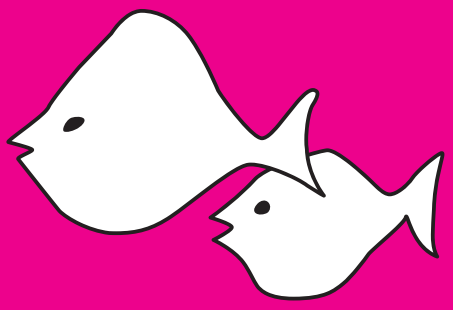
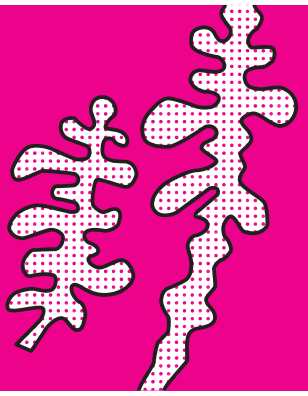
ISSN 0914－6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　次／

・ホッケ道北群資源の衰退と今後の展望……1
・サクラマスのスモルト放流魚の生き残りについて……7

資源管理・海洋環境シリーズ

・“春にしん”は今－2012年春期に採集された産卵群の系群判別－…12
・オットセイ食性実態把握調査について……17

資源増殖・水産工学シリーズ

・ウニ・ナマコ類浮遊幼生の餌料に用いる微小藻類
　キートセラス・グラシリスの半流動培地による株管理について……21

水産加工シリーズ

・ホタテガイ貝柱の微細化による新たな性質と魅惑の食感！……25

各水試発トピックス

・第44回日ロ研究交流開催される……28
・「中央水産試験場一般公開」の開催……29
・噴火湾ホタテガイ養殖　秋の稚貝へい死リスク評価調査スタート……30
・乾燥技術の高度化を目指し、コンブ研究会を開催しました……31
・オホーツク海の流れ藻にサンマの卵……32
・試験調査船北洋丸に道総研のシンボルマークが付きました……33
・室蘭市の「港・ふるさと体験学習」事業へ協力しています！……34
・平成24年度中央農試公開デーに「さけます内水試」が参加……35

第85号
2012/9

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

ホッケ道北群資源の衰退と今後の展望

高嶋孝寛

キーワード：ホッケ、道北群、新規加入、親魚、再生産、衰退、回復

はじめに

北海道の水産試験場では、ホッケ資源には大きく４つのグループがあると想定し、沿海州系群を除く３つのグループについて資源状態を評価しています（図１）[1)]。このうち道北群は、オホーツク海から日本海の後志地方にいたる北海道北部沿岸に分布し、最も多く利用されています。道北群の分布海域に面するオホーツク～後志の５振興局におけるホッケの漁獲数量は、2006～2010年の平均で10.6万トンにおよびます。これはホタテガイに次いで２位の生産量です（図２左）。また、金額でもナマコに次いで４位の51億円に達しており、地域水産業にとって極めて重要な位置を占めています（図２右）。そのため、漁業者に限らず、関係業界にとって安定的な生産を期待したい資源ですが、近年、その資源状態が急激に悪化しました（図３）。

資源悪化の理由

資源状態悪化の直接の原因は、新規加入量が2009年、2010年と２年連続して少なかったことです。ホッケ道北群の資源は、０～１歳の若齢魚を中心に構成されています（図３）。そのため、毎年、新しく資源に加わる０歳魚の量が２年以上連続し

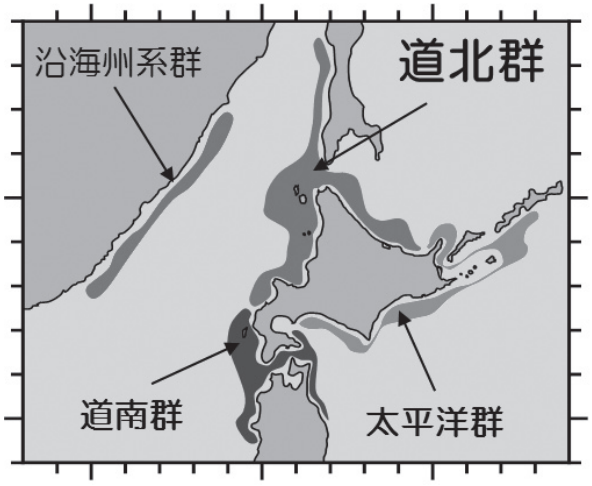


図１　ホッケの系群と分布海域
（夏目（2003）[2)] を改変）

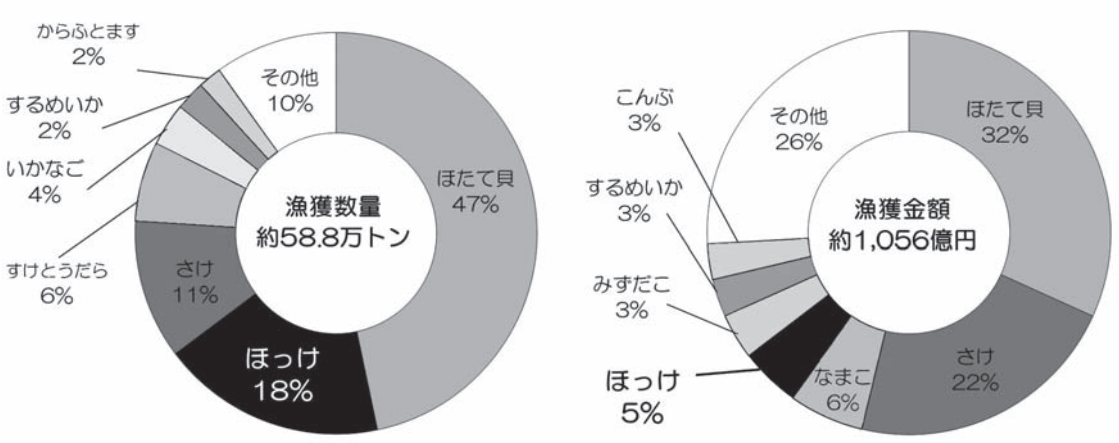


図２　ホッケ道北群の漁獲が占める数量と金額の割合
オホーツク、宗谷、留萌、石狩および後志の５振興局合計値
(2006～2010年の平均)

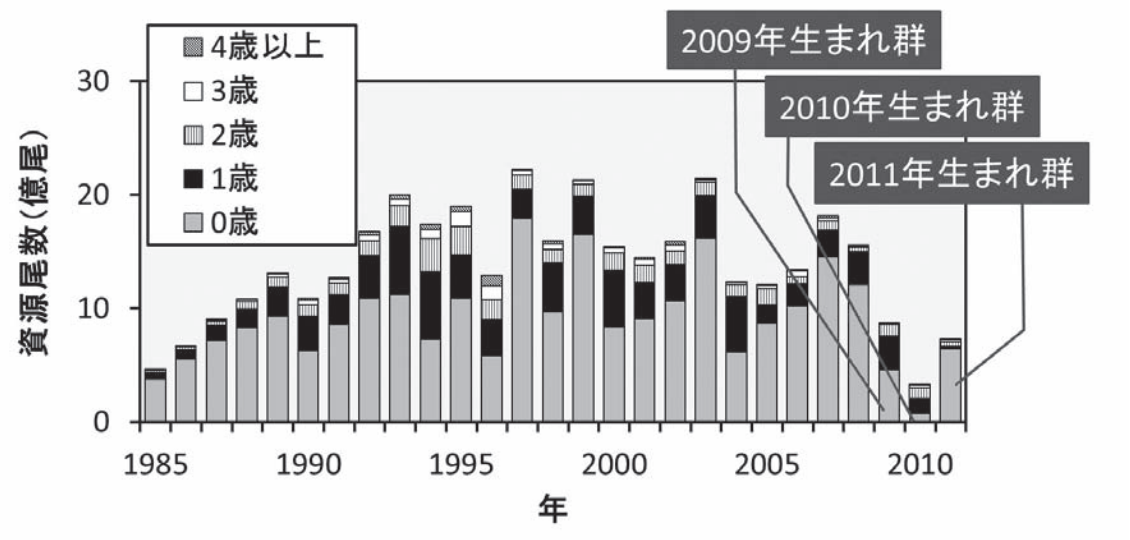


図３　ホッケ道北群の漁獲対象資源尾数

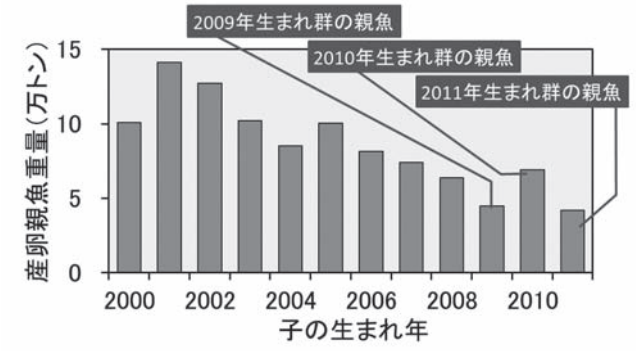


図４　ホッケ道北群の産卵親魚量の推移

て少ない現象が起こると、資源の中心になる魚が大きく減少するため、資源状態が急速に悪化してしまいます[3)]。

ここで、なぜ、２年連続で加入が低調であったのか、という疑問が湧きます。このことについて調べてみたところ、まず、2009年生まれ群については、その親だった2008年秋に産卵したホッケが少なかったらしいことが分かりました（図４）。過去には親の量がそれほど多くなくても、仔稚魚期の生き残り条件などに恵まれ、加入量が多くなった年もありましたが、2009年生まれのホッケは好条件には恵まれなかったようです。

一方、2010年生まれ群については、親の量（2009年秋に産卵）は2009年生まれ群ほど少なくありませんでした（図４）。しかし、０歳魚として漁獲対象資源に加入できた量は、現在のところ、1985年以降最低の７千万尾前後と推定されています（図３）。この2010年生まれ群が親に産み出されてから漁獲対象になるまでに過ごした期間を振り返ったところ、いくつかの特徴的な出来事を経験したらしいことが分かりました。

図５に気象庁がホームページ（http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/e_１/e_1.html）で公開している北海道周辺の海面温度と平年偏差から、2010年７月上旬の図を転載しました。このとき北海道周辺では、例年より海面温度が２～４℃高かったことが分かります。同じ時期に余市町にある中央水試の前浜でも非常に高い水温を観測しました（図６）。ホッケ幼魚は、夏頃までは表層生活をしています。「2010年夏に、ホッケ幼魚が表層付近の極端な水温上昇により大きなダメージを受け、秋の漁獲加入前に極端に減耗した」というのが、現在想定している仮説のひとつです。ほかにも、４月頃の餌生物量が少なかった可能性などが指摘されており、これらの特異的な出来事を経た結果

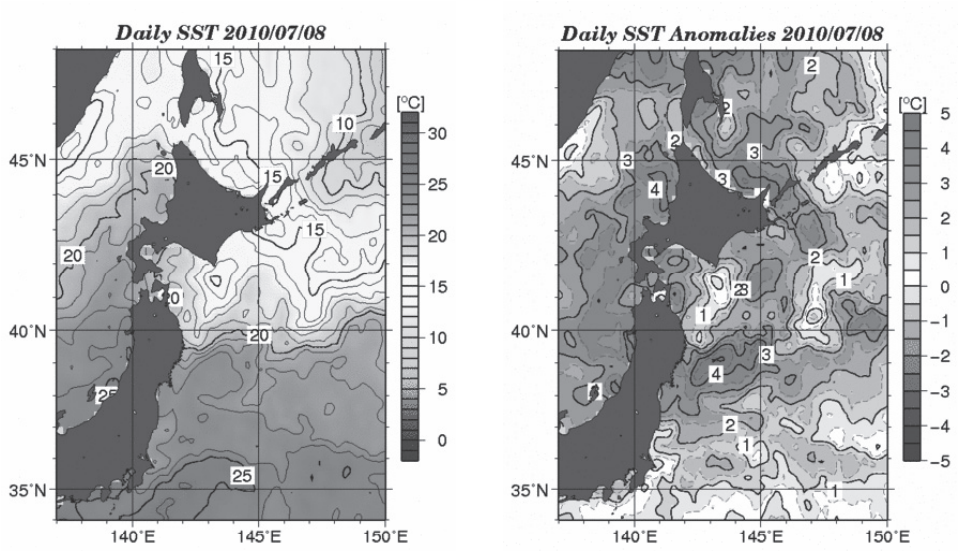


図５　2010年７月上旬における北海道周辺の海面温度（左）と
その平年偏差（右）　（気象庁HPより）

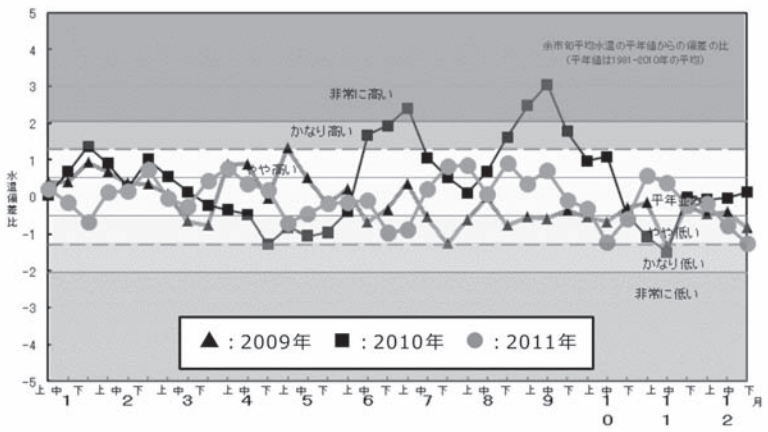


図６　余市前浜における水温の推移　（中央水産試験場海洋環境グループHPより）
http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kaiyou/SSTyc/htmmk/2011SSTyc.htm

として、2010年生まれ群は生き残りが少なくなってしまったようです。

加入が少なくなったこれらの理由はともかく、資源はすでにどん底と書いてよいほどに衰退しています。道北群の資源とそれを利用する産業を維持するためには、今すぐにでも回復措置が必要な状況です。

海域・漁業種によって異なる好・不漁感

ホッケ道北群では、資源状態が漁業現場に及ぼす影響が一律には現れません。これはこの資源が広い海域において多種多様な漁業により利用されるため、それぞれの海域や漁業種によって、利用する生活史段階が異なるからです（図７）。

例えば、日本海沿岸の刺し網漁業の漁獲対象は、２歳以上の比較的高齢のホッケなので、何年も前に漁獲加入したものを利用していることになります。そのため、加入の良し悪しの影響は、最短でもそれらが２歳以上になるまで、遅れて現れます。

図８は後志総合振興局管内における刺し網によ

るホッケの年間漁獲量の推移を示したものです。最近年の2011年では、漁獲は減るどころか、前年に比べて３倍ほどに増加しました（約3,100トン）。2011年は、加入量が減った２歳（2009年生まれ群）がすでに漁獲対象になっていましたが、我々の調査により、３歳以上が主体に漁獲されていたことが分かりました。この年の３歳（2008年生まれ群）と４歳（2007年生まれ群）は、2009年生まれ以降と異なり、高い豊度で加入したグループです（図３）。これらは2010年までの沖底漁業や底建網漁業の漁獲を支えてきましたが、2011年も２歳の少なさを補って刺し網漁業を支えました。2012年以降は、これらの減耗により、刺し網漁業でも漁獲量が次第に減少することが予想されます。

日本海の刺し網漁業とは逆に、オホーツク海の沖底漁業や底建網漁業では、漁獲対象が秋の０歳魚とそれらが冬を越した１歳魚にほぼ限られます（図７）。そのため、年々の新規加入量の多寡が鋭敏に漁況に現れます。

図９にオホーツク総合振興局管内における下半

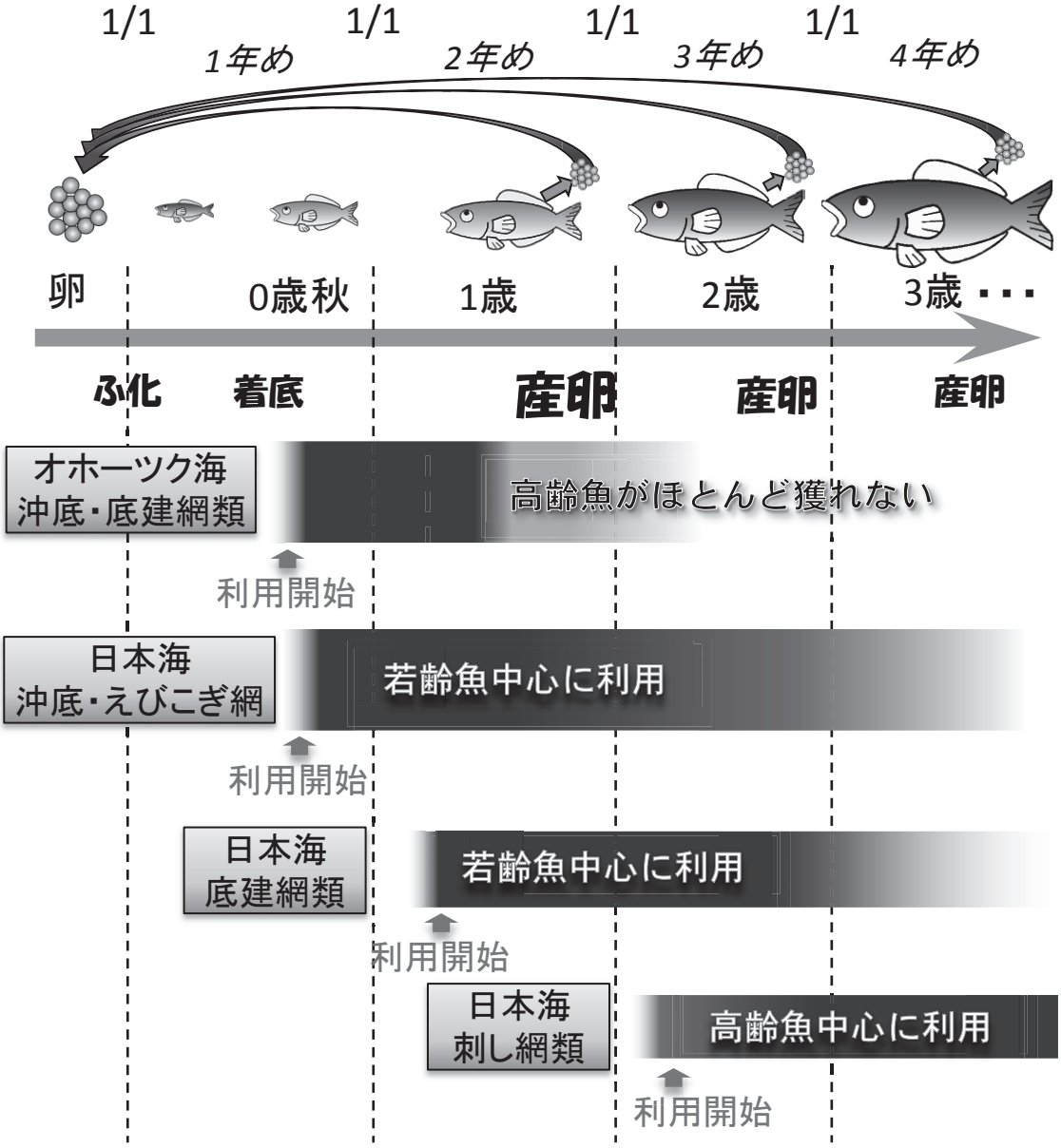


図７　ホッケ道北群の生活史段階と利用漁業との関係
年齢基準日（誕生日）を１月１日とする

期（７～12月）の沖底漁業によるホッケ漁獲量の推移を示しました。新規加入量が減少した2009年に漁獲量が大きく落ち込み（約2,500トン）、2011年まで低調に推移しています。さらに2009年以降をよくみると、2010年では2010年生まれ群が特に少なかったことが反映され、2000年以降最低の漁獲量（約1,450トン）となっています。次の2011年については、2010年と比較すると２倍以上（約3,100トン）ですが、経年的には低い水準であることは一目瞭然です。この2011年の漁獲増は、2011年生まれ群の加入量が2010年生まれ群のそれより多いことを反映していると推察されますが、だからといって道北群全体の資源水準の回復を示しているものではありません。

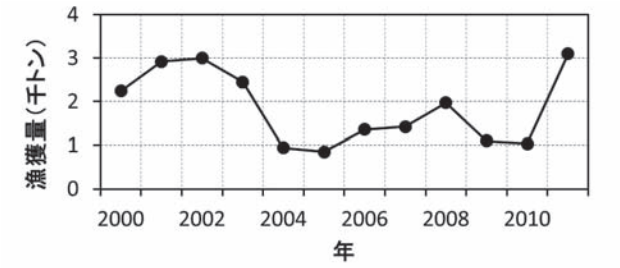


図８　後志総合振興局管内における刺し網漁業によるホッケ漁獲量の推移

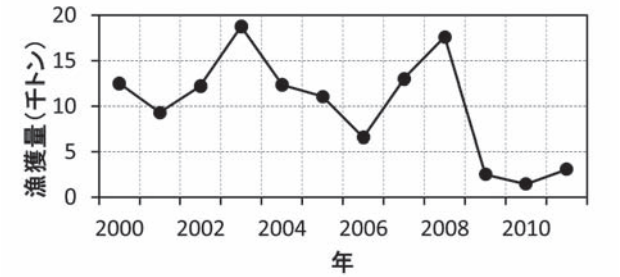


図９　７～12月のオホーツク総合振興局管内における沖底漁業によるホッケ漁獲量の推移

回復は可能か？

では、このホッケ道北群の資源は、どうやったら回復できるのでしょうか。また、実際に回復する見込みがあるのでしょうか。水産試験場では次のように考えています。まず方策ですが、未成魚期の漁獲抑制による産卵親魚の確保が有効と考えています。次に見込みについては、比較的短い期間で回復する可能性が高いと考えています。

ホッケは冬に卵から孵化し、１歳の秋、すなわち、産卵から数えて２年で多くが初回の産卵をします（図７）。そのため、今年生まれたホッケは、２年後の子供の親になることができます。その間に漁業による利用が開始されますが、これら未成魚期の利用を抑えると、その規模に応じて初回産卵に参加できる魚が増えます。このようにして親を上積みすれば、子を増やすことができるだろうと考えています。しかし、水産資源を見渡すと、このような分かりやすいシナリオどおりに資源をコントロールできない魚種の方が多いのが現実です。実際のところ、この道北系ホッケの場合はどうなのでしょうか。

これまでのデータが示す再生産関係

図10に道北系ホッケにおける産卵親魚量と、その子供である新規加入尾数との関係を示しました。このような図を、再生産関係図といいます。この図における点の並びにどのような規則性があるかが、前のシナリオに現実味があるかどうかの判断基準になります。グラフの左半分をみると、上下にばらつきながらも、点が右上がりに並んでいる様子をみることができます。つまり、産卵親魚量がグラフの左半分の範囲にある間は、それらを多く確保すれば、生まれてくる子供が増え、加入尾数が多くなることが期待できます。結論として、この資源では親魚量確保による新規加入量上積み方策は、かなり勝算が高いと考えられます。

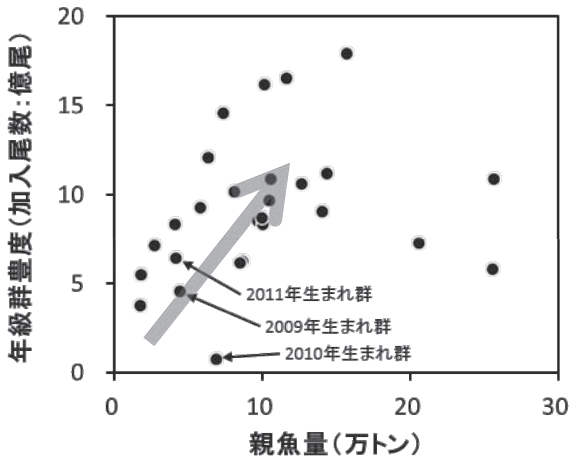


図10　ホッケ道北群の再生産関係
最近３カ年については、子の生まれ年を表示

おわりに

我々水産試験場は、ホッケ道北群について、漁獲コントロールにより効果的に資源管理を実践できる数少ない資源の一つであると考えています。この考えは、再生産関係（図10）が根拠になっています。一方で、この資源の分布海域の広さとこれを利用する漁業の多種多様さは、管理計画を策定したり、実際に漁獲をコントロールしたりする際に、きめ細やかな配慮が必要なことを示しています。したがって、資源管理を実践するためには、漁業者、系統機関、行政、そして研究機関が一体となって、情報と認識を共有しながら取り組む必要があります。

ところで、我々は再生産関係（図10）を拠り所とするにあたり、未来は観測された過去の結果から推定された法則に従って推移する、との前提条件を置いています。しかし、未来には何が起こるのか、本当は分からないのが現実です。それゆえに、ホッケ道北群の再生産関係にもこれまでに観測されなかった現象が起こる可能性を、完全に否定することはできません。

例えば、仔魚～幼魚が漁獲対象になるまでに生き残る確率が、何かの理由でこれまでより低くなる年が続く場合は、親魚を確保する取り組みの努力にもかかわらず、資源の低迷が続くかもしれません。その場合はこれまでの多獲性資源としての利用方法の見直しが必要になります。逆に、幼魚期までの生残率が高くなり、加入が多い年が続くことで、予想以上に早く、かつ大きく資源が回復する可能性も無いとはいえません。たとえその場合でも、計画的かつ効率的な利用を怠れば、せっかく回復した資源の浪費につながります。その結果、現在のような危機的な資源状態に再び陥ることは、想像に難くありません。今回の資源状態悪化を機会に、未成魚の漁獲が多いこの資源の利用方法を再考したいところです。

文献

１）高嶋孝寛，星野　昇：Ⅰ章　資源生態的特徴および資源評価の方法・問題点.「北海道周辺におけるホッケの資源と漁業　資源評価の高度化に向けて」. 北海道立水産試験場技術資料　No.6, pp 1－9　（2010）.

２）夏目雅史：ホッケ.「漁業生物図鑑　新北のさかなたち」. 水島敏博，鳥澤雅（監修），北海道新聞社，pp196-201　（2003）.

３）星野昇：Ⅳ章　資源動向の特徴.「北海道周辺におけるホッケの資源と漁業　資源評価の高度化に向けて」. 北海道立水産試験場技術資料　No.6, pp51-55　（2010）.

（たかしまたかひろ　中央水試資源管理部
報文番号 B2355）

サクラマスのスモルト放流魚の生き残りについて

飯嶋亜内・宮腰靖之

キーワード：サクラマス、スモルト放流、回帰率、アリューシャン低気圧、レジーム・シフト

はじめに

サクラマスは北海道南西部を中心として漁獲され、市場価値の高い魚として知られています。孵化後約１年半河川で生活した後、スモルト（海水適応能を備えて外観が銀白化した幼魚）に変態した個体が春に降海し、その後約１年の海洋生活を送ります。降海後北上したサクラマスはオホーツク海で越夏し、秋にオホーツク海の水温低下によって南下を始め、津軽海峡付近や本州北部沿岸で越冬します。北海道南西部の沿岸では１月頃から漁獲され、春から夏にかけて母川に遡上します。

北海道では主に日本海中南部の地域において、サクラマス資源を増やすための孵化放流事業が展開されています。放流魚の生き残りは回遊環境の影響を受けると考えられますが、それについての情報はほとんどありませんでした。今回はこれまで得られた知見等に基づき、サクラマスの生き残りについて紹介します。

サクラマススモルトの回帰率の年変化

サクラマスの稚魚を河川へ放流する場合と比べ、降海できる段階まで飼育したスモルトを放流することは、高コストではありますが、高い回帰率を示す点では有効とされています。さけます・内水面水産試験場道南支場では、鰭切り標識を施したスモルトを北海道南部日本海側の八雲町熊石地区の見市川へ放流しています。そして、八雲町熊石地区で水揚げされたサクラマスの標識の有無を確認し、放流場所付近で漁獲される割合（回帰率）を推定しています。放流体重が30g以上の大型スモルトの回帰率が高い傾向が示され（宮腰, 2006）、道南支場においても毎年大型のスモルトを放流していますが、回帰率は毎年大きく変動しています（図１）。

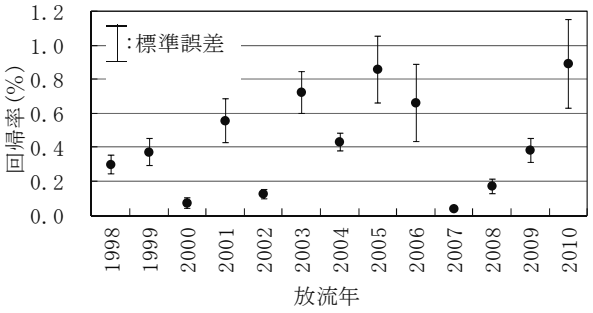


図１　回帰率の年変化

回帰率と、放流魚養成時の魚体重や斃死数等の飼育データ、放流後の環境データとの関係を解析した結果、回帰率の年変化と、冬季の北太平洋の温暖・寒冷化に影響するアリューシャン低気圧の勢力の指標となる北太平洋指数（NPI）の11月の年変化が類似していることが分かりました（図２）。なおNPIは、米国国立大気研究所（National Center for Atmospheric Research）のWebサイトで公開されているデータを使用しました。アリューシャン低気圧の勢力が弱い場合、NPIの値は高くなり、極東域の冬は温暖化し、逆に低気圧の勢力が強く、NPIの値が低いと極東域の冬は寒冷化することが知られています。サクラマスにとって11月は、越夏場所であるオホーツク海から南下する時期にあたり、この時期のアリューシャン低気圧

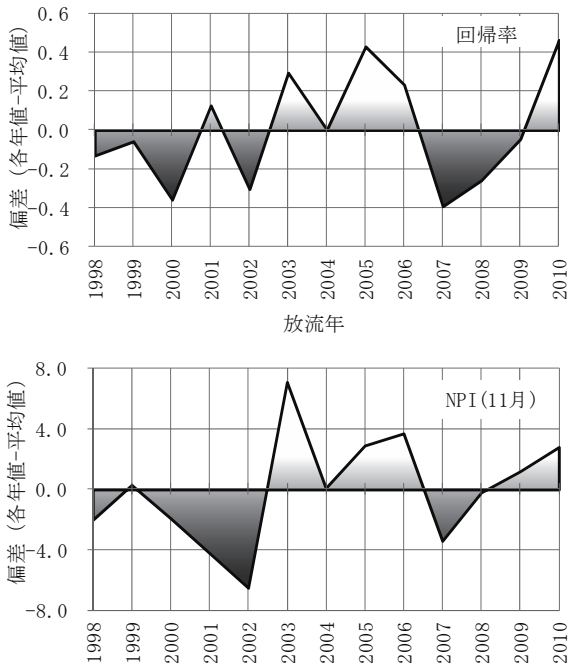


図２　回帰率とNPI（11月）の偏差の年変化

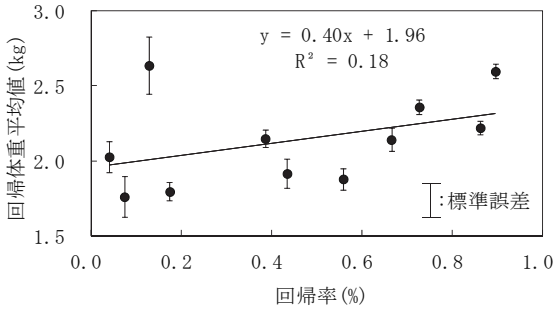


図３　回帰率と回帰体重平均値（2000～2010年放流群）

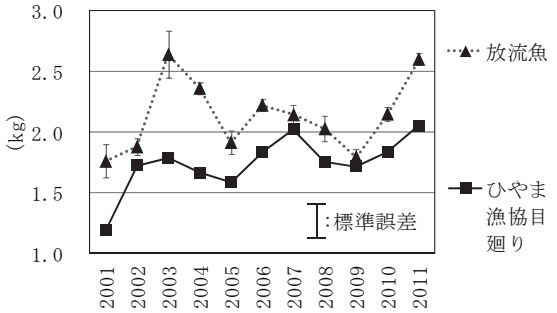


図４　放流魚の回帰体重平均値とひやま漁業協同組合のサクラマス目廻りの年変化（４～５月の定置網による漁獲）

の勢力が弱いとオホーツク海が温暖化し、サクラマスの回帰率が高くなると考えられました。

回帰率と漁獲時の体サイズの関係

サクラマスは、大きな魚の市場価値が非常に高く、漁業者の方々にとって、毎年の好不漁と共にその年の体サイズの大小が気になるところです。放流スモルトの大型化は回帰時の魚体の大型化に繋がらないことから（大熊・真山, 1985)、沿岸回帰時のサクラマスの体サイズには遺伝的要因や降海後の環境が関与していると考えられます。

回帰した放流魚の体重は、2002年放流群（回帰数が少なく測定サンプルが十分に得られなかったため体重の標準誤差幅が大きい）以外の年は、回帰率が高い年に体重の平均値が高い傾向が見られ(図３)、体サイズがサクラマスの海洋での生き残りに強く関わっていると考えられました。また、ひやま漁業協同組合のサクラマス漁獲重量を漁獲尾数で除した目廻りの値と、各年の放流魚の沿岸回帰時の平均体重の増減傾向が類似しており（図４)、放流魚だけでなく、漁獲量の大部分を占める野生魚もその年の回遊環境によって体サイズが決まり、海洋での生き残りや漁獲量に影響することが予想されました。

鱗から分かる回遊時のサクラマスの成長

放流直前のスモルトの鱗と、放流後に漁獲されたサクラマスの鱗を調べることにより、回遊時のサクラマスの成長の情報が得られます。鱗の中心を囲んで同心円状に刻まれた隆起線は（写真１)、サクラマスの成長とともに形成され、鱗の中心から隆起線までの幅を測定することで隆起線が形成された時の体サイズを推定することができます。成長の良好な時は隆起線間隔が広くなり、逆に生息水温の低下や餌の不足により成長が停滞すると隆起線が密に形成されます。個体差はありますが

放流直前のスモルトは､写真１-①のように隆起線が密に形成された後、隆起線の間隔が広くなる時期に該当します。回帰魚の鱗の観察だけでは降海時に形成された隆起線を正確に見分けることはできないため、本研究では隆起線の間隔が広がる直前の隆起線までを淡水生活期と見なしました。降海後、環境が厳しい越冬時期には、隆起線が密集した冬期帯が形成されます。北海道沿岸で、鱗に冬期帯を形成したサクラマスが漁獲された時期は10月下旬以降であることから（黒川ら，1987)、越夏場所であるオホーツク海の水温低下によりサクラマスが南下を始める10～11月頃が成長停滞の始まりであり、鱗の淡水生活期末端から冬期帯までの幅（写真１-②の点線矢印）は、降海後のサクラマスが南下する時期までの成長量を示すと考えられます。

回帰魚の鱗を調べた４年間において、鱗の淡水生活期末端から冬期帯までの幅と回帰体重、回帰率、NPI（11月）の年変化の傾向が類似していることが分かりました（図５)。

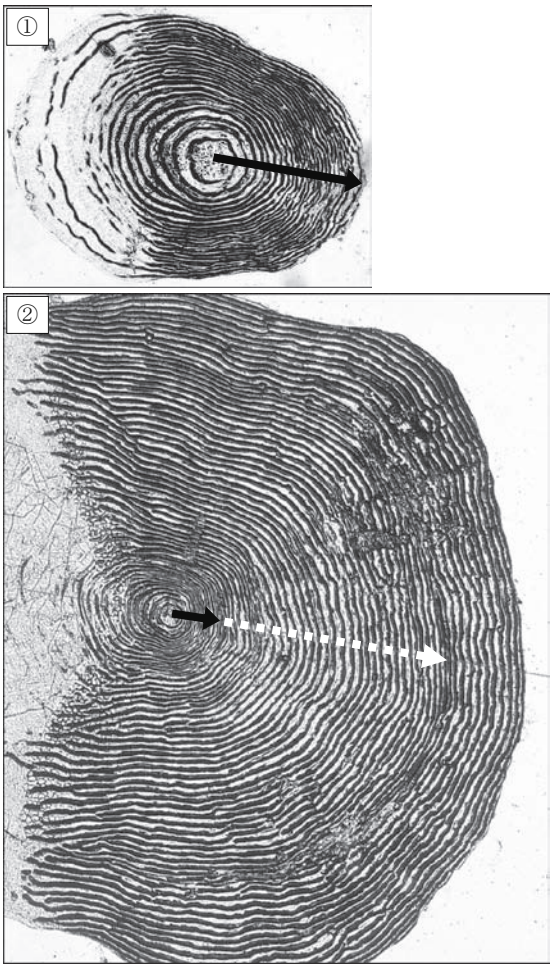


写真１　スモルト①と回帰魚②の鱗
実線矢印は淡水生活期まで、点線矢印は海洋生活期のうち冬期帯までを示す

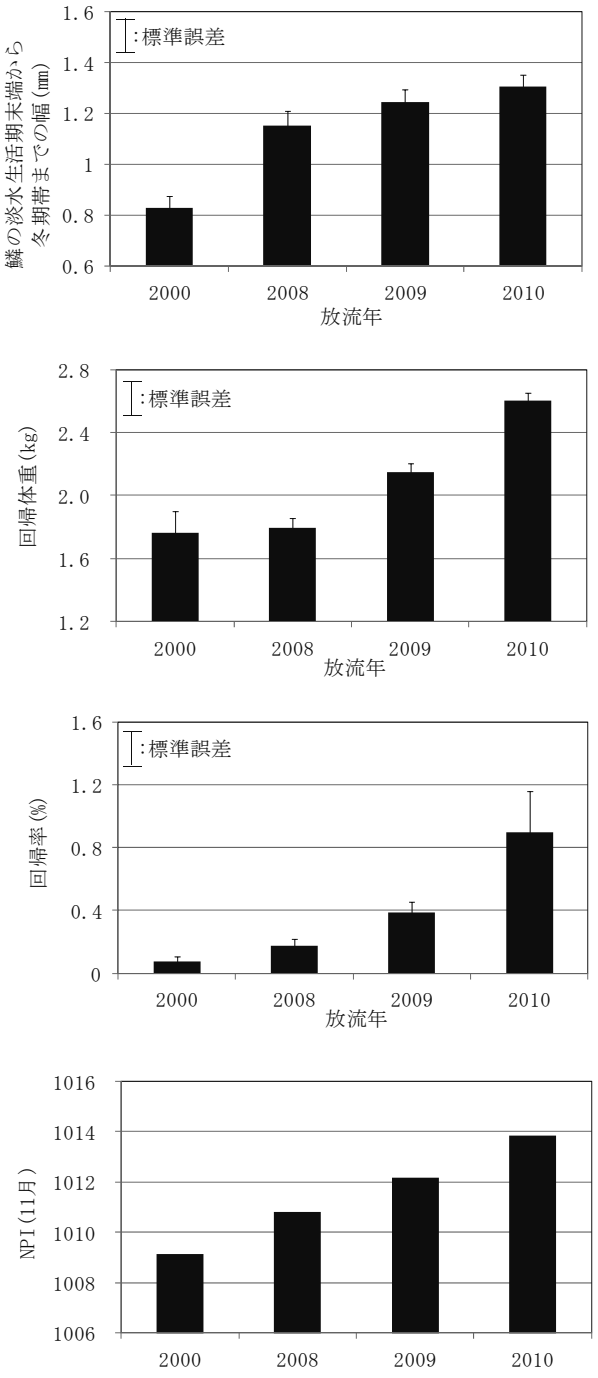


図５　鱗の淡水生活期末端から冬期帯までの幅、回帰体重、回帰率、NPI(11月)の年変化

回帰率変動のメカニズム

さけます類にとって冬期間の生息環境は厳しく、摂餌活動も低下するため、飢餓状態に陥る魚も少なくないと考えられており、体サイズが大きく栄養を蓄えた魚の方が生き残るためには有利です。北海道南部太平洋岸から標識を施したスモルトを５月に放流し、放流してから発見される間の成長を調べた結果、放流直後から６月までと越冬後の１～３月に発見された標識魚と比べ、９～11月までの期間に発見された標識魚の成長率が高い傾向を示し（下田ら，2003)、放流後のサクラマスにとっては夏から秋に、冬を乗り切られる位に十分に成長できるかが重要であると考えられます。

スモルト放流魚の回帰率、回帰体重、鱗の解析結果から、回帰率の変動メカニズムが分かってきました。11月にアリューシャン低気圧の勢力が強く、オホーツク海において水温低下が早く起きる年は、サクラマスの越夏後の南下開始時期と成長停滞期が早く到来し、十分に成長できないまま小型サイズで越冬し、冬季の生き残りが悪いと考えられます。逆に11月にアリューシャン低気圧の勢力が弱く、オホーツク海が温暖な年は、冬の訪れが遅く南下を始める時期が遅れ、サクラマスの高成長期間が長くなり、体サイズが大きくなるため冬季の生残が良好で、大型のサクラマスが漁獲されると考えられました。

おわりに

アリューシャン低気圧の勢力は数十年スケールで大きく変化し、北太平洋の海洋環境に大きな影響を及ぼしています。そのような気候変動はスモルト放流魚の回帰率のみならず、野生魚を含むサクラマスの資源変動に大きな影響を与えているのかもしれません。マイワシ類、カタクチイワシ類等、様々な漁業資源に対して気候変動が大きな影響を及ぼしていることが明らかになっており、そのような大気-海洋-漁業資源の数十年間隔の変化はレジーム・シフトと言われています。

北海道のサクラマスの漁獲量は、1960年代は約1,500～4,000トンで推移していたと推定されますが（玉手，2008)、1980年代以降は約1,000トン以下で推移しています(図６)。漁獲量の減少に関しては、河川工作物設置がもたらしたサクラマスの降海、遡上行動の阻害による再生産環境の消失も要因の一つであると考えられます。また、北海道南西部においてサクラマスの主要な漁法は小規模漁業経営体による釣り漁業であり、そのような経営体数の減少も関連があると考えられます。サクラマス漁獲量に対するこれらの要因や気候変動による影響を明らかにし、サクラマスの資源変動を理解した上で、河川規模に見合ったサクラマスの放流や河川環境の整備等、サクラマス資源の維持や再生産を促す取り組みを適切な規模で行うことが、サクラマスを漁業資源として持続的に利用するために必要であると考えられます。

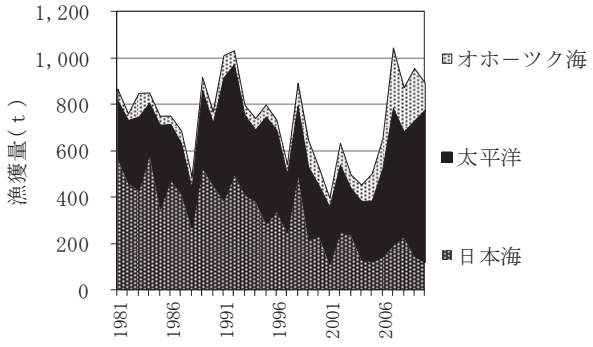


図６　北海道のサクラマス漁獲量

引用文献

１）宮腰靖之：北海道におけるサクラマスの放流効果および資源評価に関する研究．北海道立水産孵化場研究報告，60，1-64（2006）

２）大熊一正・真山紘：サクラマスの成長と鱗相

に関する研究. 1.淡水生活期の鱗相と年齢. 北海道さけ・ますふ化場研究報告，38，25-32（1985）

3）黒川忠英・小島博・中島幹二：池中継代飼育サクラマスの回遊と成長．北海道立水産孵化場研究報告，42，45-52（1987）

4）下田和孝・内藤一明・中島美由紀・佐々木義隆・三坂尚行・今田和史：サクラマスのスモルトサイズと関連した海洋生活期の生残および成長.日本水産学会誌，69（6），926-932（2003）

5）玉手 剛：1980年以前の北海道沿岸におけるサクラマス漁獲量の推定．水産増殖，56，137-138（2008）

（いいじまあない　さけます内水試道南支場、みやこしやすゆき　さけます内水試さけます資源部

報文番号B2356）

資源管理・海洋環境シリーズ

“春にしん”は今－2012年春期に採集された産卵群の系群判別－

キーワード：ニシン、系群、日本海、産卵群、春ニシン

はじめに

かつて北海道日本海沿岸では、春にニシンが産卵のために浜に押し寄せ、毎年のように大漁が繰り返されました。その隆盛は明治以降の北海道開拓の歴史の一翼を担っていたと言えます。しかし、その“春ニシン”も20世紀半ばには姿を消し、その後長い低迷期を迎えることとなりました。

近年、日本海沿岸域では、かつての主役である北海道サハリン系群[*1]に代わって２～３月に産卵する石狩湾系群の漁獲が増大してきています。ただし石狩湾系群は、北海道サハリン系群に比べて、回遊範囲が狭く、漁獲量も２千トン前後にとどまっています（北海道サハリン系群の年間最大漁獲量は97万トン）。

一方で、石狩湾系群の好漁が呼び水となり、かつての“春ニシン”北海道サハリン系群の動向にも関心が集まってきています。特に今年(2012年)は春期（４～６月）に完熟卵を持つニシンの情報がいくつも寄せられ、それらに関する問い合わせを多く頂きました。そこで、北海道サハリン系群の現状を漁獲統計資料から読み取るとともに、今年春期に得られた標本がどの系群に属していたかの判別を試みました。なお、系群の判別は今年度から開始された「北海道周辺に分布するニシンの遺伝情報を利用した集団構造解析技術開発Ⅰ」(以下、ニシン集団構造解析Ⅰ)[*2]という新しい事業の一環として取り組みました。この事業では形態的・生態的情報に遺伝情報を加えて、より正確な系

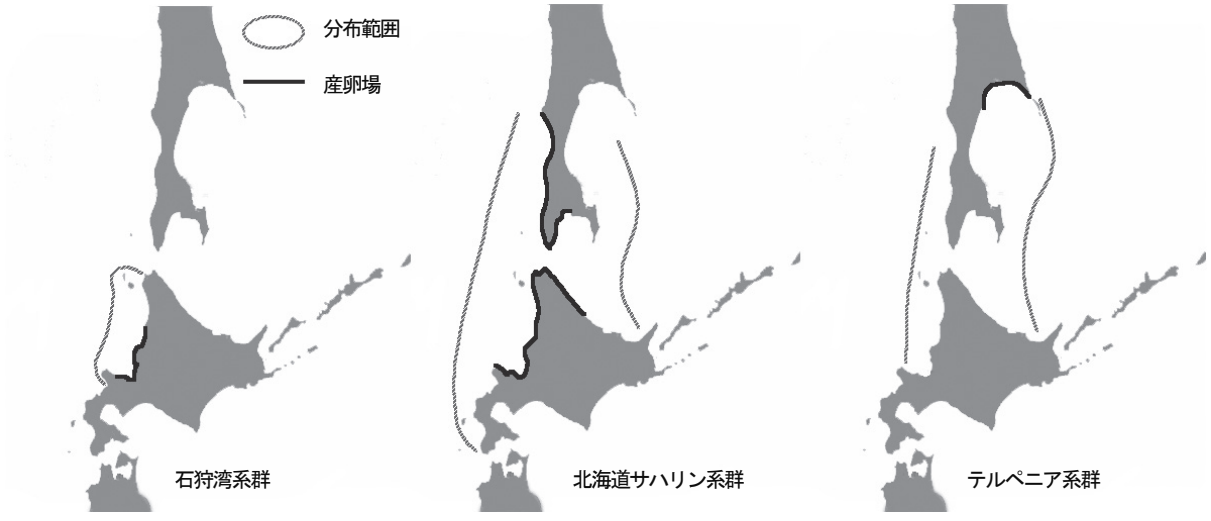


図１　石狩湾系群、北海道サハリン系群およびテルペニア系群の主な産卵場と分布範囲

＊１：系群＝生態的に独立したグループで、資源は系群ごとに変動します。
＊２：http://www.hro.or.jp/get/estimate/post-8.html

表１　系群別の形態的・生態的特徴

		石狩湾系群	北海道サハリン系群	テルペニア系群
年齢と尾叉長の関係	１歳	15.2cm	10.9cm	13.0cm
	２歳	22.4cm	18.2cm	17.6cm
	３歳	27.6cm	22.6cm	20.2cm
	４歳	29.2cm	24.6cm	23.9cm
	５歳	31.0cm	27.0cm	
平均脊椎骨数		54.3以上	54.1～54.3	54.0以下
産卵開始年齢		２歳（一部３歳）	４歳	３歳
産卵期		１月下旬～４月上旬	３月下旬～５月上旬	５月中旬～６月下旬

以上は、小林（1993）[1)]、田中・高柳（2002）[2)]、藤田・小久保（1927）[3)] および水産試験場の測定データより整理した。

群判別を可能とするための基礎研究を実施しています。

系群の特徴（本題に入る前に）

北海道周辺には、前述の北海道サハリン系群、石狩湾系群のほかにも、テルペニア系群や汽水域に分布する勇洞沼、風蓮湖、能取湖の各系群など数多くのニシン系群が分布しています[1)]。この中で、1980年代以降、日本海北部海域で漁獲量が多いのは石狩湾系群、北海道サハリン系群およびテルペニア系群です。まず、この３系群の形態的・生態的特徴について、最新の情報を表１に示します。

石狩湾系群は石狩湾周辺に主産卵場をもつ系群で、分布範囲は岩内湾～宗谷湾にかけての道西日本海です（図１）。これに対して、北海道サハリン系群はサハリン南西部～北海道に至る沿岸域で産卵し、回遊範囲も最も広くなっています。テルペニア系群はサハリン東岸のテルペニア湾を中心に産卵しますが、北海道でも産卵すると考えられており、回遊範囲は北海道サハリン系群に次いで広くなっています。

成長は石狩湾系群がもっとも早く、次いで北海道サハリン系群、テルペニア系群の順です（表１）。産卵期は石狩湾系群が２～３月頃、北海道サハリン系群は４月が中心で、テルペニア系は５月以降となっています。また、テルペニア系群は成長に関しては３系群で最も遅いものの、成熟年齢は北海道サハリン系群よりも１年早く３歳です。また、系群の判別に重要な指標とされている平均脊椎骨数は、多い順に「石狩湾系群＞北海道サハリン系群＞テルペニア系群」となっています。

なお分布範囲や成長、成熟年齢などは、年代や資源状況などによって変化することも想定される

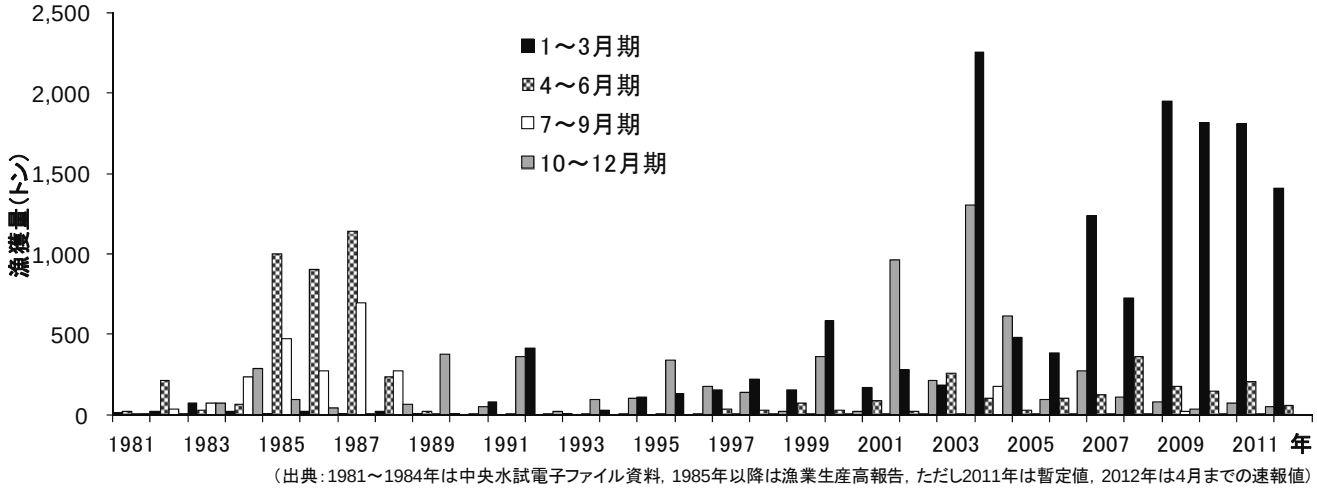


図２　北海道西岸北部日本海沿岸における四半期ごとのニシン漁獲量

表２　2012年４月以降に得られた標本

標本番号	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
採集年月日	2012年4月9日	2012年5月10日	2012年6月1日
採集地点	宗谷管内､稚内	留萌管内､臼谷	石狩管内､石狩
漁具	刺し網	刺し網	小定置網
漁獲量	約150kg	4.3トン（５/７～14）	数10kg
標本尾数	27	96	16
主年齢の尾叉長モード	27cm	21cm	21・22cm
年齢	３歳が主体	３歳が主体	３歳が主体
平均脊椎骨数	54.41（計数27個体）	54.04（計数48個体）	53.81（計数16個体）
成熟状態	完熟状態と産卵直後が混在	完熟	完熟
備考		無選別採集	漁獲物の中から､成熟個体のみを選別

ことから、より正確に系群を判別するための基礎データとして遺伝情報（ＤＮＡ）が注目されています。

近年の漁獲状況

図２に北海道西岸の北部沿岸域における四半期ごとの漁獲量を示しました。ニシンが沿岸に来遊するのは基本的に産卵のためなので、この情報は産卵ニシンの来遊情報と考えることが出来ます。

まず目を引くのが、1985～1987年にかけての漁獲のピークで、年間1,500トンほどの漁獲が４～６月期を中心にみられました。これはオホーツク海で大量に漁獲され、国際的にも話題となった1983年生まれの北海道サハリン系群が分布域を拡大し、一部が北海道の西岸にも来遊したものと考えられています[4)]。

次に1990年代半ば以降、１～３月期を中心に漁獲が徐々に増大してきています。これは主産卵期が２～３月である石狩湾系群の資源増大を示しています。この間、４～６月期の漁獲はあまり増加していません。この年代の４～６月期として最も多い約350トンが記録された2008年も､石狩湾系群の２歳（卓越発生した2006年級）が産卵後も沿岸に残って漁獲されたことが分かっています。

今年（2012年）の特徴

以上のように、1990年代半ば以降の漁獲は石狩湾系群が主体となっており、４月以降に沿岸域に来遊する産卵群は少ない状況となっています。たまに完熟卵を持ったニシンが漁獲される（2008年５月末の石狩など）こともありますが、その量は数十～数百kg程度にとどまってきました。

しかし2012年は、４月以降に産卵群の漁獲情報がいくつか寄せられ、漁獲量も数トンレベルとなっています。そして４月９日に稚内（標本Ⅰ）、５月10日には臼谷（標本Ⅱ）、６月１日には石狩（標本Ⅲ）から得られた３つの標本（表２）について調査することが出来ました。

これらの形態的・生態的特徴を見てみますと、標本Ⅰは､３歳主体でその尾叉長モードが27cmと、年齢と尾叉長の関係では石狩湾系群の特徴と合致しており、また、平均脊椎骨数も54.41と石狩湾系群の範囲でした(表１)。さらに完熟状態と産卵直後の個体が混じっていたことから、この標本は産卵期の最後に来遊した石狩湾系群である可能性が高いと考えられました。

一方、標本Ⅲは、年齢と尾叉長の関係からは北海道サハリン系群かテルペニア系群のどちらかと思われ､平均脊椎骨数が53.81とテルペニア系群の範囲にあったことから、テルペニア系群であることが示唆されました。

そして標本Ⅱは、当日の漁獲量も多く、漁獲された雌のすべてが産卵直前であったことから、最も注目されました。この標本の年齢と成長の関係、成熟時期、および平均脊椎骨数は北海道サハリン系群とテルペニア系群の中間的な値を示していました。

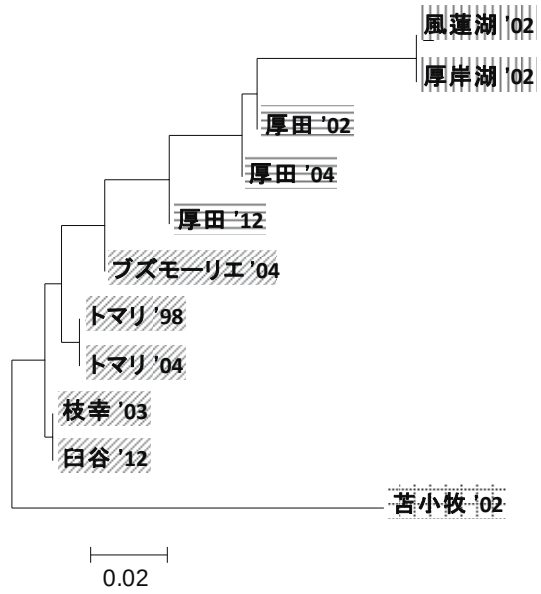


図３　遺伝子分化指数を基に構築した樹状図
（横軸は遺伝距離、標本採集場所と採集年）

遺伝的特徴（臼谷の標本のmtDNA解析結果）

今回、標本ⅡについてmtDNA[*3]の塩基配列を決定し、そのデータをこれまでに蓄積されたデータ[5, 6]と比較し、集団の遺伝的特徴を調べました。その結果を用いて、遺伝子多様度[*4]の比較、遺伝子分化指数[*5]を基に構築した樹状図[*6]による解析を試みました。

過去の研究において遺伝子多様度は、回遊範囲が広い系群ほど高く、狭い系群では低くなる傾向が認められています[5,6]。そして今回の標本Ⅱでは、北海道サハリン系群やテルペニア系群といった回遊範囲が広いサハリン由来の集団に近い値となっていました。

遺伝子分化指数を基に構築した樹状図（図３）でも、標本Ⅱ（図中の臼谷' 12）は枝幸に最も近く、次いでトマリ、ブズモーリエといった過去にサハリン島沿岸で漁獲された３標本と近い関係であることが分かりました。これら４地点の標本間に統計的な有意差が認められなかったことから、標本Ⅱに関しては、現状ではサハリン由来の集団と一括して扱わざるを得ないと考えられました。

まとめ

今年（2012年）の４～６月に、北海道の日本海北部沿岸域に産卵のために来遊したニシンを調査したところ、４月に稚内に来遊した標本Ⅰは石狩湾系群、５月の臼谷の標本Ⅱはサハリン由来の集団に属する系群（北海道サハリン系群あるいはテルペニア系群など）と判断され、６月に石狩で採集された標本Ⅲは、テルペニア系群である可能性が示唆されました。

20世紀前半には、北海道の日本海北部海域で北海道サハリン系群が数万～数十万トン単位で漁獲されており、それに比べれば小規模ながら1985～1987年にも同系群が千トン単位で来遊していたと推察されています。しかしそれ以降の北海道サハリン系群の資源はごく低水準で推移しているものと判断されています[7]。このように今年、臼谷で数トン漁獲された産卵群が仮に北海道サハリン系群であったとしても、過去の事例と比べてその来遊量はごく低水準であると思われます。また、テルペニア系群については、当該海域へのまとまった産卵群の来遊情報はほとんどなく、やはり資源水準が増大する局面にはないと考えられます。

今回の解析結果からは北海道サハリン系群復活の兆しは確認できませんでした。もちろんニシンの資源は、条件さえ揃えば今後の急速な増大が期待できる資源であり、各種調査を通してその資源動向の把握・評価に努めていきたいと考えていま

*３：mtDNA＝細胞小器官であるミトコンドリア内にあるDNA。
*４：遺伝的変異の尺度。遺伝子のバリエーションが多いほど大きい。
*５：遺伝的分化の尺度。近縁なほど小さい。
*６：集団間の進化的関係を樹木状に表現した図。

す。また、その前提となる正確で迅速な系群判別のための基礎的研究である「ニシン集団構造解析Ⅰ」を推進し、系統群ごとのデータベースを充実させていきたいと考えています。

文献

1）小林時正：太平洋ニシンの集団遺伝学的特性と種内分化に関する研究．遠洋水研報　No.30, 1-77（1993）

2）田中伸幸、高柳志朗：近年、北海道中部－北部日本海の沿岸漁業で漁獲されているニシンの資源構造．北水試研報 62, 57-69（2002）

3）藤田芳久、小久保清治：鰊の研究．水産研究彙報１、 1-141（1927）

4）丸山秀佳：北海道周辺の日本海からオホーツク海における1988年のニシン漁況について．水産海洋研究．53, 106-108（1989）

5）Shimizu,Y. and Takahashi,H. : Population structure and genetic diversity in Pacific herring, Clupea pallasii, based on mitochondrial DNA sequence variations. Zoological Science 20:1615（2003）

6）高橋洋、清水洋平、西田睦：AFLPおよびmtDNAマーカーからみたニシンの集団構造および過去の資源動態．2005年度日本魚類学会年会講演要旨　p23（2005）

7）稚内水産試験場：ニシン（道北日本海～オホーツク海海域・主に北海道・サハリン系群）．2011年度水産資源管理会議評価書．北海道立総合研究機構水産研究本部．2011.（オンライン）、入手先〈http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/index.asp〉

（山口幹人　中央水試資源管理部、清水洋平・川崎琢真　栽培水試栽培技術部、田園大樹　稚内水試調査研究部、瀧谷明朗　中央水試資源管理部、堀井貴司　釧路水試調査研究部

報文番号B2357）

資源管理・海洋環境シリーズ

オットセイ食性実態把握調査について

キーワード：オットセイ、漁業被害

オットセイ調査始まる

北海道沿岸の特に日本海側では、近年オットセイによる沿岸漁業の被害が拡大しており、漁業者からは早急な被害対策が求められています。このため、北海道では平成23年度より「オットセイ基礎調査検討協議会」を設置し、漁業被害実態把握のための基礎調査を開始しています。稚内水産試験場もこの検討協議会に参画し、食性実態把握調査を実施しています。

本稿では、この度北海道で初めてオットセイの捕獲調査が開始されたということもあり、漁業者からの成果の期待も高い事業であることから、その概要について紹介します。

北海道に来遊するオットセイとは何か

我が国でオットセイと呼ばれる動物は，北太平洋に広く分布し、標準和名をキタオットセイといい、アシカ科に属し１属１種をなします。南半球に生息するミナミオットセイとは形態は似ていますが、別の属になります。国内では単に「オットセイ」と呼ばれることが多いことから、本稿では以降「オットセイ」と記載します。

オットセイの繁殖場はロシア～カリフォルニアにかけての海域（図１）にあり、７～10月の繁殖期には繁殖場周辺にいますが、11～６月に日本近海へ来遊してきます[1)]。

オットセイはかつて1700年代より毛皮を取るために大規模な猟獲が行われ、世界的に生息数が激減しました。その後、オットセイは表１に示したような国際条約や法律により、ラッコとともに保護されてきました。

現在では、プリビロフ諸島で年間500～600頭の生存捕獲[2)]、チュレニー島で年間1300頭前後の商業捕獲[3)]などが行われていますが、日本では先述の国内法により、死骸を所持することも禁止されています。また、一部の繁殖場を除き、生息数は回復しつつあり､その数およそ110万頭とされていますが[4)]、IUCN（国際自然保護連合）の基準では現在も絶滅危惧II類（Vulnerable）に分類されています。

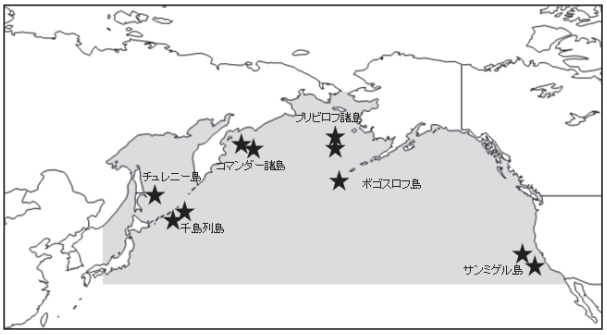


図１　オットセイの繁殖場（★）と分布（灰色）（馬場[1)]などより作成）

これまでのオットセイ調査

1950年代～1980年代まで、オットセイの生息数回復を目的とする生息域全体での調査の必要性から、日本周辺でも大規模な調査が行われ、日本への回遊様式や食性などが解明されてきました[5, 6)]。

例えば三陸沖へは、親潮とともに南下し、黒潮の張り出しに伴い北上することが明らかになりま



写真：北海道で偶然上陸したオットセイ（オス）

表1　オットセイに関する条約等の変遷

年	内容	参加国
明治44年（1911）	膃肭獣（おっとせい）及臘虎（らっこ）保護条約締結	日・英・米・露
明治45年（1912）	臘虎膃肭臍猟獲取締法制定（国内法）	
昭和17年（1942）	膃肭獣及臘虎保護条約失効	
昭和32年（1957）	北太平洋のおっとせいの保存に関する暫定条約	日・米・露・加
昭和32年（1957）	北太平洋おっとせい委員会発足	
昭和59年（1984）	北太平洋のおっとせいの保存に関する暫定条約失効	
平成11年（1999）	臘虎膃肭臍猟獲取締法　改正	

した[5),1)]。また､雌雄や発育段階によって回遊様式が異なっていることが知られています[5)]。

オットセイの日本近海での餌は、魚類（スケトウダラ、ハダカイワシ類、マイワシなど）やイカ類（スルメイカ、ドスイカなど）とされています[6)]（表２）。また、Yonezaki *et al.*（2008）は、三陸沖の調査結果から、マサバの資源量が豊富であった1970年代は、オットセイはそれらを主要餌生物とし、マイワシ資源量が豊富であった1980年代にはマイワシを主要餌生物とするというように、魚種交代に対応して餌生物を切り替えていたことを明らかにしました[7)]。

最近のオットセイ事情

オットセイは沖合に分布することから、1960年代頃はさけます流し網などで漁具被害が報告されていましたが、沿岸漁業との摩擦が問題になることは少なかったようです。それでも、檜山管内では、スケトウダラ延縄漁業の操業中にオットセイが船に付きまとうといった苦情はありました。

表２　日本近海におけるオットセイ食性調査および主要餌生物

海域	年	胃数	主要餌生物		文献番号
日本海	1962～63	537	スケトウダラ	ドスイカ	8)
太平洋	1962～63	865	オオクチイワシ	スルメイカ	8)
三陸沖	1966～72	1933	マサバ	タラ科魚類	9)
日本海	1967～71	47	ドスイカ	スケトウダラ	9)
太平洋	1973	278	イカ類	ハダカイワシ類	10)
太平洋	1973～76	448	ツメイカ	ハダカイワシ類	10)
日本海	1973･1976	44	ドスイカ	スケトウダラ	10)
常磐～三陸沖	1980年代	1040	イカ類	マイワシ	7)
常磐沖	1997	51	ホタルイカ	ハダカイワシ類	7)

2000年代に入った頃から、北海道の日本海沿岸で、オットセイによると思われる漁業被害が多発するようになりました。こういった問題から、近年ではオットセイの来遊状況や北海道における摂餌生態の解明が喫緊の課題とされています。

オットセイ食性実態把握調査

平成23年度から北海道が実施しているオットセイ基礎調査（図２）のうち、稚内水産試験場では食性実態把握調査を担当しています。

具体的な調査項目は、松前沖に来遊するオットセイを採捕し、胃内容物分析により当海域におけるオットセイの食性を解明することです。

得られた結果から、オットセイが実際に北海道沿岸でどのような漁獲対象種をどれくらい捕食しているのかを推定します。それにより、漁業活動との摩擦の実態を明らかにすることができると考えています。

これまで北海道沿岸におけるオットセイの捕獲調査は行われていませんでした。したがって、北海道沿岸での食性に関する知見はほとんどありませんが、津軽海峡周辺海域で刺し網に混獲されたり、死亡して漂着したオットセイの胃内容物からは、イカナゴ、ヤリイカおよびホッケなどが見られたと報告されています[11)]。ただしこれらの漂着個体では、胃内容物は消化されていることが多く、十分な情報が得られません[11)]。

今回の調査では、採捕個体の胃内容物分析を行いますので、より詳細な食性に関する解析結果が得られることが期待されます。

オットセイ基礎調査では、食性調査以外にも出現状況調査による来遊状況の把握（北海道大学）や、漁業による混獲実態の把握（北海道庁）なども行われます（図２）。このように、地元・行政・研究機関の協力関係に基づく、体系的な調査を実施することにより、効果的な被害対策の構築を目指すことができると考えています。

引用文献

１）馬場徳寿. 1997. キタオットセイ. 日本の希野生水生生物に関する基礎資料（IV）. 水産資源保護協会. 東京. 349-355.

２）Allen, B.M. & R.P.Angliss. 2011. Alaska marine mammal stock assessments, 2010. NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-223.

３）Kuzin, A.E., 2010. The Intrapopulation Structure of the Northern Fur Seal（*Callorhinus ursinus* L.）on Tyuleniy Island during the Post Depression Years （1993-2009）. Russian J. Mar. Biol. 36（７）:507-517.

４）IUCN. 2011. http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/3590/0

５）和田一雄. 1969. 三陸沖のオットセイの回遊について. 東海水研報. 58. 19-82.

６）和田一雄. 1971. 三陸沖のオットセイの食性について. 東海水研報. 64. 1 -37.

７）Yonezaki, S., M. Kiyota & N. Baba. 2008. Decadal changes in the diet of northern fur seal（*Callorhinus ursinus*） migrating off the Pacfic coast of northeastern Japan. Fish. Ocean. 17（３）. 231-238.

８）北太平洋おっとせい委員会. 1971. 北太平洋お

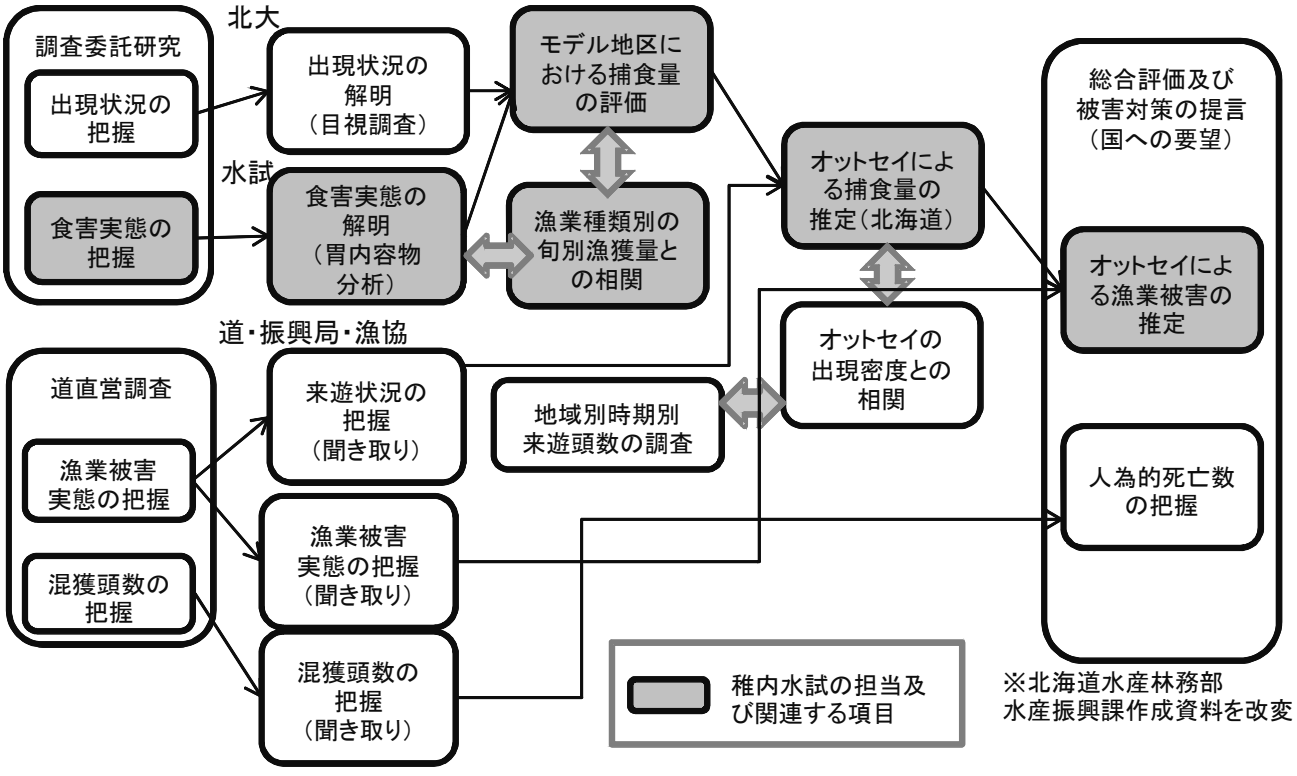


図２ 北海道によるオットセイ基礎調査（H23～25）の調査フロー

っとせい委員会調査報告 1962-1963. 在ワシントン委員会本部刊行. 94pp.
9）北太平洋おっとせい委員会. 1975. 北太平洋おっとせい委員会1967～1972年の調査報告.ワシントンD.C.委員会本部刊行. 196pp.
10）北太平洋おっとせい委員会. 1980. 北太平洋おっとせい委員会1973～1976年の調査報告.ワシントンD.C.委員会本部刊行. 178pp.
11）堀本高矩・後藤陽子・三谷曜子・小林由美・桜井泰憲. 2010. 冬- 春期の道南海域における鰭脚類の混獲・漂着記録とその食性. 日本哺乳類学会2010年度大会講演要旨集.

（後藤陽子　稚内水試調査研究部

報文番号B2358）

資源増殖・水産工学シリーズ

ウニ・ナマコ類浮遊幼生の餌料に用いる微小藻類キートセラス・グラシリスの半流動培地による株管理について

キーワード：キートセラス・グラシリス、半流動培地

はじめに

現在北海道では、延べ42の種苗生産機関でエゾバフンウニ、キタムラサキウニ、マナマコの種苗を生産しています。これらウニ・ナマコ類は受精した後、幼生（写真１-A～C）となって、水中を漂う小さな藻類を食べて成長します。種苗生産機関では、この浮遊期間の餌としてキートセラス・グラシリス（以下キートセラスと呼ぶことにします）という小さな浮遊珪藻を与えて育てます（写真１-D）。数年前までキートセラスは各種苗生産機関設で培養されていましたが、最近は濃縮したキートセラスが市販されているため、手間のかかる自家培養をやめて、餌料を購入する機関も増えてきています。市販餌料は便利ですが、何らかの事情で生産・販売が滞るようなことになれば、ウニ・ナマコ類の種苗生産に大きく影響してしまいます。

このキートセラスの培養には､「静置培養」と「拡大培養（通気培養とも言います）」があります（写真２）。道内の機関では､両者ともに液体培地で行っています。前者は実際に餌を使用するまで（通常使用するのは産卵期を中心とする１か月程度）、種である株を絶やさないようにするための培養（株管理）で、試験管やフラスコを毎日振って撹拌しなければなりません。また、通常１か月毎に新しい培地に植え継いで目的外の生物の繁殖を防ぎます。この「静置培養」は餌を使わない時期を含めて通年行っていなければならない培養です。

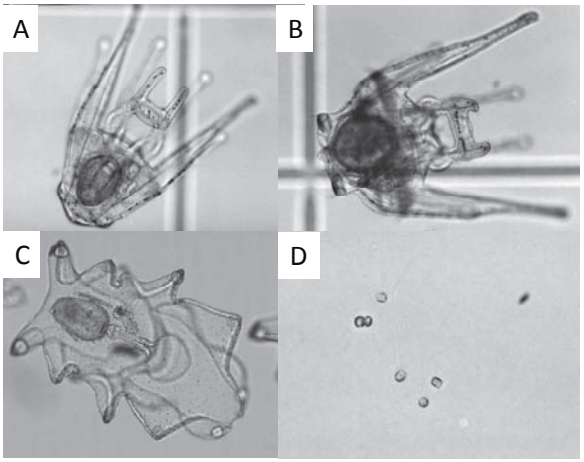


写真１　幼生の形態とキートセラス

A：エゾバフンウニ（８腕後期幼生）　B：キタムラサキウニ（８腕後期幼生）　C：マナマコ（後期アウリクラリア幼生）　D：キートセラス

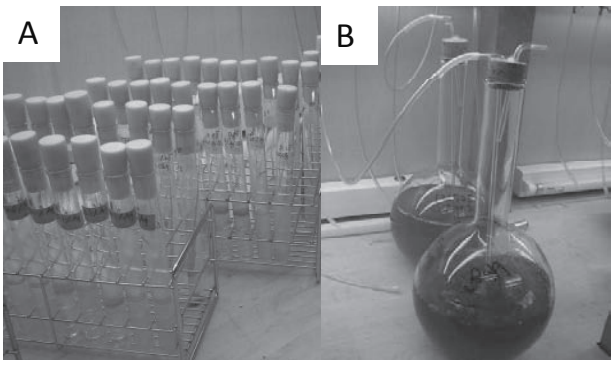


写真２　試験管で行っている静置培養(A)と３リットルフラスコでの拡大(通気)培養(B)

「拡大培養」は「静置培養」して維持した株を、大きい容器に植え継ぎ、通気して撹拌しながら藻

類の光合成に必要な二酸化炭素や呼吸に必要な酸素を送り込み、餌料の密度を高める培養で、実際に餌として使用するときに行います。

株を管理する際、特に面倒なのは長期間にわたる「静置培養」です。最近のように餌料を購入することが多くなっても、各機関で株を維持していれば、いざというとき自家培養が再開しやすく安心です。そこで今回は、最近開発した簡便な株管理方法を紹介したいと思います。

従来の株管理

静置培養には先述した液体培地による方法の他に、1.5～２％の寒天を加え固体培地で培養する方法があります。

液体培地では、放っておくと株が沈降して枯死してしまうため（写真３-A-２）、毎日振って沈降を防ぐ必要がある上、目的外の生物が増えないようにおよそ１か月毎に新しい液体培地に植え継ぐ必要があります。ただし、培地を振って株を維持するため、固体培地を用いる場合よりも藻類の密度が上がり、直接拡大培養に用いることができるメリットもあります。

一方、固体培地（写真３-B-３）の場合は、毎日振る必要がない反面、培地の乾燥による株の枯死に気をつける必要があります。さらに、培地の表面しか利用できないため、藻類の密度が低く、拡大培養を行う前に一度液体培地で増やす手間と時間が必要になります。

こうした手間を減らし、簡便に株を管理し易くするために、培地を液体培地のように立体的に利用できて、固体培地のように振らなくても株が沈降しない方法を検討しました。

半流動培地

写真３-B-４は試験管に作った0.25%の軟らかい寒天培地（半流動培地）にキートセラスを植え継いで６か月の間、振らずに静置しておいたときの様子です。この株を、１リットルのフラスコで通気培養したところ、従来の培地で育成しているものと同様に増えることが分かりました（図１）。

次にこの半流動培地の適当な寒天濃度を検討するために、0.01%寒天、0.15%寒天、0.25%寒天を添加した半流動培地で、株を３か月間振らずに静

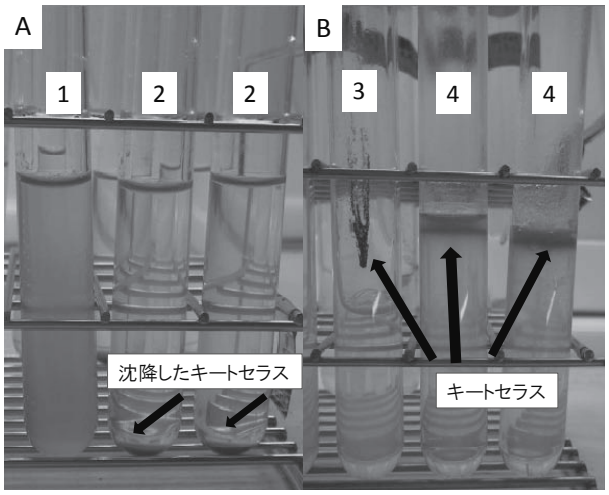


写真３　液体培地（A）と固化培地（B-３）および半流動培地（B-4）で、静置培養したキートセラスの株

１：撹拌した株　２：２日撹拌せず静置したため沈降した株
３：固化培地　４：0.25%濃度の寒天を用いた半流動培地で、６か月間撹拌せずに静置培養した株

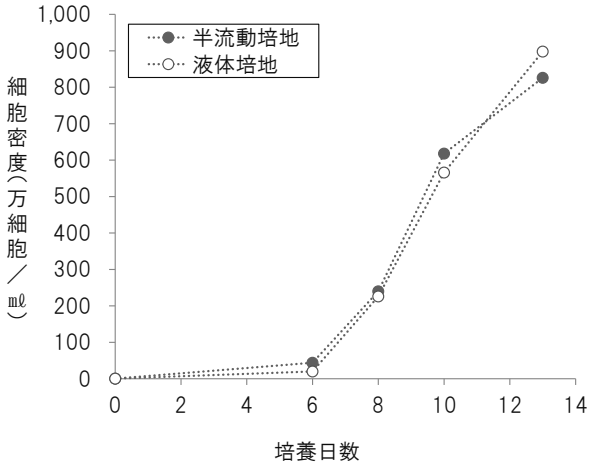


図１　６か月間半流動培地で静置培養した株と通常培地で培養した株の増殖曲線（１リットルフラスコ）

置培養したあと、１リットルのフラスコで拡大培養した結果を、従来の液体培地で培養したものと比較しました（図２）。このときの結果では、１か月前に植え継いだあと毎日振って攪拌していた液体培地での培養密度が最も高く、次いで0.15%寒天培地、0.25%寒天培地、0.01%寒天培地の順でした。容量が大きい３リットルフラスコでの培養では、当初液体培地で密度が早く高まったものの、17日目には0.15%寒天培地の株に抜かれ、次いで0.25%寒天培地、0.01%寒天培地の順に高密度になりました（図３）。

培養したキートセラスの細胞それぞれの長径を測ると、図４と図５のように、密度が高いものほど細胞が小さくなっています。

数は少なくても、大きい細胞ほど幼生にとって食べ応えのある餌になるとも考えられるので、今後さらに検討を続けたいと思います。

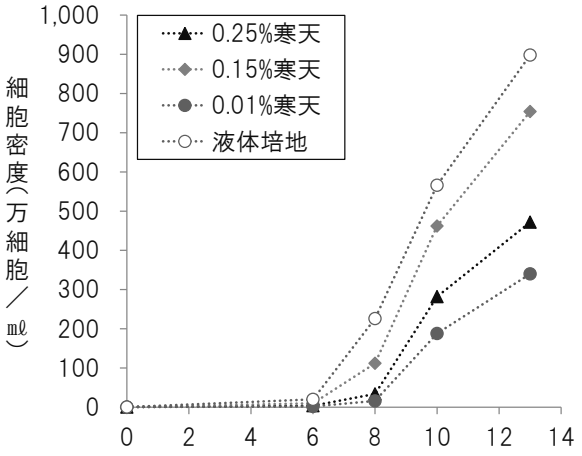


図２　半流動培地の濃度と株の増殖曲線
（１リットルフラスコ）

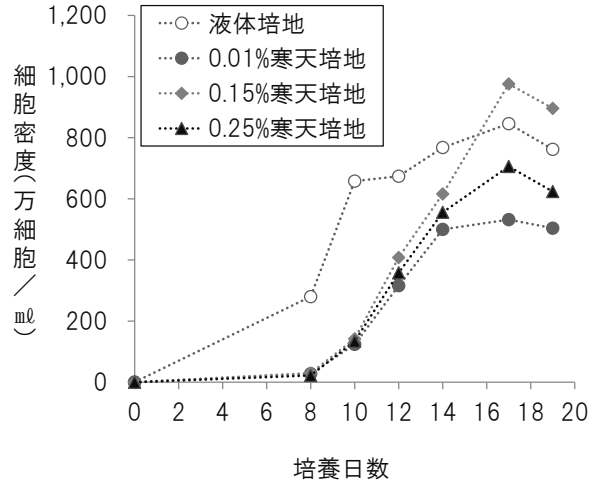


図３　半流動培地の濃度と株の増殖曲線
（３リットルフラスコ）

おわりに

半流動培地を用いるとキートセラスの株を攪拌せずに少なくとも６か月間は維持できることがわかりました。これにより従来に比べて、株の管理が大幅に容易になります（表１）。

この試験はまだ継続中で、餌料としての価値の他に、今回調べたキートセラス以外の藻類の株管理へも応用する予定です。

ウニ・ナマコ類の育成のみならず、藻類を餌とする動物の増殖のために、餌料の確保は不可欠な技術です。今後もこうした技術改良を続けて、昨年の東日本大震災のような不測の事態に備えるとともに、コストの削減に寄与したいと思います。

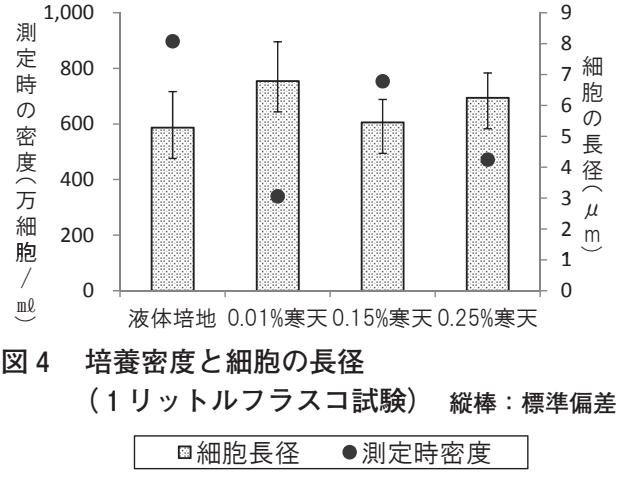


図４　培養密度と細胞の長径
（１リットルフラスコ試験）　縦棒：標準偏差

（酒井勇一　栽培水試栽培技術部

報文番号B235

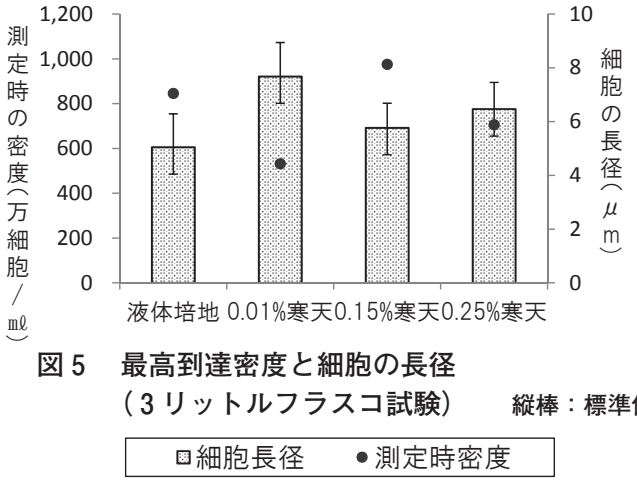


図５　最高到達密度と細胞の長径
（３リットルフラスコ試験）　縦棒：標準偏差

表１　静置培養方法別のメリットとデメリット

培地の種類	メリット	デメリット
液体培地（従来法）	400万/ml～800万/ml程度まで増殖可	毎日の振とう必要 およそ１か月間隔での植え継ぎ必要
固体培地（従来法）	振とう不要 乾燥しなければ株の植え継ぎ不要	培地の乾燥による枯死の懸念 細胞数が少ないため拡大培養前に液体培地への植え継ぎ必要
半流動培地（新法）	振とう不要 拡大培養前に液体培地での培養不要 毎月の植え継ぎ不要 （６か月は維持可能、継続試験中）	現時点で特になし

水産加工シリーズ

ホタテガイ貝柱の微細化による新たな性質と魅惑の食感！

キーワード：ホタテガイ、かまぼこ、乳化物、ナノスケール

はじめに

ナノテクノロジーやナノテクと言う言葉はIT・エレクトロニクス分野、材料工学分野をはじめ、家電製品においてもよく聞かれるようになりました。ナノとは十億分の１を意味する記号で、１メートル(m)の千分の１が１ミリメートル(mm)、百万分の１が１マイクロメートル（μm)、十億分の１が１ナノメートル（nm）となります。

食品分野でもナノテクノロジーを応用する試みが始まっています。食品への利用の目的は、食材が小さくなることによる栄養成分などの吸収効率や安定性、溶解性の向上です。現在販売されているナノテクノロジーを利用した食品は、主にサプリメントや飲料水です。

食品は工業製品と異なり、数十μmのサイズで、食感や加工特性に大きな変化が現れることから、農林水産省のプロジェクト研究「食品素材のナノスケール加工及び評価技術の開発」では、粒径をナノスケールに近づけたマイクロスケールのものまでを研究対象に含めています。今回はこのプロジェクトに参加して、工業試験場と共同で行ったホタテガイ貝柱のマイクロスケール加工について紹介します。

ホタテガイ貝柱の微細化方法

ホタテガイ貝柱を、直径6.4mmの目皿を装着したミートチョッパー（挽肉機）で破砕したものをミンチ肉、カッターミルおよび湿式メディアミルで粉砕したものを微細化肉としました。カッターミルは水平に配置された２枚の刃が回転して粉砕する機械です（図１左上)。一方、湿式メディアミルは容器中の直径１mmのジルコニアビーズが試料と衝突を繰り返すことによって、試料を小さく粉砕する機械です（図１右上、下)。

カッターミルで生鮮ホタテガイ貝柱を粉砕すると、粒子サイズは100μm（0.1mm）程度になりました。さらにカッターミルで粉砕したホタテガイ貝柱に、等量の水を加えて湿式メディアミルで粉砕すると、３μm（0.003mm）まで小さくすることができました。これらの微細化したホタテガイ貝柱にはどのような特徴があるのか検討しました。

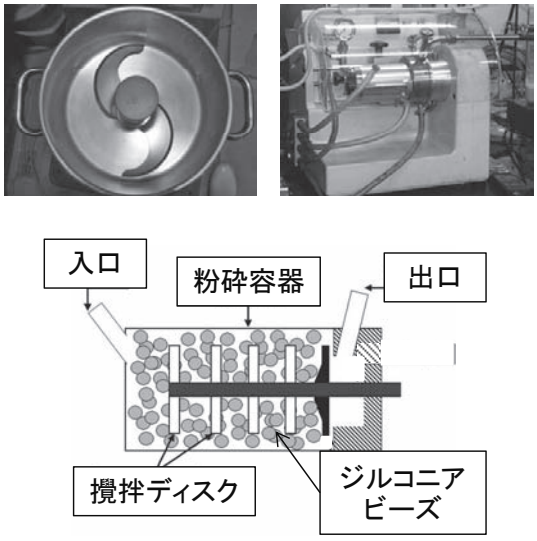


図１　カッターミル（左上)、湿式メディアミル（右上）とその構造（下）

微細化したホタテガイ貝柱の特徴

①カッターミル粉砕した微細化肉

ホタテガイ貝柱をカッターミルで粉砕した微細化肉とミンチ肉を使って、かまぼこを作りました。かまぼこの品質を評価する方法として、折り曲げ試験や図２に示したレオメーターを使って、直径５mmの球をかまぼこに押し込んだ時の破断凹みを測定しました。折り曲げ試験の評点が高いほど、また破断凹みの深さ（mm）が大きいほど、しなやかな食感をもつかまぼこと評価されます。

かまぼこを作る際には、通常食塩が必要ですが、ミンチ肉では、食塩の有無で破断凹みに違いはありませんでした。しかし、折り曲げ試験では、食塩無添加のかまぼこは二つ折りで亀裂が入りましたが（評点２）、食塩を添加すると、四つ折り可能（評点５）になりました。一方、微細化肉では、食塩無添加でもミンチ肉より破断凹みが大きくなり、しなやかなかまぼこができました。また、折り曲げ試験では､食塩無添加でも四つ折り可能(評点５）でした（図３、４）。

②湿式メディアミル粉砕した微細化肉

湿式メディアミルを用いて、粉砕時間を調整しながら、平均粒子径の異なる微細化肉（17、９、８μm）を調製しました。これらを直径28mmの円柱容器に充填し、90℃、30分間加熱してゲル（凝固物）を得ました。平均粒子径が小さくなるほど加熱ゲルは離水しなくなり、形状も保持でき、硬さも増加しました（図５、６）。

次に、湿式メディアミル粉砕をする時に10％の市販食用油を加え、乳化物を調製（平均粒子径５μm）し、前述のように加熱ゲルを得ました。油を加えることで、前述の加熱ゲルよりも食感がさらに滑らかになりました。この食感を数値で表すために図２のレオメーターの球を円柱（直径



図２　レオメーターによる破断凹みの測定

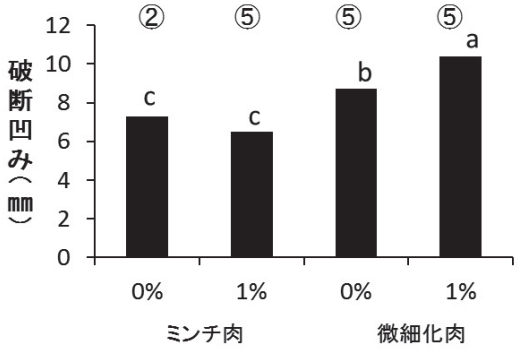


図３　生鮮ホタテガイ貝柱ミンチ肉と微細化肉の塩濃度別破断凹みと折り曲げ試験

異なるアルファベット間で有意差有り（$p<0.01$、Sheffe）。○ 内の数字は折り曲げ試験の評点

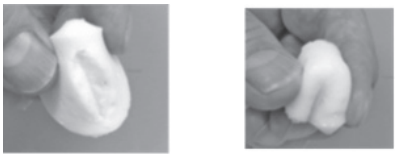


図４　折り曲げ試験

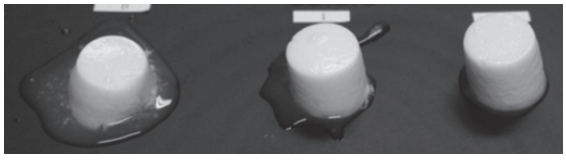


図５　平均粒子径と加熱ゲル

12.7mm）に変えて咀嚼試験を行いました（図７）。円柱を押し込む時に必要な力を硬さ、円柱を抜くときに引き離されにくさを付着性としました。微細化ホタテ乳化物は市販の食品と比較してみると、絹ごし豆腐と似た硬さと付着性であることがわかりました（図８）。

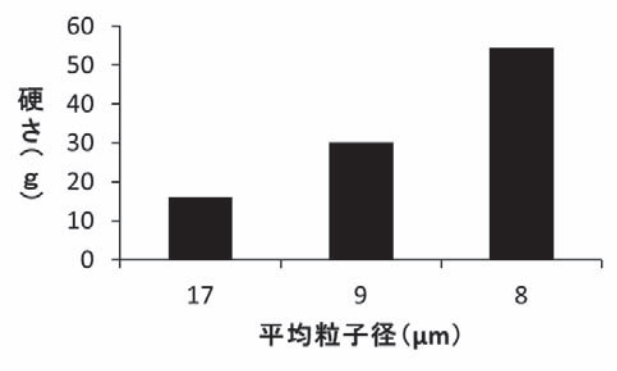


図６　平均粒子径と加熱ゲルの硬さ

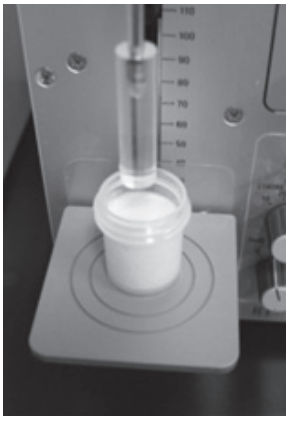


図７　レオメーターによる咀嚼試験

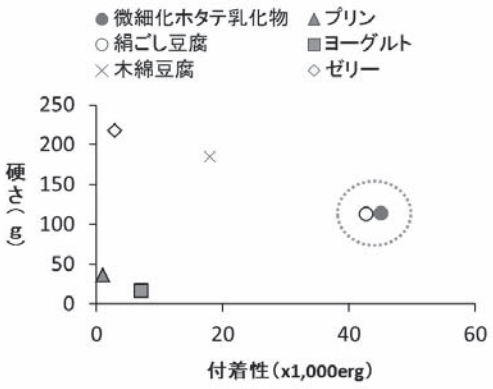


図８　湿式メディアミル粉砕したホタテガイ貝柱の乳化物（平均粒子径5μm）の加熱ゲルの硬さと付着性

おわりに

ホタテガイ貝柱にマイクロスケール加工（微細化）を行うと、食塩無添加かまぼこや絹ごし豆腐のような食感をもつ乳化物を作ることができました。

冷凍すり身は、スケトウダラを原料に製造され、各種かまぼこに姿を変えて利用されています。カマボコの需要は国内に留まらず、フランスまで広がり「カニカマ」として人気商品となっています。この冷凍すり身を使用したかまぼこには、品質を保つために糖類などの添加物と食塩が入っていますが、ホタテガイ貝柱を微細化することによって、100%ホタテガイ貝柱だけのかまぼこを作ることができます。

また、カロリー強化と食感の改善を目的に、微細化したホタテガイ貝柱へ食用油を添加することにより、絹ごし豆腐の食感に近いものが製造可能となりました。絹ごし豆腐は嚥下（飲み物や食べ物を飲み込むこと）困難者用食品としても利用されています。嚥下困難者用食品は誤嚥するおそれのない、すべり、きれ、まとまりの三要素が必要です。今後、微細化ホタテ乳化物が、新たな嚥下困難者用食品に加えられることで、ホタテガイの需要拡大も望まれます。

食品のマイクロスケール加工は食生活を一層豊かなものにする可能性を秘めた加工技術の１つとして、今後、様々な食品への利用が期待されます。

（宮崎亜希子　網走水試加工利用部

報文番号B2360）

各水試発トピックス

第44回日ロ研究交流開催される

道総研水産研究本部とサハリン漁業海洋学研究所（サフニロ）との第44回日ロ研究交流会議が、平成24年７月５日、６日、中央水産試験場で開かれました。サフニロからの今回の交流団は、ベリカーノフ水産生物資源部長、ラトコフスカヤ沿岸環境室長、クルチェンコ研究員の３名で、一行は７月４日に空路でユジノサハリンスクから新千歳空港に到着し、余市町に移動されました。

翌５日、中央水試で研究発表会が行われ、日ロ双方からケガニの生態に関する話題提供、道総研からワカサギの増殖技術、サフニロからマイワシの回遊生態についての発表がありました。

ほかに、研究交流開始当初から続いている共同調査について、今年度で終わる第４次調査「コンブ漁場環境に関する比較調査」の進捗状況や今後の取りまとめ方針などを話し合いました。また、来年度から新たに始める第５次５カ年調査「沿岸域の低次生態系に関する比較調査」については、調査方法などを細かく打合せました。

５日の夕方には、中央水試裏庭でバーベキュー・パーティー。日ロの研究者同士の熱い議論が続き、通訳者の方もてんてこ舞いになるほどでした。



研究発表、情報交換



中央水試ロビーでの記念撮影

６日は、次回の研究交流のことや情報交換の要望について話し合い、確認書を取り交わして２日間の研究交流会議を終了しました。

サフニロ一行は、研究交流終了後、北海道水産林務部と道総研本部を表敬訪問され、その後、定山渓温泉に宿泊し、リフレッシュ。７日、往きと同じ空路で、たくさんのお土産とともに無事、サハリンに戻られました。

（佐藤　一　水産研究本部企画調整部）



丹保理事長（道総研本部）を表敬訪問

各水試発トピックス

「中央水産試験場一般公開」の開催

平成24年７月22日（日）10時から、中央水産試験場の一般公開を開催しました。

この一般公開は、余市町民をはじめ道民の方々に水産試験場の日頃の業務内容を知っていただき、水産試験研究に関心を持ってもらうため、年に１回開催しているものです。昨年までは平日開催であったため、来場者は子供達が中心でしたが、今年はより多くの大人の方々にも来ていただけるよう初めて日曜日に開催し、「サイエンスカフェ」や「親子で学ぶプランクトン教室」、「試験場内探検ツアー」など大人も楽しめるイベントを用意しました。

当日は天候にも恵まれ、町内外から395名の来場者があり、特に大人の男性は、昨年の３倍に当たる102名の方が来場されました。

当日の主なイベントの状況を簡単にご紹介しますと、例年行っている「地びき網体験」（写真１）などは相変わらず子供達に人気でしたが、今回初めての試みである大人向けのイベント「サイエンスカフェ」（写真２）では、「地球温暖化と余市前浜の水温について」、「後志の海にも広がる磯焼け」など身近な話題について分かりやすく解説するミニ講演を実施し、参加者が会場に入りきれないほどの盛況ぶりでした。また、「親子で学ぶプランクトン教室」（写真３）では、子供といっしょに夢中になって顕微鏡をのぞき込むお母さんの姿が印象的でしたし、「試験場内探検ツアー」（写真４）では、初めて見る試験場の実験室などに参加者は興味津々の様子でした。

（坂本達彦　水産研究本部企画調整部）



写真１　「地びき網体験」の様子



写真３　「親子で学ぶプランクトン教室」の様子



写真２　「サイエンスカフェ」の様子



写真４　「試験場内探検ツアー」の様子

各水試発トピックス

噴火湾ホタテガイ養殖秋の稚貝へい死リスク評価調査スタート

噴火湾ホタテガイ養殖において、1990年以降５回（1993, 1995, 2002, 2003, 2009）、秋季（９～10月）に稚貝の大量へい死が発生しました。稚貝の大量へい死は、耳つり用稚貝の不足と質の低下を引き起こし、２年後の生産量を激減させる恐れがあります。2002～2003年の稚貝へい死時には、生産量が14.2万トン（2003年）から8.1万トン（2004年）まで落ち込みました。

2009年のへい死時の調査から、秋の稚貝のへい死年には次の３つの海洋環境の特徴があることがわかりました。①津軽暖流水の流入時期が遅いか流入量が少ない（図１、塩分33.6以上が津軽暖流水）。その結果として、②底層水の貧酸素状態が10月上旬になっても解消されず（図２）、③表層の対流混合層の厚みが10月上旬になっても薄い。つまり、秋季に定期的に海洋観測を行い、これら３項目を確認することにより、その年の秋の稚貝へい死リスクを評価できると考えられます。

そこで、函館水産試験場では、海洋観測体制の整備とへい死リスク評価精度の向上を目的に、平成24年度から新規研究事業「噴火湾養殖ホタテガイ稚貝へい死リスク評価調査研究」に取り組むことになりました。へい死リスク評価の結果は、函館水産試験場が発行している「噴火湾ホタテガイ情報」で関係各機関と噴火湾ホタテガイ養殖漁業者の全戸に配信されます。また、次のステップとして、このへい死リスク評価結果をもとに、ホタテ養殖漁業者の皆さんと一緒に、へい死対策を立案していきたいと考えています。

（馬場勝寿　函館水試調査研究部）

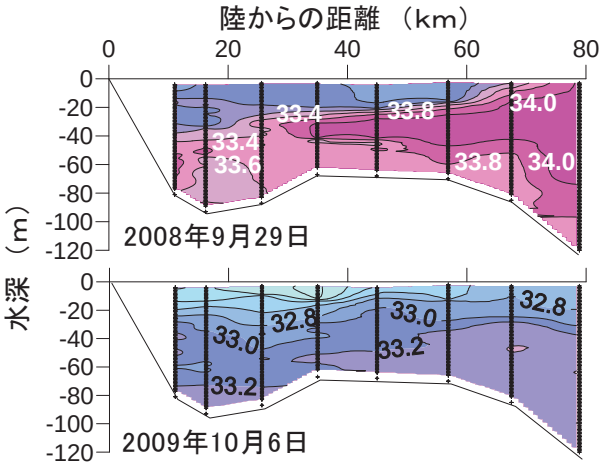


図1.　通常年（2008）と稚貝へい死年（2009）における噴火湾縦断面（図２Ｌ１）における塩分の分布

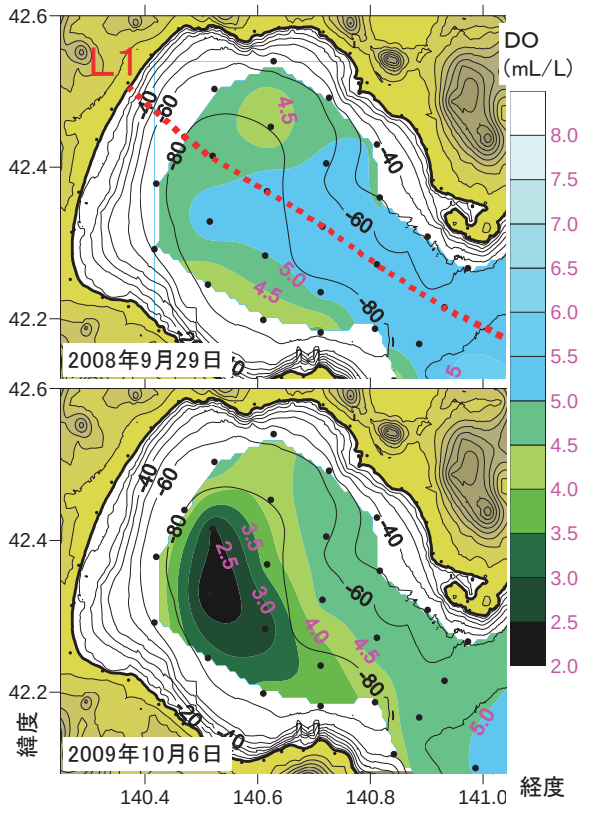


図2.　通常年（2008）と稚貝へい死年（2009）における噴火湾底層の溶存酸素濃度の分布

各水試発トピックス

乾燥技術の高度化を目指し、コンブ研究会を開催しました

「コンブ研究会」は、釧路水試が中心となり、平成23年10月、北海道立総合研究機構の他の水産試験場、食品加工研究センター、工業試験場および北方建築総合研究所の研究者と行政担当者（道水産林務部総務課および水産経営課）をメンバーとして発足しました。ここでは、本研究会の設立趣旨とともに、この度１回目となる研究会を開催しましたので、その内容について紹介します。

道産コンブの生産量は、近年、減少し続けており、その要因のひとつとしてコンブ生産に従事する漁業者数の減少や高齢化による生産体制の弱体化が指摘されています。特にコンブ製品は漁業者自らが乾燥作業を行いますが、この作業が重労働で大きな負担になっています。本研究会は、省力化した新しいコンブ乾燥技術の開発を中心とした研究の課題化を目指し、会員同士でコンブに関するあらゆる情報を共有することを目的として設立しました。

第１回目の研究会は平成24年２月27日道総研工業試験場会議室において開催され、メンバー以外の方も含めて24名が参加しました。会では、講師としてコンブ加工メーカーのヤマトタカハシ株式会社（福井県）代表取締役会長北村裕氏、生産現場からは歯舞漁業協同組合指導部長（現同漁協信用部長）平山明氏をお招きし、それぞれ「コンブ流通の現状と問題点」および「歯舞地区で行われているコンブ乾燥の実態」について話題を提供していただき、その後講師と参加者との間で意見交換を行いました。

意見交換の場では、現在の検査規格への考え方など質疑が活発に行われ、本研究会を通じて参加者のコンブに関する理解が深まったものと感じています。また、生産者（漁業者）側と加工業者側では乾燥コンブの色調に対しての考え方に違いがあることや加工メーカー側は、機械乾燥に対して品質上の懸念（高温乾燥による品質低下等）を持っていることなども明らかとなり、この点は研究の課題化を検討する上で、考慮に入れるべき事項と考えています。

なお、今年度も引き続き、「乾燥コンブの品質」をテーマに２回目の研究会開催を予定しています。

（飯田訓之　釧路水試加工利用部）



写真　水切りしたコンブを機械乾燥室へ搬入中（歯舞地区）

各水試発トピックス

オホーツク海の流れ藻にサンマの卵

猿払漁業協同組合総務部清水泰開発研究室長から、昨年に引き続き流れ藻に産み付けられたサンマの卵が平成24年７月11日に採集されたとの情報があり、写真を提供していただきました。

サンマの卵はふ化直前で、卵の中で青色をした仔魚が動いているのが見えて、海水を張った容器に入れたところふ化が始まったとのことです。また、毎年６～８月にホタテガイ操業区のボンデンに引っかかっている海藻に、透明なサンマの卵が生み付けられているのを見ることが多いそうです。

オホーツク海では、７～８月に太平洋から千島列島を抜けて来て例年９月以降に沿岸に来遊する中小型の未成熟なサンマが主な漁獲対象になっています。

一方で、量は少ないですが、日本海を北上し、一部分は宗谷海峡を抜けて７月下旬～９月にオホーツク海に入るサンマがいることも知られています。日本海のサンマの主な産卵期は５～７月頃とされ、主に冬季に産卵するとされる太平洋のサンマとは大きく異なることから、採集された卵は日本海から来たものと考えられます。また、流れ藻と同時にサンマも採集されていることから、オホーツク海で産卵した可能性も考えられます。

このような漁業以外からの情報も、サンマに限らず様々な魚種の生態解明に大いに役立ちますので、今後とも情報提供にご協力お願いします。

（夏目雅史　稚内水試調査研究部）



流れ藻に生み付けられた卵（青い部分）：平成24年７月



流れ藻に生み付けられた卵（白い部分）：平成23年８月



ふ化した仔魚（○内）：平成24年７月



流れ藻と採集されたサンマ：平成23年８月

各水試発トピックス

試験調査船北洋丸に道総研のシンボルマークが付きました

平成24年１月の北洋丸の冬季定期点検上架時に、北海道立総合研究機構（道総研）のシンボルマークを船橋（ブリッジ）部両側に付け、煙突部に付いている北海道旗（七光星）とマークが２つになりました(写真)。２つのマークが付いている理由について、以下にご紹介します。

船の煙突（ファンネル）には、所属する船会社などを識別する模様や塗装（ファンネルマーク）が施されています。もともとは、煙突から出る煙の煤の汚れが目立たないように黒く塗られていましたが、やがて船会社の識別に使われるようになりました。現在、一般的に外から見える煙突は化粧煙突と呼ばれ、この中にエンジン、ボイラー、発電機などの排気管が入っています。

北洋丸の煙突には、北海道立稚内水産試験場時代からの道旗マークが入っています。北洋丸の主な調査海域は、道西日本海から宗谷海峡を挟んでオホーツク海に至り、ロシア海域と接しています。また、サハリン漁業海洋学研究所との日ロ共同調査でロシア海域に入ったことがあり、ロシアや北海道の漁業者にとって、道旗のマークの認知度が高いという現状があります。

そこで、平成22年度からの地方独立行政法人への組織移行時に、法人本部を通じて、道旗のファンネルマークの継続使用許可を打診しました。

その結果、道総研は知事が設置者であることや設立の趣旨、調査海域がロシア海域と接しているなどから、従来通りの使用が認められました。

道総研移行後まもなく１年という平成23年３月11日、東日本大震災が発生し、宗谷海峡周辺で漁業取締業務に当たっていた道や水産庁の取締船が、緊急災害対応で東北海域へ南下しました。宗谷海峡周辺海域では、この時期、毎年不審船による、かにかごの盗難事件が発生していました。そこで、道水産林務部と宗谷総合振興局の要請を受けて、同局水産課漁業管理係長を乗船させての臨時取締業務に従事しました。

その他、秋のホッケトロール調査時に、宗谷海峡ノース場で、ロシア漁業規制局の取締船が近づいてくることがあり、乗組員も緊張することがあるそうですが、道旗のファンネルマークが付いていることで、安心感があります。

今後とも、道総研水産試験場の業務や北海道からの緊急対応などに貢献すると共に、道総研マークの認知度アップに努めたいと思います。

（吉田英雄　稚内水試場長）



北洋丸（写真中央）の道総研マーク（船橋部：写真右）と北海道旗マーク（煙突部：写真左）

各水試発トピックス

室蘭市の「港・ふるさと体験学習」事業へ協力しています!

「港・ふるさと体験学習」は、室蘭市教育委員会が主催する事業で、平成18年から始まりました。この事業は、人々や自然にふれながら、地域の自然や産業について関心を持ち、ふるさとを慈しむ態度を培い、地域社会の一員としての自覚を育むことをねらいとしています。対象学年は、室蘭市内全小学校の３年生又は４年生で､現在700名以上の小学生が参加しています。

さて、この体験学習に協力しているのは、室蘭市水族館、絵鞆臨海公園（みたら)、室蘭漁業協同組合、室蘭開発建設部港湾事務所、北海道大学室蘭臨海実験所、室蘭海上保安部、函館どっく、そして道総研栽培水産試験場の７機関です。

各機関毎に、それぞれの特徴を生かした体験学習プランを立てていますが、栽培水産試験場では、場内の仕事や施設の紹介のほか、プランクトンの観察と講話を中心に行っています。特に、魚介類の種苗生産で餌料として用いているシオミズツボワムシやアルテミア幼生は、動きがあるので生徒たちにとってより興味をひく材料になっています。実体顕微鏡もほとんどの生徒が初めて使います。それでも一人一人が顕微鏡操作し、生物を観察することは、貴重な体験になるでしょう。

これからもこの事業は、継続されていく予定です。栽培水産試験場としても、この体験学習を通して、海の生物や栽培漁業について知ってもらい、社会貢献としての役割を少しでも担っていきたいと考えています。

（森　立成　栽培水試栽培技術部）



体験学習の様子（プランクトンをスポイトで採集）



体験学習の様子（実体顕微鏡で観察）

各水試発トピックス

平成24年度中央農試公開デーに「さけます内水試」が参加

平成24年８月３日（金）９時30分～15時、長沼町で開催された、農業研究本部中央農業試験場主催の公開デーにさけます・内水面水産試験場がはじめて出展しました。公開デーは、毎年、この時期に小中学生や農業関係者等を対象に広報普及や体験学習の場として開催されており、北海道立総合研究機構や農業研究本部の各試験場で行っている研究の取組み等について紹介されました。また、今年度は道総研の各研究本部との連携を深めるため、当さけます内水試のほか林業試験場や食品加工研究センターの参加もありました。

今回の公開デーは、好天に恵まれたこともあり、760名を超える多くの来場者が訪れました。

会場では、体験展示コーナーや試験ほ場のバス見学等が催され、当場からは､「水辺に棲む生き物たちを観察しよう！」と題して、展示コーナーに３つの水槽を置いて、ドジョウ、ヤマベ、カワヤツメ、モクズガニ等を入れ展示しました。当場職員からそれぞれの魚の生態などについて説明し、時には写真やポスターなどを使って、さらにわかりやすく解説しました。また、体験コーナーでは、昆虫標本作製体験や手作り簡単クッキー等のコーナーもあり、子ども達に大人気でした。

この日は、町内外から多くの小中学生が集まり、普段は静かな試験場内に一日中、来場者の歓声が響いていました。

（新井雅博　さけます内水試総務部）



写真１　魚の生態について説明するさけます内水試職員

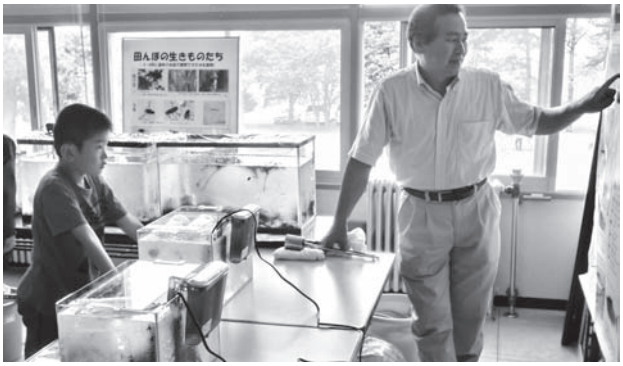


写真２　わかりやすく解説するさけます内水試職員

編集　水産研究本部出版物編集委員会

委員長　野俣　　洋
委　員　三宅　博哉　田中　伊織　蔵田　　護　干川　　裕
　　北川　雅彦　蛯谷　幸司　伊澤　敏穂　佐々木義隆
　　小出　展久　竹内　勝巳
事務局　坂本　達彦

＊　＊　＊　＊　＊

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総合研究機構水産研究本部企画調整部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、下記の水産試験場の広報誌です。本誌に対するご質問、ご意見がありましたら最寄りの水試までお寄せ下さい。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

中央水産試験場
046-8555 余市郡余市町浜中町238
電　話 0135（23）7451
ＦＡＸ 0135（23）3141

函館水産試験場
042-0932 函館市湯川町１－２－66
電　話 0138（57）5998
ＦＡＸ 0138（57）5991

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

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

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

栽培水産試験場
051-0013 室蘭市舟見町1－156－3
電　話 0143（22）2320
ＦＡＸ 0143（22）7605

さけます・内水面水産試験場
061-1433 恵庭市北柏木町３－373
電　話 0123（32）2135
ＦＡＸ 0123（34）7233

北水試だより　第85号

平成24年９月28日発行

編集・発行　北海道立総合研究機構水産研究本部
ホームページアドレス　http://www.fishexp.hro.or.jp
印刷　株式会社 総北海札幌支社