

海・川・魚を科学する

水産試験研究最新成果集VOL. 6

平成18年3月

北海道立水産試験場

北海道立水産孵化場

はじめに

私たちの住む北海道は豊かな水産資源に恵まれています。しかし、これらの水産資源も限りがあります。特に近年海面では資源水準の低迷による漁獲量の減少、内水面では河川環境の悪化や外来魚の移入による生態系への影響などの問題を抱え、対策を求める声も大きくなってきています。

このため、水産試験場及び水産孵化場では、資源を持続的に利用するための資源量の推定や管理方法の検討、増養殖技術の開発、未利用・低利用資源の有効利用、サケマス資源の造成、河川・湖沼の環境保全対策、外来魚や魚病に関する対策などの様々な水産関係に関する調査・研究を行っています。

この「海・川・魚を科学する」では、漁業関係者をはじめとする道民の方々へ、水産試験場及び水産孵化場で行っている最新の試験研究の成果をわかりやすく紹介しております。

日頃の試験研究への取り組みを知ってもらうことはもとより、水産試験場・水産孵化場へのより一層の理解を深めていただき、水産業の振興への一助となることができれば幸いです。

この成果情報は、

道民の方々に水試、孵化場が行っている研究への理解を深めていただくために

最新の主要な成果をわかりやすく

研究成果の普及、活用をはかっていただくために

新たな技術開発への展開や発展、そして創造のために

作成しています。

つくり育てる漁業をめざして

石狩湾系人工種苗ニシンの適正放流サイズを調べる	1
ホタテガイ卵巣卵壊死率の算定	3
アカボヤの資源増大を目指して	5
放流漁場のホタテガイ成長を予測する	7
エゾバフンウニ人工種苗の効率的な育て方	9
河川環境の復元によるサクラマス資源増大手法の開発	11

水産資源の持続的利用と保護をめざして

水産資源の将来を予測する	13
サンプリングギアでカレイ未成魚の分布量を正確に計測する	15
ホッキガイ・バカガイ漁場における資源回復技術の開発	17
ハタハタの生き残り条件を探る	19
耳石を用いたイカナゴ属2種の種判別	21
チヂミコンブ資源実態調査	23
鶴川のシシャモ親魚遡上数と翌年の沿岸稚魚数の関係	25
支笏湖の水質環境の変化	27
シジミを育てる	29

水産資源の有効利用をめざして

赤サビシジミと通常シジミ。むき身の成分はどう違う?	31
未利用水産原料からのコラーゲン回収技術に関する調査研究	33
小型サンマを用いたサンマ節の開発について	35
過熱水蒸気を活用した水産加工品の高品質化	37
脱Cdイカゴロミールの稚魚用飼料としての有効性	39
サケ卵の茶葉抽出物・銅イオンを用いたミズカビ対策試験	41

環境保全と防疫をめざして

漂流GPSブイでスケトウダラ産卵場付近の海流を調べる	43
麻痺性貝毒プランクトンのシスト(タネ)の分布から貝毒の発生頻度を推定する ...	45
河川での濁水と微細砂がサケ科魚類に与える影響	47

石狩湾系人工種苗ニシンの適正放流サイズを調べる

中央水産試験場 資源増殖部

研究の目的

石狩湾では1996年から毎年、人工種苗ニシンの放流試験を続けている。陸上施設で生産したニシンを全長55mm前後で海上生け簀に移し、約3週間給餌して70mm位になるまで中間育成し、6月中下旬に網口を切って放流している。2002年～2004年の3年間、適正放流サイズを検討する目的で、放流サイズ（放流時の全長）と放流後の生き残りの関係を調べたところ、現行より小さいサイズで放流しても、放流水域における生き残りに悪影響を与えないことが分かった。

研究の方法

放流試験には（社）北海道栽培漁業振興公社・羽幌事業所（羽幌町）で生産した人工種苗ニシンを用い、2002年は96,000尾、2003年は213,000尾、2004年は154,000尾（大型群）及び92,000尾（小型群）を、石狩川下流域へ活魚トラックで移送して放流した。各試験群の放流時の全長は30mm～75mmの範囲を示した（図1の左側の棒）。

放流直前にALC染色液（アリザリンコンプレクソン）を加えた海水中で試験群を飼育して耳石（頭骨の中の平衡石）の外縁部を染色し、耳石の半径と魚体の全長の関係式を求めた（図2）。ALCで染色標識することで各試験群が判別できるとともに、再捕された個体の耳石を取り出して、ALCで染まった部位までの耳石半径を計測することにより、再捕個体の“放流時の全長”を推定することができる。

再捕魚から推定した“放流時の全長”組成（図2の右側の棒）を、全長階級毎に放流魚の全長組成で除した値を“放流サイズ指数（Release Size Index, RSI）”と呼ぶ。RSIの値が1より大きければ放流後の生き残りが良く、1未満であれば生き残りが悪いと考える。

再捕魚は放流後約2ヶ月間に、石狩川前浜の地曳網（図3）や河川内の小型定置網、また、漁業者の提供などから得られ、分析はこれらを放流群毎にプールして行った。

研究の成果

RSI曲線（図4）を見ると、左のすそ野は各試験群ともX軸上（RSI = 0）にあることから、小型個体（特に全長45mm未満）の生き残りが共通して悪いことが示唆された。

またRSI曲線は4群とも左から右方向へ向かって立ち上がっていることから、放流サイズが大きくなるにつれて、生き残りが良くなる傾向が示唆された。

一方で、RSI曲線にはピークが現れる傾向があることから、ピークの右側に位置する大型の放流個体では放流後の生き残りが低下したり、遊泳力の増大に伴う放流水域外への移出などの可能性が考えられた。

結論として、石狩湾では各試験群のRSI値がほぼ共通して1を超える傾向を示す全長55-65mmが適正放流サイズと考えられた。

成果の活用

放流サイズを全長55-65mm位まで小型化しても、現行（全長70mm以上）と同等以上の生き残りを放流水域で得られる可能性が明らかとなり、中間育成経費の削減に貢献できる。今後は漁獲サイズまで生き残って回収された放流魚の標本を収集して、放流時の推定全長を調べることで、適正放流サイズをさらに検証する必要がある。

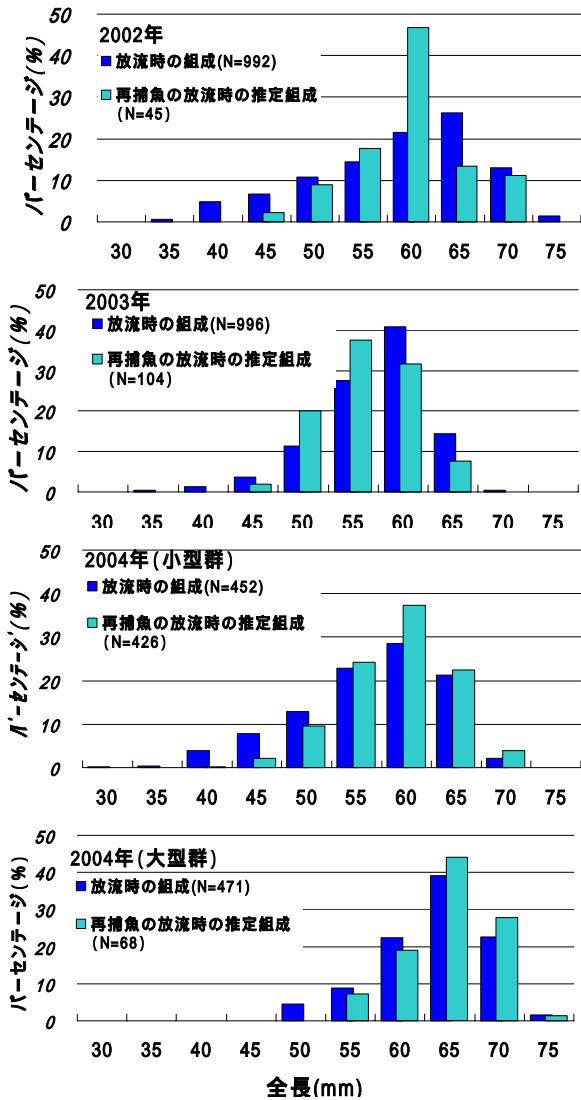


図1 放流時の全長組成(左棒、濃い青)と、放流2ヶ月後までに再捕された個体の“放流時の全長組成”(右棒、薄い青)

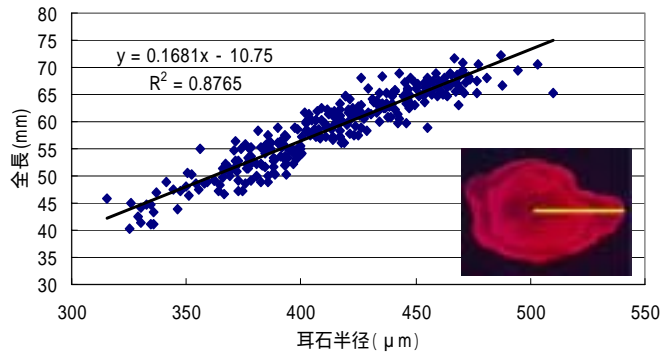


図2 放流した人工種苗ニシンの耳石半径と全長の関係



図3 放流後の地曳網調査(写真上)と捕獲したニシン(写真下)

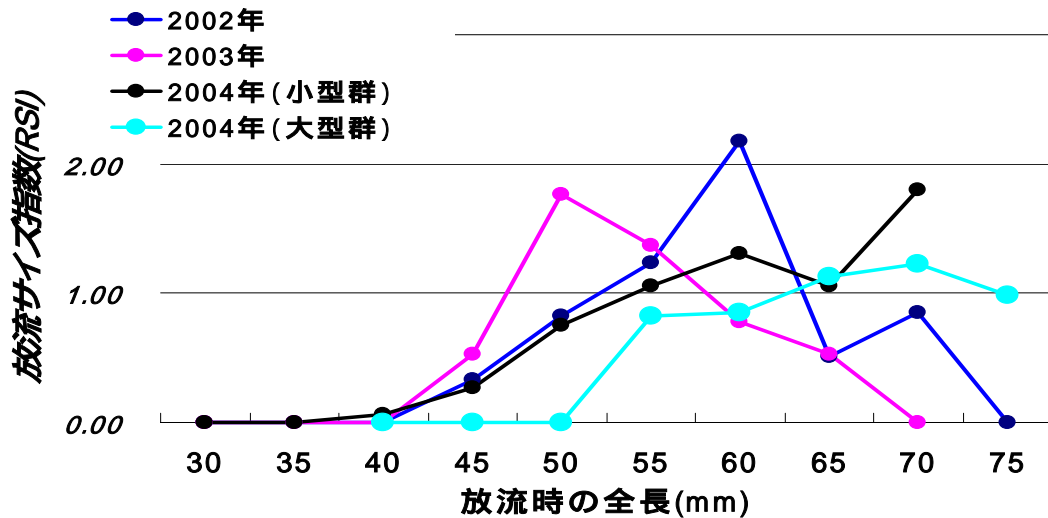


図4 各放流試験群の全長階級別の放流サイズ指数(RSI)

ホタテガイ卵巣卵壊死率の算定

函館水産試験場 資源増殖部

研究の目的

ホタテガイにおける卵巣卵質の評価法として卵巣卵壊死率の算定方法を開発する。また、噴火湾における卵巣卵質とホタテガイ採苗状況との関係を明らかにし、採苗不良原因の解明及び採苗早期予測のための基礎資料とする。

研究の方法

1 卵巣卵壊死率の算定（図1）

卵巣の組織切片を作成し、組織写真を作成する。

卵巣組織写真上に透明シートを載せ、壊死卵領域をフェルトペンでトレースする。

画像解析ソフトで透明シート上の壊死卵領域面積を求める。

写真面積と壊死卵領域面積から卵巣卵壊死率を算出する。

2 採苗不良との関係解明

水産技術普及指導所の試験採苗結果と産卵直前の卵巣卵壊死率との関係を解析する。

研究の成果

卵巣の組織はエオシン染色時の pH を 5.9 に調整することで、壊死卵と正常卵の識別が容易になることを明らかにした（図1）。

卵巣卵壊死率の評価を面積法で行うことにより、卵巣卵質評価作業の時間短縮に成功した。面積法以前は正常卵と壊死卵を計数しており、評価作業に時間がかかっていた。

産卵直前（通常4月下旬）の壊死卵率は採苗の良否にある程度関係がある（図2）。

産卵が遅れると卵巣卵壊死率が著しく増加することがわかった（図3）。

成果の活用

採苗期前に、その年の卵巣卵壊死率の結果を水産技術普及指導所を通じて漁業者に情報提供している。

噴火湾ホタテガイ養殖技術検討会において、その年の採苗良否原因を検討するための基礎資料にしている。

採苗期後に、各浜の組合及び漁業者に対して、その年の採苗良否の原因について説明している。

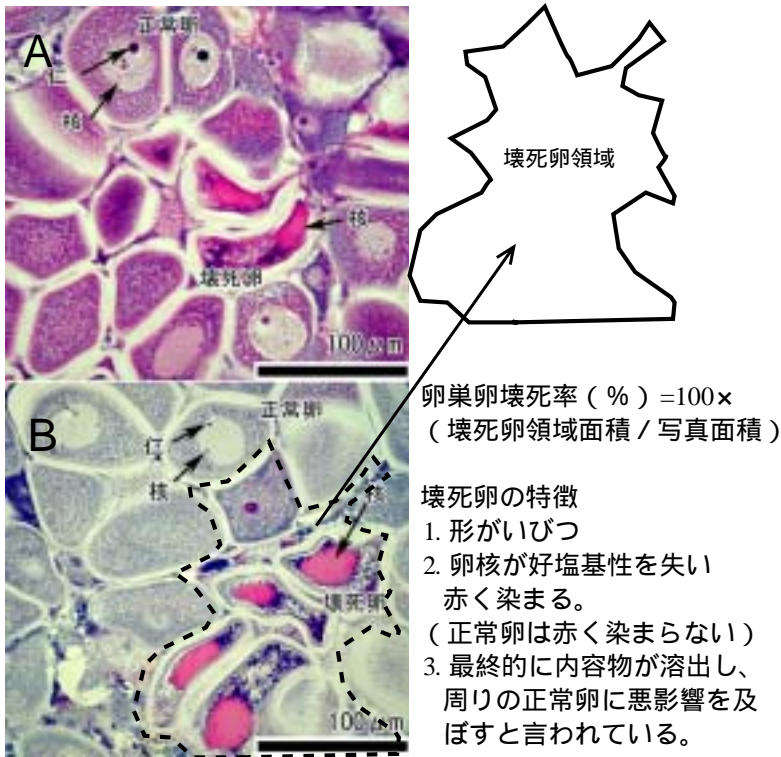


図1 . ホタテガイ卵巣に見られる壊死卵と正常卵、卵巣卵壊死率算定法、壊死卵の特徴。

A：通常のヘマトキシリン・エオシン染色（エオシン染色時約 pH2.5）

B：エオシン染色時 pH5.9 に調整したヘマトキシリン・エオシン染色

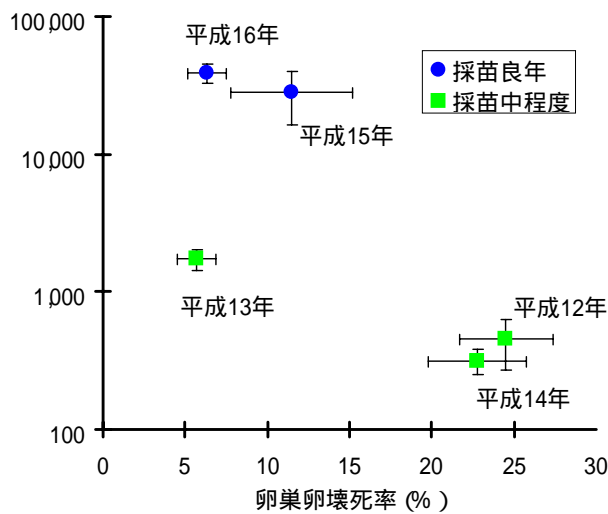


図2 . 卵巣卵壊死率と試験採苗結果の関係

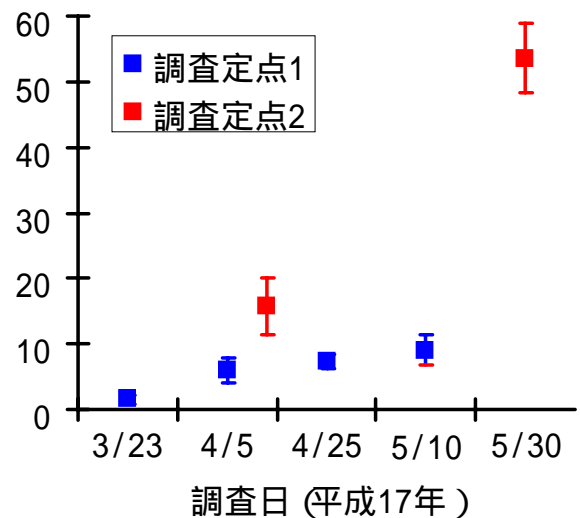


図3 . 産卵が遅れた平成 17 年の卵巣卵壊死率の経時変化

アカボヤの資源増大を目指して

釧路水産試験場 資源増殖部
利 用 部

研究の目的

野付漁業協同組合ではアカボヤを対象とした漁業が行われているが、近年漁獲が減少しており（図1）資源の悪化が危惧されている。このため資源管理や天然・人工採苗技術開発によってアカボヤ資源の維持・増大を図る際に基礎資料となる生態的知見（年齢と成長、成熟、発生適水温）や成分の時期的変化を得ることを目的とする。

研究の方法

成熟年齢およびサイズを明らかにするため、水槽内で人工受精させ、ホタテ貝殻に付着後、海中に投入し、毎年潜水によって回収したアカボヤ（以後人工アカボヤと記す）やけた網等で漁獲されたアカボヤ（以後天然アカボヤと記す）の生殖巣を観察した。また、産卵期やその盛期を明らかにするため、天然アカボヤの季節的な生殖腺指数（GSI）変化や卵巣の組織学的観察を行った。

年齢と成長を明らかにするため、人工アカボヤの大きさを調べるとともに、天然アカボヤの体長組成の時期ごとのモードの推移を検討した。

成分からみた適正な漁獲時期や漁獲サイズを明らかにするため、天然アカボヤの可食部の歩留まり、水分、タンパク質、グリコーゲン、遊離アミノ酸などの時期的変化や体長と可食部重量の関係を調べた。

採苗時期や発生適水温を明らかにするため、水温別（8、10、13、15、18）発生試験を実施した。

研究の成果

人工アカボヤの生殖巣の観察から、受精後3年、体長43mmで成熟に達することが確認された。また、天然アカボヤの体長別成熟率は体長60mm以上で100%となっていた（図2）。GSIは10月下旬から11月中旬にかけて急激に減少し（図3）卵巣の組織観察でも卵を放出した個体が9月頃から出現し、11月上旬に急激にその比率が高まった（図4）。これらのことから、アカボヤは受精後3年、40mm台で成熟し、60mmを超えるとすべての個体が成熟し、産卵は9月から開始され、その盛期は10月中・下旬～11月上旬であると推定された。

人工アカボヤは、受精後約2年で体長20mm前後、3年で体長約50～60mm、4年で70～80mmに成長しており（図5）天然アカボヤの体長組成から得られた結果とほぼ同様であった。このことから、アカボヤは後述する漁獲適サイズ体長80mmまで受精後約4年で達すると考えられた。

サイズにかかわらず、概ね可食部の歩留まりは6～10月が高く（図6）水分は6～10月に低く、グリコーゲンは7～8月に高く、タンパク質は9～10月に高かったこと（図7）や、遊離アミノ酸総量およびその他の個々のアミノ酸も7～10月まで比較的高く、産卵後の11月に大きく減少した（図8）。このことから、成分からの漁獲適期（旬）は7～10月（産卵盛期前）と考えられた。また、漁期（8～10月）における体長に対する可食部重量は80mm前後で大きく増加したことから（図9）漁獲適サイズはおおよそ80mm以上と考えられた。

稚ボヤまでの正常な発生は13、15で多くみられたことから、発生適水温は13～15と考えられ、付着開始までも13、15ではそれぞれ3日後、2日後であった（表1）。

成果の活用

今回得られた調査結果は、採苗技術、養殖期間、資源並びに漁業管理を検討する際の基礎資料となり、今後、増養殖や、アカボヤの資源増大を図る際に重要な知見になる。

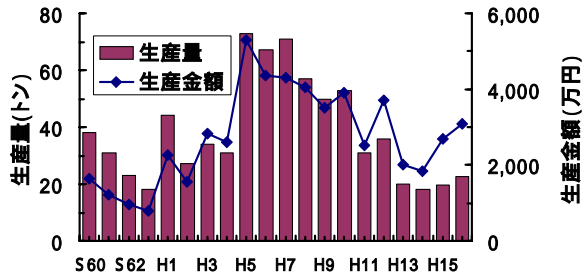


図1 野付漁協におけるアカボヤのむき身生産量と生産金額

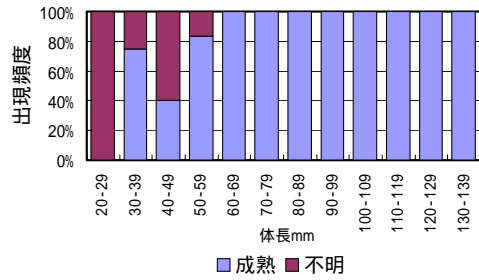


図2 肉眼観察によるアカボヤの体長別成熟状況

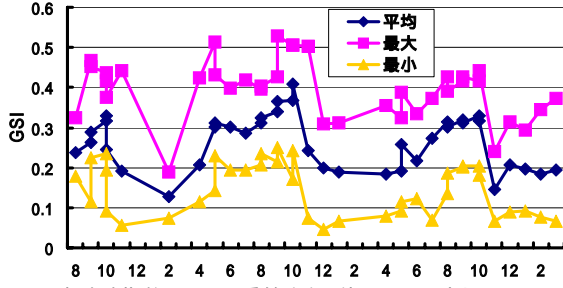


図3 生殖腺指数 (GSI) の季節変化 (体長50mm以上) 楕円形で囲んだ部分が推定産卵盛期

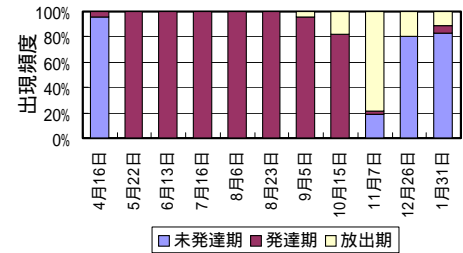


図4 卵巣の組織観察による発育段階

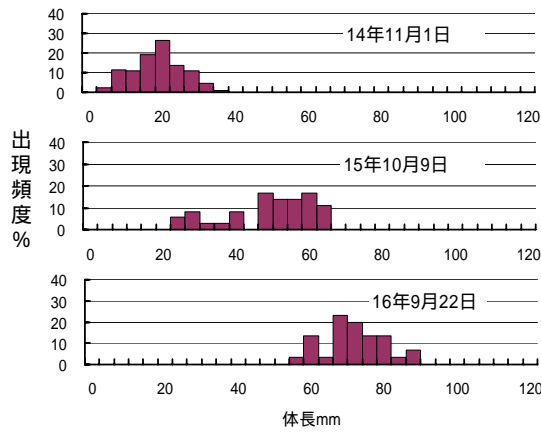


図5 12年秋季に人工採苗後、13年5月に海中に投入された人工アカボヤの年度別体長組成

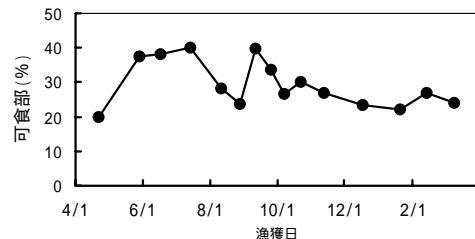


図6 可食部の歩留まりの変化

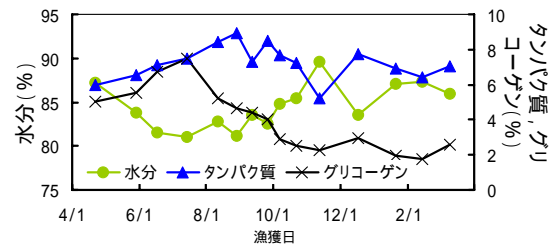


図7 水分、タンパク質およびグリコーゲンの変化

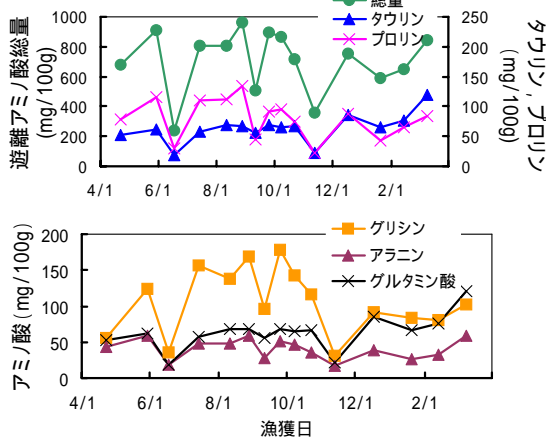


図8 遊離アミノ酸の変化



写真1 附着後、尾部が短縮した幼体
写真2 稚ボヤに変態

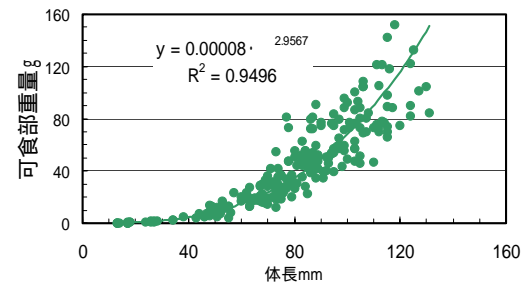


図9 アカボヤの体長に対する可食部重量

表1 アカボヤの発生時水温と各発育段階までの達成時間と発生状況

発育段階/水温	8	10	13	15	18
孵化	1~2週間	1~2週間	2~9日後	1~3日後	24時間後
附着	約10日後	1週間後	3日後	2日後開始、4日後多い	なし
稚ボヤ	なし	3週間後?	6日後	1週間後	なし
稚ボヤまでの発生状況	正常発生なし	正常発生極少	正常発生多数	正常発生多数	正常発生なし
備考	尾由型幼生奇形多し(発生停止)	13, 15と比較すると、極めて少ない		10と比較して卵割時に奇形が多い	

放流漁場のホタテガイ成長を予測する

網走水産試験場 資源増殖部

研究の目的

本道沿岸漁業を支える中核産業であるホタテガイ漁業の安定を図っていく上で、放流漁場環境におけるホタテガイの成長特性を明らかにし、ホタテガイ放流漁場の適正利用化を図る。

研究の方法

平成 11 年(1999 年)から平成 15 年(2003 年)の 5 年間、網走支庁管内常呂町 C 海区において、水温、クロロフィル a の定点観測と放流から漁獲までのホタテガイ成長調査を 4 月から 12 月まで毎月 1 回実施した。水中写真法による密度調査は平成 11 年(1999 年)から平成 15 年(2003 年)の 5 年間、年一回実施した(写真 1、2)。

放流ホタテガイ成長に影響を与える因子として以下の 5 つを想定した。

- 1 底層水温 T_t () (図 1)
- 2 クロロフィル a 量 C_t (mg/m^3) (図 1)
- 3 生息密度 D_t (個体数/ m^2) (図 2)
- 4 閉殻筋グリコゲン含有量 G_t (mg/wg) (図 1)
- 5 ホタテガイサイズ S_t (殻高 mm)

ここで 1 から 3 はホタテガイの代謝や栄養状態に影響を与える外的要因、4 および 5 はホタテガイの成長率を反映する内的要因である。これらの変数を組み合わせて殻高の成長に関する 100 通りのモデル計算を実施した。

研究の成果

底層水温 T_t ()、クロロフィル a 量 C_t (mg/m^3)、生息密度 D_t (個体数/ m^2)、ホタテガイサイズ S_t (殻高 mm) の 4 変数を使ったモデルが最良であった。図 3 は実際の平均放流時殻高 46.5mm を初期値として、調査時の海洋変動下で、最良モデルを 1450 日分計算したシミュレーション結果と実測値である。

この成長モデルは、放流種苗サイズが決まると、定期的な海洋観測と写真法による密度調査を併用することで、漁場のホタテガイを直接採集することなく非破壊的に成長予測ができる可能性を示しており、図 4 は成長モデルを組み込んだ放流ホタテガイ管理スキームである。

成果の活用

成長モデルを利用することで、表計算ソフトウェアによる放流ホタテガイの成長予測シミュレーションが可能である。ただし、漁場が異なると生産力が異なるため、モデル当てはめのためのデータを準備する必要がある。

本研究の成果は、「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」の作成に活用する。

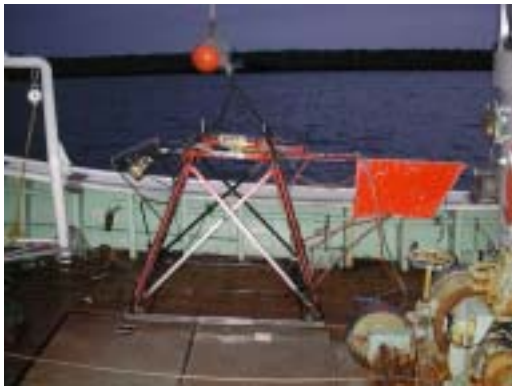


写真1 海底写真撮影装置



写真2 写真法によるホタテガイ撮影例
(1 m²枠内)

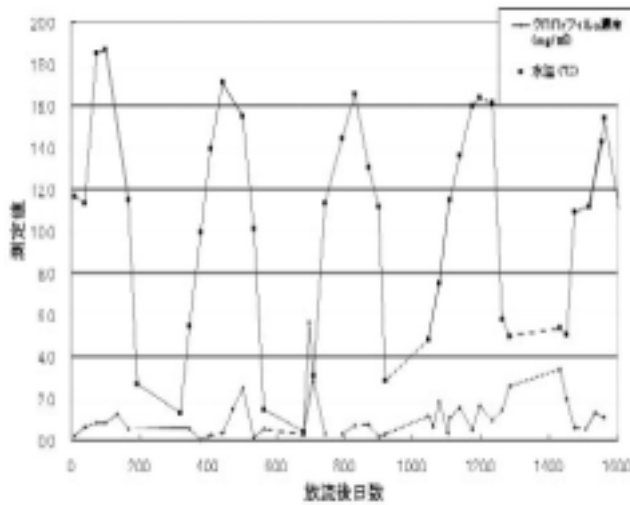


図1 海洋環境およびグリコゲン量の変化 (1999年～2003年)

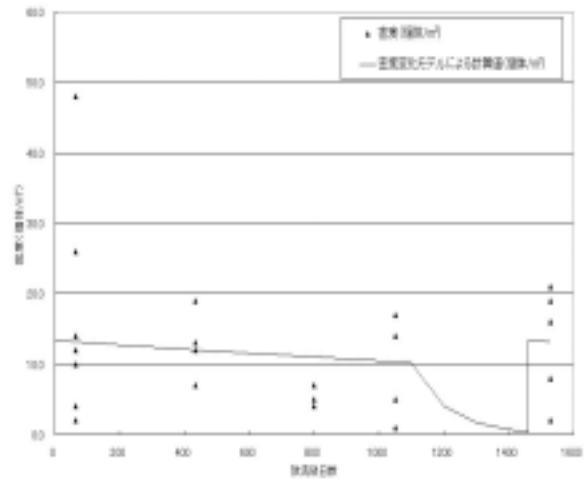


図2 ホタテガイ生息密度の変化 (1999年～2003年)

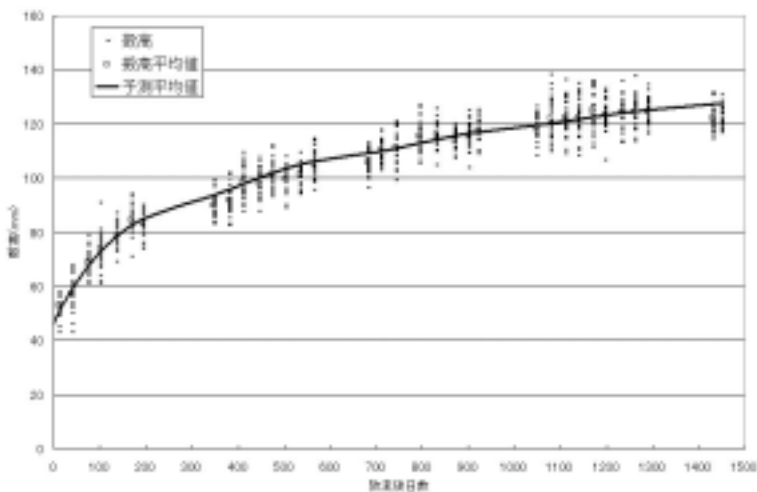


図3 最良モデルのシミュレーション結果および実測値 (1450日分)

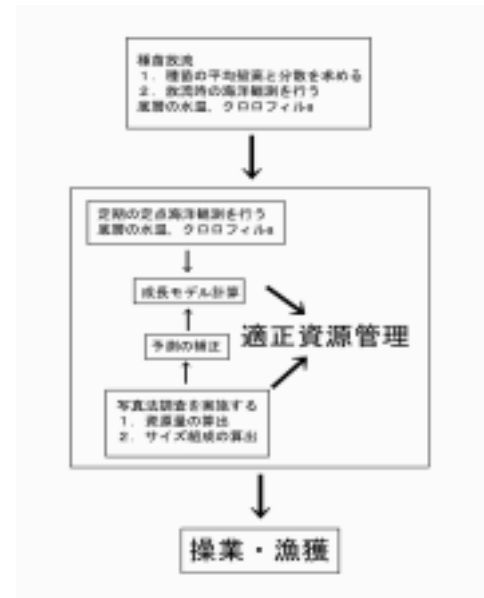


図4 成長モデルを組み込んだ放流ホタテガイ管理スキーム

エゾバフンウニ人工種苗の効率的な育て方

栽培漁業総合センター 貝類部

研究の目的

エゾバフンウニの浮遊幼生を効率的に育てる技術および5 mmサイズの稚ウニを早く大きく育てる技術を開発して、種苗生産の効率化とコスト削減を目指す。

研究の方法

水槽水の換水・水槽掃除の有無と幼生の生残・成長の関係を調べた。また、孵化直後から変態期の幼生を用いて給餌密度と摂餌量の関係ならびに幼生の摂餌時間帯を調べた。こうして得られた知見を基に飼育手法を改良した上で、従来の3倍の密度で幼生を飼育して生残・成長・採苗率を検討するとともに、育成した変態期幼生の採苗率と基質面積の関係を調べた。さらに、飼育水の換水率、飼育密度が5 mm種苗の成長に与える影響を調べた。

研究の成果

- 1 無換水・非掃除でも、幼生飼育ができるようになり、作業量と餌料量の低減を実現した。一方で、無換水飼育では残餌・糞などにより水槽水が濁り、幼生の観察がしづらくなって飼育担当者が不安になる問題も生じた（写真1）。
- 2 幼生の餌料要求量が発育段階で異なること、給餌密度が摂餌量に影響すること、給餌後8時間程度で、その日に必要な餌料の8割以上を摂餌することを明らかにした。これらの組み合わせにより、従来方法よりも幼生の生残率などを高め、簡便かつ安心して幼生を育てることができるようになった（図1、表1）。
- 3 幼生の飼育密度を従来の3倍（3個体/ml）まで高められるようになり、これまで必要だった水槽数の1/5.6で幼生を確保できるようになった（表2）。
- 4 成熟した幼生を採苗基質の面積当たり5.8個体/cm²以下の密度で収容すれば、効率的に採苗できることを明らかにした（図2）。
- 5 殻径5mmの種苗を従来の籠飼育時の1/10の密度で飼育すれば、1.6倍程度早く成長させられることを明らかにした（図3）。

成果の活用

幼生飼育技術は既に栽培公社などで採用されており、幼生の生残率と採苗率はそれぞれ従来方法の1.7倍、1.1倍高くなった。さらに幼生飼育を高密度で行うことで、これまでの1/5.6の水槽数で必要幼生を確保できるようになり、餌料の培養コスト、飼育水の加温コストならびに作業量の軽減で、種苗単価を1個当たり1円引き下げることができた。また、採苗技術の効率化と5mmサイズの稚ウニの成長促進方法が明らかになったことで、今後このステージでもさらなる効率化が可能となる。



写真1 無換水・非掃除幼生飼育

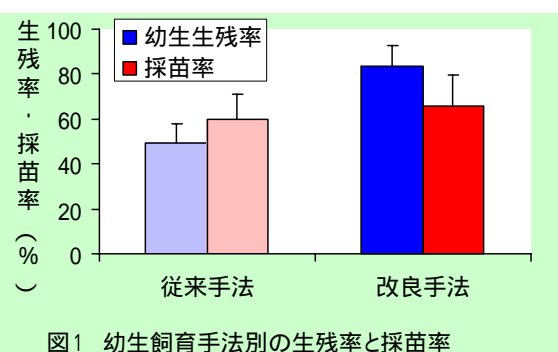


図1 幼生飼育手法別の生残率と採苗率

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・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、幼生が十分摂餌してから換水*
水槽掃除	毎日実施	異常がない限り不要

*: 生産現場では朝出勤時に止水にして給餌し、午後5時の退社時に通水を開始し翌日まで放置できることを意味する

表2 新・旧幼生飼育手法による必要な幼生数の比較(栽培漁業振興公社実施事例)

	従来手法			改良手法			高密度飼育(×3)		
	幼生数(万)	生残率	水槽数*	幼生数(万)	生残率	水槽数*	幼生数(万)	生残率	水槽数
5ミリ稚ウニ	520		90	520		85	520		9***
採苗	1,677	31.0%		1,677	31.0%		1,677	31.0%	
着底期幼生	2,796	59.7%	56	2,561	65.5%	30	2,561	65.5%	
飼育開始時幼生	5,591	49.5%		3,060	83.7%		3,060	83.7%	

*: 幼生飼育では1トン水槽に1個体/mlの密度で幼生を収容した, 稚ウニ採苗時は7.5t水槽に30万個体を収容した場合

** : 幼生飼育では1トン水槽に3個体/mlの密度で幼生を収容した場合

***: 稚ウニ採苗時に7.5t水槽に300万個体を収容した場合(ただし7.5t水槽での検証は行っていない)

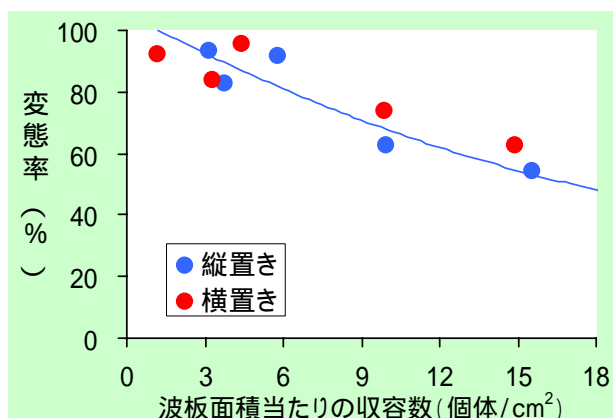


図2 ウルペラを繁茂させた波板面積当たりの幼生収容数と変態率
波板面積当たり5.8個体/cm²以下で収容すると変態率が80%以上に高くなる

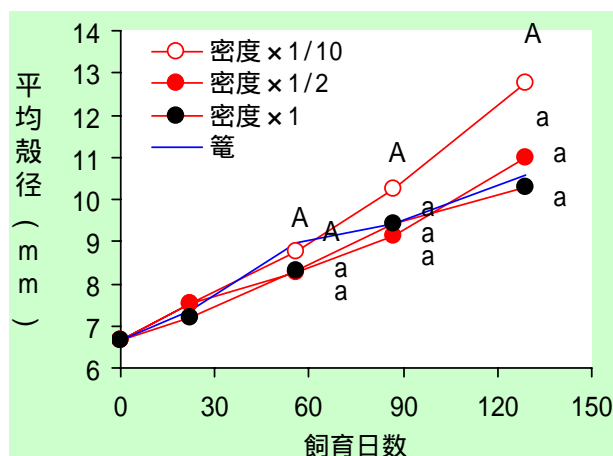


図3 稚ウニの成長と飼育密度の関係
従来の籠飼育時の底面積当たりの稚ウニ飼育密度を1としたときの密度比較
図中のAとa間で統計的に有意な成長差がある

河川環境の復元によるサクラマス資源増大手法の開発

水産孵化場 道南支場

研究の目的

河川環境の悪化により、サクラマス幼魚期の生息場所が減少していると考えられることから、河川環境を復元することにより、サクラマス資源を増大するための手法を開発する必要がある。

しかし、河川環境を復元した場合に、生息数の回復がどの程度見込めるのかを推定する手法はない。このため、本研究は、河川環境が復元された場合にどの程度のサクラマスの幼魚が生息できるのか（環境収容力）を推定する手法の開発を目的に行った。

研究の方法

平成 15、16 年の夏季に道央、道南の日本海側を流れる 6 河川（全て保護水面で、多くのサクラマスの生息が確認されている）合計 20 箇所で行った。それぞれの調査地では、川の中を流れてくる昆虫類（サクラマス幼魚の餌生物）の量や水深、流速などを調査し、餌から得られるエネルギー量と遊泳により失うエネルギー量の差し引きの値を計算した。また、その場所に生息している河川性サケ科魚類の現存量を調べ、エネルギーの差し引きの値との間に相関関係が認められるかどうか分析した。

研究の成果

エネルギーの差し引きの値と河川性サケ科魚類の現存量の間には非常に明瞭な関係が認められ、エネルギーの差し引きの値が環境収容力の指標となることが明らかとなった（図 4）。

エネルギーの差し引きの値を計測または推定することにより、そこに生息可能なサクラマスの幼魚の尾数を推定することが可能となり、河川環境を復元した場合の効果を推定することが可能となった。

サクラマス幼魚の生息には餌生物の量（生物的環境要因）と流速や水深の物理的環境要因の両方が重要であることが明らかとなり、このことから、河川環境を復元する場合には、生物的環境要因と物理的環境要因の双方の改善により、環境収容力を向上させる方法が最も効果があると推測され、今後の河川環境の復元を進めていく上で、重要な情報が得られた。

成果の活用

今後は、地理情報（GIS）データを用いて、全道の主要河川におけるエネルギーの差し引きの値を推定する手法を開発するとともに、資源動態モデルの研究も行い、河川環境を復元した場合に、見込まれるであろうサクラマス資源の増大量を推定する。また、実証試験を行い、実際に河川環境の復元を実施した場合の効果を検証することにより、河川環境の復元によるサクラマス資源増大手法の確立につなげていく。



図2 サクラマスの生息環境の悪化事例



図3 エネルギーの差し引きの値のイメージ

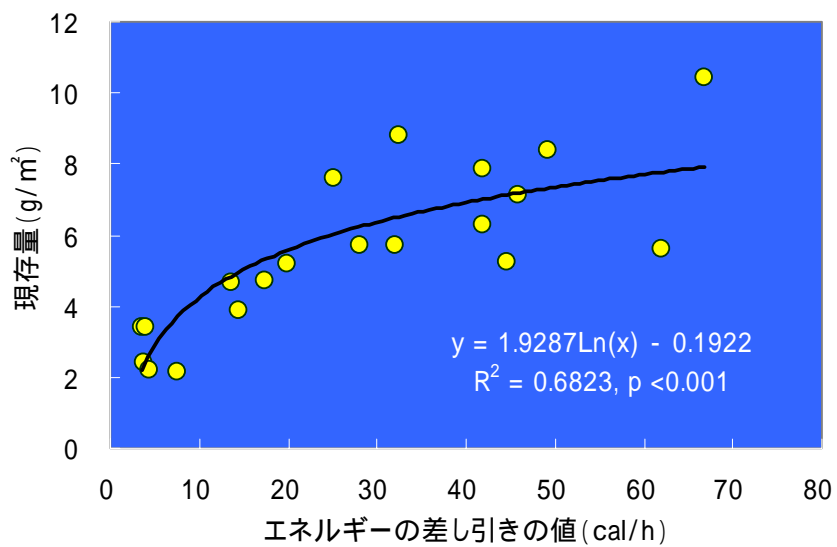


図4 エネルギーの差し引きの値と現存量との関係

水産資源の将来を予測する

中央水産試験場 資源管理部

研究の目的

北海道では古くから資源管理に取り組んで来た。しかしながら、本道周辺海域に生息する水産資源は資源量が減少しているものが多く、必ずしも資源管理がうまくいっているとは言えないのが現状である。そこで、平成 14 年度から北海道における水産資源管理の新たな取り組みとして、大学や国の機関などの専門家、北海道庁からなる「北海道水産資源管理会議」を設立し、資源管理に取り組んでいる。本研究では、水産資源に対して様々な資源管理方策をとった場合の資源管理効果を計算する手法を開発し、水産資源の将来を科学的に予測しようというものである。

研究の方法

日本海スケトウダラ資源をモデルに資源管理に伴う不確実性を考慮に入れた将来予測モデルを開発した。資源量推定値の誤差の定量化を 1991 年～2004 年までの年齢別漁獲尾数を推定するためにすでに得られている標本測定データにブートストラップ法という統計的方法を用いることで行った。年により大きく変動することが知られている加入量（産まれる子供の量）の変動性を再現するために確率的モデルを作成した。なお、この加入量予測モデルは、本事業の共同研究機関であった北海道大学院水産科学研究科において開発された。管理方策の効果とリスクを比較するため、12 通りの管理方策を想定（表）し、それぞれ 1000 回のシミュレーション計算を行った。

研究の成果

資源量推定値やその他の資源パラメータの推定に関する誤差（間違いの程度）と予測加入量の変動の程度を考慮した資源の将来予測モデルで、特定の管理方策を実行した場合の将来予測を行った（図 1）。

その結果を図 2 に示している。12 通りの管理方策についてある基準値（上図 10 年後の資源尾数、下図 30 年間の漁獲量）について比較の対照値：現在のまま漁業を続けた場合と比較してそれぞれの管理方策 1000 回のシミュレーションにおいて何回記録されたかが示してある。対照値の 2 倍以上になったものは管理効果が高いことを示し、反対に基準値の 0.5 以下になったものはリスクが高いことを示している。

図 2 上図は 10 年後の資源尾数でそれぞれの管理効果を比較した結果を示している。

これをみると、方策 2-3 がもっとも効果的な方策と見ることができる。しかし、図 2 下図で、30 年間の漁獲量を判断基準で管理方策を比較してみると、管理方策 2-2 が管理方策 2-3 より効果があるという結果が得られた。このように管理方策の効果判定基準を何に設定するかによって判断が異なる。

成果の活用

成果の項で述べたように管理効果判定基準によって判断が異なることが解った。資源管理に関わる、漁業者、行政、研究者、受益者である道民それぞれが、水産資源に望む事柄は異なるので、様々な視点から見た管理効果を提示することによって、それら対立した要求を包括する資源管理という合意形成に向け、議論のための科学的材料を与えることになる。



図1 シミュレーションイメージ

表 想定管理方策

シナリオ番号	管理方策
	漁獲努力量を半減
1-1	3年実施、その後現状に戻す
1-2	5年実施、その後現状に戻す
1-3	10年実施、その後現状に戻す
	完全禁漁
2-1	3年実施、その後現状に戻す
2-2	5年実施、その後現状に戻す
2-3	10年実施、その後現状に戻す
	沖底だけ禁漁
3-1	3年実施、その後現状に戻す
3-2	5年実施、その後現状に戻す
3-3	10年実施、その後現状に戻す
	沿岸だけ禁漁
4-1	3年実施、その後現状に戻す
4-2	5年実施、その後現状に戻す
4-3	10年実施、その後現状に戻す

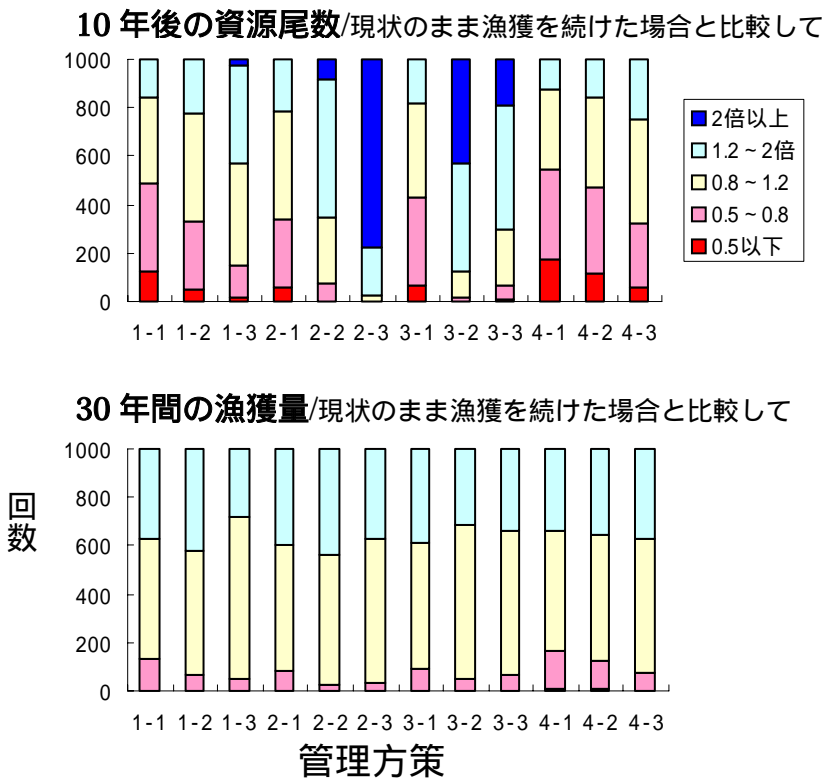


図2 シミュレーション結果

サンプリングギアでカレイ未成魚の分布量を正確に計測する

中央水産試験場 資源管理部

研究の目的

通常の漁業では得られない未成魚期の正確な密度指数は新規加入量を予測する重要な資料となる(図1)。これには定量的な採集が求められるが、採集効率、掃過面積の算出など多くの課題が存在する。本研究では、異体類未成魚の定量採集を目標に、現在使用されているサンプリングギア(ソリネット：桁幅2.0m×高さ1m、(写真1))の最適な曳網条件を調べるために、異なる速度での比較試験と水中ビデオカメラによる入網行動の観察を行った。

研究の方法

曳網条件によりソリネットの採集能力がどのように変化するか調べるために、異なる速度で比較採集試験を行った。試験を2003年2月に試験調査船おやしお丸において石狩湾新港沖の水深20～30mの海域で行い、曳網条件として船速を2kt～3ktに設定した。採集されたカレイ類は種(スナガレイ、ソウハチ、マガレイ)ごとに魚体測定と年齢査定を行い、異なる曳網速度での体長組成・CPUEおよび入網行動を比較した。また、網前部を通過する個体を識別し駆集されたかどうか判別することで、曳網速度を2ktとしたときの駆集率を求めた。

研究の成果

水中ビデオカメラによる観察(写真2)から、ソリネットの採集効率はグランドロープによるカレイの駆集が大きな要因と考えられ、曳網速度は3ktよりも2ktのほうが駆集され入網する割合が高くなる傾向が見られた。

異なる曳網速度(3ktと2kt)により採集されたスナガレイ、ソウハチ、マガレイのCPUE(体長組成)を比較すると、2ktのほうがどのカレイでも高い値となり、曳網速度が遅い方が採集能力が高いことがわかった(図2)。例えば、ソウハチの2000年級群の密度を調べる場合には、3ktと2ktでCPUEに2倍以上の差が生じることがわかる。

行動観察から曳網速度を2ktとしたときの駆集率は0.71と求めたが、魚体サイズにより異なる傾向が見られ小さいカレイほど駆集される割合が低くなった(表1)。

成果の活用

カレイ類未成魚の資源調査では、正確な密度指数を把握するためには曳網条件を一定にすることが重要なことがわかり、現在では厳密な曳網条件下で調査を遂行している。

サイズごとの駆集率(採集効率)が明らかとなれば、面積密度法により分布密度(現存量)を直接推定することができる。

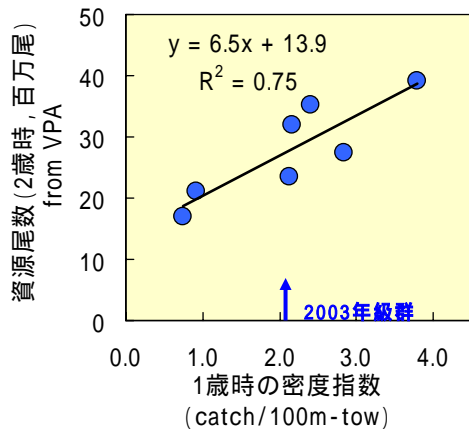


図 1. ソウハチの 1 歳時の密度指数と 2 歳の資源尾数との関係
1 歳時の密度指数から資源予測できる。



写真 1. カレイの資源調査に使用するソリネット
天井部の下に水中カメラを取り付けて
網内を撮影する。

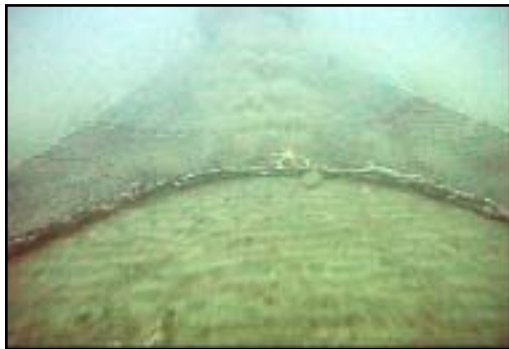


写真 2. 網内映像の一例
グラウンドロープによりカレイが駆集され、
網内(奥)へ入網する。

表1 目視による駆集率の算出

曳網速度 2kt	観察個体数			計	採集尾数 (網内)
	小	中	大		
駆集 (net in)	38	40	17	95	85
逸出 (out)	30	8	0	38	-
駆集率	0.56	0.83	1	0.71	-

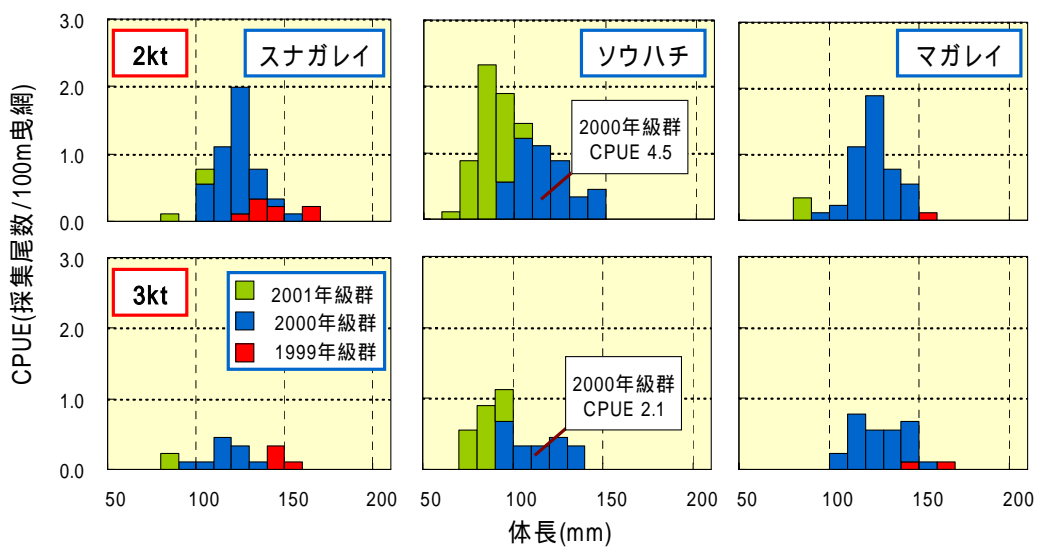


図 2. 異なる曳網速度で採集されたカレイ 3 種の体長組成 (縦軸は CPUE)

ホッキガイ・バカガイ漁場における資源回復技術の開発

中央水産試験場 水産工学室

研究の目的

日本海南西部海域においてホッキガイ・バカガイは重要な漁業資源であるが、産卵母貝の不足により稚貝の発生が見込めないことや、競合種であるカシパン類の繁殖が稚貝発生 of 阻害要因になっていることから、資源回復の見通しが立たない状況にある。このため、本研究では、移殖放流によるホッキガイ・バカガイ母貝集団の造成手法を確立するとともに、カシパン類の効率的な駆除方法を示すことによって、これら二枚貝資源の回復技術を開発した。

研究の方法

島牧村のバカガイ漁場、余市町のホッキガイ漁場を対象として、以下の試験を実施した。

漁場の底質性状（粒度組成、有機物含有量）、波浪による底質攪乱の程度および底生動物群集を調べ、これらに基づいて母貝集団の造成適地を選定した。

選定した試験区域にホッキガイおよびバカガイを移殖放流し、その生残および稚貝の発生状況を追跡調査することによって、適地選定の妥当性検証と移殖に適した放流密度の算定を行った。

カシパン類の駆除に適した漁具を開発し、その効率性を従来の駆除漁具との比較試験により検証した。

研究の成果

漁場の底質性状、底質攪乱および底生動物群集から、余市のホッキガイ漁場では水深 5m、島牧のバカガイ漁場では水深 10m が母貝集団の造成適地と判断された（表 1）。

移殖貝の年間生残率は、ホッキガイでは 41 %、バカガイでは 54 % と算定された（表 2）。

また、これらの値は、従来の移殖試験の結果よりも顕著に高く、上記の適地選定は妥当であると判断された。

生息密度がホッキガイでは 20 個体/m²、バカガイでは 30 個体/m²前後になると生残率の低下が収まったことから（図 1、2）、これらの値が適正な移殖密度であると考えられた。

バカガイでは、母貝集団造成によって漁場全域に稚貝の発生が確認され、資源回復の兆候が認められた。

カシパン類駆除用に開発したチェーン付き底曳き網（図 3）は、稚貝を混獲せずに高速曳網が可能であり、従来の駆除漁具よりも効率性が高いことが実証された（表 3）。

成果の活用

得られた成果は、稚貝発生がなく、資源悪化している二枚貝を対象とした資源回復対策に広く活用できる。

道内各地で実施されている移殖事業に移殖適地の選定手法、移殖適正密度およびカシパン類の駆除手法が導入されることによって、効率的な資源造成が期待できる。

表 1 生息に適した環境条件

	ホッキガイ	バカガイ
底質粒径 (中央粒径値)	0.17 ~ 0.23mm	0.20 ~ 0.24mm
有機物含有量 (炭素量)	1mg/g以下	0.80mg/g以下
底質攪乱 (シールズ数)	0.25以下	0.16以下
底生動物群集 (優占種)	ハイイロハス/ハカシバン	キサゴ
適地選定結果	水深5m 域	水深10m 域

表 2 移殖貝の生残率

経過月数	ホッキガイ	バカガイ
1	53.8	-
2	-	96.2
3	51.8	-
4	-	74.8
5	-	65.2
6	46.4	-
7	-	62.7
8	-	-
9	42.7	-
10	-	57.8
11	40.9	-
12	-	54.0
13	40.5	-
14	-	52.9

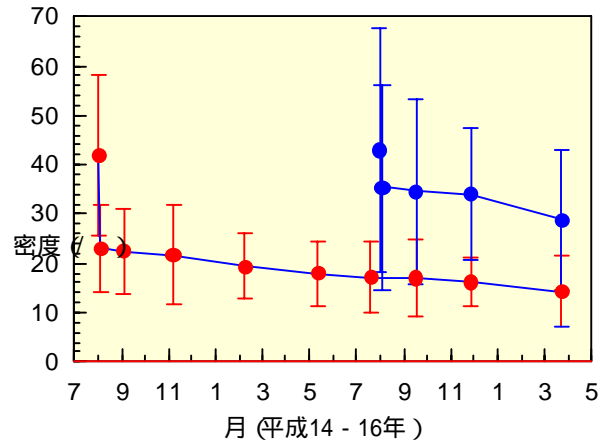


図 1 ホッキガイの密度変化
試験区 1, 試験区 2, 縦棒 標準偏差

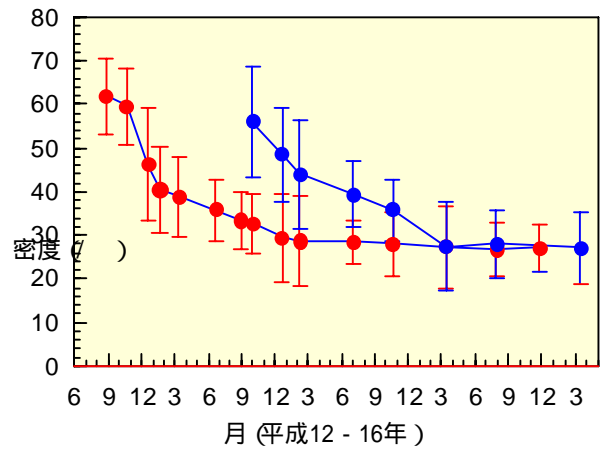


図 2 バカガイの密度変化
試験区 1, 試験区 2, 縦棒 標準偏差



図 3 カシパン類駆除用底曳き網

表 3 駆除効率の比較

	開発した漁具	従来の漁具
曳網回数	15.0	10.0
曳網時間 (分/回)	6.5	31.3
駆除時間 (時間)	1.6	5.0

*試験は、100 の区画に500個体/ の密度でカシパン類が生息しているものとし、これを10個体/ の密度になるまで駆除した時に要する値を示している

ハタハタの生き残り条件を探る

釧路水産試験場 資源管理部

研究の目的

釧路管内昆布森沖の藻場はハタハタの産卵場として知られ、毎年11月頃に産卵がおこなわれる。春季に孵化したハタハタは、釧路から十勝沖の大陸棚上の浅海域で生活したのち、成熟体長に達した個体の多くが、再び昆布森沖に戻り産卵するものと考えられている。

当系群のハタハタは、成熟を開始する1歳（ふ化後約1年半）から漁獲対象となり、刺し網漁業、桁網漁業、沖合底曳網漁業、定置網漁業等多くの漁業により利用され、その漁獲量は全道の半分程度を占める（図1）重要な資源である。

しかし、漁獲量の年変動は非常に大きいことから、漁業者等から漁況予測や漁業の安定化を望む声が多く出ている。

これらの声に応えるために、当系群ハタハタの「漁況予測」と「どうして資源変動するのか？の解明」に向けた基礎的情報の収集を目的とした。

研究の方法

釧路支庁管内跡永賀沖から十勝支庁管内厚内沖の海域（水深7から80m）に26調査点をもつて、1998年から2004年の9月下旬から10月上旬に、小型底曳網を用いてハタハタを採集した（図1）。採集したハタハタは、採集尾数の計数、体長・体重の測定、雌雄の判別、耳石の抽出を行った。実体顕微鏡を用いて耳石による年齢査定を行った。これらデータを基に年ごとの年齢別採集尾数、0歳魚の体長組成・平均体長を推定した。

産卵量の指標（産卵量指数）として、釧路支庁管内9から12月の沿岸漁業の漁獲量（北海道水産現勢）を用いた。

研究の成果

桁網調査により、0～4歳のハタハタが採集された。

1歳の採集尾数は、同じ年級群の0歳魚の採集尾数と同じ傾向で変動した。この結果より、漁獲対象になる約1年前に年級群豊度を知ることが可能となった（図2）。

0歳魚の採集尾数は、産卵量とは無関係に変動したことから、年級群豊度は、産卵量よりも0歳秋期以前の生き残りに強く影響されて決まることが明らかとなった（図2）。

0歳秋期の体長は、年級群豊度が高いほど大きいことが明らかになった（図3）。

これらの成果から、釧路系群のハタハタの生き残りが良くなる条件は、仔稚魚期の「体長が大きいこと」または「成長速度が速いこと」にあると考えられた。

成果の活用

約1年前から新規産卵加入量の推定（漁況予測）が2つの指標（0歳魚の採集尾数と体長）により可能となった。

得られた年級群豊度決定要因に関する知見は、資源管理方策を決めるための情報として活用できる。

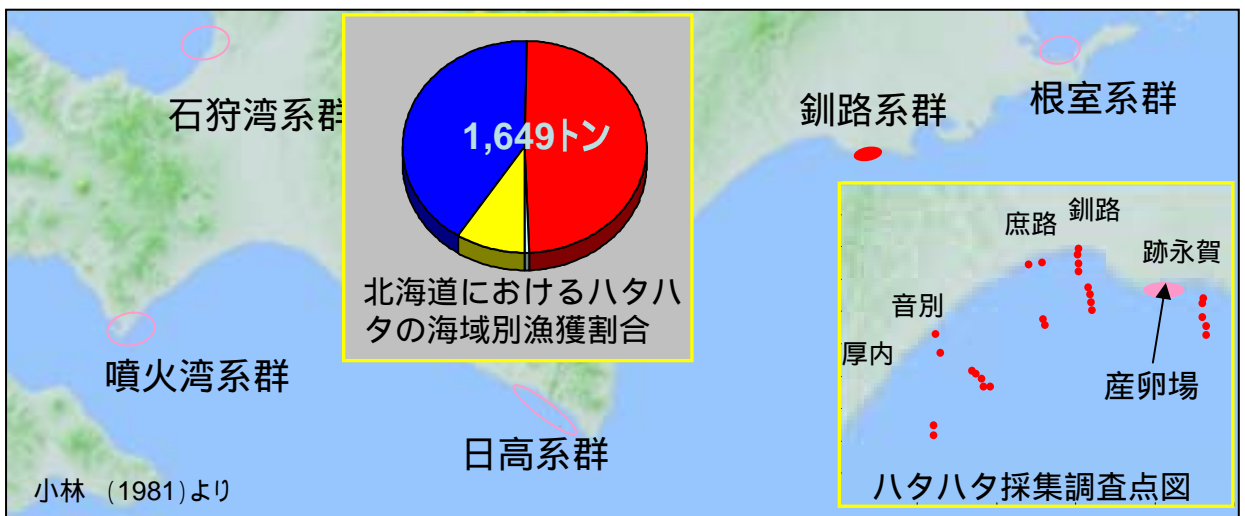


図1 北海道におけるハタハタのおもな産卵場、海域別漁獲割合、調査点図
漁獲量（北海道水産現勢 1986-2003年の平均値）

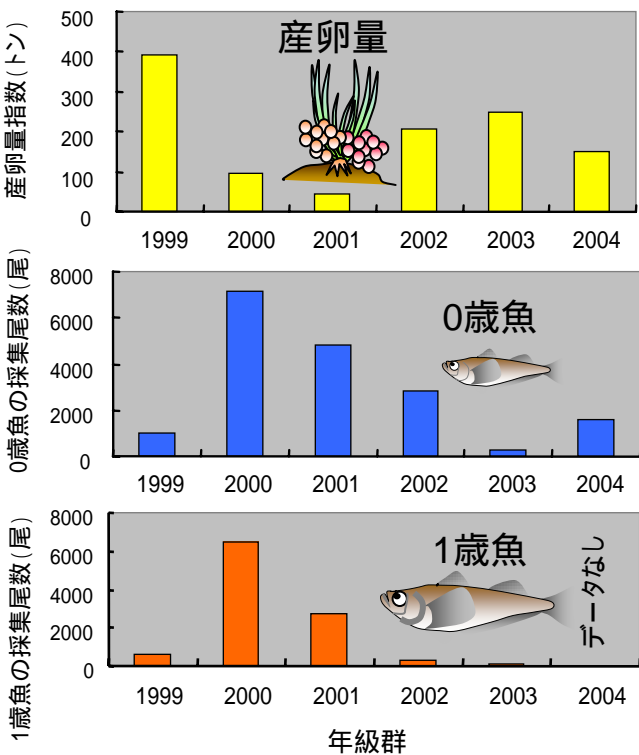


図2 年級群別産卵量、0歳魚採集尾数、1歳魚採集尾数

0歳魚の採集尾数は、産卵量とは無関係に変動するが、同じ年級群の1歳の採集尾数と同じ傾向で変動する。このことは、産卵量よりも、0歳秋期以前の生き残りに強く影響され年級群豊度が決まることを示す。

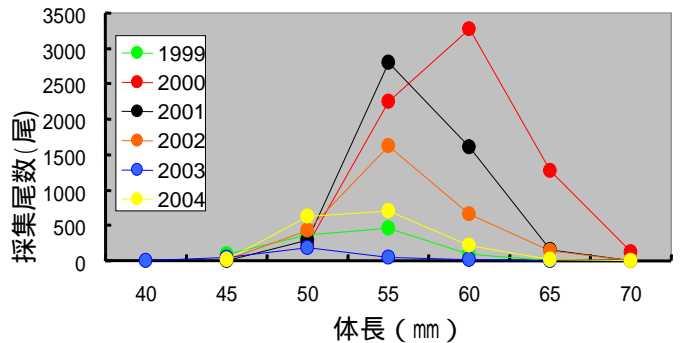
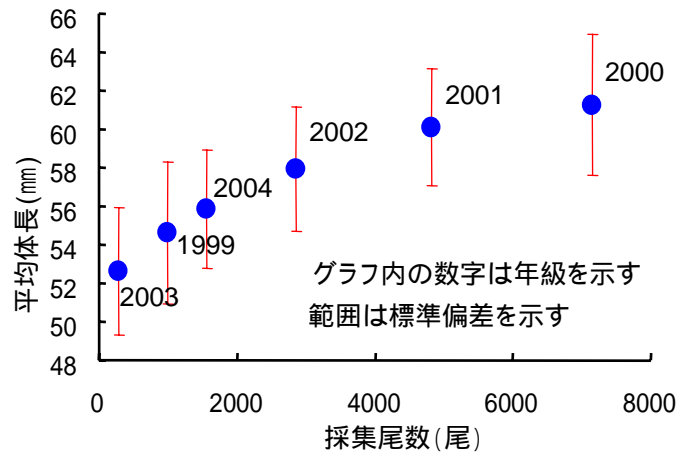


図3 0歳魚の採集尾数と平均体長の関係（上図）と年級群別0歳魚の体長組成（下図）

豊度の高い年級群は、0歳秋期時の体長が大きいことを示している。このことは、孵化から0歳秋期までの成長速度や体長が生き残りに影響していることを示す。

耳石を用いたイカナゴ属 2 種の種判別

稚内水産試験場 資源管理部

研究の目的

北海道、宗谷海峡周辺海域ではイカナゴ属 2 種（イカナゴ *Ammodytes personatus* およびキタイカナゴ *Ammodytes hexapterus* とされている）が同所的に分布し、双方ともに重要な漁業資源となっている。しかし、両種はアロザイムによる生化学的分析で区別は可能であるが、形態等の外見上（図 1）での判別は困難である。適切な資源管理を行う上で、これらイカナゴ属の生態学的特徴や資源変動などの水産資源学的な特徴を把握し、さらに資源解析や資源評価を行うためには、両種の簡易的な判別方法が必要である。本研究では、両種の耳石輪紋の見え方の違いに着目し、新しい判別方法の確立を目指した。

研究の方法

2003 年 6 月から 9 月にかけて、沖合底びき網漁業の漁獲物からイカナゴ類標本を採集し、個体毎の種判別のために LDH（乳酸脱水素酵素）のアロザイム分析を行った（図 2）。

当海域におけるイカナゴ類の耳石は、図 3 に示す第 1 透明帯の幅が広いタイプと狭いタイプの 2 タイプに大きく類別される。そこで、耳石の第 1 透明帯の幅（図 3）を実体顕微鏡を用いて測り、アロザイム分析結果と比較した。また、それぞれの耳石について実体顕微鏡を用いて第 1 透明帯幅の目視観察を行い、幅広型と幅狭型に分けて記録し、後にアロザイム分析結果と比較した。

研究の成果

アロザイム分析で種判別を行った 100 個体について、個体毎に耳石の第 1 透明帯幅を計測した結果、キタイカナゴ耳石の第 1 透明帯長幅は 11.5 ~ 126.5 μm 、イカナゴ耳石の第 1 透明帯幅は 60.0 ~ 605.0 μm であった。この結果から、第 1 透明帯幅が 100.0 μm より広いものがイカナゴ、狭いものがキタイカナゴに概ね分離可能と判断した（図 4）。

この基準で種判別した場合の両種の誤認率はイカナゴが約 13 %（40 個体中 5 個体）、キタイカナゴが約 5 %（56 個体中 3 個体）で、両種の雑種を含めると全体で 9 %程度であり、両種の簡易的な判別基準として十分使用できると考えられた。

両種の耳石は目視観察でも一見して第 1 透明帯の幅が広いタイプと狭いタイプに判別できると考えられた（図 3）。そこで、目視による耳石輪紋観察結果とアロザイム分析による種判別結果を比較し、種毎に幅広型と幅狭型の耳石を持つ個体数を調べた（表 1）。その結果、幅広型の耳石を持つ個体をイカナゴ、幅狭型の耳石を持つ個体をキタイカナゴと種判別した場合、種判別の誤認率は約 3 %程度であり、大部分の個体は目視観察による耳石のタイプ分けのみでも十分種判別可能と考えられた。

成果の活用

簡便な方法で種判別が可能となったことから、漁獲物中の両種の比率や種毎の体長組成などが把握できるようになる。今後は、これらのデータを蓄積し、より適切な資源評価を行うことができる。



図1 イカナゴ類の成魚

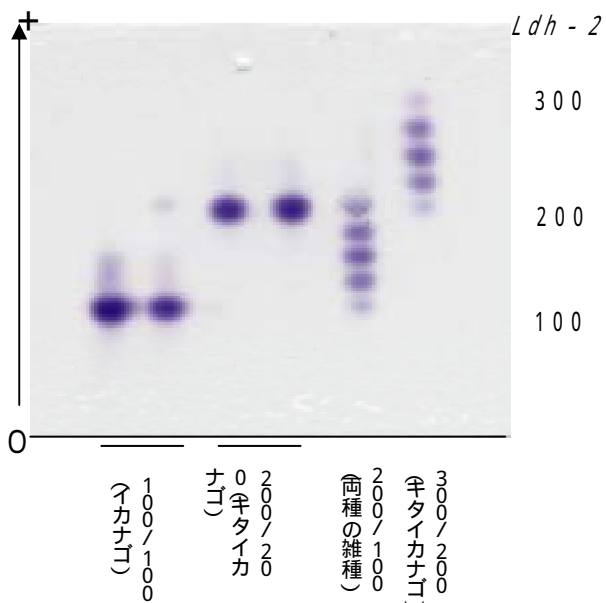


図2 乳酸脱水素酵素 (*Ldh - 2*) の電気泳動ザイモグラムパターン

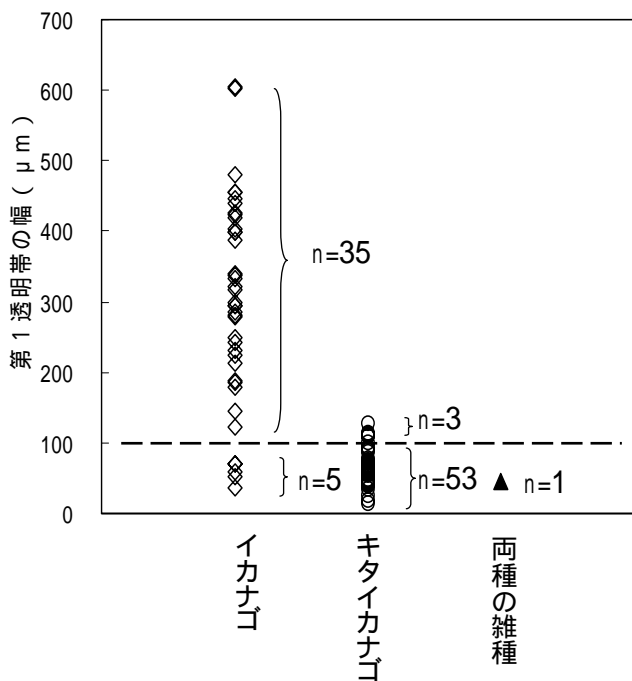


図4 種別にみた耳石第1透明帯幅の変異

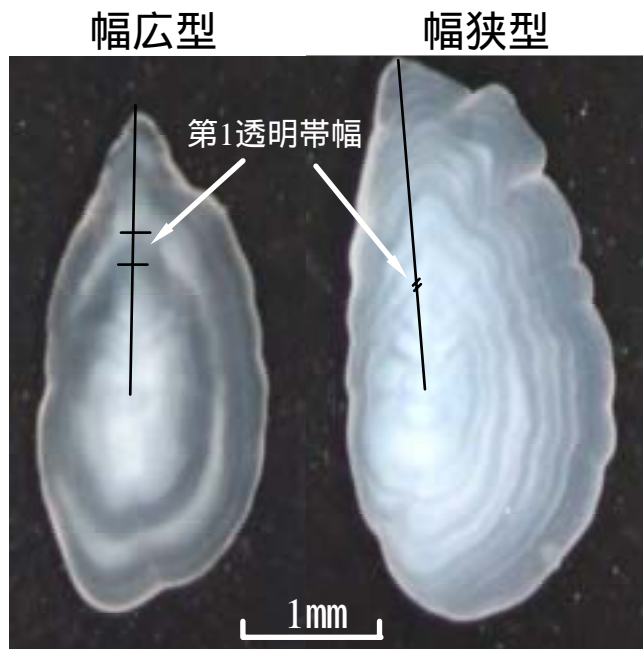


図3 イカナゴ類の耳石にみられた2タイプ
幅広型;イカナゴ(体長220mm)
幅狭型;キタイカナゴ(体長242mm)

表 1 種毎にみた耳石輪紋(第1透明帯幅)のタイプ分け結果

採集日	イカナゴ		キタイカナゴ		両種の雑種	
	幅広型 (尾)	幅狭型 (尾)	幅広型 (尾)	幅狭型 (尾)	幅広型 (尾)	幅狭型 (尾)
2003.6.4	37	5	2	55		1
2003.6.24	1			97		2
2003.7.17	97	2		1		
2003.7.29	98	2				
2003.8.28	100					
2003.9.5	98	2				

チヂミコンブ資源実態調査

稚内水産試験場 資源増殖部

研究の目的

稚内市宗谷沿岸で漁獲されるチヂミコンブは、製品化の手間が少ない上に比較的高価で取引され、漁業者にとって魅力的な漁獲対象資源となっているが、近年は資源の減少が懸念されている。本種の分布や生態は不明な点が多く、それらの解明や資源実態の把握、さらには効果的な増養殖手法の開発が求められている。本調査では、主に宗谷沿岸のチヂミコンブの分布や資源実態、成長や成熟状況を把握するとともに、養殖の可能性を検討した。

研究の方法

宗谷漁協において、チヂミコンブの漁獲実態を聞き取り調査した。次いで、7月14日に撮影した宗谷岬東海岸(稚内宗谷大岬～東浦)のカラー航空写真から、藻場の分布面積を計測した。

さらに、9月6日に同海域の25地点でチヂミコンブの出現頻度を、5地点で平均現存量を調べ、藻場面積に乗じて調査海域での分布面積と現存量を推定した。採集したチヂミコンブの葉の大きさや重量、肥大度(葉重量/(葉長×葉幅))、子嚢斑形成率、乾燥歩留まり等を測定・算出した。その他、10月6日の稚内市坂の下(水深約7m)、平成17年2月8日の羽幌町焼尻島東浜(水深約8m)でチヂミコンブを採集し、同様に測定した。チヂミコンブの養殖可能性を検討するため、12月21日に成熟した藻体から種苗糸に孢子付けし、2月に種苗糸をロープに挟み込み、宗谷港の蓄養施設で育成した。

研究の成果

チヂミコンブは、主に拾いコンブで8月末～9月に漁獲され、乾燥が早く、剪葉などの手間がほとんどかからない。漁獲量は、平成10年に数量約81トン、金額約8千6百万円と、宗谷漁協のコンブ生産の数量で約50%、金額で44%を占めたが、平成16年には数量約4トン、金額1千3百万円と急減した。今回の調査で、チヂミコンブの分布面積は約78万2千m²、海域全体での現存量は、約1,950トンと推定された(表1)。チヂミコンブ藻体は、一般に葉面に2列の凹凸(龍紋)があり、葉の基部縁辺が縮れる特徴があった(図1)。焼尻島では2月に再生した藻体が多数見られ、「突き出し型」を示した(図2)。成熟藻体は10月に確認された(表2)。葉部の乾燥歩留まりは31.5%と、リシリコンブ(2年目)の一般的な値(約20%)より高かった。採苗したチヂミコンブは、16日後には12細胞程度の孢子体となり、種苗糸にはチヂミコンブの芽胞体が密生した。蓄養施設で育成した孢子体は、4月には平均葉長約6cmに成長した。

成果の活用

今回の調査で、チヂミコンブの漁獲の実態が明らかになり、資源量が推定された。また、チヂミコンブの採苗と育成は、従来のコンブ養殖で行われている方法で十分対応可能であることが示唆された。本研究結果は、今後の資源管理や増養殖対策の資料として活用できる。

表1 宗谷岬東海岸における藻場面積，チヂミコンブ推定分布面積，推定現存量

藻場面積(m ²)	チヂミコンブ出現頻度(%)	チヂミコンブ推定分布面積(m ²)	チヂミコンブ平均現存量(kg湿重/m ²)	チヂミコンブ推定現存量(kg)
2,172,746.3	36.0	782,188.7	2.49	1,950,074.6



図1 平成16年9月6日に稚内市宗谷竜神島で採集したチヂミコンブ藻体

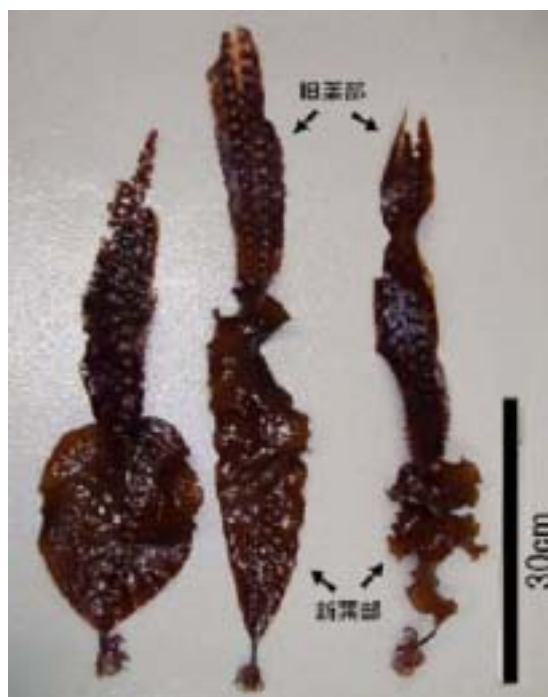


図2 平成17年2月8日に羽幌町焼尻島で採集したチヂミコンブ藻体(新葉部の成長により“突き出し型”になっている)

表2 チヂミコンブ測定結果

調査年月日	場所	標本数	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉重量 (g)	根莖重量 (g)	総干度 (mg/cm ²)	子嚢斑形成率(%)		標本数	平均値±標準偏差	
								葉の裏面	葉の表面		葉部	根莖部
平成16年9月6日	稚内市宗谷竜神島	86	55.5±22.0	7.7±3.1	476±328	33±28	81.6±19.6	0.0	0.0	7	31.5±5.1	26.5±5.3
平成16年10月6日	稚内市坂の下	52	46.0±20.7	6.2±2.3	273±213	26±2.0	77.5±13.0	23.1	1.9	-	-	-
平成17年2月8日	羽幌町焼尻島東浜	11	60.3±18.3	11.6±3.2	40.8±14.7	2.5±0.7	57.7±10.7	100.0	72.7	-	-	-

-:No data

鵜川のシシャモ親魚遡上数と翌年の沿岸稚魚数の関係

水産孵化場 内水面資源部

研究の目的

北海道沿岸のシシャモは日本国内固有種である。漁獲量は昭和 59 年から平成 16 年の平均で約 1,300 トン、漁獲金額は 13 億円にのぼる。生産者価格は kg 当たり 1,000 円を上回る高級魚である。このシシャモ漁獲量は、えりも岬以東海区で平均約 1,200 トンと比較的安定しているのに対して、えりも岬以西海区では平均約 100 トンと低迷し不安定である。シシャモ資源の維持増大と漁家の経営安定のためには、漁業者自らが資源管理を行う必要がある。その判断材料とするために、早い時期に漁獲資源を予測し、適正な遡上親魚尾数を確保する方策など、資源管理方法の技術開発が漁業者から求められている。この問題解決のため、当面はシシャモ親魚遡上尾数とその次世代資源尾数との再生産関係を明らかにする目的で調査を行っている。

研究の方法

そこで、えりも岬以西太平洋海域でシシャモの遡上する河川のひとつ鵜川と、その沿岸域を中心に、これまでシシャモの生活史研究で解明が難しかった親子関係の調査に取り組んでいる。

鵜川に遡上するシシャモ親魚尾数調査

10 月～12 月、鵜川河口から約 500 m 上流地点に 4 基のフクベ網を設置して、産卵のため遡上した親魚を一日毎に採捕数を記録する。この値を統計的手法を用いた採捕効率 (1.54 %) で引き伸ばし期間中の遡上尾数を推定する。

鵜川沿岸域のシシャモ稚魚の捕獲数 (CPUE) 調査

5 月～7 月、河口を中心とした沿岸域の砕波帯において、底引網 (ソリネット) によってシシャモ稚魚の CPUE (単位面積当たり生息尾数密度: 尾/100 m²) を推定する。

研究の成果

鵜川のシシャモ親魚尾数の過去 3 年間の結果では、平成 14 年は 50.6 万尾 (95 % 信頼区間 43.1 ~ 58.1 万尾)、平成 15 年は 100.9 万尾 (86.0 ~ 115.9 万尾) でこれまで最大の値を示している。平成 16 年では 10 月 30 日から 11 月 11 日にかけてシシャモの採捕数が急増し、遡上ピークは 11 月 8 日で遡上総数は 50.2 万尾 (42.7 ~ 57.6 万尾) と推定できた (図 1)。一方、シシャモ稚魚の CPUE は、平成 16 年 6 月 11 日が 35.9 尾/100 m²、6 月 24 日に 38.1 尾/100 m² の範囲にあった。7 月 8 日には 46.3 尾/100 m² と上昇し、平成 14・15 年 7 月の調査に比較すると、平成 16 年の生息密度は 2.9 ~ 4.3 倍でした (図 2)。平成 15 年のシシャモ親魚尾数とその次世代となる平成 16 年のシシャモ稚魚の CPUE は他年と比較して高いレベルを示した。16 年の結果は、17 年に年齢が 2 年魚となって鵜川沿岸に回帰するシシャモ親魚の尾数に反映されると期待できる。

成果の活用

シシャモの再生産関係は、漁獲操業時の努力量がシシャモ親魚遡上数を左右していた可能性がある。今後、遡上数と沿岸仔魚数の相対的な親子関係の推定精度を高めるため経年の資料蓄積も必要である。と同時に、漁業者自身の手で、一定量の親魚遡上数を確保するように務めることが、資源の安定的利用につながると考えられる。

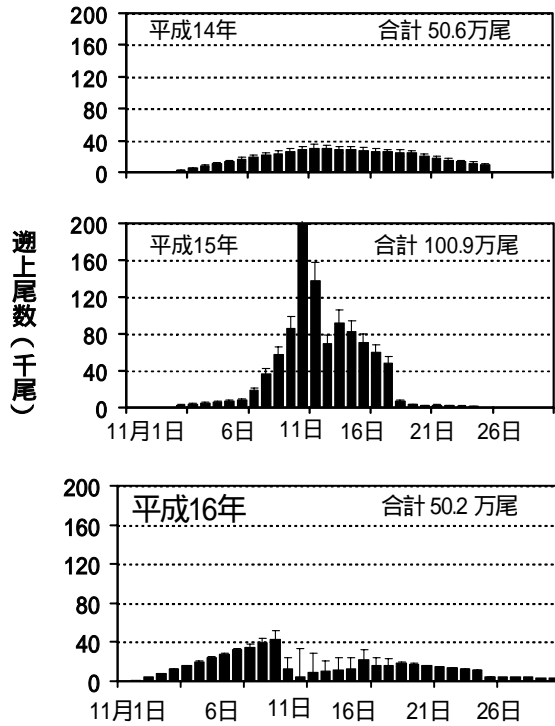


図1 鶴川のシシャモ親魚遡上推定数

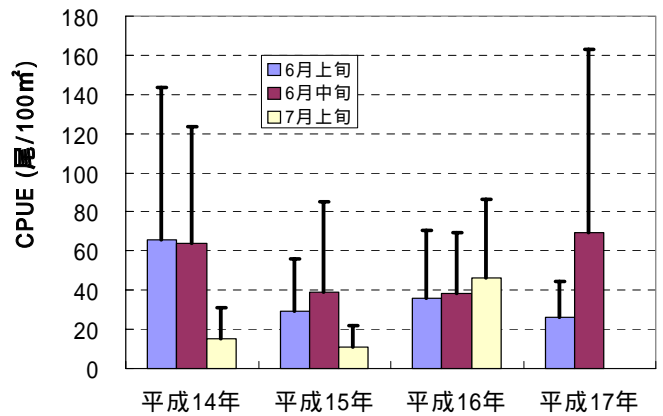
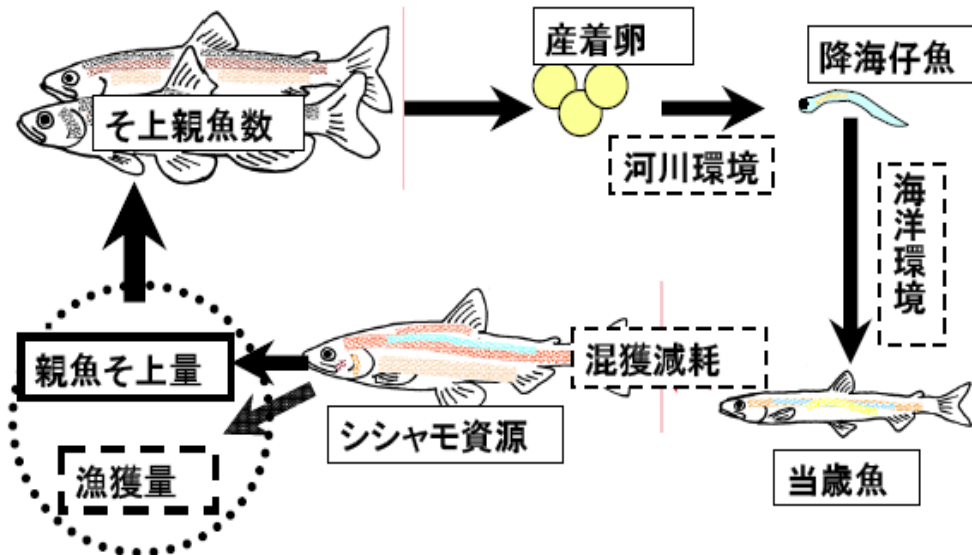


図2 鶴川沿岸域におけるシシャモ仔稚魚の採集年次

シシャモ漁業資源の安定化を図るためには



●親魚そ上数の確保には漁業管理が重要

支笏湖の水質環境の変化

水産孵化場 内水面資源部

研究の目的

支笏湖は、透明度が高くヒメマスが生息する綺麗な湖として知られている。このような湖は貧栄養湖と呼ばれ、生息できる魚の量も限られる。景観がよいこともさることながら、初夏に湖でおこなわれるヒメマス釣り（チップ釣り）は貴重な観光資源となっている。

支笏湖のヒメマスの多くは、人工孵化放流によって維持されている。ヒメマスが増えるためには、魚のエサとなる動物プランクトンが必要である。またそのエサとなる植物プランクトンが必要で、植物プランクトンの栄養源となる窒素やリンの栄養塩も必要である。この一連の流れの中で栄養塩類や植物プランクトン（クロロフィル a 濃度で代表する）は、測定しやすいことから湖沼の生物生産の指標となる。

支笏湖はエサが少ないため、放流尾数の見積もりを間違えれば、資源の壊滅が起こる危険性がある。現に 30 年近い調査を通して見てみると、極端なヒメマス資源の減少も起こっている。

水産孵化場では昭和 48 年以降、公共用水域水質測定に携わってきた。この調査の中では本来の目的である水質監視にあわせ、湖沼の栄養塩からエサ生物へという生物の生産構造についても検討を行うことを目的としてこれまで調査を続けてきた。

ここでは 1994 年以降の湖水水質の一部を用い、その変化の過程を示した。

研究の方法

栄養塩類（窒素、リン）、クロロフィル a 濃度の生物生産に係る項目、透明度や COD の水質汚濁に関する項目について測定し、その結果から支笏湖の生物生産と環境変化について考えた。

研究の成果

湖沼の汚濁にも関係がある透明度、COD には大きな変化は認められない（図 - 1、図 - 2）。

硝酸態窒素は、春に多く秋に少なくなるという年間の変動をしながら、徐々に高くなってきている（図 - 3）。

クロロフィル a 濃度も依然濃度は低いのですが、増加の傾向が認められる（図 - 4）。

硝酸態窒素は植物プランクトンが増えるためには必須の栄養塩ですが、同時にもう一つ栄養塩であるリンがなければ植物プランクトンは増えることはできない。支笏湖のリンは検出されない程度の低い濃度ですので、植物プランクトンの生産が少ないのが現状である。このため、硝酸態窒素の消費も少なく、徐々に蓄積されてきたと考えられる。

クロロフィル a 濃度は春に少なく、秋に高くなりちょうど硝酸態窒素とは逆の関係が見られます。またクロロフィル a 濃度が上がると透明度は低くなっている。

水質条件や基礎生産力の測定、他のヒメマス生産湖沼との比較などから、支笏湖でのヒメマス稚魚の適正放流数を 10 万尾程度にという提言を行った。

成果の活用

適正なヒメマス資源の維持と支笏湖の環境保全のデータとして活用されている。

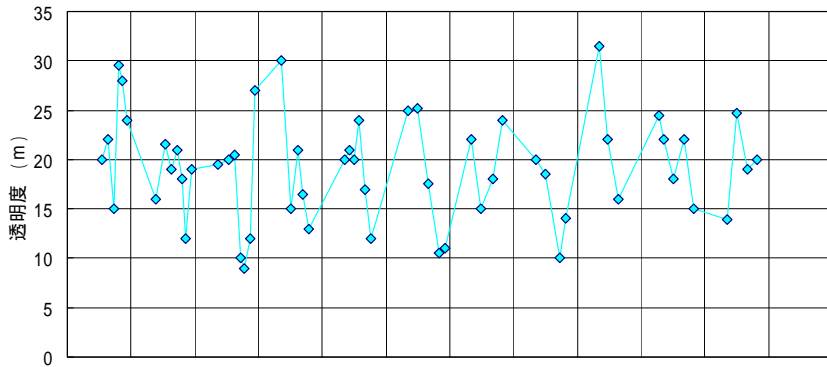


図 - 1 透明度の変化。
平均すると 20m くらいであるが、高いときには 30m を超えることがある。

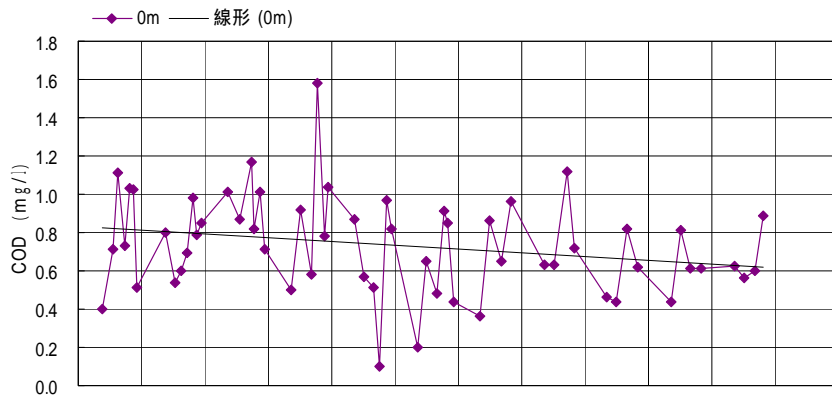


図 - 2 COD の変化。
COD はおおむね 1mg/l 以下で少ない。長期的には減少傾向にみえるが、有意な変化といえない。

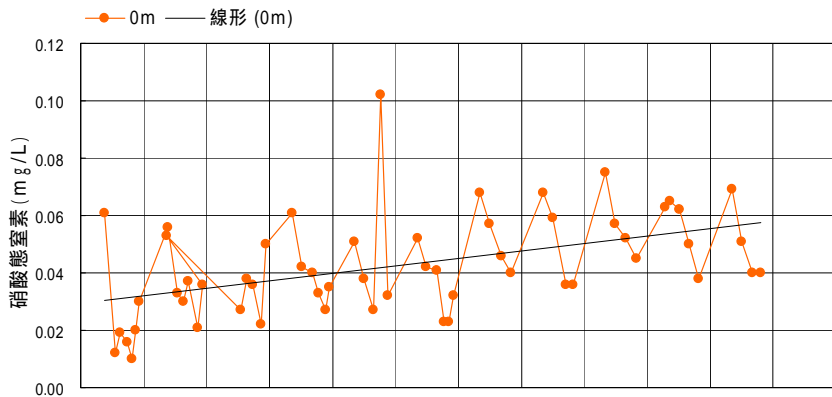


図 - 3 硝酸態窒素の変化。
硝酸態窒素は植物プランクトンの栄養成分で、季節による変動がはっきりとみられる。年々の変化は有意に増加している。(Spearman 順位相関 $p < 0.01$)

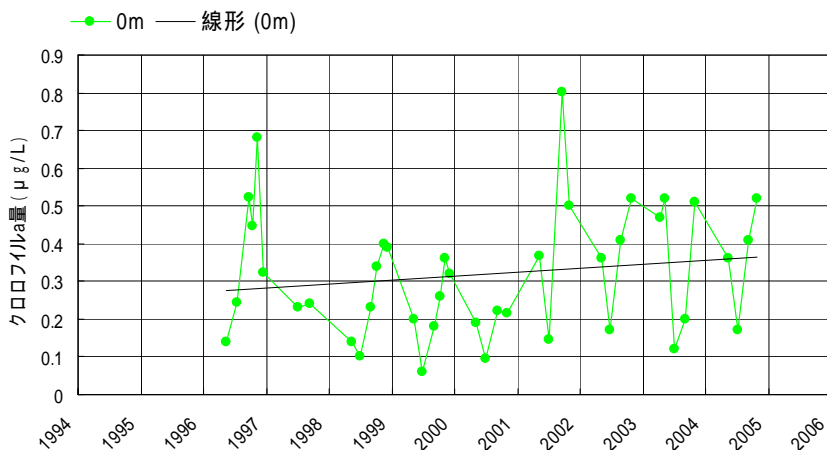


図 - 4 クロロフィル a 量の変化。
表層では有意な増加傾向がみられるが、依然濃度は低い。(Spearman 順位相関 $p < 0.05$)

シジミを育てる

水産孵化場 養殖病理部

研究の目的

シジミは北海道では網走湖、天塩パンケ沼、石狩川等で漁獲されている。近年様々な要因により全道のシジミ漁獲量が平成4年の約1,400トンピークとして平成15年の約1,000トンへと減少してきている。水温と塩分環境が産卵を起こさせるまでに至らない事も明らかにされてきた。水産孵化場では人工的にシジミから卵を取り飼育する技術の確立に平成15年より積極的に取り組んできており、今回はその結果の一部を紹介する。

研究の方法

- ・産卵期（ほぼ7月～8月）のシジミ親貝から人工的に卵と精子を取るために約4℃、塩分5psuの汽水に1日おいて25℃、塩分5psuへとシジミを直接移行した。
- ・成長様式をみるため受精の約4ヵ月後に稚貝の殻長を測定しその組成を調べた。
- ・稚貝の飼育環境を調査するため稚貝を入れたカゴを水中に垂下、水底に静置（底着）ならびに天塩パンケ沼で異なる場所（沼中央と沼右）に静置した場合の成長への影響をみた。
- ・水中ならびに泥中のクロロフィル量を測定して植物プランクトン量の評価を行った。

研究の成果

放卵と放精：産卵適期の親貝では約30分程で放精が起き、引き続いて放卵が観察された（図1、2）。産卵の翌日には浮遊幼生となりその後2～3週間で着底期の稚貝となった。**成長様式：**受精後約4ヵ月目の稚貝は（図3）、大きさにバラツキが見られたため殻長組成を調べた。その結果、稚貝は殻長1mm以下の個体が全体の半分を占めるが7mmを超える大型稚貝も出現する事が判明した（図4）。**飼育環境：**大型の稚貝を用いて飼育環境を調べたところ、底着して飼育した稚貝の30日後の平均殻長が垂下した場合に比べ大きい事が判明した（図5）。実際に天塩パンケ沼の場合（図6）、60日後に沼中央に設定した底着飼育稚貝が垂下飼育稚貝に比較して大きい事が確かめられた。さらに沼中央とそこから約500m離れた沼右に入れた稚貝の成長にも差が認められた（図6）。底着飼育が良い成長をもたらす要因は稚貝の餌となる植物プランクトン量が水中よりも底の泥中が約10倍高い事に起因すると考えられた（図7）。以上の結果は、シジミ稚貝を飼育する場合は底に静置して飼育するほうが成長が良く、このためには事前に飼育場所の選択を行う必要があることを示している。シジミの好適飼育場所を選定する指標は未だ不明であり今後検討し明らかにする必要がある。

成果の活用

人工種苗の効率的生産方法や天然での育成方法が明らかになることで、減少するシジミ資源の増殖手法の開発につながる。



図1 放卵の様子
卵は灰色の粒子状

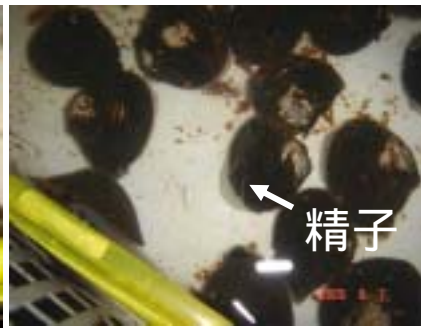


図2 放精の様子
精子は白色

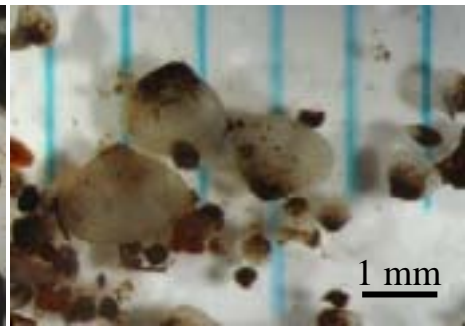


図3 受精後約4カ月の稚貝群

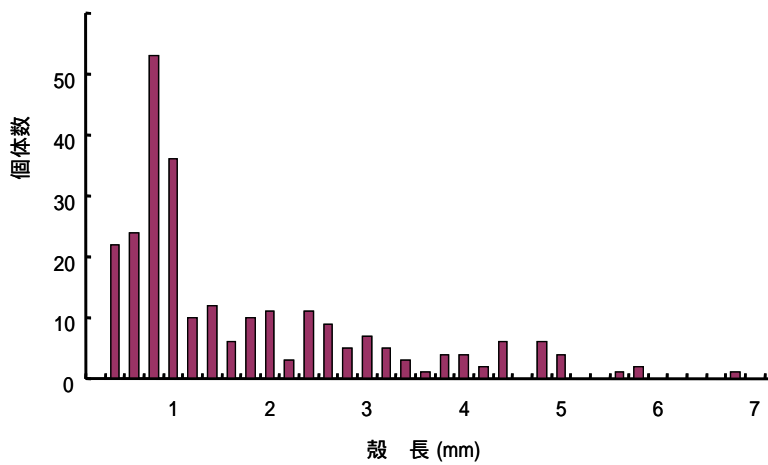


図4 受精後約4カ月の稚貝殻長組成

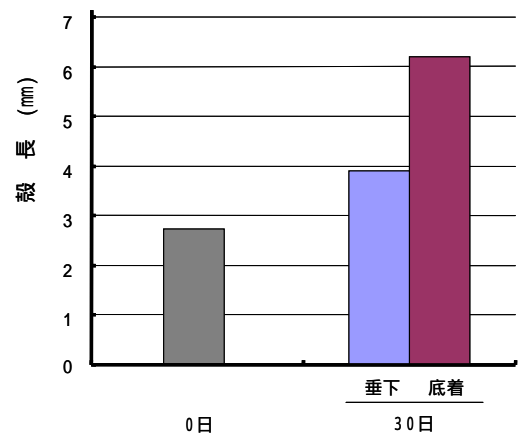


図5 垂下ならびに底着飼育による成長の違い

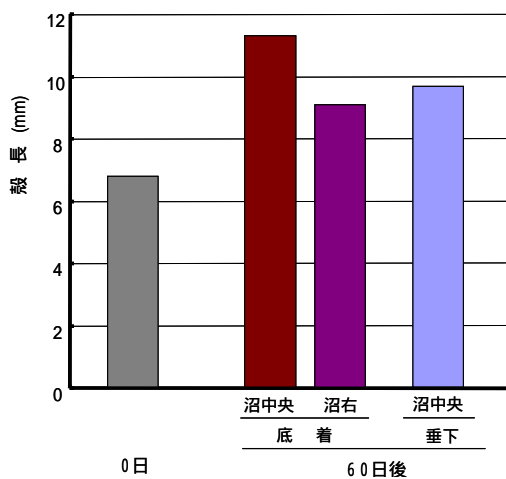


図6 成長に及ぼす垂下、底着飼育ならびに飼育場所の影響

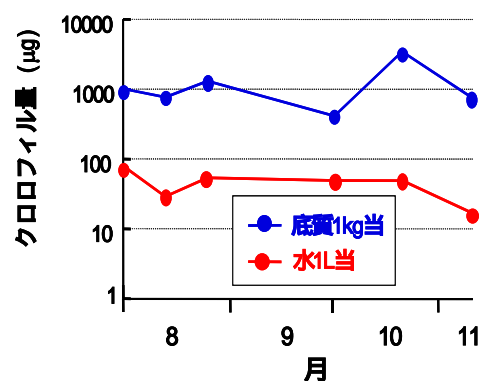


図7 水中ならびに泥中のクロロフィル量の推移

赤サビシジミと通常シジミ。むき身の成分はどう違う？

中央水産試験場 加工利用部

研究の目的

近年、天塩では貝殻に赤褐色の泥状物質（赤サビ）が付着したシジミが多く認められている。このシジミは赤サビシジミ（写真1）と呼ばれ、貝殻に付着した赤サビは通常の洗浄では除去することができない。このため、生鮮で流通することが難しく、産地では大きな問題となっている。そこで、赤サビシジミを加工原料として活用するために、むき身の成分調査を行うとともに、加工品の試作を行った。

研究の方法

平成15年7月および9月に、赤サビシジミを天塩川、コイトイ川合流地点、通常シジミを天塩川下流からそれぞれ採取した。これらのむき身について、水分、グリコーゲン、遊離アミノ酸等の成分分析を行うとともに、細菌数を測定した。また、特殊な設備を必要としない簡易な加工品である佃煮製品の試作を行い、品質の違いを調べた（写真2）。

研究の成果

水分、タンパク質、グリコーゲン、鉄分、コハク酸は通常シジミと赤サビシジミで明らかな差がみられなかった（表1）。

遊離アミノ酸の総量は通常シジミ、赤サビシジミともに、9月試料で7月試料の1/2以下だった。通常シジミと赤サビシジミの違いよりも、季節による変動の方が大きいと考えられた（図1）。

むき身の一般生菌数は通常シジミ、赤サビシジミともに $10^4 \sim 10^5$ CFU / g程度、耐熱性菌数は $10^2 \sim 10^3$ CFU / g程度だった。一般成分と同様に、明らかな差がみられなかった（表2）。

赤サビシジミおよび通常シジミを原料として佃煮を試作したところ、食味に差がなく、同様の品質のものが得られた。

成果の活用

本研究により、赤サビシジミは通常シジミと比べ、むき身の成分に明らかな差はなく、佃煮に加工しても同様の品質のものが得られることがわかった。このことから、赤サビシジミのむき身は加工原料として十分、活用できる可能性が示された。



写真1 通常シジミと赤サビシジミ



写真2 佃煮製品の試作

表1 シジミむき身の一般成分等

水揚げ日	区分	水分 (%)	タンパク質 (%)	グリオゲン (%)	灰分 (%)	鉄分 (mg/100g)	コハク酸 (mg/100g)
7月14日	通常シジミ	80.8	12.5	3.7	1.4	13.9	267
	赤サビシジミ	79.0	12.7	5.2	1.4	18.4	319
9月24日	通常シジミ	75.6	10.7	7.4	1.3	32.6	265
	赤サビシジミ	78.3	10.4	5.9	0.7	7.5	152

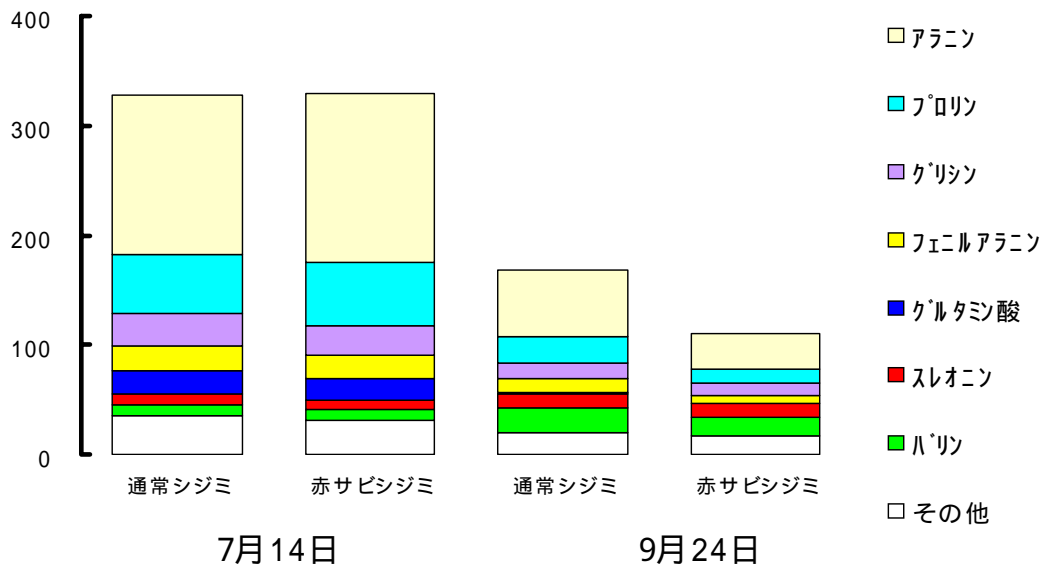


図1 シジミむき身の遊離アミノ酸

表2 シジミむき身の細菌数

水揚げ日	区分	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

未利用水産原料からのコラーゲン回収技術に関する調査研究

釧路水産試験場 利用部

研究の目的

コラーゲン（ゼラチン、コラーゲンペプチドを含む）は健康食品や化粧品に用途が拡大しているが、主原料である牛の安全性に対する不安から品薄状態にある。このため、原料を水産物に代替する要望が強く、新原料として安全なフィッシュコラーゲンへの転換が模索されている。しかし、年間で約2万トンといわれる需要量に見合う水産原料は少ない。

本研究では、フィッシュコラーゲンの原料として有望なフィッシュミール製造時に大量に排出される煮汁からコラーゲン回収技術を開発し、ゴミゼロ・資源循環型社会への構築を図ることを目的とした。

研究の方法

煮汁の原料別性状調査として、コラーゲン、たんぱく質、固形物量を測定した。

煮汁は原料が加工残滓や小型魚であり、皮や骨、内臓を多く含んでいるため、茶褐色を呈し、独特の魚臭を有する。そこで、脱色・脱臭をはかるために、各種活性炭ろ過、オゾンやアルコール処理について検討した。

コラーゲン回収方法として、限外ろ過膜による分離、酸と塩析による抽出、透析やイオン交換による精製について検討した。

研究の成果

コラーゲンはスケトウダラ残滓とサケ残滓に多く含まれ、たんぱく質中の割合も60%以上あり、さらに固形分中のコラーゲン量はスケトウダラ残滓が最も多く（表1）、このため、コラーゲンの回収にはスケトウダラ残滓の煮汁について検討することとした。

活性炭処理は煮汁の脱色・脱臭に効果が認められたが、脱色と脱臭の両者に効果を示す活性炭は見いだせなかったため、それぞれに顕著な効果を示す活性炭を混合使用することとした。なお、オゾンやアルコール処理では煮汁を脱色・脱臭することができなかった。

限外ろ過膜は分画分子量3万がスケトウダラ残滓の煮汁からのコラーゲン回収には適しており、回収率77%で、たんぱく質中の割合が90%、固形物中74%のコラーゲンが得られた。しかし、この方法では若干の魚臭が残存していた（表2）。

煮汁に対し、終濃度0.5Mの酢酸を添加し、さらに終濃度3Mの食塩によりコラーゲンを塩析させ、水洗い後に透析やイオン交換処理することで、臭気のない、白色のコラーゲンを回収することができた（表3、図1、図2）。

成果の活用面

フィッシュミール製造時に大量に排出される煮汁からコラーゲンを回収する技術が開発されたことにより健康食品などの原料として利用用途の拡大が期待される。今後は経済性を考慮した大量生産技術の開発により、成果の普及が促進される。

表 1 未利用資源のコラーゲン量

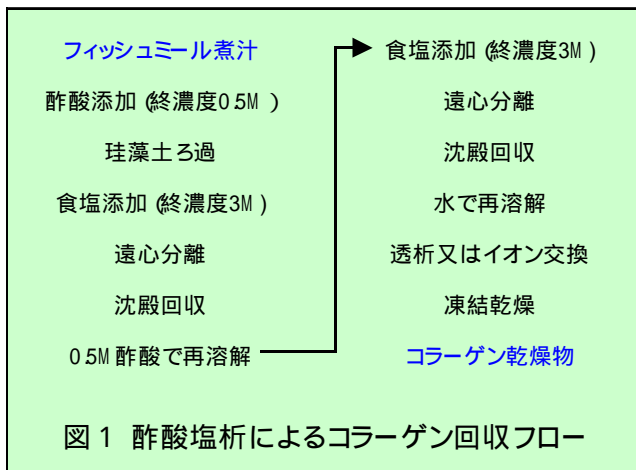
煮汁の種類 \ 成分	コラーゲン	たんぱく質	固形分	C/P	C/TS
	C (%)	P (%)	TS (%)	(%)	(%)
スケトウダラ残滓煮汁 (9月)	3.09	4.41	7.22	70.1	42.8
スケトウダラ残滓煮汁 (1月)	4.15	6.13	8.37	67.7	49.6
サケ残滓	3.46	5.60	9.40	61.8	36.8
サンマラウンド煮汁	2.84	5.16	8.71	55.0	32.6
カタクチイワシラウンド煮汁	1.12	4.36	7.42	25.5	15.1

表 2 スケトウダラ残滓煮汁から限外ろ過により得られたコラーゲンの性状

煮汁の種類 \ 成分	コラーゲン	たんぱく質	固形分	C/P	C/TS	回収率
	C (%)	P (%)	TS (%)	(%)	(%)	(%)
スケトウダラ残滓煮汁 (9月)	3.56	3.95	4.81	90.1	74.0	76.6
スケトウダラ残滓煮汁 (1月)	5.31	5.35	6.45	99.3	82.3	53.0

表 3 スケトウダラ残滓煮汁 (9月) から酢酸塩析により得られたコラーゲンの性状

処理過程 \ 成分	コラーゲン	たんぱく質	固形分	C/P	C/TS	回収率
	C (%)	P (%)	TS (%)	(%)	(%)	(%)
処 理 前	3.09	4.41	7.22	70.1	42.8	-
透 析 後	0.83	0.82	1.04	100.8	79.8	27.0
イオン交換後	0.81	0.80	1.04	101.3	77.8	26.2



小型サンマを用いたサンマ節の開発について

釧路水産試験場 利用部

研究の目的

体重 100g 以下の小型サンマは年間 2 万トン近く水揚げされている（平成 14 年）が、有効な利用方法が確立しておらず、このサイズのサンマは市場価値が低迷しているのが現状である。小型サンマ資源を有効に活用することで魚価の向上を図り、加工業者や漁業者の活性化を促すことを目的にサンマ節の製造技術を開発した。

研究の方法

一般的に節（ふし）を製造する場合、呈味性や脂質酸化の面から原料となる魚に含まれる脂肪は少ない方が有利とされている。そこで、魚体が小型のものほど脂肪含量が少ないことが知られていることから、サイズ別の脂肪含量を検討した。次に、脂肪含量が多いものについて、加熱による脱脂技術を検討した。さらに、脱脂処理品の乾燥処理条件や製品の最適な保管条件について検討した。

研究の成果

小型サンマを体重別に脂肪含量を測定した結果、50g 未満のものは脂肪が少なく、脱脂は不要であった。しかし、50g 以上のものは脂肪が多く、脱脂が必要であった。

50g 以上の小型サンマについて、簡便かつコストのかからない脱脂方法を検討した。その結果、各種の加熱工程を組み合わせることにより、脂肪含量を約 30 % 低減する方法を開発した（図 1、表 1）。

さらに節を製造する際、乾燥形態の検討や天然酸化防止剤の添加により、保管中の品質劣化を抑制し、高品質な製品を得ることができた。

成果の活用

本事業で開発したサンマ節製造技術を水産加工業者に技術移転した。節の試作品を複数のスープメーカーに提示した結果、ラーメンのダシに向いていると判断され、製品は本州のラーメンチェーン店や根室市内で土産用のタレ入りラーメン（図 3）に使用されている。また、根室市で行われる「サンマ祭り」に例年販売される「さんま節ラーメン」にも使用されている。

本製造方法に関して特許出願中である（出願番号：特願 2005-199333）。

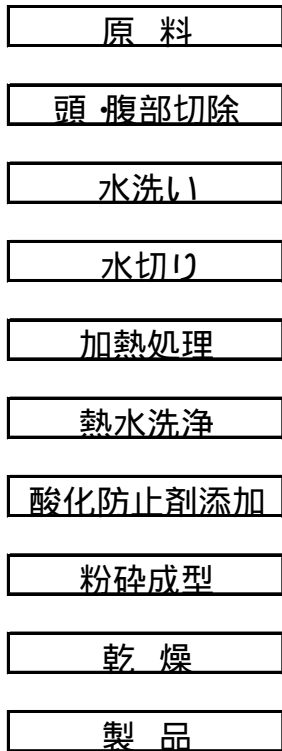


図1 サンマ節の製造方法

表1 原料およびサンマ節の一般成分
(無水物換算値%)

	原料	サンマ節
粗脂肪	46.2	34.2
粗タンパク質	49.4	59.4
灰分	4.4	6.4



図2 サンマ節（最終製品）



図3 お土産用のサンマ節ラーメン

過熱水蒸気を活用した水産加工品の高品質化

網走水産試験場 紋別支場

研究の目的

常圧過熱水蒸気には、熱伝導が良い（加熱時間の短縮）、脂質酸化が少ないなどの特長があり、ボイル加工品への応用が期待されている。オホーツク地域は、乾ほたて貝柱、煮ダコ、茹ガニなどのボイル加工（煮乾品も含む）が盛んである。この加工工程に過熱水蒸気を導入した場合のメリット、デメリットを正確に検証することにより、その適切な使用条件を明らかにし、最終的には水産加工品の高品質化を目指す。

研究の方法

乾ほたて貝柱

一番煮熟工程に導入した場合の製品の品質を、旨み成分（遊離アミノ酸）と色調面から評価し、適切な過熱水蒸気処理条件について検討した。

煮ダコ

煮熟工程に導入した場合の製品の品質を、旨み成分（遊離アミノ酸）、歩留まり、食感（官能）面から評価し、適切な過熱水蒸気処理条件について検討した。

研究の成果

乾ほたて貝柱

過熱水蒸気加熱は通常の煮熟に比べ遊離アミノ酸がより多く残存し（図1）、製品の褐変も抑制される傾向にあった。加熱時間に関しては、製品の色調面から180℃加熱では5分以上必要であった（図2）。

以上の結果と経済性を考え併せると、150～200gサイズのホタテガイの一番煮熟は、過熱水蒸気では180℃、5分が最適と判断された。

煮ダコ

加熱温度が高いとクッキング臭がつくので、180℃加熱を基本とした。脚肉の中心温度は180℃、7分加熱で50℃を超えていた。製品歩留まりは7分までは煮熟とほぼ同等であった。遊離アミノ酸は5分加熱で煮熟よりも約14%多く残存した（図3）。食感（硬さ）では5分加熱が煮熟よりも柔らかいと判断された（図4）。

以上の結果から、柔らかい煮ダコ製造には大サイズのミスダコ脚部（直径約70mm）の場合、180℃、5分加熱が最適と判断された。

成果の活用

研究成果を広報誌、講演会、マリネット HPなどで公開するとともに、当場の過熱水蒸気発生装置（写真1及び2）を水産加工業者等に開放し、技術の普及に努める。

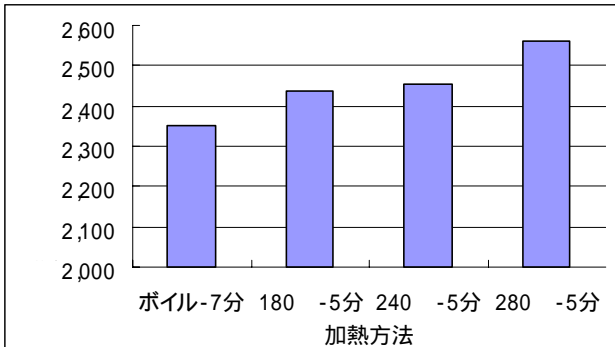


図1 加熱方法の違いによる貝柱中の遊離アミノ酸量

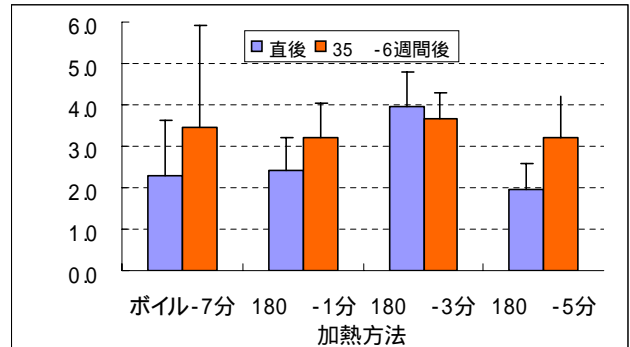


図2 加熱方法の違いによる乾貝柱の褐変度

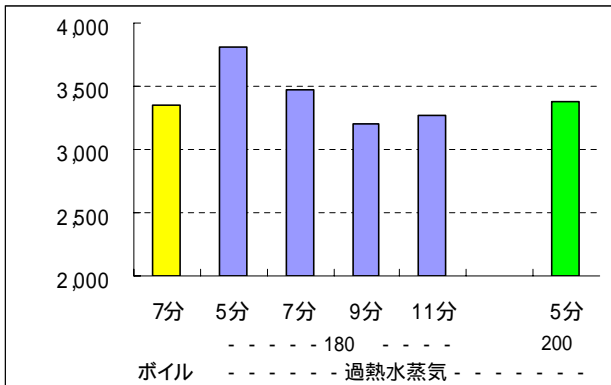


図3 加熱方法の違いによる煮ダコ脚肉中の遊離アミノ酸量

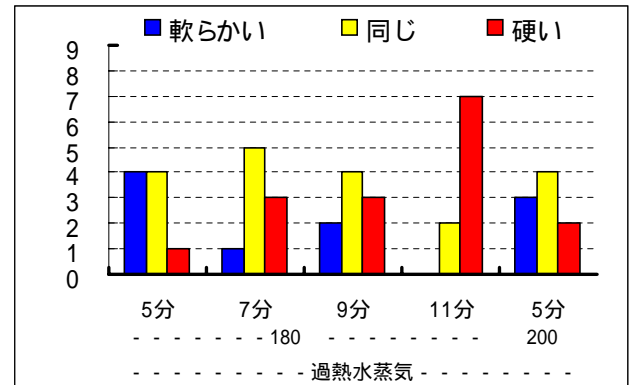


図4 加熱方法の違いによる煮ダコ脚肉の食感

*食感は煮熟(対照)と比較した場合の硬さを官能により評価した。



写真1 過熱水蒸気発生装置



写真2 ホタテガイの過熱水蒸気処理

脱Cdイカゴロミールの稚魚用飼料としての有効性

栽培漁業総合センター 魚類部

研究の目的

イカ内臓（イカゴロ）は、渡島支庁管内で年間1万トンを超えるほど大量に排出されている。イカゴロには、重金属のカドミウム（Cd）が含まれているため、管理型の産業廃棄物としての処分が求められ、イカゴロの無害化処理と有効利用法について技術開発が必要となっている。道立栽培漁業総合センターでは、道立工業試験場、道立釧路水産試験場と共同で、脱Cd処理したイカゴロミールを原料に作成した配合飼料を使用し、海産魚類（クロソイ稚魚）に対する飼料としての有効性を検証した。

研究の方法

魚粉に対する脱Cdイカゴロミールの置換割合を10%～50%変えた配合飼料を作成し、脱Cd未処理の市販イカゴロミールで魚粉を30%置換した配合飼料（SLP30%置換飼料）や市販配合飼料と比較する給餌試験をクロソイ稚魚を用いて行った（写真1および2）。そしてクロソイ稚魚の成長、飼料転換効率、消化率、血液性状、Cd含量を調べた。

研究の成果

脱Cdイカゴロミールは50%まで魚粉を置換しても市販飼料区やSLP30%置換飼料区と比較して、終了時の全長および体重、飼料転換効率、消化率、Ht値に差が認められなかった（図1）。

給餌試験終了時のクロソイ肝臓中のCd濃度は、SLP30%置換飼料区が0.2ppmと最も高かったが、脱Cdイカゴロミール置換区ではいずれも0.1ppm以下で、市販飼料区と同レベルであった（図2）。このことから、SLP30%置換飼料よりも脱Cdイカゴロミール置換飼料の方が、クロソイ稚魚を育成する上で、安全性が高いと考えられた。

飼育成績や肝臓中のCd蓄積量を比較すると、50%までは脱Cdイカゴロミールで魚粉を置換できることが明らかになった。

成果の活用

脱Cdイカゴロミールは、市販品と同等の消化性を有し、魚粉と同等に安全な飼料原料であり、魚粉置換能率50%は、これまでの研究の最高値であった（表1）。今後は、脱Cdイカゴロミールの置換率の上限について検討、ミール中に含まれる摂餌促進物質の解明、他の魚種を用いた給餌試験を実施し、より広範な需要拡大に繋げることで、水産系廃棄物としての排出量を低減できるよう、研究の継続が望まれる。

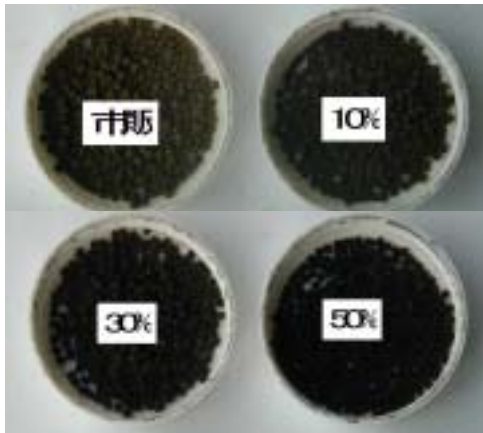


写真1 試験飼料の形態
写真未掲載のSLP30%置換飼料も含め、飼料の形態は全試験区ほぼ同様とした。

写真2 飼育試験の様子



図1 脱Cdイカゴロミール置換区の市販区との比較

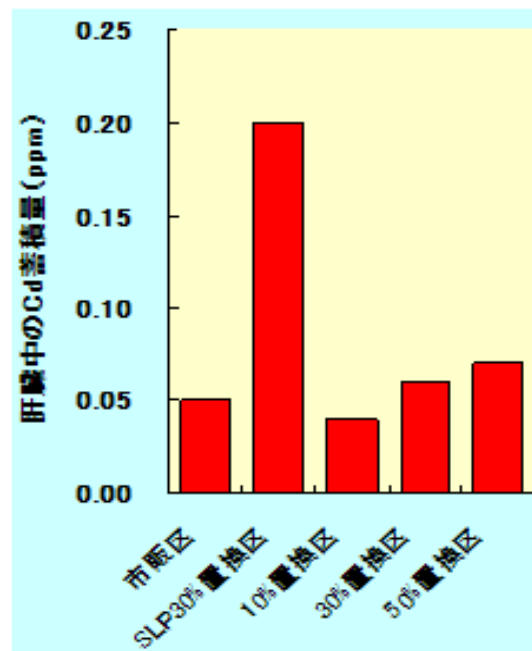


図2 肝臓中のCd含有量の比較

表1 水産系廃棄物由来のミールにおける魚粉置換可能率

原料	対象魚	試験年齢	置換率	文献
イカ生肝臓	ブリ、マダイ	当歳	20~30%	松田ら2001
生ギンザケ内臓	ギンザケ	当歳	20%	松田ら2002
脱Cdホタテウロミール	クロソイ	当歳	10%	麻生ら1999
市販イカゴロミール (SLP)	クロソイ	当歳	10%	本事業2002
脱Cdイカゴロミール	クロソイ	当歳	50%	本事業2004

サケ卵の茶葉抽出物・銅イオンを用いたミズカビ対策試験

水産孵化場 道東支場

研究の目的

サケマスの採卵では親魚の体内ですでに受精能が失われている卵が、割合は低いものの必ず混入する。この卵は孵化槽で白濁した状態となり（死卵とよぶ）、ミズカビ発生のもととなる。孵化槽で著しくミズカビが発生した場合、死卵とミズカビの塊が水流を阻害したり、ミズカビが生卵を取り巻き窒息させる等の障害が起きる。北海道立水産孵化場では平成 15 年度より北海道さけ・ます増殖事業協会から委託を受け、サケ卵を対象に銅イオンや茶葉抽出物を用いた卵管理試験を実施し、効果があることが確認された。

研究の方法

- ・ 北海道内の孵化場において、事業規模（各群 100 万粒程度）で試験を行った。
- ・ 受精直後から銅イオン発生装置を用い孵化槽内で銅イオン濃度が常時 0.005 ppm になるよう管理した。
- ・ 茶葉抽出物を孵化槽内で 0.2 及び 0.02 %の濃度になるよう 30 分間滴下した（週 2 回の間隔で計 8 回実施）。

研究の成果

<銅イオン試験> 銅イオン処理区ではミズカビの伸長は認められず無処理区に比べ良好な卵管理ができていた。発眼率は銅イオン処理区で平均 91.3 %と高い値を示したのに対し、無処理区では平均 79.8 %と低い値に留まった。また、無処理区は発眼後に卵膜軟化症が発生し、一部は処分することとなったが、銅イオン処理区では卵膜軟化症が発生しなかった。

<茶葉抽出物試験> 各区ともミズカビの発生が確認された。発眼率は各区とも 86 %前後で大きな差はみられなかった。ふ化率は 0.02 %処理区が最も高く 84.2 %であったのに対し、無処理区、0.2 %処理区では成績が悪く、それぞれ 62.3 %、37.2 %であった。無処理区では卵膜軟化症が発生し、発眼後の死卵が増加した。0.02 %処理区では卵膜軟化症の発生はなく、孵化率は高かった。0.2 %処理区では卵膜軟化症は発生しなかったものの過度な処理が原因と考えられる障害が孵化時に発生し孵化率は大きく低下した。

成果の活用

本試験は北海道さけ・ます増殖事業協会からの委託あるいは協力依頼のもと平成 15 年度より継続されている。これまでの試験では銅イオンのミズカビの抑制効果が確認された。また、銅イオン、茶葉抽出物が卵膜軟化症に有効である可能性が示された。今回紹介した方法は、試行的段階ではあるが一部の孵化場の事業卵で効果を上げている。卵膜軟化症対策については今後の試験により効果・作用等を明らかにしていく予定である。



サケ卵の孵化器への収容

サケマスの卵はボックス型(50万粒収容)とよばれる大型の孵化器で管理される。



ミズカビが発生した卵

ミズカビが生卵を取り巻き部分的に塊状になっている。



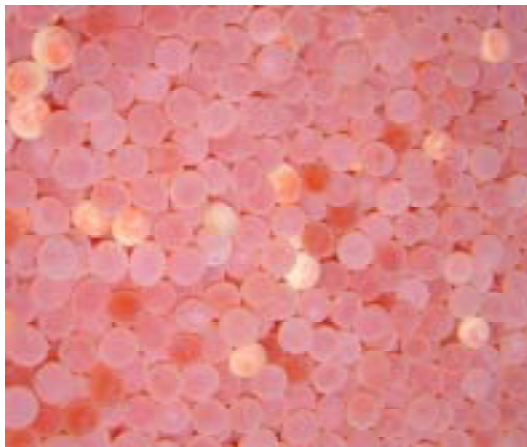
銅イオン発生装置

電源部(左)から直流電気を電極部(右)に通電する。



使用した緑茶抽出物

緑茶の熱水抽出物で食品に適合する。
(カメラアエキス AM、太陽化学株式会社製)



銅イオン処理した卵

ミズカビの発生が無く良好である。



緑茶抽出物で処理した卵

卵膜には色素が沈着することから何らかの成分が吸着し、卵の保護を行っていると思われる。

漂流GPSブイでスケトウダラ産卵場付近の海流を調べる

中央水産試験場 海洋環境部

研究の目的

スケトウダラ北部日本海系群の主な産卵場は桧山沿岸、岩内湾、石狩湾にあり、産卵後の受精卵は浮遊性で産卵水深（200～400m）から浮上し、ふ化するまでの数週間～1ヶ月程度、表層域を流されると考えられている。これまで、日本海北部からオホーツク海に至る海域で、スケトウダラの仔稚魚の分布が確認されているものの、海洋表層の流れについてのデータは不十分で、産卵場からの移動・分散過程や採集された仔稚魚の起源は明らかになっていない。そこで、産卵場付近の海洋表層の流れを実測し、受動的に流される卵稚仔の移動・分散過程ならびにそれらの経年変動を評価するために、漂流GPSブイを用いて産卵期の産卵場を中心に流況調査を行った。

研究の方法

スケトウダラ北部日本海系群では檜山海域の産卵規模がもっとも大きいとされていること、また対馬暖流は平均流としては北海道西岸日本海を北上していることから、檜山海域を中心にブイを投入し、吹送流や潮流を含めた表層の海流の基礎資料を収集した。用いたブイはゼニライト製のオープンコム衛星通信を利用したGPSブイ（図1）で、GPSブイ本体の直径は約30cmあり、これにフロートを介して深さ10mに抵抗体（直径1m長さ2mの円筒状）をつけて投入した。2004年11月中旬から2005年2月下旬にかけての計5回、9機のブイを檜山海域の産卵場付近に投入し流れを調べた（図2、表1）。ブイは1時間に1回、GPSによるブイの緯度経度を通報するように設定した。

研究の成果

投入ブイ9機中5機は北へ移動し、2機は南下後津軽海峡を抜け太平洋へ流れた。

ブイの軌跡を図3にまとめた。冬期間に桧山沖に投入されたブイ9機中5機が奥尻海峡を通過して北上した。1月に投入した2機（#4,#5ブイ）は、1ヶ月後には留萌西方沖まで、投入2ヶ月後には稚内西方抜海沿岸に達した。このブイの移動は、スケトウダラ稚仔魚の育成場が北部日本海にあるとするこれまでの知見と時空間規模で一致していた。一方、12月に投入した1機（#3ブイ）と2月に投入した2機中の1機（#6ブイ）は、檜山海域を南下、津軽海峡を通過し太平洋へ流出した。南下移動した時期の檜山沿岸域の海洋構造について十分なデータはないが、ブイの南下移動には、南向きの地衝流成分に加え、北西季節風による吹送流の影響が考えられた。

なお、11月投入の2機は、投入地点付近の沿岸に打ち上げられた。この調査は「我が国周辺水域資源調査等対策推進事業費」によって行われた。

成果の活用

産卵場からの卵稚仔の移動分散過程について、その時間、空間規模を把握することができた。このことから、資源変動に関わる卵稚仔の追跡調査設計を、より効率的に行うことができる。



図1 GPS ブイ

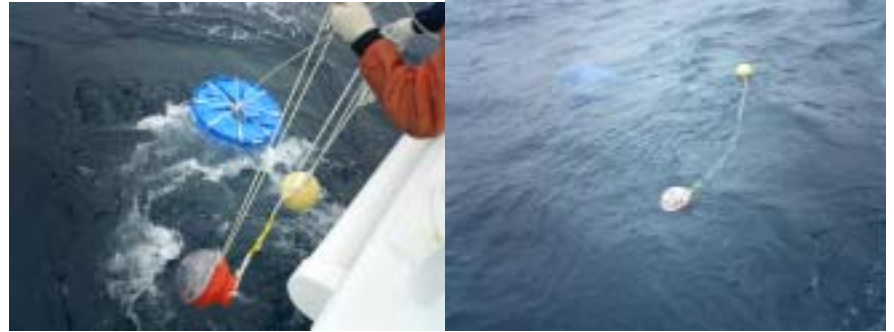


図2 ブイ投入の様子

表1 投入ブイリスト

ブイID	年月日(JST)	
#1	2004/11/18 10:00	金星丸
#2	2004/11/18 10:00	金星丸
#3	2004/12/15 03:00	おやしお丸
#4	2005/01/14 22:00	北洋丸
#5	2005/01/14 21:00	北洋丸
#6	2005/02/06 11:00	おやしお丸
#7	2005/02/06 10:00	おやしお丸
#8	2005/03/03 14:00	金星丸
#9	2005/03/03 15:00	金星丸

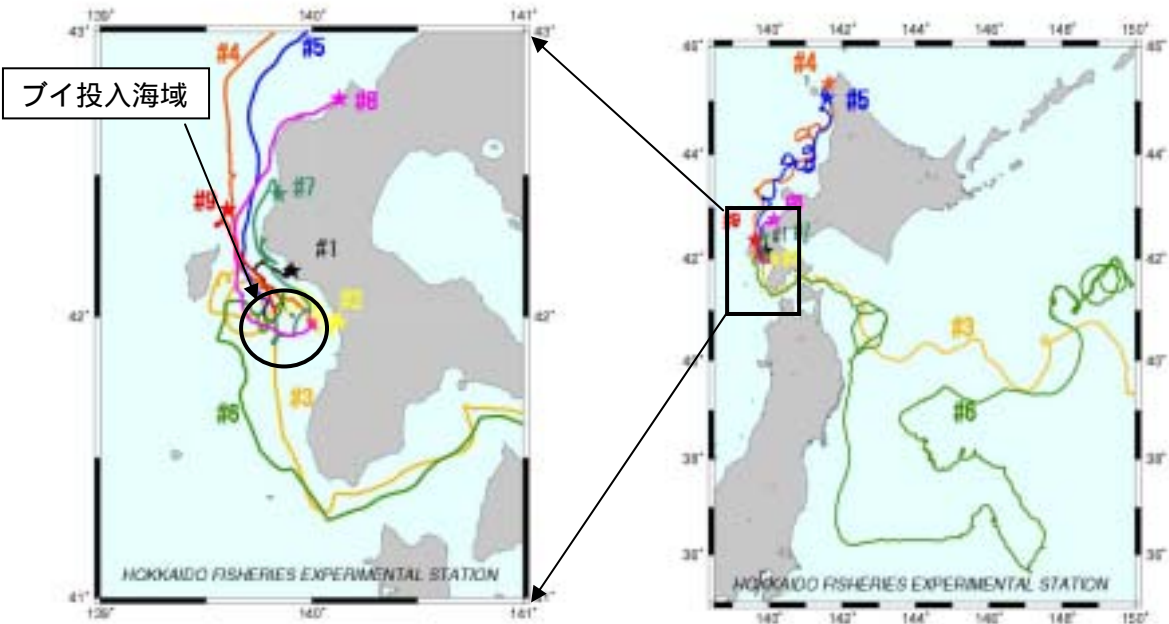


図3 ブイの軌跡 左は伊勢海域の拡大図
マークは最終報告位置を示す。

麻痺性貝毒プランクトンのシスト(タネ)の分布から貝毒の発生頻度を推定する

中央水産試験場 海洋環境部

研究の目的

北海道では太平洋からオホーツク海側にかけての各地で麻痺性貝毒が発生し(図1), 漁家経営に損害をもたらしている。北海道における麻痺性貝毒の原因は*Alexandrium tamarense*という渦鞭毛藻の一種である(図2)。本種はプランクトンとして出現するほか、シスト(休眠接合子, つまり「タネ」)を作って海底に沈む性質を持つ(図3)。従って, 過去に麻痺性貝毒が頻発, すなわち*A. tamarense*が頻繁に増殖した海域ほど, シストが多く分布するはずである。そこで, シストの現存量と, 過去の麻痺性貝毒の発生頻度との関係を海域別に検討した。また, シスト現存量と年間最高の毒性値との関係についても検討した。

研究の方法

北海道周辺を便宜的に7海域に区分して, 1999~2000年に得られたシスト現存量(図4)と, 過去21年間(1980~2000年)に国の定める規制値(4マウスユニット/可食部)を超える麻痺性貝毒が発生した年の割合(発生年数/21)を海域別に検討し, 双方の間に有意な相関関係があるかどうかを調べた(表1, 図5-a)。また, シスト現存量と年間最高毒性値の過去21年間の平均値との関係についても, 同様に調べた(表1, 図5-b)。

研究の成果

シスト現存量が高い海域ほど, 過去に麻痺性貝毒の発生頻度が高い傾向がみられた。

シスト現存量が高い海域ほど, 年間最高毒性値が高い傾向がみられた。

海域別のシスト現存量は, 貝毒発生頻度と規模を大まかに指標する数値であることが明らかとなった。

成果の活用

麻痺性貝毒プランクトンのシスト現存量から, 麻痺性貝毒発生頻度と規模を, 海域別に大まかに推定できることが明らかとなった。これにより, 貝の毒性値および貝毒プランクトンの監視を, シストの現存量が高い海域で重点的に実施することが可能となると考えられる。

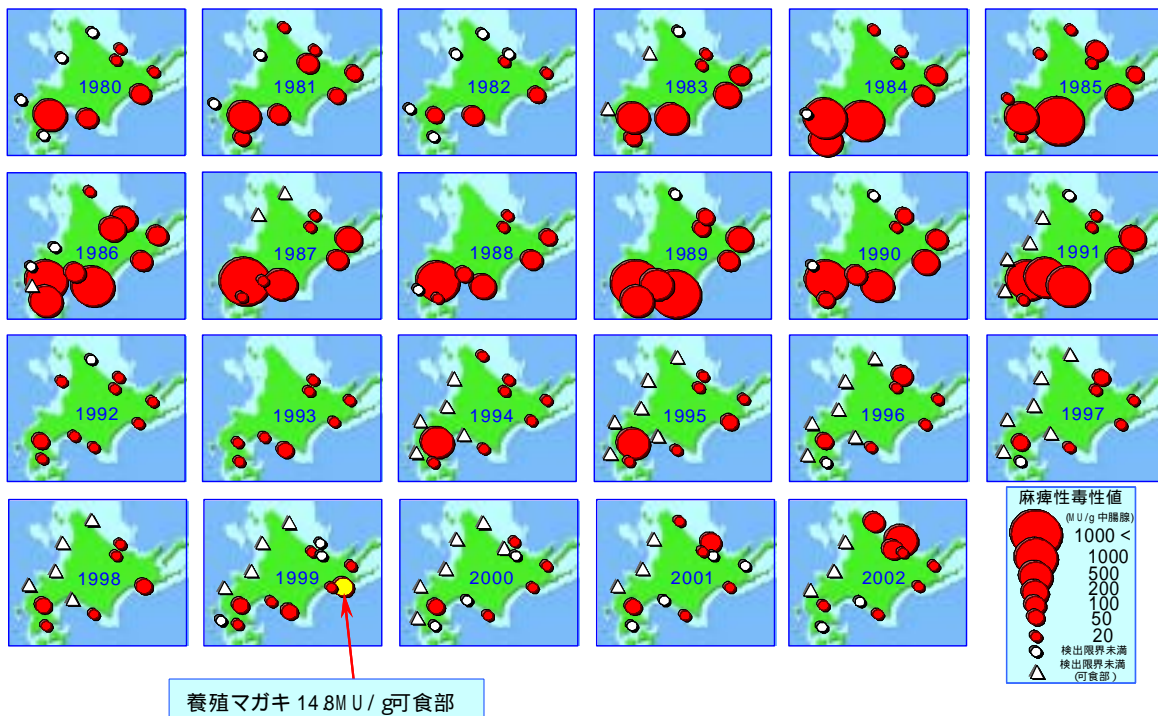


図1 1980~2002年の麻痺性毒性値(ホタテガイ, 年間最高値)の経年変化

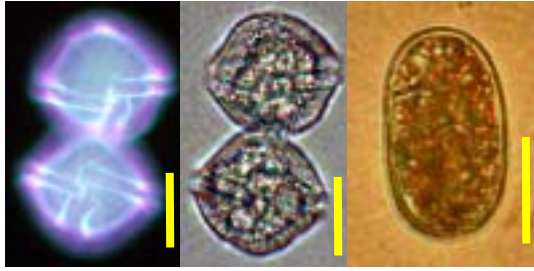


図2 麻痺性貝毒プランクトン
Alexandrium tamarense
左:蛍光観察,中:通常光観察,右:シスト
スケールバー:20 μm

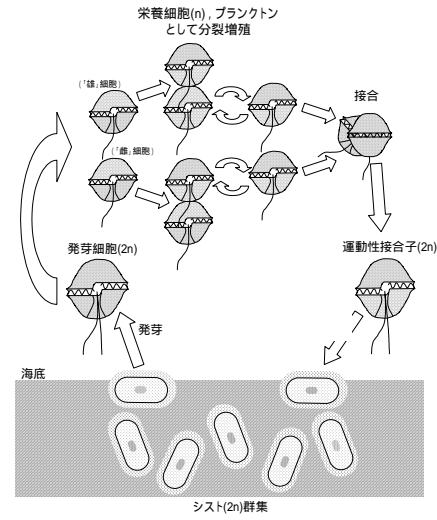


図3 *A. tamarense* の生活史
(吉松 1993 を改変)

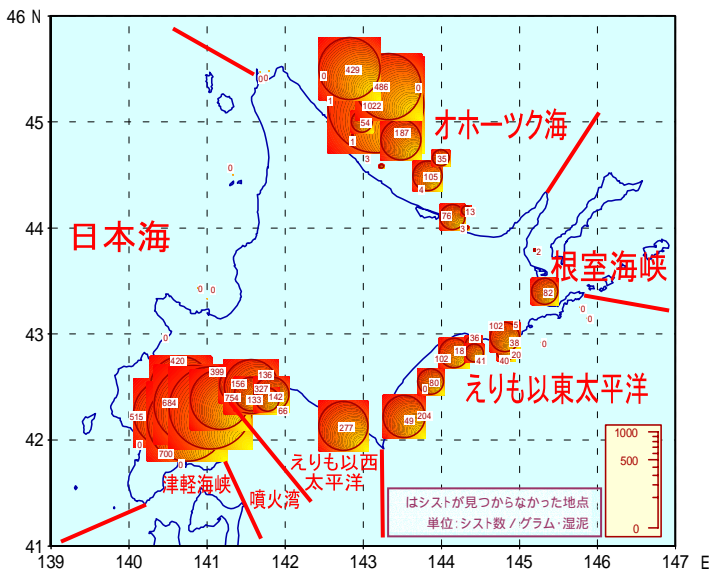


図4 1999～2000年のシスト分布調査結果と
考察に用いた7つの海域区分

- 図5における海域名の略称
- 噴火湾: 噴火
 - えりも以西太平洋: 西太
 - えりも以東太平洋: 東太
 - 根室海峡: 根室
 - オホーツク海: オ海
 - 日本海: 日海
 - 津軽海峡: 津軽

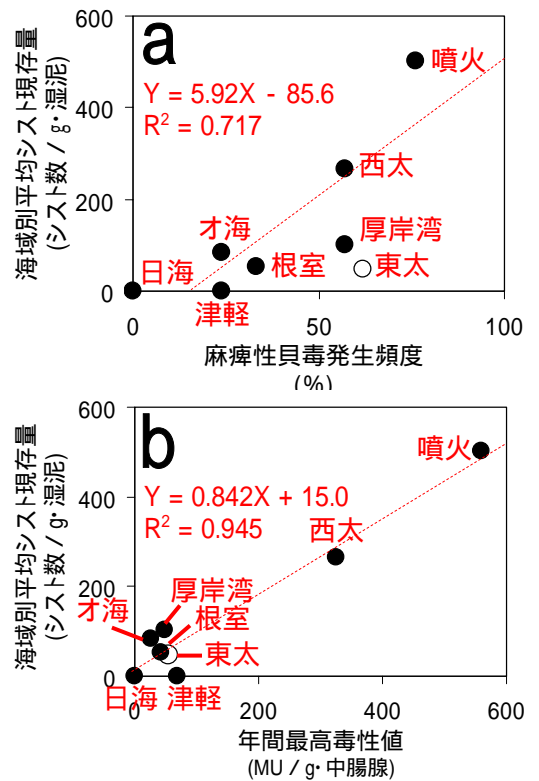


図5 麻痺性貝毒発生頻度と海域別の平均シスト現存量との関係(a), および年間最高毒性値と平均シスト現存量との関係(b)
(回帰式および相関係数は「東太」の代わりに、ホタテガイの毒性値データがそろっている「厚岸湾」のデータを用いた場合を示した)

表1 海域別の平均シスト現存量(1999～2000年), 麻痺性貝毒発生頻度(1980～2000年の貝毒発生年の割合)および年間最高毒性値(1980～2000年の平均値)

海域名	平均シスト現存量 (シスト数/g・湿泥)	麻痺性貝毒発生頻度 (%)	年間最高毒性値 (MU/g・中腸腺)
噴火湾	503	76.2	559.0
えりも以西太平洋	265	57.1	326.0
えりも以東太平洋	48	61.9	55.0
厚岸湾	102	57.1	48.7
根室海峡	54	33.3	42.0
オホーツク海	84	23.8	26.8
日本海	0	0	0
津軽海峡	0	23.8	69.7

河川での濁水と微細砂がサケ科魚類に与える影響

水産孵化場 さけます資源部

研究の目的

土砂流出による濁水は、河川で水中の浮遊土砂濃度を高め、河床に微細砂として堆積し、溪流のサケ科魚類の生息環境に負荷をかけるとされている。北海道においても、近年、河畔の土地利用の変化、河川改修、短期集中豪雨等による河川水の濁りが問題視されるようになった。本研究では、サクラマス稚幼魚を主とした河川に生息するサケ科魚類に、濁水が及ぼす様々な影響とその程度を明らかにした。

研究の方法

サクラマス稚幼魚を用い2つの飼育実験を行った。ひとつは、濁水の形成要因の条件と程度を変えた30時間の稚魚の生残実験であり、曝露後に鰓の一部を走査電子顕微鏡で観察した。もうひとつは、長期期的な濁水の影響を検証する飼育で、8月から翌年6月まで、幼魚を週1回、濁水に曝し、成長、生残り、銀毛（スマルト）化率を対照区と比較した。

サケ科魚類の環境収容力に関する調査を、今金町の後志利別川水系メッ川で2004年7月に行った(図1, 2)。微細砂が多く堆積する支流と対象区とした清流の支流で、魚類の生息密度調査、物理環境計測、流下昆虫採集、微細砂土砂採集、底生動物採集、及び基礎生産量測定を実施し、資料を処理・分析し解析を行った。

研究の成果

濁水に曝露されたサクラマス稚魚は、濁度の上昇、曝露時間の延長、および流速の増加にともない生残率が低下し、濁度、曝露時間、流速の単独要因とこれらの複合要因が稚魚の生死に影響を及ぼすことが明らかになった(図3, 4)。

濁水を形成する懸濁物質の粒径が小さいほど、稚魚の生残率が急激に低下した。

長期間、繰り返し濁水に曝されると、幼魚はスマルト化する以前から平均尾叉長と平均体重が低く、成長に差が生じた。また、スマルト化率も低くなった(図5)。

野外調査の結果では、推定された環境収容力とサケ科魚類の現存量では、2支流間で差はなかった。微細粒砂が堆積する河川では、サケ科魚類の体重とサクラマス当歳魚の体重で差が認められた(図6)。

微細粒砂の堆積により、底生動物の群集構成とその構造が変化することがわかった。また、基礎生産量は、微細粒砂が堆積した底生動物群集で低い傾向がみられた。

以上から、河川での濁水やそれに由来する微細粒砂の河床への堆積は、サクラマスをはじめとしたサケ科魚類の生息環境に負荷をかけることがわかった。

成果の活用

河川のサケ科魚類の生息環境保全の立場から、濁水を生じさせない河川管理を行うための資料として、これらの成果を河川管理者に提供する。さらに、さけます増殖河川の維持管理のための基礎資料として役立つ。

なお、この研究は、(独)北海道開発土木研究所の平成16年度受託研究で行われた。



図 1. 降雨後の濁水支流（右股川）と清流（左股川）の合流点



図 2. 微細砂に覆われた河床

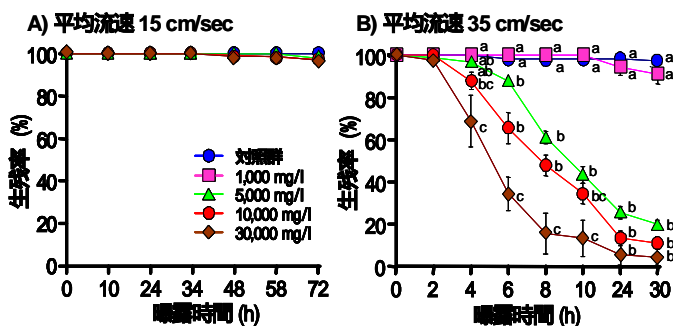


図 3. 流速と濃度別のサクラマス稚魚の生残率の時間経過

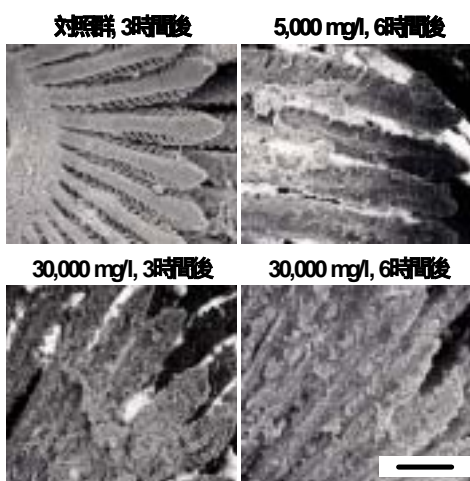


図 4. 濃度・時間別の稚魚の鰓の電子顕微鏡写真（鰓弁上に土砂が付着した）

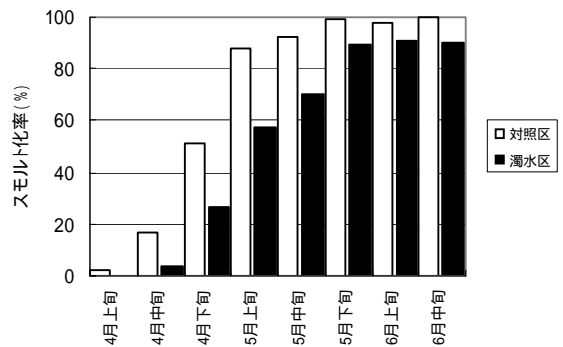


図 5. 長期濁水曝露後のスモルト化率

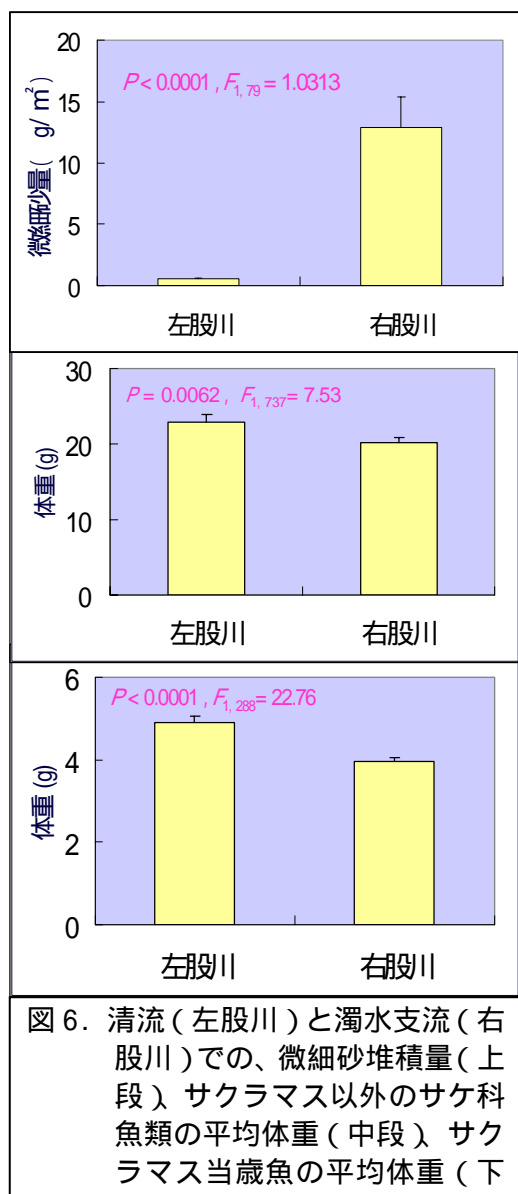


図 6. 清流（左股川）と濁水支流（右股川）での、微細砂堆積量（上段）、サクラマス以外のサケ科魚類の平均体重（中段）、サクラマス当歳魚の平均体重（下

道立の水産試験研究機関

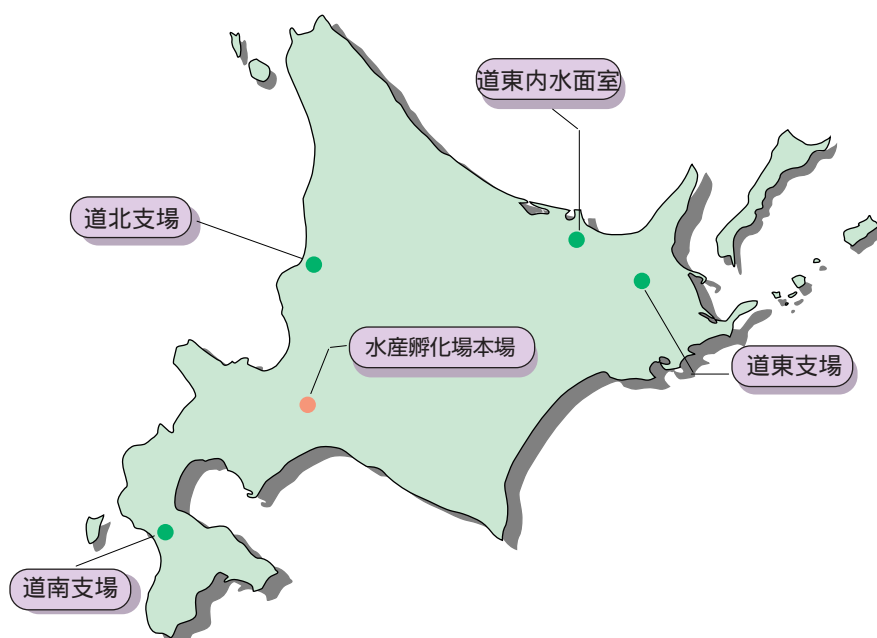
水産試験場

水産試験場では、海の環境やそこに住む生き物の資源管理や増養殖のための調査研究、魚介類の加工や安全供給のための研究を行っています。



水産孵化場

水産孵化場では、全道の内水面漁業、養殖業の振興と環境保全のための調査、研究、指導や、サケ・マス増殖事業とこれに必要な調査、研究、指導を行っています。



連絡先一覧

水産試験場

北海道立中央水産試験場

046-8555 余市郡余市町浜中町238
TEL : 0135 (23) 7451 FAX : 0135 (23) 3141

北海道立函館水産試験場

042-0932 函館市湯川町1-2-66
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 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
TEL : 01372 (7) 2234 FAX : 01372 (7) 2235

水産孵化場

北海道立水産孵化場

061-1433 恵庭市北柏木町3 - 373
TEL : 0123(32)2135 FAX : 0123(34)7233

北海道立水産孵化場道東内水面室

093-0131 網走市能取港町1-1 網走市水産科学センター内
TEL : 0152 (47)1172 FAX : 0152 (47)1173

北海道立水産孵化場道北支場

077 - 0216 増毛郡増毛町暑寒沢1265の1
TEL : 0164(53)2383 FAX : 0164(53)3640

北海道立水産孵化場道南支場

043-0402 二海郡八雲町熊石字鮎川189-43
TEL : 01398 (2)2370 FAX : 01398 (2)2375

北海道立水産孵化場道東支場

086-1164 標津郡中標津町丸山3-1-10
TEL : 0153 (72)6141 FAX : 0153 (72)5188

本誌に掲載し
ている内容の詳細を
知りたい場合は、担当先
の水試・孵化場までお気軽
にご連絡下さい！



【カレイの高級魚であるマツカワをイメージした「王蝶（おうちょう）君」です。】

海・川・魚を科学する

- - 水産試験研究最新成果集Vol. 6 - -

平成18年3月発行

編集・発行 北海道立中央水産試験場 企画情報室

〒046-8555 北海道余市郡余市町浜中町238番地

Tel 0135-23-8705

Fax 0135-23-8720

マリネット北海道ホームページ

<http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/>