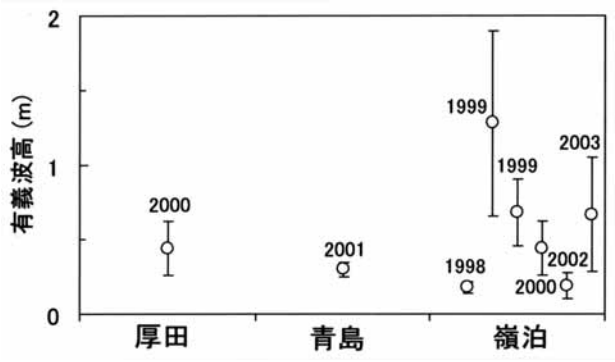


図３　ニシン産卵時の有義波高
誤差線は標準偏差を示す。

シミュレーションの結果

図３に厚田沿岸でニシンの産卵床が確認された５地区のうち、厚田、青島及び嶺泊におけるニシン産卵時の沖の有義波高を示しました。ニシンの産卵は主に有義波高が0.5m以下の凪の時に行われていましたが、嶺泊では有義波高1.3mでも産卵がありました。また、谷状の海底地形に続く平磯の溝周辺で卵密度が高かったことからニシンはこの谷状地形に沿って産卵来遊したと推察しました。

嶺泊沖の有義波高を入力し、産卵場所周辺の海底波浪流速分布をシミュレーションした結果、有義波高が0.5mと静穏な場合でも、平磯縁辺部では流速が0.8m/秒以上でニシンの耐久速度と一致していました。それに対して、谷状地形の岸側末端周辺の流速は0.3m/秒以下と40%に抑えられていました（図４）。また、嶺泊地区で確認されたニシン産卵時の有義波高で最も高い値であった1.3mの条件下では、谷状地形内の流速は両側の海岸に比べ約60%に下がっており、水深0.7m以深ではニシンの耐久速度以下でした（図５）。以上のことから、既知の条件である河川水に由来する低塩分水が存在することに加えて、底面波浪流速が１m/秒以下の静穏性の高い来遊経路が地形的に確保され場所をニシン産卵藻場造成適地とする選定基準を示すことができました。

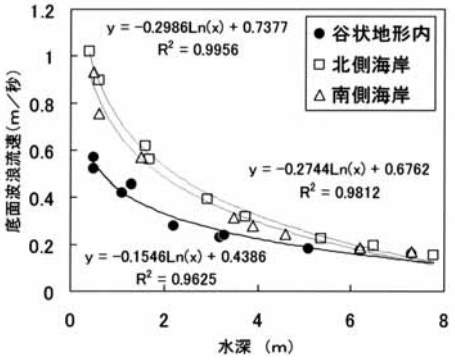


図４　嶺泊地区の谷状地形内とその両側海岸における水深と底面波浪流速の関係
（有義波高0.5m、周期5秒、波向北西）

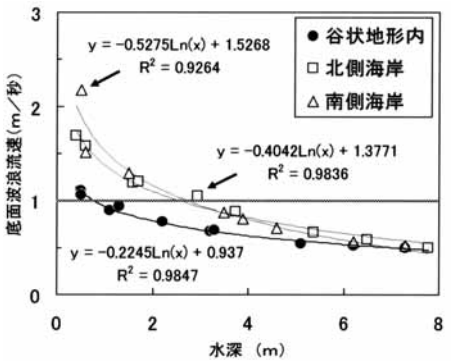


図５　嶺泊地区の谷状地形内とその両側海岸における水深と底面波浪流速の関係
（有義波高1.28m、周期6.15秒、波向北西）
流速1m/秒の横線はニシンの遊泳における耐久速度の上限を示す。

おわりに

この研究で得られた造成適地選定基準に基づいて試験的に造成したフシスジモクにニシンが産卵したことと、留萌海域でも頻繁にニシンが産卵している場所では沖側に谷状の地形があることから、今回の選定基準の妥当性が示唆されました。

今後は、本手法で選定した場所のスガモやホンダワラ類等の産卵基質となる藻場を保全することと、必要に応じて造成することが必要であると考えます。また、静穏性の高い漁港周辺で低塩分水が存在する場所では、藻場を造成することで産卵場として機能する可能性が考えられます。

〔文献〕

1) Griffin F. J., et al.:Effects of salinity on sperm motility, fertilization, and development in the Pacific herring, *Clupea pallasi*. *Biol. Bull.* 194, 25-35. (1998)

2) 金田友紀：パソコンで波を予測する、北水試だより. 55, 11-15. (2002)

（干川　裕　中央水試水産工学室

報文番号Ｂ2292）

水産加工シリーズ

ニシンの高鮮度流通について

－ニシンの刺身を食卓へ－

キーワード：ニシン、鮮度、刺身、海水氷、アニサキス

はじめに

北海道北部の日本海沿岸では、1997年以降、石狩湾系のニシンが増えています。かつての春ニシン（北海道・サハリン系）が数十万トン漁獲された時代にはほど遠いですが、100～1,200トンの産卵群が漁獲されており、主に生鮮で流通しています。

そこで、石狩市厚田で荷揚げされたニシンを用い、刺身商材としての供給が可能な鮮度保持の方法について検討しました。

１　ニシンを低温で貯蔵するとどのくらい日持ちしますか？

０℃と５℃で貯蔵を行い、鮮度の指標であるＫ値と腐敗の指標であるVBN（揮発性塩基窒素）の変化を調べました(図１、２)。荷揚げ時点（０時間）では、刺し網にかかってからの時間経過もあり、Ｋ値が10％まで上昇していました。貯蔵48時間のＫ値は０℃で47％、５℃で70％となり、貯蔵温度が高いほどＫ値の上昇が速く、鮮度が悪くなりました。また、VBNでは72時間目までは温度による差もなく穏やかに増加しましたが、５℃、96時間目では40mg/100gと急激に増加しました。このことから、ニシンは低温貯蔵により３日程度日持ちすることが分かりました。

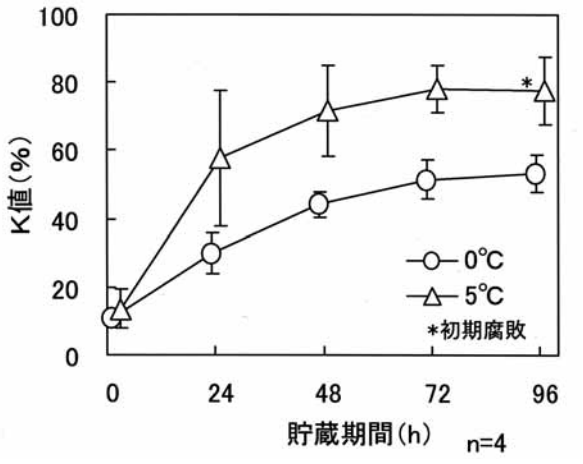


図１　貯蔵中におけるＫ値の変化

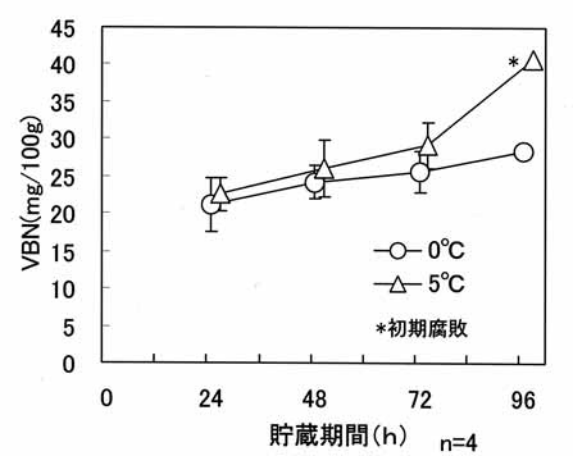


図２　貯蔵中におけるVBNの変化

２　海水氷による流通方法は鮮度保持に有効ですか？

石狩湾漁業協同組合で行われている海水氷による浸漬方法(海水氷区)と下氷法（通常区）との比

較を行いました（写真１・24ページ)。

魚体温度は、海水氷区でニシン投入直後に-1.5℃と低く、その後徐々に上昇し32時間後には氷が溶けて０℃以上になりました。一方、通常区では、１℃前後で推移し安定していました(図３)。

貯蔵24時間後のＫ値は、海水氷区で40％と通常区の60％より明らかに低く、海水氷区の方が鮮度が保持されていました。これは、海水氷区の魚体温度がマイナスを保っていたことが要因と考えられます（図４)。一方、48時間以降では、海水氷区の魚体温度が上昇し、これが影響したこともあり、Ｋ値に差がありませんでした。

また、24時間後の外観では、通常区に比べ、海水氷区はえらが一部白くなっていましたが、皮に張りがあり、頭部のうっ血も少なく、良い状態を保っていました（写真２・24ページ)。

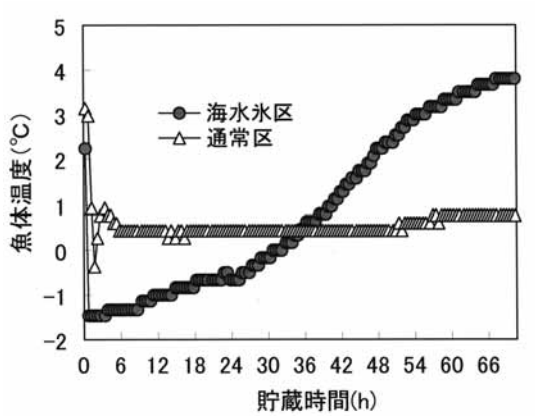


図３　海水氷によるニシン魚体温度の変化

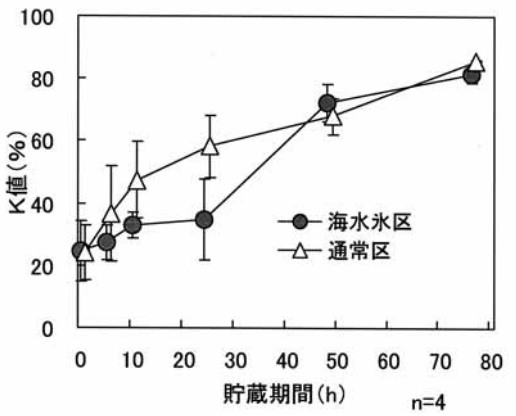


図４　貯蔵中のＫ値の変化

このように、ニシンを流通させるには、海水氷を使用し、マイナス温度を維持することで、鮮度がより保たれることが分かりました。

３　貯蔵中に味や歯ごたえは変化するのですか？

海水氷区、通常区のほか冷凍・解凍を行ったニシンの官能検査を行いました(図５)。味については、漁獲当日よりも24時間以降のほうがやや良いという結果でした。歯ごたえについては、陸揚げ直後が最も良く、貯蔵中に少しずつ悪くなる傾向で、海水氷区は通常区より歯ごたえがやや良いという結果でした。においは、両区とも48時間でも生臭さは感じませんでした。肉色は貯蔵中、血合肉の色がやや濃くなる傾向でした。

一方、冷凍解凍したものでは、写真のように血合肉が変色し、全ての項目で評価が劣っていました（写真３・24ページ)。また、冷凍すると生の食感は保てませんでした。このため、刺身商材として流通する際は、生鮮での流通が望ましいと考えられます。

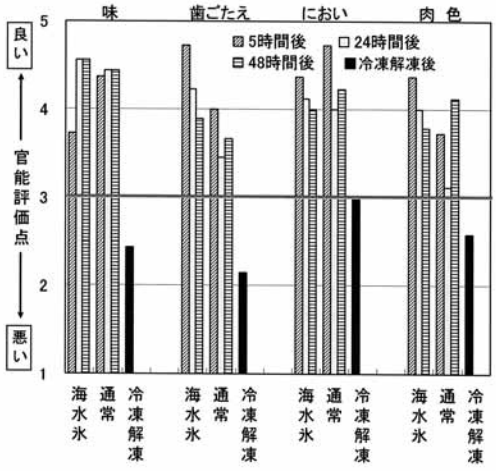


図５　官能評価

４　ニシンには寄生虫のアニサキスはいますか？

ニシンにおける内臓と筋肉のアニサキスの数を調べました（表１、写真４・24ページ)。内臓中の

アニサキスは16尾中６匹と少なく、貯蔵３日目までは、筋肉への移行も観察されませんでした。

過去の調査では、北米産冷凍ニシンのカズノコ１個に10～20匹のアニサキスが寄生していましたが、それと比べるとかなり少ない数でした。

しかし、鮮度が悪くなるとアニサキスが内臓から筋肉へ移行する可能性も考えられるので、注意が必要と思われます。

表1　ニシン貯蔵中のアニサキス数（0～5℃）

	0日目	1日目	2日目	3日目	合　計
検体数	4	4	4	4	16 尾
内　臓	0	3	2	1	6 匹
筋　肉	0	0	0	0	0 匹

おわりに

ニシンでは、荷揚げ後に鮮度が良好なものを使用し、海水氷を用いてマイナス域で冷却することにより、1～２日程度はかなり高鮮度で保持され、刺身商材として用いることが可能であることが分かりました。

また、北海道の北部日本海で漁獲されるニシンは、比較的アニサキスが少ないのですが、刺身の場合には、魚肉中の混入がないか十分に確認の上、食べることが望ましいと考えられます。

最後になりましたが、本試験の実施にあたりご協力いただきました石狩湾漁業協同組合に厚く御礼申し上げます。

（阪本正博、木村　稔　中央水試加工利用部

報文番号Ｂ2293）



通常区　　海水氷区

写真1　貯蔵方法



通常区　　海水氷区

写真2　貯蔵24時間後のニシン



生鮮品　　凍結解凍品

写真3　生鮮品と冷凍解凍品の比較

＊生鮮品：海水氷区、24時間後
＊凍結解凍品：－30℃、1週間冷凍後、
－晩5℃ 解凍



ニシン内臓部　　アニサキス

写真４　ニシンの内臓部とアニサキス

海洋環境シリーズ

「石狩湾海域生態調査」海洋観測結果から

～ 沿岸水分布の特徴を見る ～

キーワード：沿岸水、石狩湾、石狩川、塩分

はじめに

昭和47年から行われてきた「石狩湾海域生態調査」が平成18年度で終了しました。この調査は、昭和48年に工事が始まり約10年をかけて完成した石狩湾新港建設に伴って、海洋環境や漁業生物への影響が考えられたことから、それをモニタリングするため継続されてきた調査です。

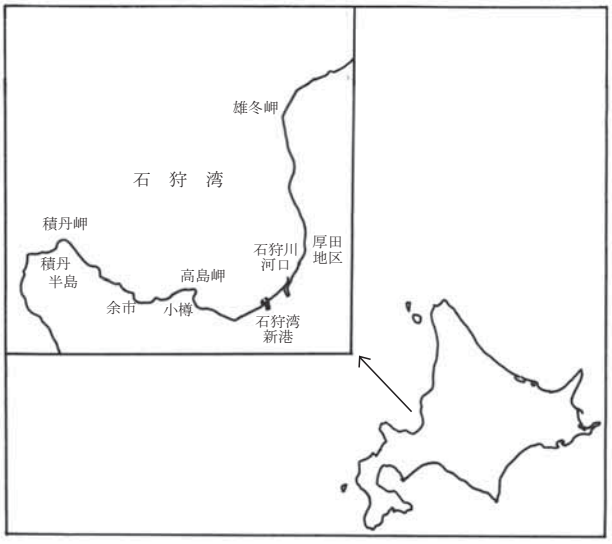


図１　調査範囲地域図

この調査のうち、海洋環境調査部分では、昭和51年から昭和63年の13年間は、面的な把握が可能なきめ細かい観測が行われました(図１)。それらの調査時期は５月下旬から６月下旬の範囲内の時期です。

この時期は日本海を北上する対馬暖流の影響が石狩湾海域に本格的に及んでくる時期であり、一方で石狩川などから影響を受ける沿岸水の広がりが最も出やすい時期と考えられます。つまり、沿岸水の分布は沿岸水と対馬暖流との消長関係を見る上でも重要と言えます。

そこで事業の終了を機に、ほぼ同一時期に継続して行われた上記13年間のデータから、沿岸水分布の広がり、特徴を整理してみました。

「沿岸水」とは

ところで、よく言われる「沿岸水」、その定義とは何でしょうか。「海洋の事典」(東京堂)によると、「沿岸近くの海水をいい、厳密な定義はない」とあります。また、「海洋大事典」(東京堂)によると、「沿岸水は沿岸海域に流入した淡水と高塩分の外海水とが混合したもの」云々とあります。

このように「沿岸水」の定義はあいまいで漠然としていますが、一般的には、河川水など陸水の流入のため塩分が低いことが特徴の一つです。「沿岸水」は低塩分ですので、沖合の海水より軽く表層を広がります。ここでは、これまでの報告などから「沿岸水」を塩分が33.0以下の水と定義し、塩分が33.0以下の範囲を沿岸水の分布域、すなわち沿岸水域としました。

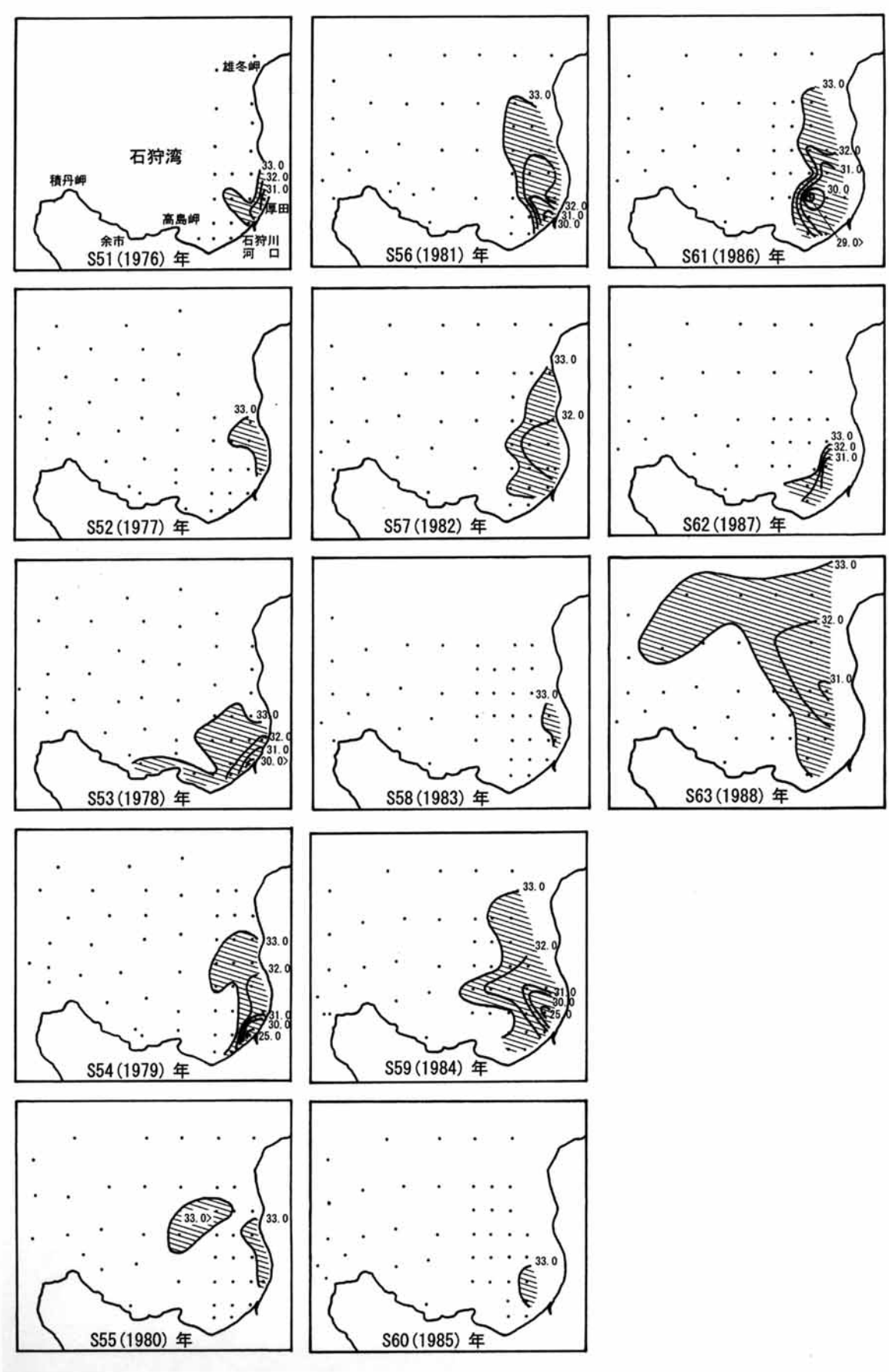


図２　６月時期における「沿岸水」域（斜線部）の分布範囲（S51～63年）

・印：海洋観測点（観測範囲を示す）、数値と線はそれぞれ塩分値と等値線を表す

整理結果

13年間の塩分観測データから、沿岸水域の広がりを見るのに、表面と10m深の塩分値の平均値が妥当と判断し、その水平分布図から、塩分33.0の等塩分線を指標に並べて示したのが図２です。

この図から、沿岸水域は昭和63年のように、沖合域まで大きく広がっている年もありますが、この年を除けば、ほぼ小樽市高島岬より東側で、石狩川河口沖付近から北寄りに広がっています。

これらを重ねて見ると分かるのですが、図３には塩分33.0の等値線から見た「沿岸水」分布範囲を最大年、最小年、代表的中間年の形で示してみました。これらから、分布範囲に年変動があるにもかかわらず、厚田地先海域は、少なくとも６月頃の時期は常に「沿岸水」に覆われている特徴のあることが分かりました。

おわりに

石狩湾の中でも特に湾奥部にあたる厚田海域は、かつての北海道・サハリン系ニシンが途絶えたあとも、俗に「厚田ニシン」とも呼ばれる地域性のニシン（正式には石狩湾系ニシン）が生き延び、最近年は好漁が続いています。また、厚田海域はハタハタの北海道での主要な産卵場として知られています。

さらに厚田海域は、北海道日本海域の１年目ホソメコンブ地帯の中にあって、俗に「厚田コンブ」とも呼ばれる２年目コンブ（リシリコンブと考えられている）が生育している特異なところでもあります。

厚田海域でのこれら特徴的な生物分布を見ると、常に「沿岸水」があるという環境が何か関連するのではないかと思われます。

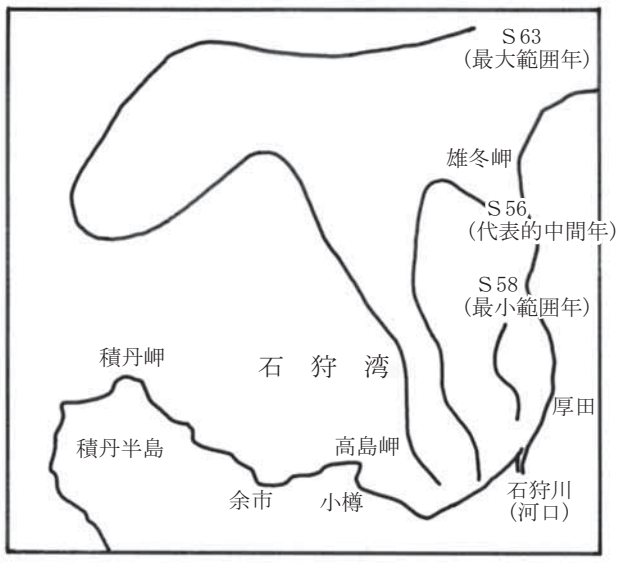


図３　13年間の「沿岸水」域の年変動から

文献

１）和達清夫監修：海洋の事典．初版．東京，東京堂出版，1960，671ｐ．

２）和達清夫監修：海洋大事典．初版．東京，東京堂出版，1987，589ｐ．

（大槻知寛　中央水試海洋環境部

報文番号Ｂ2294）

各水試発トピックス

北海道で初！　海洋深層水利用学会全国大会が羅臼町で開催されました

2007年10月４、５の両日、北海道では初めてとなる海洋深層水利用学会全国大会が羅臼町で開催されました。現在、道内にある海洋深層水の取水施設は、羅臼町の他に岩内町および八雲町の3カ所に設置されています。海洋深層水は、①太陽光の届かない水深から取水しているため、一年を通じて水温がほぼ一定で低い（羅臼町では３℃ 前後）こと（低温安定性）、②細菌を含めた微生物数が表層水の１～10%程度で少ないこと（清浄性）、③表層水に比べ無機栄養塩が多いこと（富栄養性）などの特長を持っており、これらの特長を生かして、全国的にいろいろな分野で利用されています。例えば有用な海藻などの培養、冷房などの冷媒、最近ではタラソテラピーとして深層水浴へも利用されています。海洋深層水を利用した工業製品としては、一般的にはミネラルウォーターや塩などが有名ですが、最近ではビールなどの酒類や化粧品なども販売されています。

ところで、海洋深層水利用学会全国大会は、今年度で11回目を迎え、毎年、全国で海洋深層水を取水している市町村で開催されています。また、この学会では海洋・水産分野に限らず、海洋深層水をキーワードとして農畜産業、医療、工学関連分野に至るまで幅広い研究分野からも発表がありました。今回、筆者は今年度から羅臼町と羅臼漁協の協力の下で開始した「海洋深層水を活用した生鮮貝類の高品質化に関する研究」で得られた知見を「海洋深層水を用いた貝類等の短期蓄養技術の開発に関する基礎試験」として発表しました。同じ水産分野では他にも羅臼町が行った「海洋深層水を用いた陸上蓄養によるエゾバフンウニ成熟抑制の試み」、海洋深層水の先進地である富山県の水試等が行った「海洋深層水を活用したウニの自給型養殖技術に関する研究」など興味深い報告がありました。水産分野以外でも、発酵乳製品への海洋深層水の添加効果、動物への深層水浴の効果などの報告がありました。さらに、国際的にも韓国、台湾およびインドそれぞれにおける深層水の利用状況についても報告がありました。

今後の北海道における海洋深層水の利活用については、先進地の高知県や富山県などで行ってきた研究成果を基に、今以上に進むことを期待します。



（菅原　玲　釧路水試利用部）