

アサリ増殖場の維持管理手法の開発

中央水産試験場 水産工学室

● 研究の目的

天然の干潟が少ない北海道では、昭和 61 年からアサリ増殖場として人工干潟を造成する事業が実施されている。この効果もあり、全国的にアサリの漁獲量が減少しているのに対して、北海道では年間 1,500 トン前後で推移している。漁獲量は比較的安定しているが、環境の悪化や大量死亡などの問題が生じている漁場もある。本研究ではこれらの問題を解消するとともに未然に防ぐことを目的として、アサリ増殖場を適正に維持管理する手法を開発した。

● 研究の方法

霧多布漁港内、野付湾内の造成干潟における現地試験と室内試験により以下のことを検討した。

- ①干潟に供給される餌料の量によって生息できるアサリの密度が決まると考えられることから、図 1 のように造成干潟にカゴを設置して異なる生息密度でアサリを飼育し、餌料環境に見合った生息密度を推算する手法を検討した。
- ②アサリの生息に適した底質環境を明らかにするため、アサリの潜砂行動と地盤硬度、底質の粒径、淘汰度との関係を現地調査と室内試験から調べた。
- ③地盤の硬さが中央粒径や淘汰度とどのような関係にあるかについて調べた。
- ④造成干潟において耕耘による底質改善を実施し、その効果について検討した。

● 研究の成果

①カゴを設置した飼育試験により、生息密度と肥満度の関係を把握することができた。これより、対象漁場において飼育試験を実施し、結果に基づいて適正な生息密度を算定する手法を策定した。

具体的には算定の基準値として肥満度を用いる。肥満度が 10 以下になると潜砂しないアサリが観察されたこと、産卵により肥満度が 2 程度低下したことから、基準値は 12 以上が適当である。算定法の一例を図 2 に示した。この図では肥満度を 12 以上にするための生息密度は $6.7\text{kg}/\text{m}^2$ 以下と算定される。

②アサリは殻長によって潜砂できる底質の中央粒径が異なり、殻長が大きくなるほど粗い砂には潜砂しにくくなることが分かった。潜砂深度 1 を基準とすると図 3 に示したような殻長と中央粒径の関係が得られた。

またアサリは地盤硬度が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上になると潜砂しにくくなることから、地盤硬度を $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下に維持する必要があることが分かった。

③地盤の硬化には淘汰度と中央粒径が関係していることが明らかとなり、地盤硬度 $3.4\text{kg}/\text{cm}^2$ となる淘汰度と中央粒径について図 4 に示したような関係があることが分かった。

④ホッキガイ漁などに使われる噴流式桁網を利用した耕耘を実施することにより、地盤硬度と泥含有率を低下させることができた。

● 成果の活用

アサリ増殖場の維持管理に向けて、研究成果を漁業者や漁場造成事業担当者が利用しやすいようにまとめた「アサリ増殖場維持管理ガイドライン（仮称）」を作成中である。

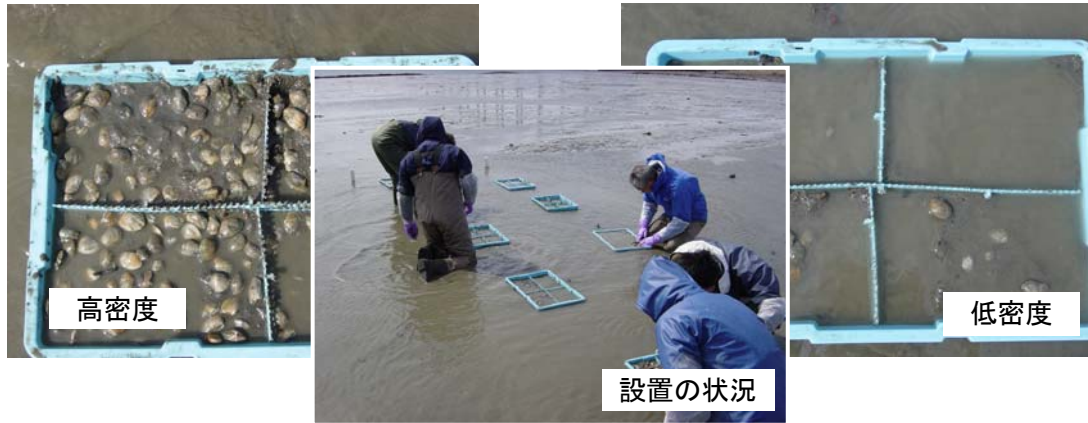


図1 カゴを設置した飼育試験

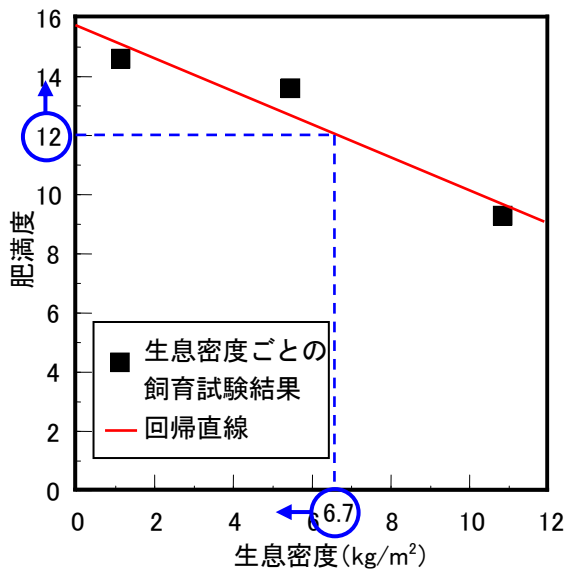


図2 飼育試験結果から適正密度の算定する手法

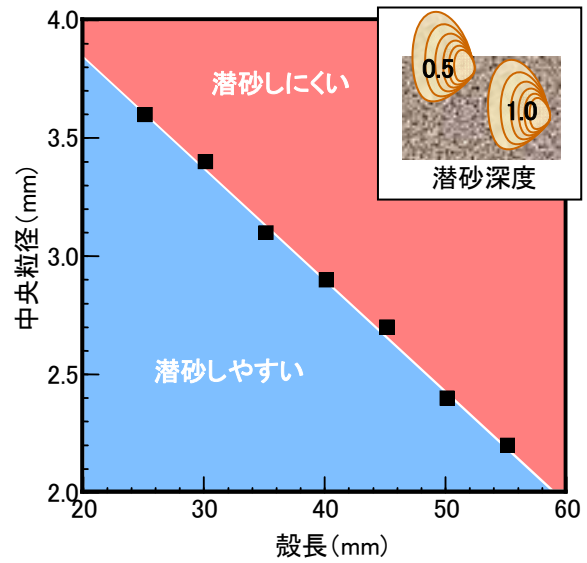


図3 潜砂深度が1となる中央粒径と殻長の関係

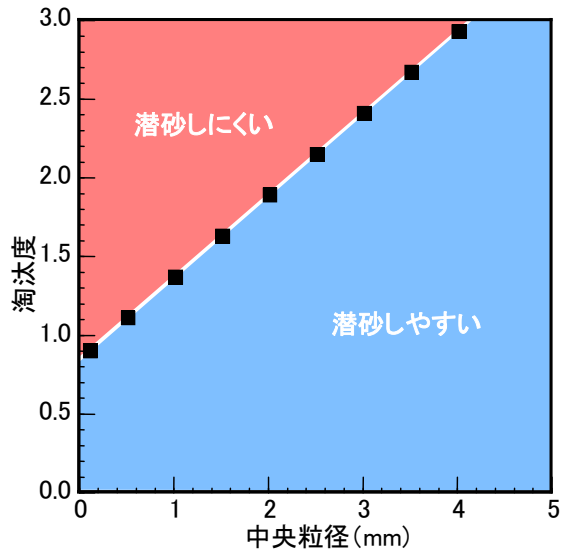


図4 地盤硬度が3 kg/cm²となる中央粒径と淘汰度

えりも海域のハタハタ産卵場調査

栽培水産試験場 調査研究部

● 研究の目的

本道太平洋沿岸のハタハタは、日本海のハタハタに比べ研究が進んでおらず、その生態に不明な点も多い。本調査では日高系ハタハタの主産卵場である、えりも海域の産卵場において、産卵生態の解明や産卵量の把握を試みた。

● 研究の方法

えりも町本町前浜の水深1～10mで、潜水によりハタハタ卵塊（ブリコ）の付着した海藻を採取、または水中ビデオ撮影し、卵塊の付着数や付着状況を観察した（写真1）。また、空中写真の解析により（写真2）、えりも町本町前浜の藻場面積を概算し、産卵量を推定した。

各産卵年の日高海域ハタハタ漁獲量から計算した産卵親魚尾数と、本調査で得られた推定産卵量を比較した。

なお、これらの調査は日高地区水産技術普及指導所及び日高管内栽培漁業推進協議会の協力を得て実施した。

● 研究の成果

- ①ハタハタ卵塊は主にウガノモクに付着していた。卵塊の付着したウガノモクは大半が全長20cm、重量30g以上で、ハタハタが選択的に大型の藻体に産卵することが示唆された（図1）。
- ②複数の卵塊が互いに接着して産み付けられている状態がしばしば観察された（写真1）。この傾向は、特に1才親魚の卵塊（単体で20g未満）で顕著であり、日高系ハタハタの特徴的な産卵生態と考えられた。
- ③本調査で得られた推定産卵量と、漁獲量から計算した日高海域の産卵量は概ね対応しており、年変動の傾向も良く一致したことから（図2）、えりも産卵場では、漁獲量に応じた量のハタハタ卵塊が実際に産み付けられていると考えられた。

● 成果の活用

各地域で実施されるハタハタ人工種苗の生産・放流等の増殖事業や産卵場である藻場の造成事業等に本研究で得られた成果を反映させることにより、事業の効果向上や効率化が期待される。



写真1 ハタハタ卵塊が産み付けられたウガノモク

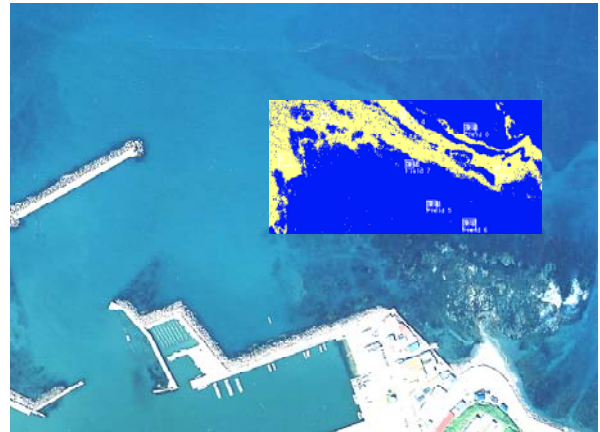


写真2 えりも町前浜の空中写真の解析

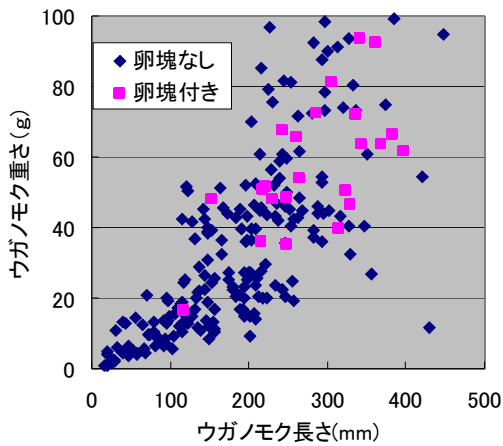


図1 ハタハタ卵塊の付着の有無と、ウガノモクの大きさの関係 (100g以下のウガノモクに限る)

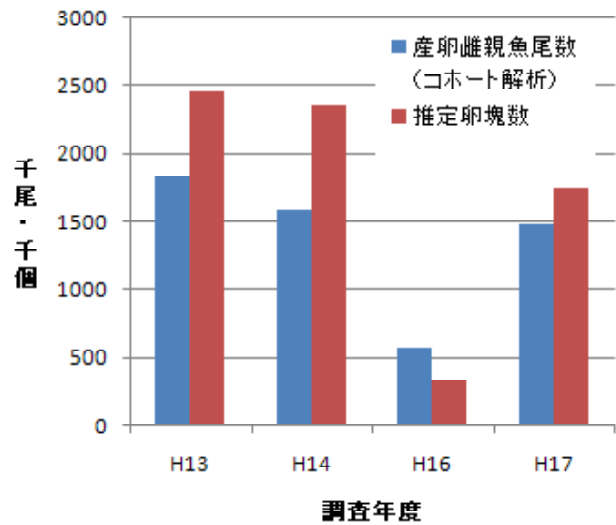


図2 H13~17年 (H15年を除く) の、ハタハタ産卵親魚尾数 (コホート解析) と、本調査による推定卵塊数 (1才魚に限る)

日高系ハタハタの初期生態

栽培水産試験場 調査研究部

● 研究の目的

太平洋に生息するハタハタについては日本海のアタハタに比べ研究が進んでおらず、その生態に不明な点も多い。本研究では日高地方の沿岸を産卵場とするハタハタ（日高系ハタハタ、図1）の稚魚の採集調査により、稚魚期における分布、移動、初期成長などの初期生態の解明を試みた。

● 研究の方法

えりも町及び浦河町前浜の水深2～10mで、そりネット（写真1）や丸稚ネットを用いてハタハタ稚魚を採集した。えりも町及び浦河町沖の水深30～50mでは、函館水産試験場所属試験調査船金星丸により大型そりネットを用いて採集を行った。また、えりも港、浦河港等の港内でタモ網による稚魚採集も実施した。採集した稚魚（写真2）から体長組成や耳石日齢解析によるふ化日組成等のデータを収集し、分布や移動、成長量等について検討した。

なお、これらの調査は日高地区水産技術普及指導所及び日高管内栽培漁業推進協議会の協力を得て実施した。

● 研究の成果

- ①日高地方沿岸に分布するハタハタ稚魚はふ化後4～6月頃までは産卵場付近に滞留しているが、6月以降は次第に周辺海域に分散し、その一部は港内等の静穏域に入ってくるものと考えられた。
- ②水深30～50m地点での調査で7月に稚魚は採集されず8月には採集されていることから、沖合方向への分散は8月以降に起こると推測された。
- ③ただし、水深2～10mの浅海域で9～11月にも稚魚が採集されることや、4、5月の調査で前年生まれの子魚が採集されることから、沖合域に移動せずに親魚になるまで浅海域に留まって成長する群が存在することが示唆された。
- ④日高系ハタハタの初期成長を図2に示した。4月に体長11～12mm、5月に14～15mmであった稚魚の成長量は6月以降に大きくなり、6月に約25mm、7月には約35mmに達することが明らかになった。日本海のアタハタと比較すると4～5月に10mm程度の成長差が認められるが、これには両海域でのふ化時期の違いや水温差による成長量の違いが影響していると考えられた。
- ⑤以上の結果を踏まえると、日高系ハタハタの初期生活史はおおよそ図3のように表すことができる。日本海に分布するハタハタは子魚期の一時期だけを沿岸域で過ごし、0歳の8月以降はほぼすべての稚魚が水深150～250mの深海域に移動して親魚まで成長するので、日高系ハタハタとはその初期生態に大きな違いがあることが明らかになった。

● 成果の活用

各地域で実施されるハタハタ人工種苗の生産・放流等の増殖事業や産卵場である藻場の造成事業等に本研究で得られた天然魚の生態情報を反映させることにより、事業の効果向上や効率化が期待される。



図1 北海道のハタハタの主な系群と産卵場



写真2 調査で採集されたハタハタ稚魚

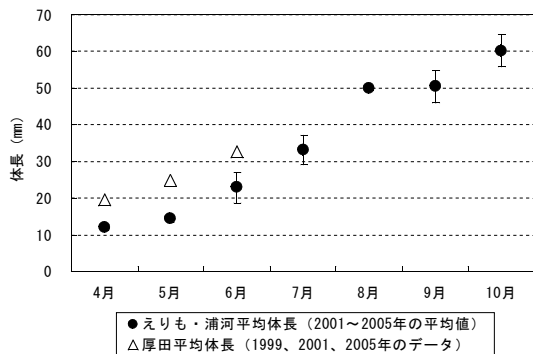


図2 日高系ハタハタの初期成長



写真1 ハタハタ幼稚魚採集調査に用いたそりネット（上）と調査の様子（中、下）

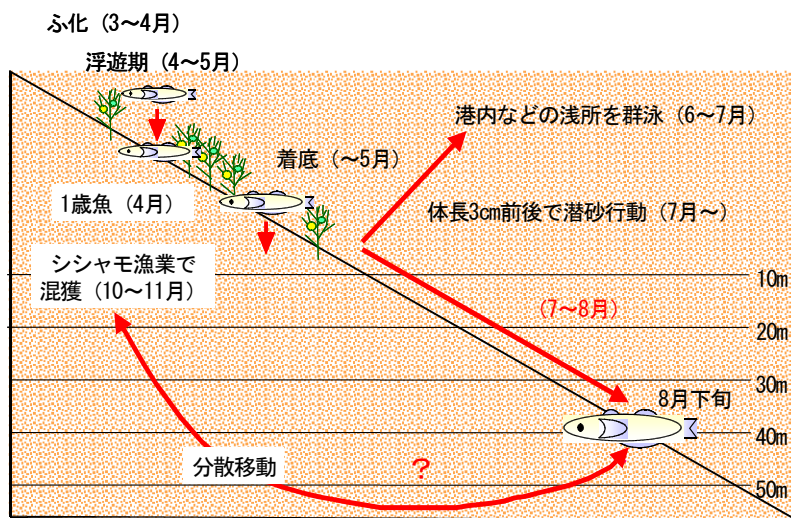


図3 日高系ハタハタの初期生活史想定図

アサリ種苗生産技術の開発

栽培水産試験場 生産技術部

●研究の目的

日本全国のアサリ漁獲量はこの20年間で12万トンから3～4万トンに減少している。増殖対策としては、天然稚貝の移植が実施されているが、天然稚貝の発生量が年によって安定せず、また、他地域からの移植は寄生虫や遺伝的な問題から規制される傾向にある。そこで、放流種苗を安定的に確保するため、人工種苗の生産技術を開発する。

●研究の方法

- ① 産卵誘発技術に関する試験：紫外線を照射した26℃の海水15Lに親アサリ30個体を収容し、産卵誘発を行った（対照区）。アンモニア区では親貝にアンモニアを注射した後、同様の条件で誘発を行った。精子添加区では、誘発水槽に海水1mlあたり10,000細胞となるように精子を加えた。
- ② 浮遊幼生飼育技術に関する試験：2槽の500Lパンライト水槽に1mlあたり1.5個体となるようにD型幼生を収容し、通気量を変えて（600ml/min区および6,000ml/min区）15日間飼育した。
- ③ 着底促進技術に関する試験：ダウンウェリング水槽（写真1）と200Lパンライト水槽にそれぞれ着底期幼生を36万個体収容し、27日間飼育した。

●研究の成果

- ① 試験の結果、アンモニア区では42万個の受精卵を得ることができた（表1）。さらに、精子添加区では、2,301万個の受精卵を得ることができた。一方、対照区では、受精卵を得ることができなかった。これらのことから、産卵誘発槽に精子を加えることによって、安定的に受精卵を得ることができると考えられた。
- ② 600ml/min区では、試験終了時の生残率は45.3%であった（図1）。一方、6,000ml/min区における試験終了時の生残率は72.0%であった。これらのことから、500L水槽では、通気量を1分あたり6,000mlとすることで、幼生の生残率を高められると考えられた。
- ③ ダウンウェリング水槽では、飼育20日目に着底率が95%に、27日目に100%となった（図2A）。試験終了時の平均殻長は276μmであった（図2B）。200Lパンライト水槽では、試験終了時の着底率は52%であり、ダウンウェリング水槽に比べ低かった（図2A）。平均殻長も238μmであり、ダウンウェリング水槽に比べ有意に小さかった（図2B）。これらのことから、ダウンウェリング水槽を用いることにより、幼生の着底を促進できると考えられた。

●成果の活用

アサリ人工種苗生産を行うにあたり、安定的な受精卵の確保および幼生飼育ができるようになった。今後、飼育技術の更なる向上により、生産コストの削減も期待できる。

表1 産卵誘発技術に関する試験

試験区	水量 (L)	親アサリ (個体)	アンモニア 処理	精子添加量 (細胞/ml)	産卵量 (万個)
精子添加区	15	30	なし	10,000	2,301
アンモニア区	15	30	あり	0	42
対照区	15	30	なし	0	0

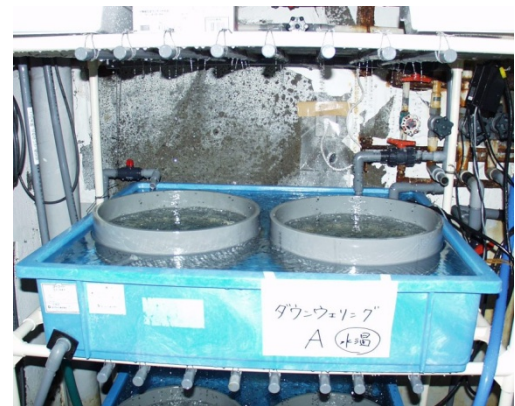
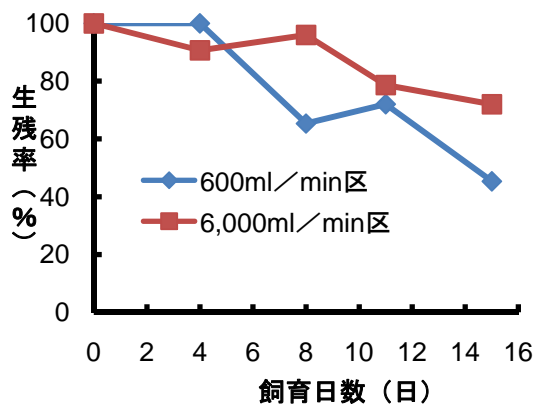


図1 浮遊幼生飼育時における通気量に関する試験

写真1 ダウウェリング水槽

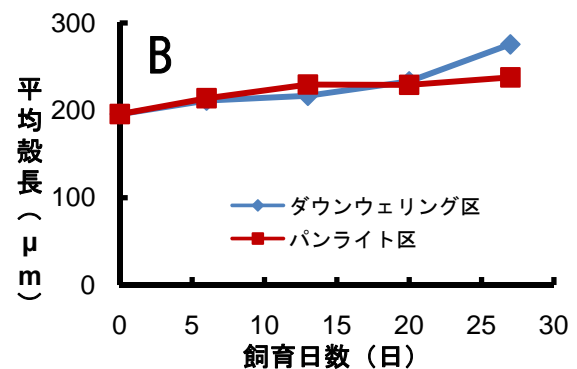
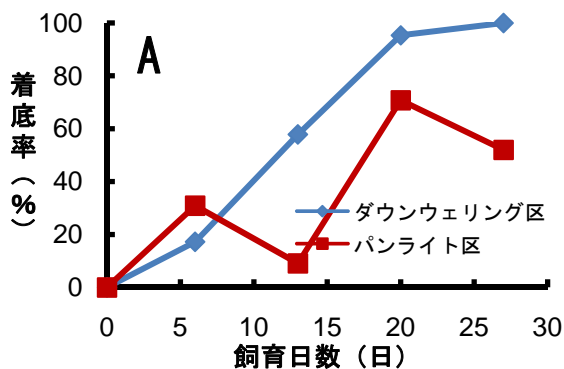


図2 着底促進に関する試験 (A: 着底率の違い、B: 殻長の伸び)

浜中湾に放流されたマツカワ人工種苗の追跡調査

釧路水産試験場 資源増殖部

●研究の目的

マツカワは全長70cm以上になる大型のカレイ類で、低水温でも成長が速く、また市場価値が高いことから、北日本の栽培漁業対象種として期待されており、これまで北海道では渡島太平洋～網走管内で人工種苗の放流が行われている。この種苗放流の効果を高めるためには、0歳秋に放流されてから1歳秋に漁獲され始めるまでの分布、成長、食性、生息環境等を明らかにし、これらの知見をもとにできるだけ好適な条件で放流することが望ましい。しかし、このような知見は北海道と岩手県でこれまで行われてきた追跡調査では最長で放流後40日までしか得られていない。そこで、本研究では、人工種苗の好適放流条件の解明を目的として、2006年度から釧路管内浜中町の浜中湾において、浜中漁業協同組合、浜中町役場、北海道区水産研究所、釧路地区水産技術普及指導所とともに長期にわたる放流後追跡調査を開始した。

●研究の方法

2006年9月11日に浜中湾の水深4m付近に放流された平均全長74mmの人工種苗20,000尾を対象として、放流地点周辺の砂質域で追跡調査を実施した(図1)。放流魚の採捕は、砂浜潮間帯～水深1mでは小型地曳網を人力で、水深2～8mではビームトロールネットを船外機船で、それぞれ等深線に沿って曳網することにより行った。また、浜中湾周辺の定置網等で漁獲されたマツカワの標本調査も実施した。なお、調査対象群の確認は耳石に染色されたALC標識により行った。

●研究の成果

- ① 放流1ヶ年後の2007年9月まで、調査対象群の多くは水深1m以浅で採捕された(写真1、図2)。このことから、浜中湾では砂浜域のごく浅い波打ち際がマツカワ幼魚の主な生育場になっていると考えられた。
- ② 採捕された調査対象群の月別平均全長は、10月104mm、11月131mm、5月129mm、6月152mm、7月178mm、8月201mm、9月257mm、10月292mm、11月309mmであった。このことから、11月～翌年5月まではほとんど成長せず、8～10月に急速に成長したと考えられた(図2)。
- ③ 採捕された調査対象群の胃内容物は、浜中湾の潮間帯に高密度で分布するキタナミノリソコエビ、浜中湾の潮間帯から水深8mくらいまでに普通に分布するシオムシとエビジャコ類が主体であった(写真2)。

●成果の活用

漁獲対象サイズ(全長30～35cm以上)に達するまでの分布、成長、食性、生息環境等が明らかになり、マツカワの生態に適した放流条件や商品価値の極めて低い小型魚の保護策などを検討するための基礎的な知見が得られる。

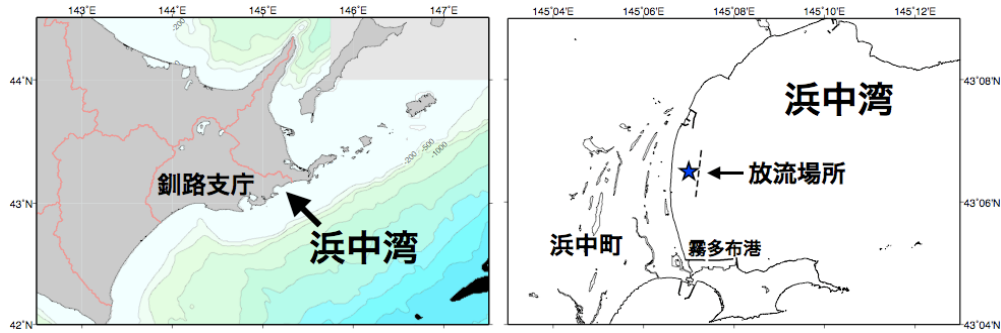


図1 2006年浜中湾放流群の放流場所



写真1 地曳網調査の様子及び採捕されたマツカワ幼魚（2007年7月10日）

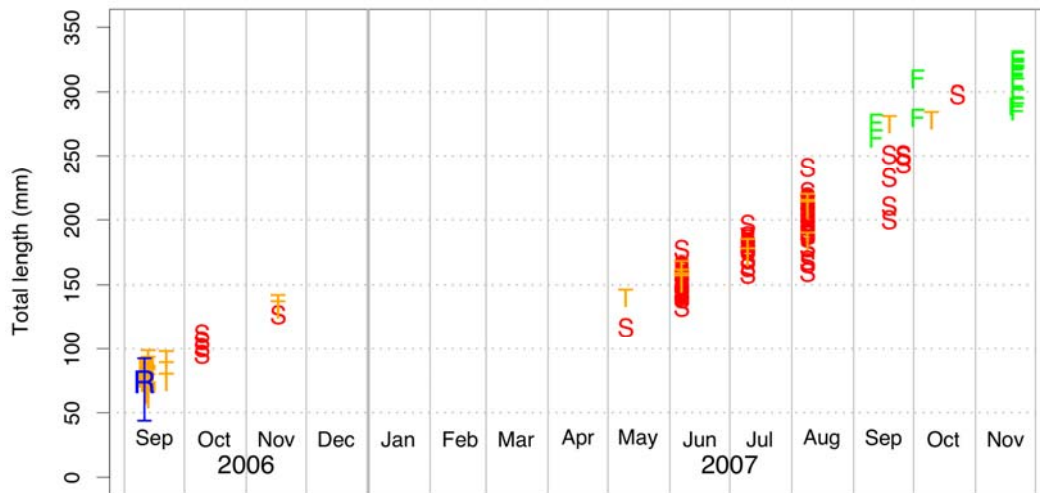


図2 追跡調査で得られた2006年浜中湾放流群の全長
 R：放流時（最小～最大），S：地曳網により採捕，
 T：トロールネットにより採捕，F：浜中湾周辺で漁獲

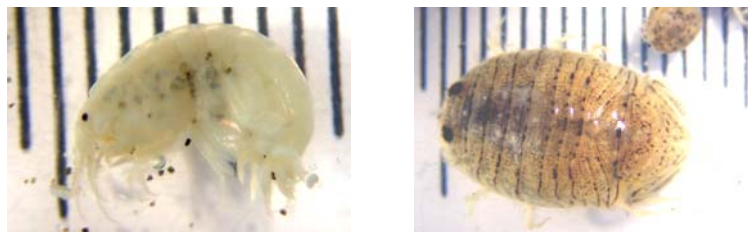


写真2 浜中湾で採集されたキタナミノリソコエビ（左）とシオムシ（右）

北海道の日本海で放流した石狩湾系ニシン種苗の 未成魚期における回遊

稚内水産試験場 資源増殖部

●研究の目的

これまでの研究で北海道の日本海北部沿岸で6月ごろに放流した石狩湾系ニシン（以下の文章では放流種苗とする）の一部が、10月に稚内市宗谷漁港まで北上し、回遊することが判っている（吉村 2002）。そこで、更に詳細に回遊状況を明らかにするために、調査範囲を拡げ、稚内市から雄武町までのオホーツク海の北部沿岸で、釣獲による追跡調査を行った。

●研究の方法

ALC（アリザリンコンプレキソン）という薬品でニシンの頭部にある耳石という組織に標識（写真1）した放流種苗を、2004～2006年の6月ごろに積丹町から稚内市にかけて放流した（平均全長56.7～76.8mm、図1）。追跡調査は、2004～2006年の8～12月に稚内市稚内港～雄武町元稲府漁港（図2）の範囲で行った。調査はチカ仕掛け（鈎サイズ3～5号）を使用し、2～4人で釣獲し、調査時間は各点15分～3時間とした。釣獲されたニシンは全長、体重を測定後、耳石を採取し、蛍光顕微鏡という特殊な顕微鏡でALC標識の有無を観察し、放流種苗か天然魚かを区別した。

●研究の成果

ニシンの標本は合計3,264尾採集された。これらのうち26尾が0歳の放流種苗であった。内訳は2004年8月に稚内市声間漁港～東浦漁港で4尾、10月に稚内港～浜頓別町頓別漁港で各7尾、11月に枝幸町枝幸港で3尾、2005年10月に稚内港～声間漁港で9尾、11月に枝幸港で2尾、2006年9月に稚内市第2清浜漁港で1尾であった（図3）。このことから、放流種苗が採集された一番南の地点は枝幸港であったため、放流種苗によっては少なくとも11月までに宗谷岬から約100km南東の枝幸港のあるオホーツク海北部沿岸まで回遊していると考えられた。

●成果の活用

放流技術の改良や資源管理に活用できる。例としては、耳石の長さや全長には、一定の関係が認められる（図4）ので、再捕された放流種苗の耳石から放流時全長を推定し、適正放流サイズの検証を行うことができる。

（用語の説明）

- ・ 未成魚：成魚の形態をしているが、性的に未熟な魚のこと。
- ・ 回遊：索餌などのために持続的に移動すること。
- ・ ALC(アリザリンコンプレキソン)：C19H15O8N(示性式)であらわされる物質で、耳石の成分と結合し、蛍光顕微鏡という特殊な顕微鏡で観察すると標識部分が写真1のように橙色に見える。
- ・ 耳石：炭酸カルシウムを主成分とする魚の頭蓋骨内にある組織で、切り株の年輪のように輪紋ができるため、年齢などを調べるために使われることがある。

（用語説明の一部は「新 北のさかなたち」より引用）

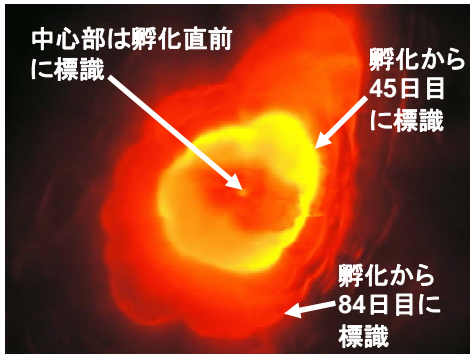
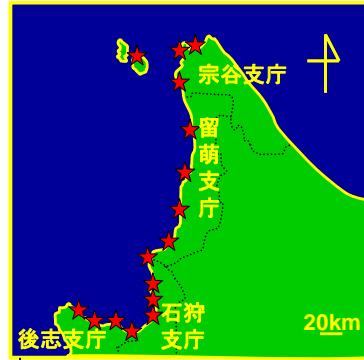


写真1 ニシンの耳石をALCで標識した写真



★:放流地点

図1 2004~06年に種苗を放流した地点



図2 2004~06年に追跡調査をした主な地点

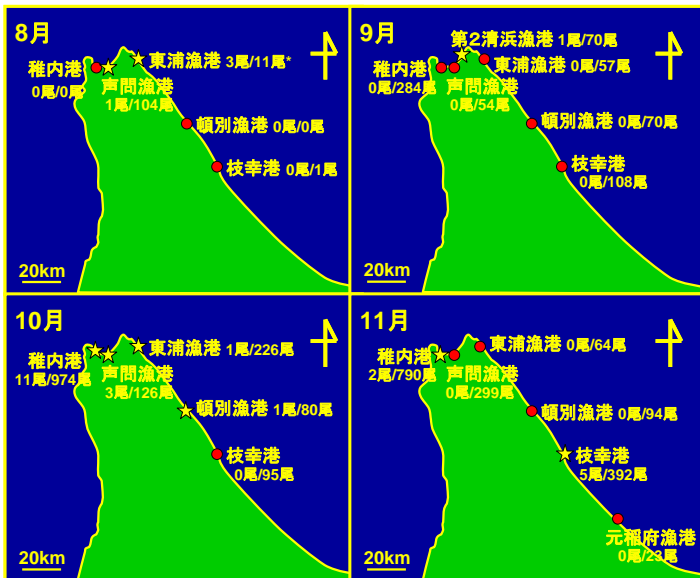


図3 2004~06年の8~11月の放流種苗の再捕状況

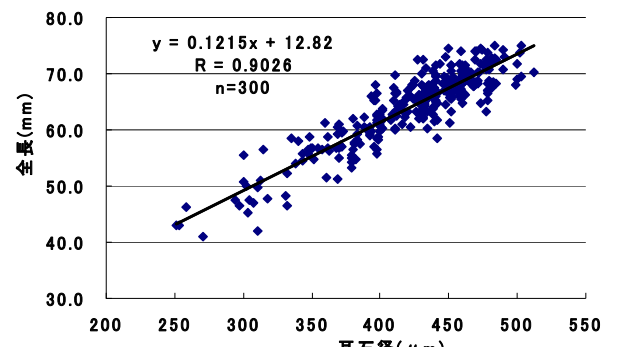


図4 放流種苗の全長と耳石径の関係

衛星リモートセンシングによるサケの放流適期観測

水産孵化場 さけます資源部

●研究の目的

最近、北海道に來遊するサケ資源量は高い水準で推移している。そのためサケの増殖技術はすでに確立されたものと思われがちであるが、來遊数の年変動がみられるなど放流技術のさらなる向上や効率化に向けた研究課題も多い。ふ化場から放流されるサケ稚魚では、自然界に放流され降海した直後の沿岸域での死亡率が生活史を通じて最も高く、そこでの生き残りの良し悪しが数年後のサケの來遊数を大きく左右するため、沿岸環境の良好な時期での稚魚の放流、いわゆる「適期放流」が重要である。最近では衛星リモートセンシングによる海洋観測技術の発達と普及が進み、海洋研究および水産研究への応用が可能となった。衛星リモートセンシングでは広い海域の表面水温を同時に、長期間にわたって一定の周期で観測することが可能である。そこでこの技術を用いて、サケの放流時期の沿岸水温の観測を試み、過去の回帰率の評価を行った。

●研究の方法

NOAA 衛星搭載の AVHRR（改良型高解像度放射計）センサーにより観測された水温データ（8日間合成データ、空間分解能 9 km）を解析した。日本海およびオホーツク海側の沿岸に計 15 個の 0.5° 四方の区画を作成し、3月から7月にかけて各時期、各区画における水温を抽出した（図 1）。來遊尾数の多かった 2004 年および少なかった 2000 年に回帰した 4 年魚の放流年である 2001 年および 1997 年のデータから沿岸水温の等高線図を作成して、沿岸水温とサケ稚魚の放流時期を比較した。さらに、オホーツク東部を対象として、1991～2001 年の沿岸水温の推移とサケ稚魚の回帰率を分析した。

●研究の成果

- ① 沿岸水温がサケ稚魚にとっての適水温域と考えられる 8～13℃の範囲に達するのは、日本海南部では 3 月下旬、日本海北部では 4 月後半、オホーツク海は概ね 5 月以降であり、日本海北部では沿岸水温が適水温の範囲内にある期間が他地区よりも短いことがわかる（図 2）。
- ② 1997 年と 2001 年を比較すると、オホーツク海では、2001 年には 5 月下旬の時点で適水温域に到達していたのに対し、1997 年は 5 月中の水温が顕著に低く、適水温域に到達したのは 6 月以降であるなど、両年の水温には大きな違いがみられた。
- ③ 沿岸水温と各放流地点からのサケ稚魚の放流時期と比べると、水温が著しく低い時期からサケ稚魚の放流が開始されている場所のあることが明らかとなった（図 2）。
- ④ オホーツク東部地区では、春季の沿岸水温がサケの適水温域（8～13℃）に達する時期が早い年ほど回帰率が高くなる傾向がみられた（図 3）。

●成果の活用

衛星リモートセンシングにより海域ごとの水温の推移の傾向を捉えることは十分可能であることがわかった。現場での水温やサケ稚魚の餌となる動物プランクトンの観測データと組み合わせることにより、サケ稚魚の放流適期に関する有効な情報を増殖関係機関に提供できるものと考えられ、今後、衛星を活用したさらなる応用研究が期待される。

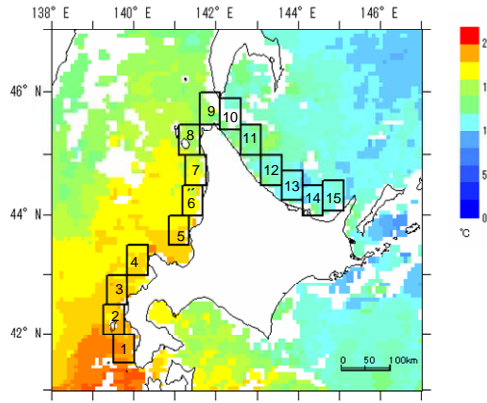


図 1 沿岸水温抽出のため日本海側およびオホーツク海側に設定した 0.5°メッシュの区域. 衛星画像は 2002 年 7 月中旬の AVHRR データ.

図 2 1997 年および 2001 年 3~7 月の沿岸水温の等高線図. 縦軸はデータを抽出した区域(図 1)を示す. 赤棒は各地区におけるサケ稚魚放流開始日、終了日および年間放流数の 50%の放流が終了した日を示す.

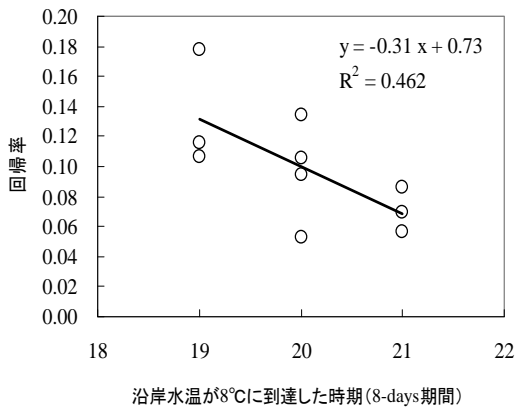
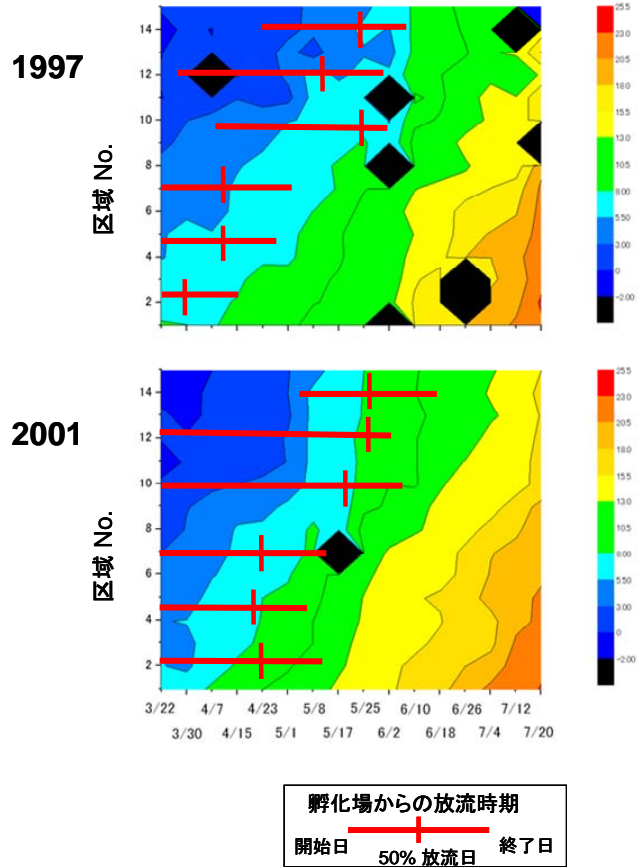


図 3 オホーツク東部地区の沿岸水温がサケの適水温に到達する時期と回帰率の関係. 横軸は 1 月 1~8 日を 1 番目として数えた 8 日間の期間の番号. 「19」は 5/25~6/1 の 8 日間にあたる.

銅イオンとカテキンを併用したニジマス卵の孵化管理

水産孵化場 養殖病理部

●研究の目的

増養殖事業用サケマス卵は人工受精後、数十万粒単位で専用の孵化器で孵化直前まで管理されるが、この間にミズカビの発生（図1）あるいは卵膜軟化症（図2）で大量に減耗する場合がある。サケマスの採卵では、通常10%程度の死卵が必ず混入するが、ミズカビはこれら死卵に寄生するもので、菌糸の伸長が激しい場合は生卵の酸欠を引き起こす。卵膜軟化症は何らかの原因で卵膜が脆弱化する現象で、外界水の侵入による発生停止や早期孵化等による減耗を引き起こす。本研究ではミズカビと卵膜軟化症の発生が認められる道内のニジマス養殖場を対象として、これまでの研究で実績のある銅イオン（ミズカビ発生抑制）と茶葉カテキン（卵膜軟化症予防）を併用し卵の成績を向上させることを目的とした。

●研究の方法

銅イオンは受精直後から常時、孵化用水に5ppbの濃度を添加することでミズカビの発生を抑制できる。銅イオンを定量で用水に添加する手法として銅ファイバー（日本スチールウール社製、図3）を毎分10リットルの孵化用水に対して80g、孵化器の前室に投入した。銅ファイバーは時間の経過と共に銅溶出量が増加するため投入後3週間が経過した時点で半量を取り出した。カテキン粉末（商品名 カメリアエキスAM、太陽化学社製、図4）は水溶液とし、これにニジマス受精直後卵を浸漬した。今回は濃度を0.2%ないし0.4%とし、浸漬時間は30分ないし60分とした。試験区はカテキンの濃度について0.2%および0.4%、浸漬時間について30分および60分、更に銅ファイバーの有無があり、これらの組み合わせで8区、これに無処理と銅ファイバーのみの2区を加え合計10区とした。試験卵は平均7.5℃の湧水で管理し、積算水温210の時点で全ての試験区の卵の発眼率、ミズカビ寄生率を算出するとともに卵膜軟化症の指標として果実硬度計を用い卵の断裂強度を測定した。

●研究の成果

各試験区の発眼率、ミズカビ寄生率、平均断裂強度を表1に示す。ミズカビ寄生率は銅イオンを添加しない各區で48.1から70.6%（平均61.1%）であったのに対し、銅イオン5ppbを添加した各區で26.2~40.5%（平均34.7%）であり、銅イオンのミズカビ抑制効果がみられた。平均断裂強度は銅イオンの有無に関わらずカテキン処理を行った区が処理を行っていない区よりも高く、卵膜軟化症を抑制する効果が確認された。特に銅イオンを添加していない区においては、カテキン濃度が濃いほど、浸漬時間が長いほど平均断裂強度が高い傾向がみられた。一方、銅イオンを添加した区では、添加しなかった区と比較し、平均断裂強度が若干低い値となっていた。

●成果の活用

本試験で銅イオンのミズカビ抑制効果とカテキンの卵膜軟化抑制効果が確認された。また、これらを併用した場合においても、危険性が無く、実用的レベルでのふたつの効果は失われないことがわかった。銅イオンと併用した場合、カテキンの卵膜軟化抑制効果が若干低くなる結果が得られたが、卵膜軟化症の対処としては作業上の衝撃で潰れるような極度に軟弱な卵を出現させないことが目的であり、銅イオンとカテキンの併用は十分実用的であると考えられた。今回設定した試験からは、受精吸水後に0.2%あるいは0.4%の濃度で30分間のカテキン処理を行い、その後、孵化用水に銅イオンを5ppb添加し管理する方法が最良と考えられた。



図1 ミズカビが発生した卵(サケ)



図2 卵膜軟化症の卵(サケ)



図3 銅ファイバー



図4 粉末カテキン製品

表1 各試験卵の成績

試験区		供試卵数	発眼率(%)	ミズカビ寄生率(%)*	平均断裂強度(kg)
銅イオン	粉末カテキン				
0 ppb	0%	5866	95.7	70.6	1.40
	0.2% 30分	5764	96.6	59.6	1.74
	0.2% 60分	6045	96.1	57.9	1.81
	0.4% 30分	4870	97.0	69.2	1.82
	0.4% 60分	5569	97.2	48.1	1.91
5 ppb	0%	8683	96.3	26.2	1.22
	0.2% 30分	5114	96.2	32.6	1.56
	0.2% 60分	4699	97.2	39.2	1.52
	0.4% 30分	4543	97.1	40.5	1.72
	0.4% 60分	5668	96.8	34.8	1.57

* ミズカビ寄生率 = ミズカビ付着死卵数 / 全死卵数 X 100

サケ稚魚を大きくするには綿実油

水産孵化場 道東内水面室

●研究の目的

沿岸サケ資源の基盤となる人工孵化放流事業では、近年コスト削減および効率化が強く求められている。そこで本研究では、餌料を改良することによりサケ稚魚の成長および質を向上させ、同時に餌料コストを削減させる試みを行った。

●研究の方法

2万尾の浮上稚魚を1万尾ずつ2群に分け、自然日長かつ流水条件下で飼育を開始した。一方の群には従来使用されている市販サケマス配合餌料を、もう一方の群には配合餌料に外割で0.5%の綿実油を添加した餌料を与えた。この2群間において、餌料以外は全て飼育条件を同一とした。2ヶ月間飼育を継続し、2群各々について飼育期間中の平均体重変化、餌料効率および餌料コストを調べた。飼育終了時に、2群それぞれの稚魚の最大遊泳速度、絶食にした時の生残率および体全体の生物エネルギー（ATP）量を調べた。

●研究の成果

綿実油添加餌料を2ヶ月間与えると、従来の飼育法よりも稚魚の成長が9%向上（図1）、餌料コストが7%削減できることがわかった（表1）。さらに、綿実油添加によってサケ稚魚の遊泳速度（図2）および絶食耐性は有意に向上し（図3）、体全体のATP量も4倍まで増加することが明らかとなった（図4）。

●成果の活用

本技術を活用することにより、従来よりも低コストで大型サイズかつ良質なサケ稚魚を育てることが可能となる。

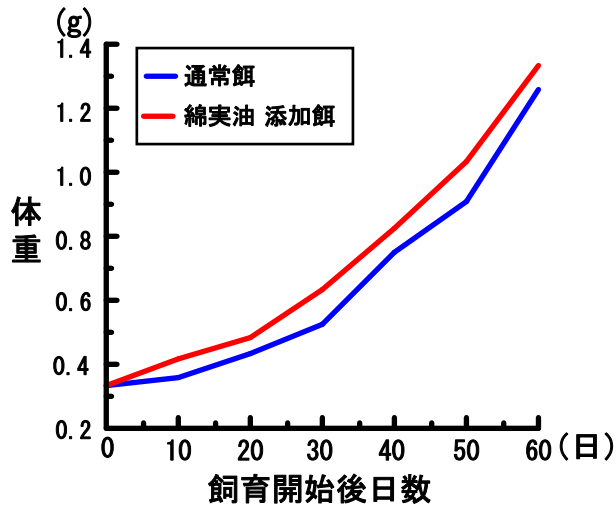


図1 成長に与える綿実油の効果

表1 餌料コストおよび餌料効率に与える綿実油の効果

	稚魚を1kg増加させるために必要な餌のコスト (円)	餌料効率 (%)
通常餌	400	85
綿実油 添加餌	375	93

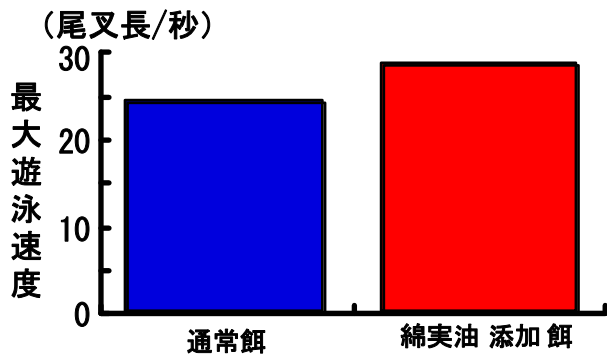


図2 最大遊泳速度に与える綿実油添加の効果

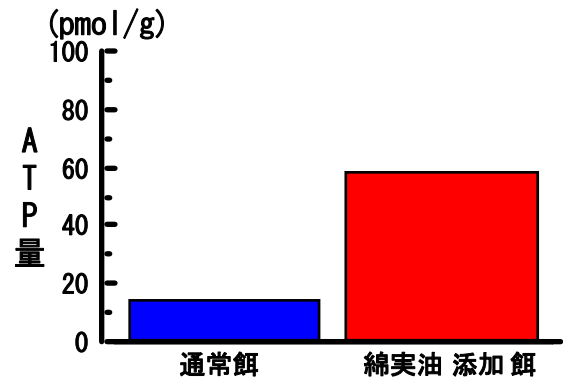


図4 ATP量に与える綿実油添加の効果

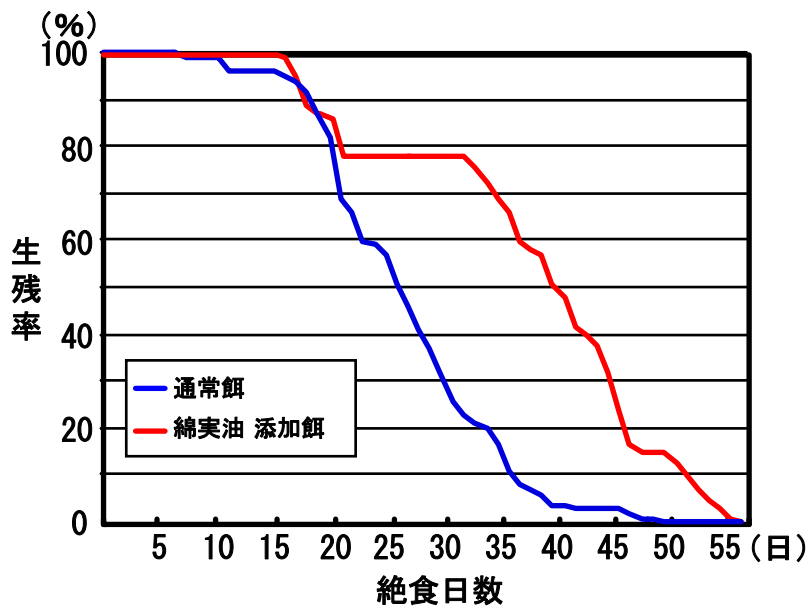


図3 絶食耐性に与える綿実油添加の効果

スケトウダラ産卵場の現状－日本海

中央水産試験場

〃

函館水産試験場

稚内水産試験場

資源管理部

海洋環境部

調査研究部

資源管理部

● 研究の目的

日本海に分布するスケトウダラの産卵場はこれまで、北から順に利尻島沖（武蔵堆）、雄冬沖、石狩湾、岩内湾および桧山沖に産卵場があると考えられてきた。しかし、1990年代以降は利尻島沖や雄冬沖での産卵群の漁獲が殆ど見られなくなり、産卵場が形成されているのか疑問が生じている。

そこで、本研究ではスケトウダラから生み出された浮遊卵の分布状況を調べることで、スケトウダラ北部日本海系群がどこで産卵しているのか、産卵場の現状を明らかにする。

● 研究の方法

2006年と2007年の2月に試験調査船おやしお丸、北洋丸、金星丸にて卵採集調査を実施した。同時にCTDを用いて表面から最大500m深までの水温・塩分を観測した。おやしお丸と金星丸では口径80cm、目合0.33mmのリングネット（図1左）、北洋丸では口径45cm、目合0.33mmのノルパックネットを用いた。曳網方法はおやしお丸と北洋丸では深さ150mから表面までの鉛直曳きを行った。海底の深さが150mより浅い場合は海底直上から曳網した。金星丸では曳網距離が150mとなるようにワイヤー長を調節して鉛直曳きを行った。

なお、ネットで採集された標本は約5%の海水ホルマリンで固定し、後日実験室でスケトウダラ卵を同定し発生ステージ毎に計数した。ただし、本報告では全ステージを含む採集卵の合計値のみを扱った。

● 研究の成果

スケトウダラ卵は、石狩湾より南側の海域で2006、2007年ともに採集されたが、北緯44度以北では両年ともまったく採集されなかった（図2）。このことから、スケトウダラの産卵場は雄冬以北の利尻島沖合などには形成されず、石狩湾以南に形成されていたと考えられる。

過去の報告では、1979年2月に利尻・礼文島周辺でスケトウダラ卵が採集されており、漁獲量のみならず卵の分布から見ても産卵場の形成場所に変化が起きていたことが明らかになった。

また、石狩湾での採集数を見ると2007年は2006年よりも大幅に少なく、最大採集数で22個であり、2006年368個の15分の1以下であった。この時の環境を表面水温で見ると、石狩湾から桧山海域は6～9℃となっており、2006年よりも2℃前後高かった。

● 成果の活用

スケトウダラ資源評価や資源変動機構の研究などに活用される。

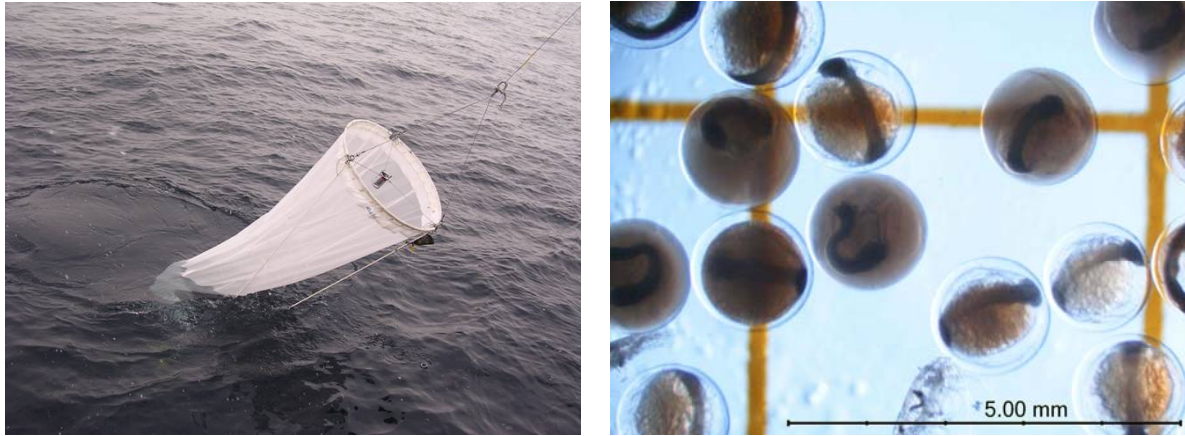


図1 石狩湾で使用した80cmリングネット(左)と採集されたスケトウダラの卵(右)
卵の直径は1.5mm程度。

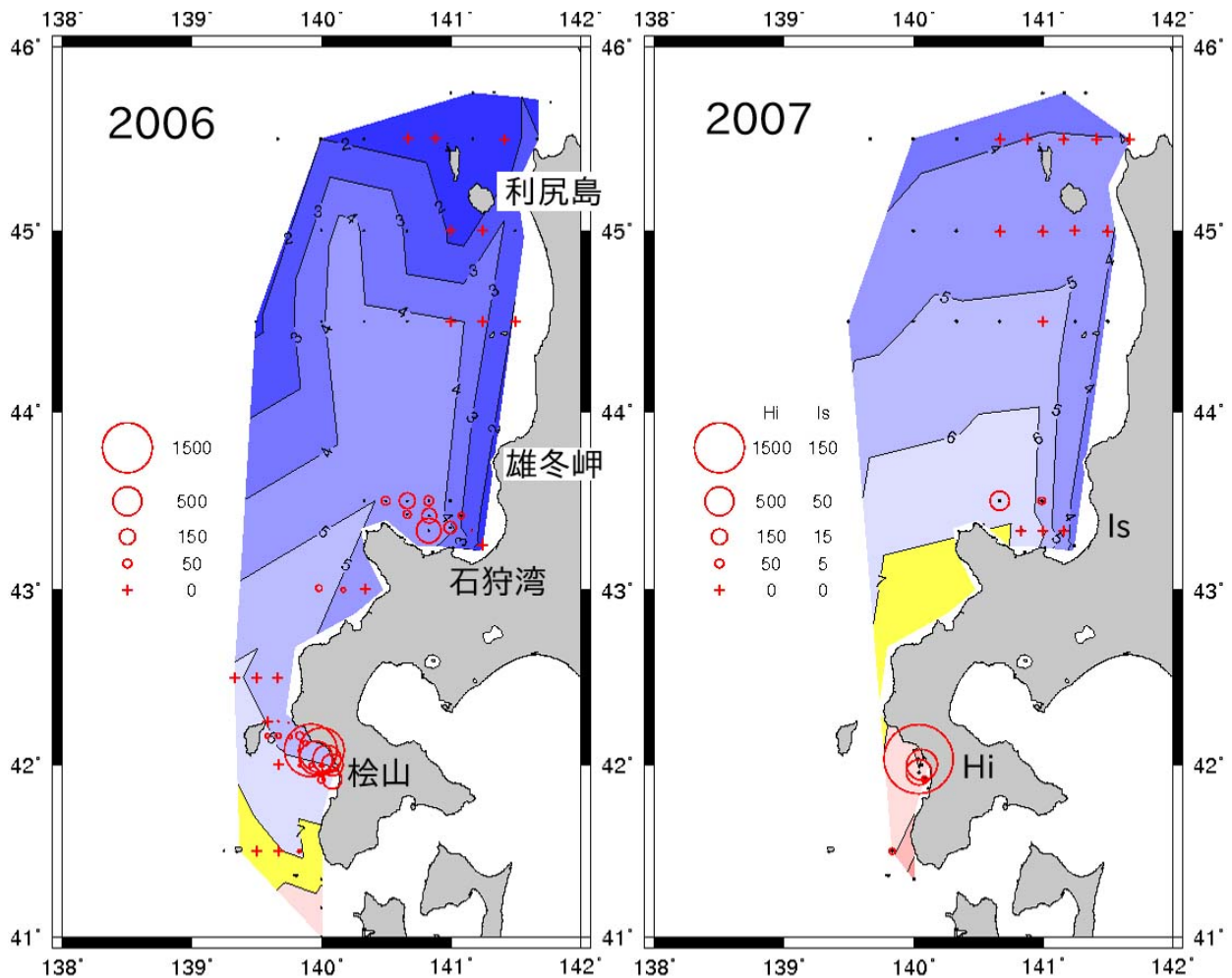


図2 2月のスケトウダラ卵採集数と表面水温
卵の採集数を○の大きさで示した。+は採集されなかった地点。卵数は全発生
ステージを含む数。2007年は松山海域(Hi)と石狩湾(Is)でグラフのスケ
ールが異なる。図中の実線と数字は表面水温を示す。・は水温観測点。

スルメイカの生まれた時期の違いを調べる

中央水産試験場 資源管理部
釧路水産試験場 資源管理部

● 研究の目的

スルメイカは、主に9月から3月にかけて山陰沿岸から東シナ海で生まれ、その後日本海と太平洋を北上すると考えられている。北海道周辺へは、日本海を北上した群も太平洋を北上した群も来るだけでなく、生まれ時期が違うスルメイカもやって来る。より正確な漁況の予測や、資源量推定を行うためには、いつ生まれたスルメイカがどこの海域にどの時期に分布しているのかを知ることが重要である。ところがこれまでは、大きさや成熟の度合いなどを頼りに、秋生まれや冬生まれという大きなくくりでしか、分けられていなかった。しかし、近年スルメイカの平衡石にある輪紋（1日1本ずつ増える）を計数することによって、より正確に生まれ時期を推定することが可能になった。そこで、北海道周辺に分布するスルメイカの生まれ時期を推定し、分布する海域や時期による違いを調べた。

● 研究の方法

- ① 北海道周辺海域を、道西日本海、道南海域、道東太平洋、オホーツク海の四海域に分けて、各海域に分布するスルメイカ標本を採集した（図1）。
- ② 平衡石の輪紋数から、採集したスルメイカの生まれた時期を推定し、採集海域別に集計した。
- ③ 採集時期と場所、生まれた時期などから来遊したスルメイカの分布パターンを推定した。

● 研究の成果

- ① 道西日本海では、6月から9月には10～12月生まれが分布し、10月以降には1～5月生まれが分布していた（図2）。
- ② 道南海域では、5月から6月には11～12月生まれが、8月には11～3月生まれが、10月には1～5月生まれが分布していた（図3）。
- ③ 道東太平洋では、8月から9月には12～3月生まれが、10月から11月には主に3～4月生まれが分布していた（図4）。
- ④ オホーツク海では、10月から11月には3～5月生まれが分布していた（図5）。
- ⑤ 以上から、5月から9月にかけては日本海を中心に11～12月生まれが分布し、8月頃から太平洋で1～5月生まれの来遊が始まり、10月から11月には北海道周辺全域へと分布を広げていることが分かった（図6）。

● 成果の活用

これまでに得られた、標識放流による移動情報と合わせることによって、スルメイカの移動回遊がより一層明らかになることが期待される。分布するスルメイカの移動回遊や発生時期が明らかになることで、資源評価および漁況予測の精度向上が期待される。

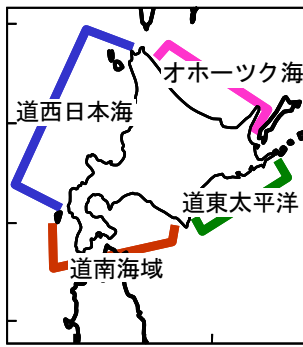


図1 北海道周辺海域区分

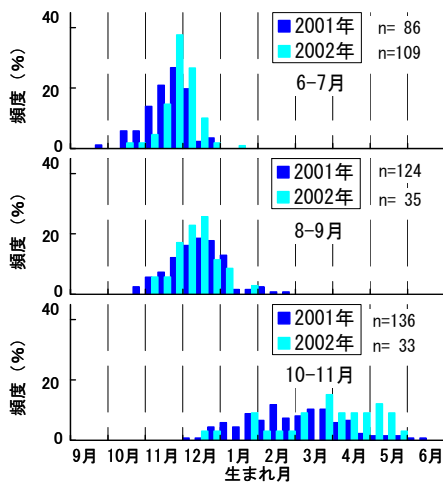


図2 道西日本海に分布するスルメイカの生まれ時期

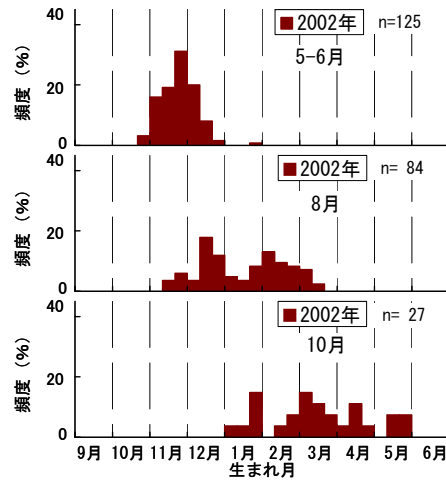


図3 道南海域に分布するスルメイカの生まれ時期

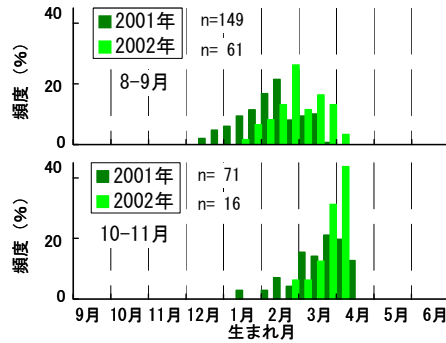


図4 道東太平洋に分布するスルメイカの生まれ時期

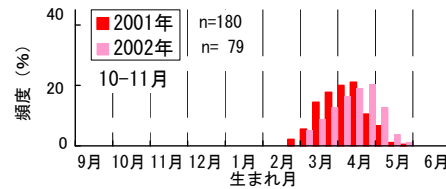


図5 オホーツク海に分布する

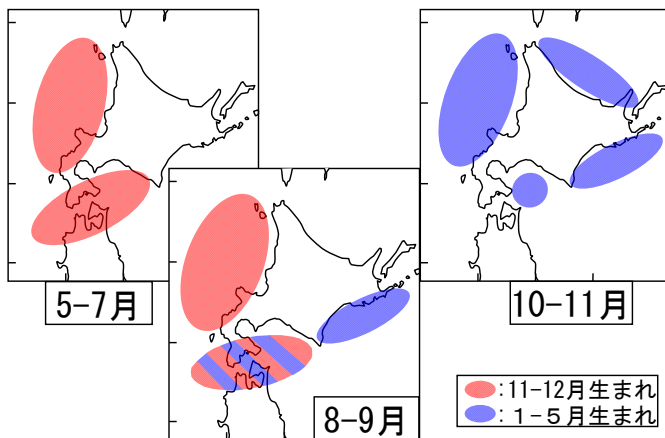


図6 北海道周辺海域のスルメイカの分布パターン

北海道西岸の沿岸水温は100年で0.7℃上昇

中央水産試験場 海洋環境部

●研究の目的

気象庁は本年5月、日本周辺沖合海域の100年間の海面水温上昇率を発表した。それによると、日本海中部海域では100年間で1.6℃の大きな水温上昇があった一方で、日本海北東部を含む北海道周辺海域では水温上昇傾向は認められていない。

北海道では、春ニシン漁で栄えた日本海沿岸で古くから沿岸水温が測定されてきた。これらの資料を使って、北海道西岸における100年を超える沿岸水温の変化が北海道春ニシンの分布域の変化や資源量の変動要因と密接に関係することが明らかとなっている（水産試験研究最新成果集 VOL.5）。しかし、ここで扱った水温変化は標準化水温という指数化した数値を用いたため、絶対水温による長期変化の大きさは分からなかった。

そこで、北海道西岸の沿岸水温が過去100年で何度変化したかを調べ、気象庁の沖合域の結果とどのような関係にあるかを比較検討した。

●研究の方法

北海道日本海沿岸で長期にわたり沿岸水温観測が継続された宗谷岬から松前までの9地点を選び、北海道西岸域の沿岸水温の変化を調べた（北海道栽培漁業振興公社資料含む）。観測期間が重複している1931年から1960年までの30年間の各地点の平均値を求め、これを基準に各地点の水温偏差を計算し、それらの平均値を求めて各年の年平均水温偏差とした。このようにして、1898年から2006年まで109年間の年平均水温偏差の時系列資料を作成した。

この水温時系列資料と比較するために、気象庁のホームページで公開されている日本海北東部、日本海中部海域のそれぞれの平均水温偏差の時系列資料を使用した。ただし、この気象庁の資料は、1971年から2000年までの30年間の平均値を基準としているので、これを、1931年から1960年までの30年間の平均値がゼロとなるように変換した。また、日本海中部海域では1950年前後に急激な水温上昇（突然昇温）が起きたことが判断されたため、水温上昇率の海域間比較は1950年以降の期間を使って本データと気象庁データとを併せて解析した。ここで、「日本海北東部」は北海道西岸より沖合を、「日本海中部」は本州の沖合をそれぞれ示す。日本海北東部は日本海固有冷水域の、日本海中部と北海道西岸は対馬暖流の影響が大きい海域である。

●研究の成果

- ①北海道西岸の沿岸水温は100年で0.68℃上昇した（図1）。
- ②日本海中部海域の水温は1950年以降の期間で100年あたり0.74℃の上昇率を示し、北海道西岸の上昇率0.65℃（1950年以降）とほぼ同じ大きさであった（図2）。
- ③日本海北東部の水温は1950年以降の期間で100年あたり2.75℃の上昇率を示し、北海道西岸域及び日本海中部海域の約4倍の大きさであった（図3）。
- ④以上の結果から、1950年代以降の日本海中部以北海域では、日本海北東部、すなわち北海道西岸を含む対馬暖流域よりも沖側の日本海固有冷水域において、水温上昇率が非常に大きいことが明らかになった。また、各海域では、日本海中部海域に見られた突然昇温の時期を境に、1920年代から1940年代にかけての水温低下傾向が、現在まで継続する水温上昇傾向に転換した。これらから、1950年前後に日本海内部で水平・鉛直方向に熱を運ぶ海洋循環が変化し、日本海固有冷水域の水温上昇率が特に大きくなっている可能性が推測される。

●成果の活用

例えば春ニシンやスケトウダラなど、海洋環境の変化が資源量変動に影響している種の長期変動解析に、これまでにない視点からの知見を与え、資源変動要因解明に活用できる。

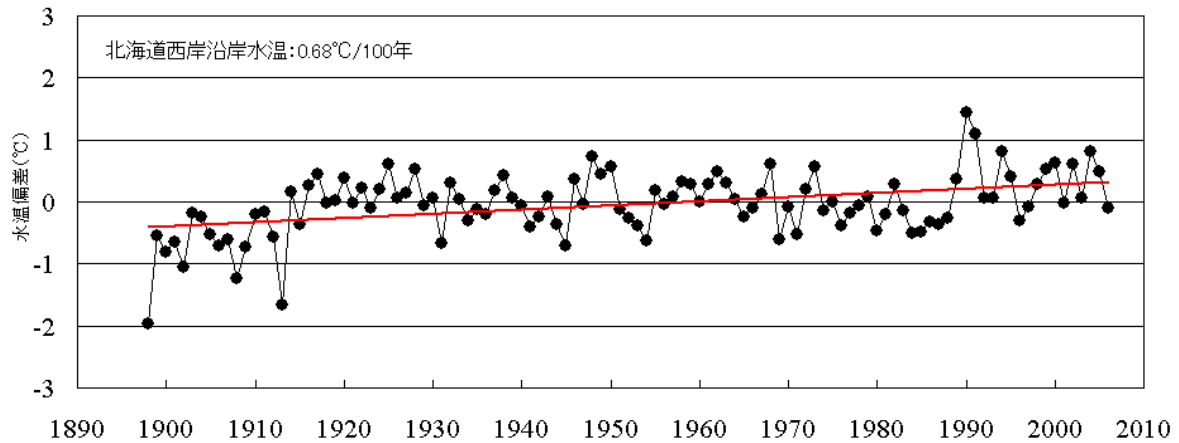


図1 北海道西岸の年平均沿岸水温偏差（1931-1960年の平均からの偏差）

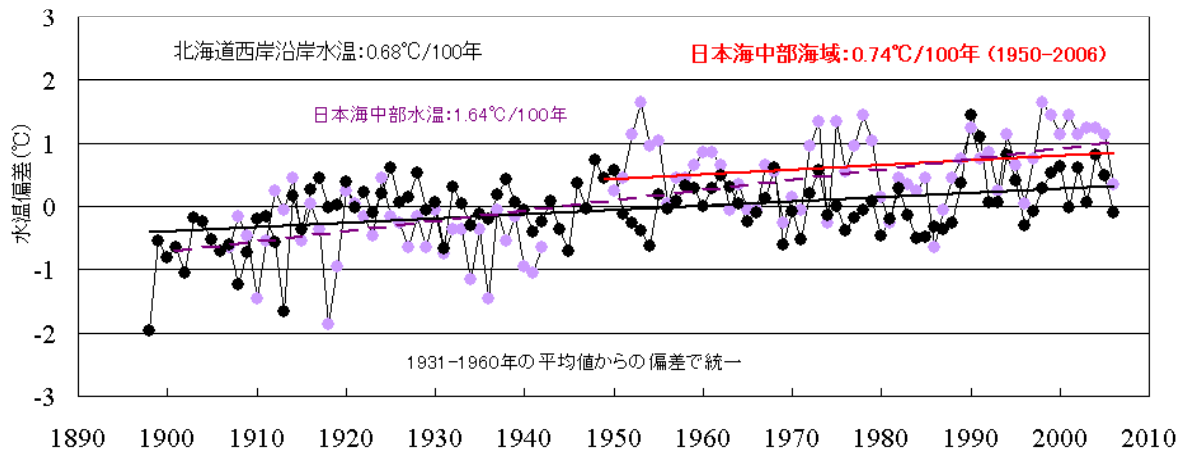


図2 日本海中部年平均水温偏差（気象庁）との比較

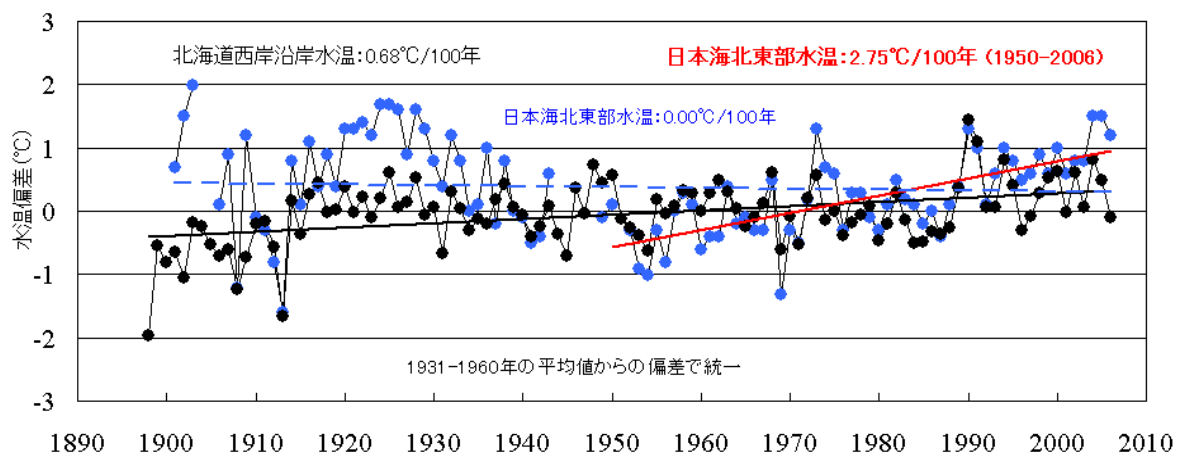


図3 日本海北東部年平均水温偏差（気象庁）との比較

トドの胃内容物について

釧路水産試験場 資源管理部

●研究の目的

近年、トドにより網にかかった魚を食いちぎられたり、網を破られたりするなどの漁業被害が、北海道や青森県で大きな問題となっており、その対策として、強化網の開発などが行われている。しかし、漁業被害発生メカニズムや、漁業対象種の捕食量などについての詳細は明らかになっていない。本研究は、水産庁からの受託事業として、トドの胃内容物を調べ、その食性を明らかにすることにより、漁業被害の実態解明に役立てることを目的とする。

●研究の方法

平成17年1月～平成18年5月に、北海道各沿岸域において採捕されたトド57個体の胃内容物分析を行った(表1)。

胃内容物は、各餌生物の種または科を同定した後、各々の湿重量を計測し、出現頻度(F%:その餌を捕食していた胃数÷空胃を除く全標本胃数×100%)および重量割合(W%:餌生物重量÷全餌生物重量×100%)を求めた。

●研究の成果

<積丹> 両年ともホッケおよびタコ類(主にミズダコ)が、F%およびW%ともに高く、主要餌生物となっていた。その他にイカナゴ属魚類やマダラなどが、主に摂餌されていた。

<利尻島> イカナゴ属魚類(主にイカナゴ)が主要餌生物となっており、F%は両年とも100%であった。その他にタコ類のF%も高かった。

<礼文島> 礼文海域では、2005年の2個体の標本しか得られず、詳細な傾向は不明である。マダラおよびタコ類が、主要な餌生物となっていると考えられた。

<雄冬岬> 両年ともにカレイ科魚類のF%が高かった。また、2006年は、カタクチイワシの重量割合が高かった。当海域については、標本数が少なく、詳細な傾向は把握できていない。

<羅臼> 2005年に得られた標本ではボラ、2006年ではスケトウダラが、F%、W%ともに高く、主要な餌生物となっていた。その他に、ドスイカ、マダラ、カレイ類などが主要餌生物となっていた。

これらの結果から、トドの餌生物組成は海域ごとに大きく異なっていることが明らかになった。また、同じ海域であっても、年によって主に食べている種類や量に違いが見られた。このことは、トドが各索餌海域において摂餌しやすい餌生物を、日和見的に捕食するという性質を反映していると考えられた。

トドにとって摂餌しやすい餌生物とは、量が多いこと、集群性が強いこと、移動速度が遅いことなどであると思われる。

●成果の活用

現在も調査は継続しており、トドの食性に関する知見をさらに収集中である。胃内容物データの蓄積によって、北海道に來遊するトドの食物消費量算出が可能になるほか、漁業被害の実態把握や、漁業との競合関係について、詳細な解析が可能となる。

表 1 本調査に用いた標本数

海域	積丹 (神恵内～小樽)		利尻島		礼文島	雄冬岬 (小平～浜益)		羅臼	
	年	2005	2006	2005	2006	2005	2005	2006	2005
標本数	9	13	6	6	2	2	3	7	8
空胃数	0	0	0	0	0	0	1	1	0
分析数	9	13	6	6	2	2	2	6	8

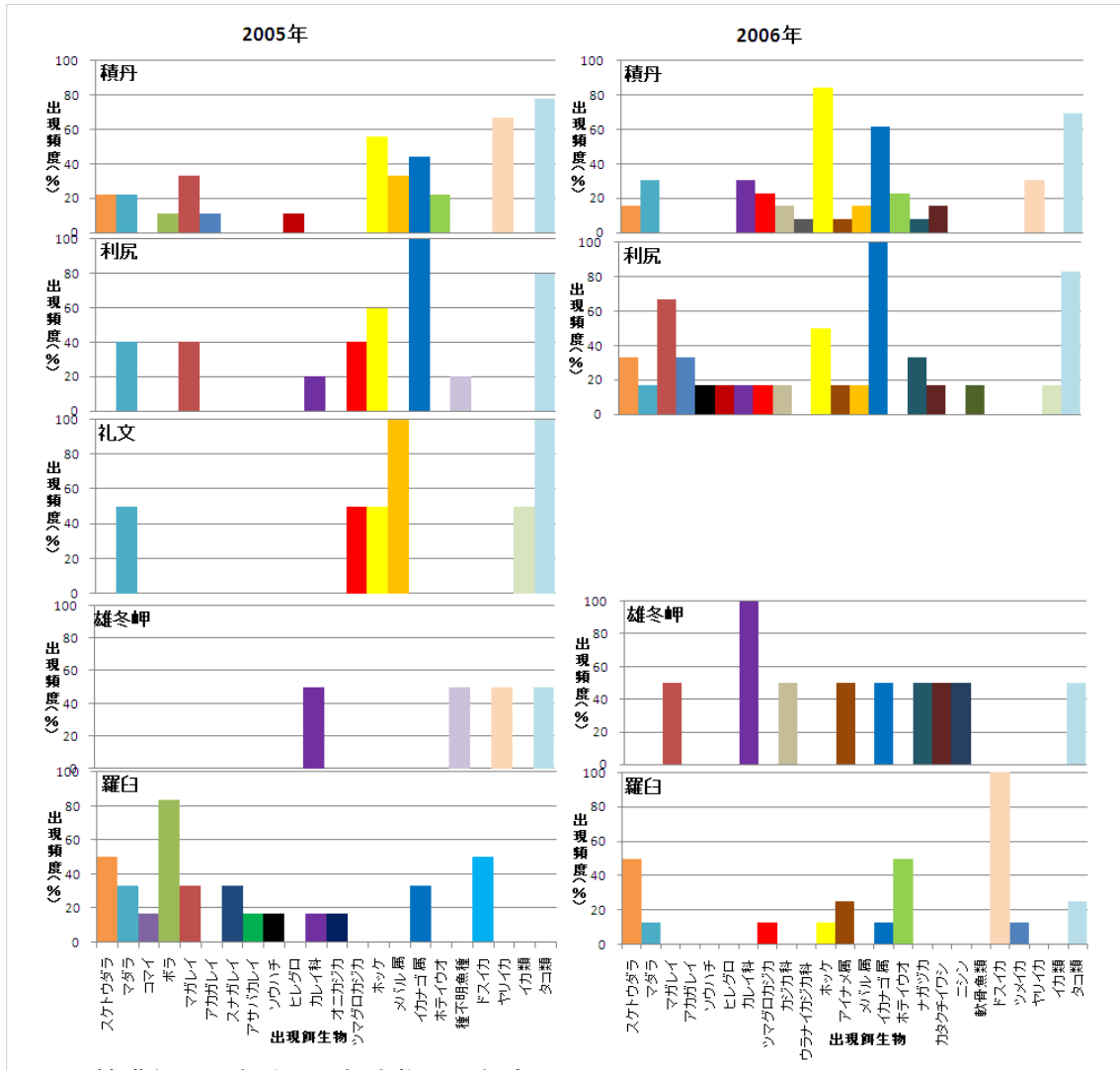


図 1 捕獲年別・海域別の餌生物出現頻度

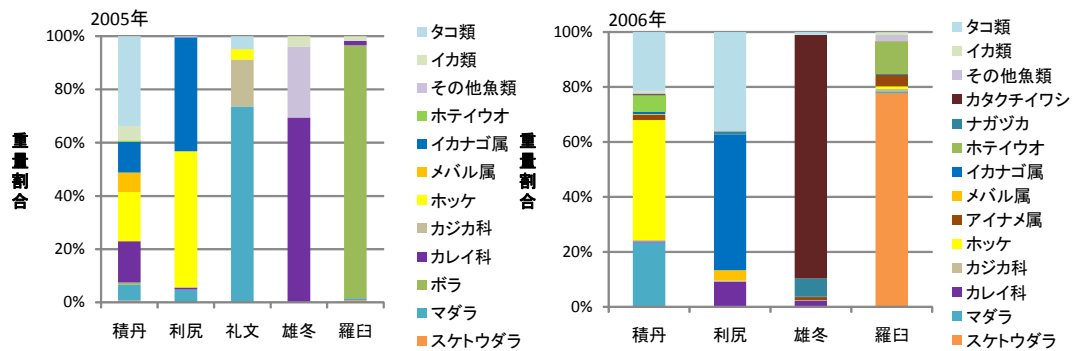


図 2 捕獲年別・海域別の餌生物重量割合

クロガシラガレイの年齢と成長について

稚内水産試験場 資源管理部

●研究の目的

クロガシラガレイは本道で年間 2,000~3,000 トン漁獲されている重要な漁業資源である。北海道北部の日本海、オホーツク海沿岸域に分布するクロガシラガレイは単一の系群と考えられている。オホーツク海においては未成魚と成熟途上群、日本海では産卵親魚を対象とした漁業が行われていることから、生残および再生産を考慮した適切な資源管理を行う必要がある。そのための基礎的知見である年齢と成長の関係を明らかにすることを目的とした。

●研究の方法

1999~2005 年の北海道日本海側の余市、増毛、留萌、苫前、稚内、オホーツク海側の紋別における刺網・底建網・サケ定置網漁業による漁獲物、稚内周辺、小平、雄武における曳網調査による採集物の計 3,843 個体について雌雄の判別、体長、体重の測定を行い、耳石を採取した(図1)。また、耳石について実体顕微鏡の反射光下で縁辺部の状態を確認し、輪紋数を計数した。さらに1~10歳までの計1,361個体の無眼側の耳石について長径と中心から各不透明帯の内縁までの距離を測定した(図2)。

●研究の成果

耳石の縁辺部の状態が不透明帯である割合は6~7月に最も高く、この時期に不透明帯が年1回形成されると考えられ、本種の耳石は年齢形質として有効であると考えられた(図3)。耳石径に対する体長(mm)の関係の回帰直線を求め、輪紋形成時の体長を推定した。これらの年齢と体長の関係にベルタランフィアの成長式をあてはめたところ、雌雄別に以下の式を得た(図4)。ここで、 t は年齢を表す。

$$\text{雄：体長 (mm)} = 279.4 (1 - e^{-0.335 (t - 0.170)})$$

$$\text{雌：体長 (mm)} = 362.9 (1 - e^{-0.248 (t - 0.175)})$$

他のカレイ類と同様に雄よりも雌の成長が早いことが明らかになった(表1)。

さらに、成長式の妥当性を検証するために、上記の式から推定された理論体長と耳石輪紋解析に用いた個体の月齢別平均体長(実測体長)を比較すると、おおむね実測体長が理論体長よりも大きくなった(図5)。刺網漁業では、同じ年齢群の中でも大きい魚の方が漁獲されやすい傾向にあると考えられている。そこで、無選択に採集されたと考えられる地曳網による標本の体長と理論体長を比較したところ差はなかったことから(図5)、本研究で推定された成長式は妥当であると考えられる。

●成果の活用

ある魚が何歳で何 cm になるのかという知見は、小さい魚を捕り残すことによる数年後の漁獲量の増加の見積りなどに利用できる。このことは、体長制限や目合規制などの資源管理方策の検討やその効果を検証する上で重要である。

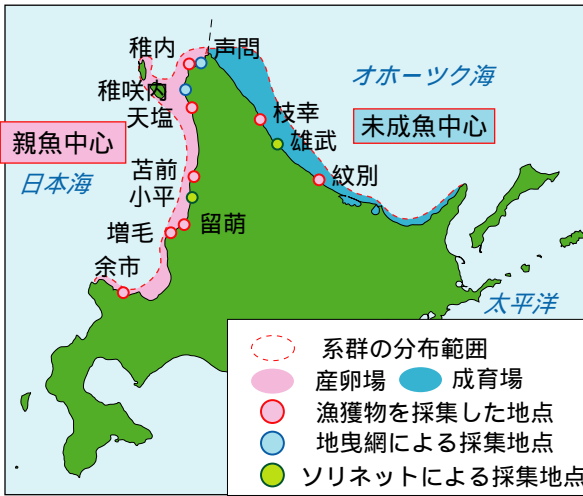


図1 本研究に用いたクロガシラガレイの採集地区と系群の分布範囲

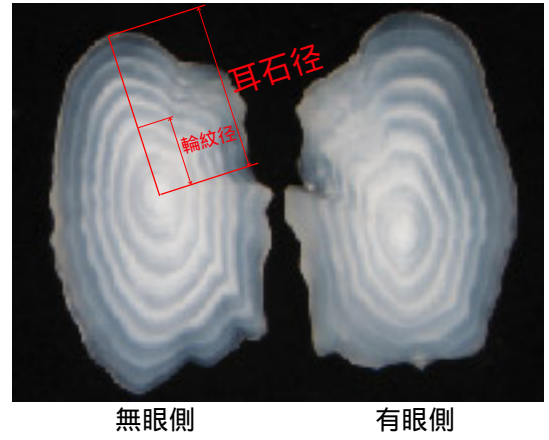


図2 反射光下で観察されたクロガシラガレイの耳石と計測部位

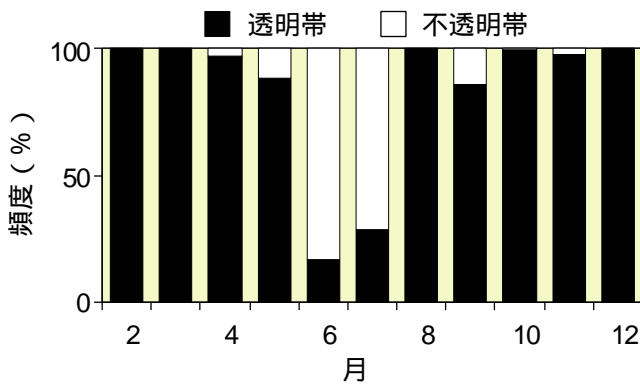


図3 耳石縁部における不透明帯の出現頻度の経月変化

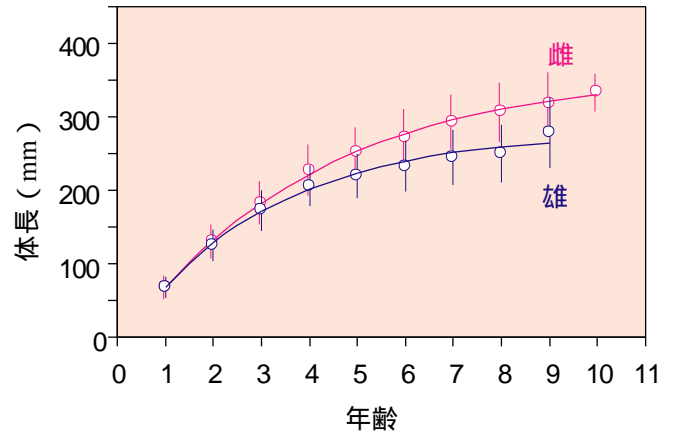
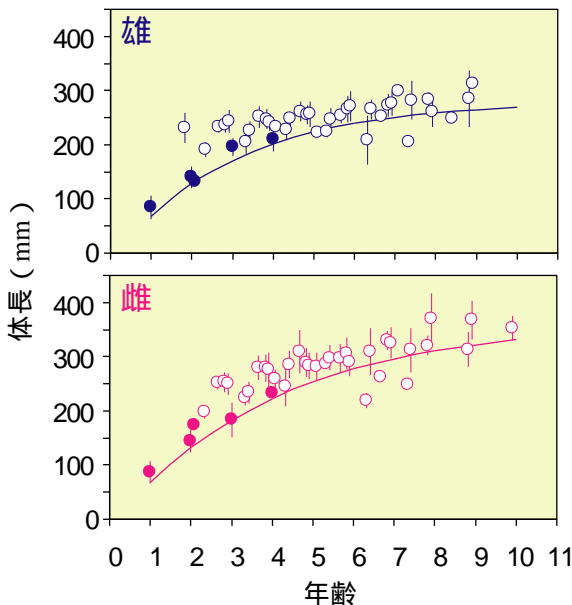


図4 耳石輪紋解析によって推定された年齢別平均体長と成長曲線 (エラーバーは標準偏差)



● ● 地曳網調査で得られた標本の平均体長
○ ○ 漁獲物の平均体長 (実測体長)
— 成長曲線 (理論体長)
エラーバーは標準偏差

図5 理論体長と実測体長の比較 (実測体長は月齢別に集計した)

表1 耳石輪紋解析によって推定されたクロガシラガレイの全長と体長

単位: mm

年齢	雄		雌	
	全長	体長	全長	体長
1	85	68	84	67
2	155	128	160	132
3	205	171	219	183
4	241	202	265	222
5	267	224	301	253
6	286	240	329	277
7	299	251	351	296
8	308	259	369	311
9	315	265	382	322
10			392	331

沖合底びき網漁船における漁獲物の高鮮度保持について

中央水産試験場 加工利用部

●研究の目的

北海道の水産業において沖合底びき網漁業は、漁獲量全体の約20%と重要な位置を占めている。しかし、国際的な漁業規制や本道周辺海域の資源量の減少等により水揚げ量、生産金額が低下している。また、水産物の国内消費が低迷しており、付加価値の高い漁獲物、加工品の開発が望まれている。このため、沖合底びき網漁船の省人・省力化（省力船）に対応した、新たな冷却システムを開発し、高度な鮮度保持を施すことにより、品質の向上並びに安全性を高め、漁獲物の付加価値向上を図る。

●研究の方法

- ①スケトウダラ、ホッケを対象に、省力船上で冷却海水浸漬処理を行い、魚体温度、K値の変化を調べた。また、カレイを対象にシャーベット海水氷の鮮度保持効果についても検討した。
- ②衛生的危害に関する微生物調査では、省力船での滅菌海水を用いたフィッシュポンプ方式と一般船でのモッコ網を用いたクレーン方式による陸揚げ後の魚体表面の一般生菌数等を測定し、比較検討した。
- ③省力船の経済効果を検証するために、産地市場における省力船と従来船の漁獲物の価格を調査した。

●研究の成果

- ①省力船上で冷却海水浸漬を行ったホッケ、スケトウダラは、従来の氷掛けに比べ鮮度保持効果が認められた。また、1～2%塩分のシャーベット海水氷を用いることにより、ソウハチガレイの鮮度保持に効果が認められた。(図1、2)。
- ②ホッケ、スケトウダラを、滅菌海水を用いたフィッシュポンプ方式で陸揚げすることにより、従来のモッコ網を用いたクレーン方式に比べ、魚体表面の一般生菌数を百分の一に低減することができた(図3)。
- ③省力船が陸揚げしたホッケは、一般船に比べ、産地取引価格で約4%高く取引された(図4)。
- ④省力船が陸揚げしたホッケは鮮度が良好で付着する菌数が少ないこと等から、小樽地域ですり身以外の加工品（フライ素材、調味加工品等）として流通され始めた(図4)。これにより、年間6千万円以上の新たな市場（末端価格）が誕生した。

●研究の活用

- ①一連の鮮度保持の取り組みにより、これまですり身加工の原料であった沖底船のホッケを、より付加価値の高いフィレー加工の原料として活用することが可能になった。これにより、将来の沖合底びき網漁業を展望する上でひとつの指針を示すことができた。
- ②1～2%塩分のシャーベット海水氷は、真水氷に比べ鮮度保持効果に優れていることから、今後、一般船での活用と市場性を高める効果が期待できる。
- ③小樽においては、漁業者、水産加工業者等で構成する「シーネット小樽機船有限責任事業組合」が設立され、高鮮度漁獲物の付加価値化を高めるため、地元での加工品開発などの新たな取り組みが進められている。

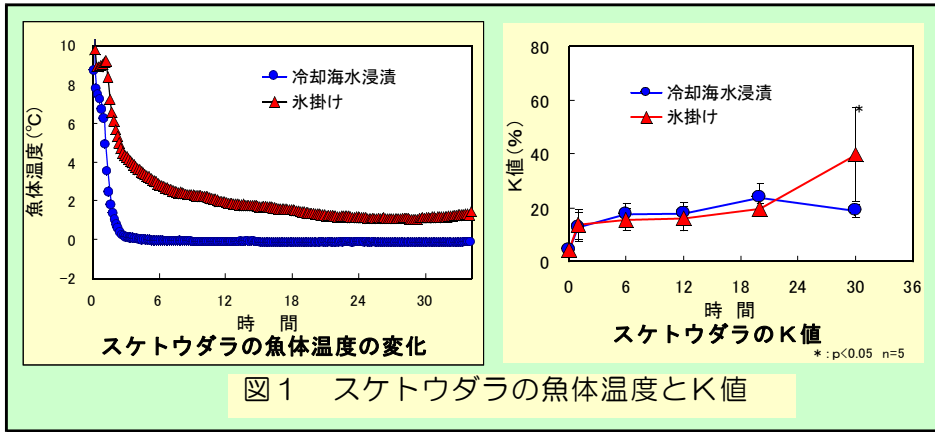


図1 スケトウダラの魚体温度とK値

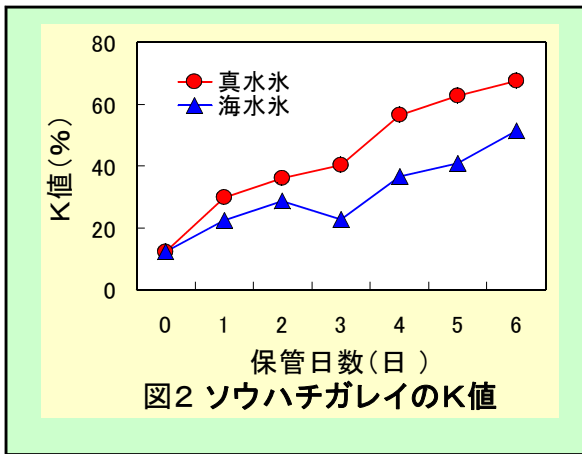


図2 ソウハチガレイのK値

Figure 3 is a diagram comparing two fish handling methods. The top row shows 'クレーン方式' (crane method) and 'フィッシュポンプ方式' (fish pump method) with corresponding photographs. Arrows point down to images of the fish storage areas. The crane method storage area has a yellow circle, while the fish pump method storage area has a blue circle. A legend at the bottom, enclosed in a dashed box, shows '一般生菌数' (general bacterial count) with three colored circles: blue, green, and yellow. The crane method is associated with the yellow circle, and the fish pump method is associated with the blue circle.

図3 陸揚げ方式と一般生菌数

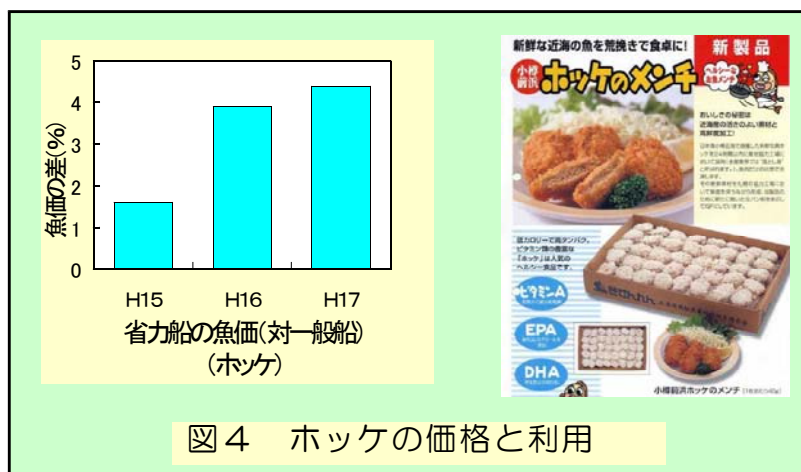


図4 ホッケの価格と利用

未低利用海藻バイオマスの有効利用を図る

中央水産試験場 加工利用部

●研究の目的

北海道には、未低利用の間引きコンブや廃棄・駆除されている雑海藻を含め年間 9,000t もの海藻バイオマス資源がある。本研究では、これら海藻バイオマスに含まれ抗腫瘍・抗肥満作用等が期待されるフコキサンチンに着目し、酸・アルカリ処理で多糖類等を除去することにより、藻体中の濃度を高める濃縮方法を開発し、その有効利用を図る。

●研究の方法

- ①新たな利活用が望まれている間引きコンブのほか、コンブ付着器、アイヌワカメ、スジメ、及びエキスメーカーから排出されたコンブエキス抽出残滓に含まれるフコキサンチン（図 1）の含有量について、HPLC 分析により比較検討した。
- ②乾燥間引きコンブを 40 倍量の 0.1N 塩酸溶液に浸漬後、同量の各濃度の炭酸ナトリウム溶液に浸漬を行い多糖類等の除去率を検討し、藻体中のフコキサンチンの安定性については TLC 分析により検討した。また、間引きコンブに含まれるフコキサンチン以外の一般成分についても濃縮前後の変化を検討した。

●研究の成果

- ①フコキサンチン含有量は間引きコンブが 13.6ppm であったのに対し、コンブ付着器が 83.7ppm、エキス抽出残滓が 30.9ppm と、間引きコンブより多く含まれ、バイオマス資源として有望であることが明らかとなった（図 2）。
- ②炭酸ナトリウム濃度が 0.25 % までは濃度依存的に多糖類等の除去率が増加し（図 3）、0.5 % 以上ではフコキサンチンの一部が分解していた（図 4）。
- ③ 0.1N 塩酸・0.25 % 炭酸ナトリウム処理による濃縮物は、処理前と比較して重量で約 5 分の 1、フコキサンチン含有量では 13.6ppm から 83.7ppm と約 6 倍となったことから（図 5）、フコキサンチンがこの条件で損失することなく濃縮されることを確認した。
- ④濃縮後における間引きコンブ（100g）の灰分は 47.1g から 2.0g、粗アルギン酸は 13.2 g から 5.2 g、粗タンパク質は 12.7g から 5.6g、粗繊維は 5.8 g から 2.8g、マンニトールは 8.9g から 0.1 g 未満まで減少した。
- ⑤酸・アルカリ溶液の浸漬時間、濃度、液量などについて検討した結果、適切な酸・アルカリ処理条件を把握し、より効率的なフコキサンチンの濃縮方法（図 6）を確立した。

●成果の活用

間引きコンブからのフコキサンチン濃縮物は、共同研究機関である（独）中央水産研究所及び（独）畜産草地研究所に機能性評価と鶏への給餌試験のために供与し、その有効利用が期待される。

また、海藻バイオマスが排出されるコンブ等の生産現場では、コンブ付着器などの有効利用も期待され、カスケード利用へ向けた基礎的知見が集積された。

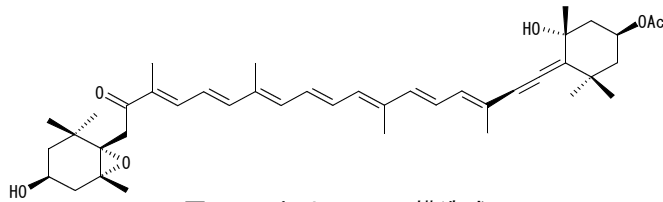


図1 フコキサンチンの構造式

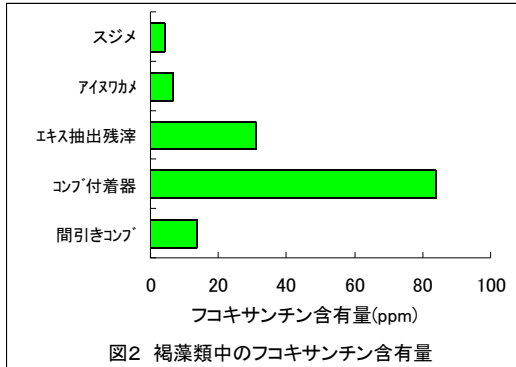


図2 褐藻類中のフコキサンチン含有量

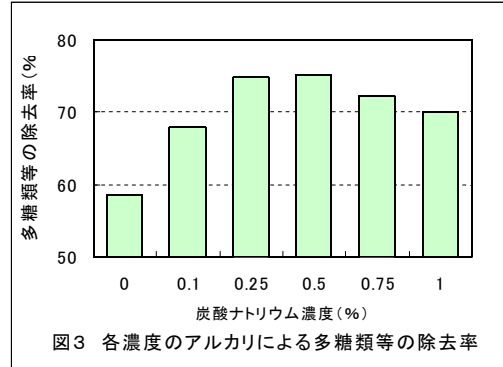


図3 各濃度のアルカリによる多糖類等の除去率

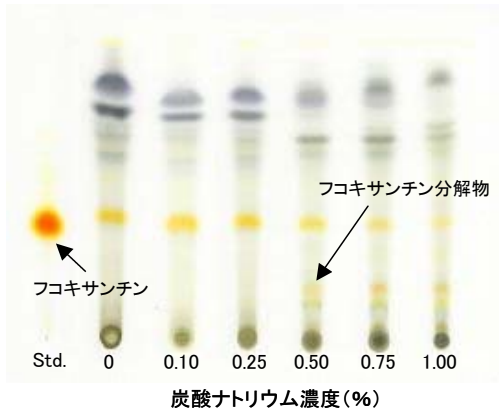


図4 各濃度のアルカリによるTLC分析

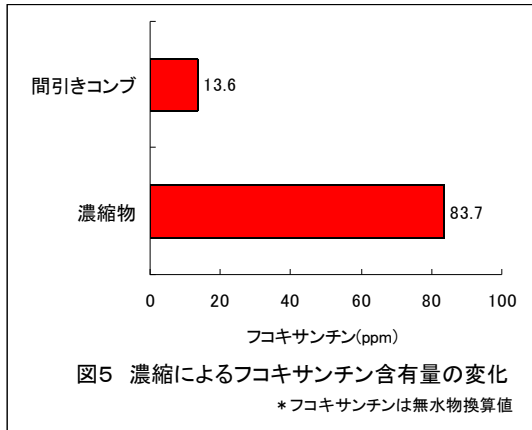


図5 濃縮によるフコキサンチン含有量の変化

* フコキサンチンは無水物換算値

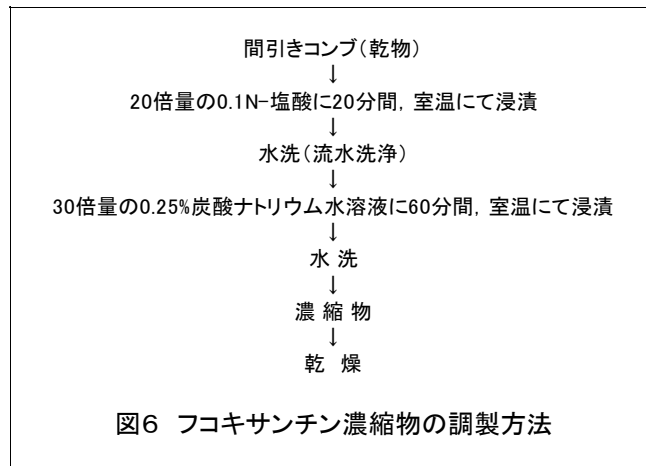


図6 フコキサンチン濃縮物の調製方法

超高压処理による冷凍鯨肉の解凍硬直抑制効果

釧路水産試験場 加工部

●研究の目的

現在、南極海や北西太平洋では持続的な捕鯨再開に向けた鯨類捕獲調査が実施されており、鯨肉は調査副産物として有効利用されている。しかし、鯨肉は鮮度の良い状態で冷凍されるため、急速解凍時に肉が収縮して硬くなったり、大量のドリップが発生することが問題となっている。そこで、鯨肉の解凍中の硬直やドリップ防止を目的として、冷凍鯨肉の超高压処理について検討した。

●研究の方法

平成18年9月、北海道釧路沿岸で捕獲されたミンククジラの背側赤身肉を凍結し、 -20°C で0~400MPaの圧力処理（写真1、2）を行い、筋肉が収縮する時のエネルギーであるATP（アデノシン3リン酸）の量、タンパク質の溶解性（タンパク質変性の指標）、解凍後の筋肉応力（硬さの指標）、ドリップ量および色調を測定した。なお、解凍は 30°C 温水への90分間浸漬（急速解凍）により行った。

●研究の成果

- ①急速解凍後の筋肉応力は200MPa・20分間および400MPa・5~20分間の超高压処理により低く抑えられた。また、未処理の鯨肉では約30%の解凍ドリップが発生したのに対し、200MPa・20分間および400MPa・10、20分間の処理により約10%まで減少した（図1）。
- ②冷凍鯨肉のATP量は超高压処理によって減少しなかったが、解凍後にはいずれの鯨肉もATP量は $1\ \mu\text{mol/g}$ 以下にまで減少した（図2）。
- ③一方、塩溶性タンパク質（筋原繊維タンパク質）の溶解量は200MPa・20分間で未処理の約60%に、400MPaでは5分間で約65%、10、20分間で約35%にそれぞれ減少した（図3）。このことから、筋肉の収縮に関係するタンパク質が超高压処理によって変性することにより、急速解凍による筋肉の硬直やドリップの発生が抑制されたと考えられた。
- ④解凍後の色調は、未処理に比べて L^* （明度）、 a^* （赤色度）および b^* （黄色度）値が200MPa・20分間および400MPa・10、20分間の処理でいずれも高くなり、肉眼的には黄色みが強く、白っぽくなった（図4）。

●成果の活用

冷凍鯨肉の超高压処理は、急速解凍時の筋肉硬直やドリップの発生を抑制できることから、消費者が手軽に解凍し、美味しい食材として利用できる冷凍鯨肉の製造に活用できる可能性が示唆された。

しかし、鯨肉の色調は超高压処理により変化することから、その実用化に向けては、消費者の嗜好性に及ぼす影響や市場性などについても調査する必要がある。

《上記の説明資料》



写真1 超高压処理装置



写真2 処理装置の試料投入口

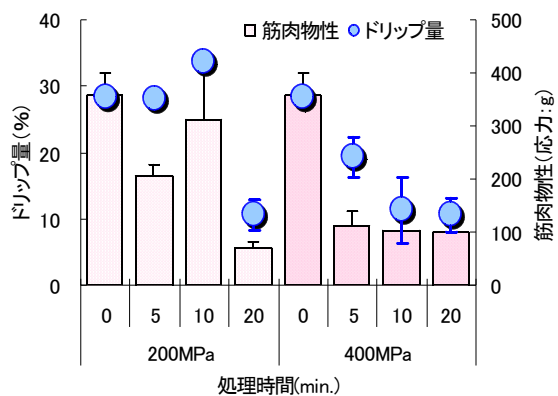


図1 鯨肉解凍時の筋肉物性(硬直度合)とドリップ量

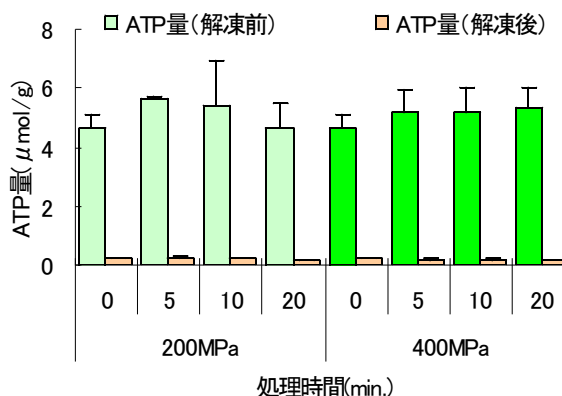


図2 鯨肉の解凍前後でのATP量

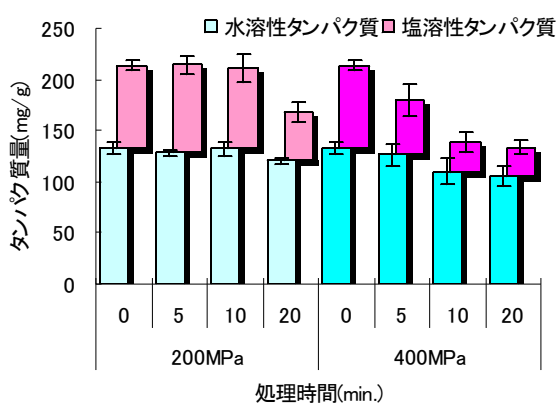


図3 超高压処理によるタンパク質溶解性の変化

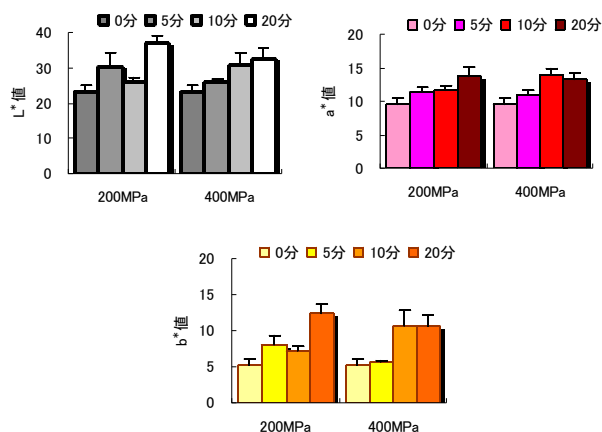


図4 圧力及び処理時間別解凍鯨肉の色調

ババガレイの鮮度保持技術

釧路水産試験場 加工部

●研究の目的

釧路地域でのババガレイの漁獲量は1970年代に激減したが、近年、200～500 tまで回復した。この地区の3つの漁業協同組合では「釧路産なめたがれい」のブランド定着と高鮮度食材化による消費拡大に取り組んでいる。

そこで、ババガレイの販路並びに需要拡大を支援するため、客観的な指標を用いて鮮度保持条件を検討した。

●研究の方法

釧路港に水揚げされるババガレイについて、漁獲時の施氷の有無、水揚げ後の貯蔵温度や活メ方法の違いによる鮮度を調査した。なお、鮮度指標K値は次式によって算出した。

$$K \text{ 値}(\%) = 100 \times (HxR + Hx) / (ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx)$$

- ①漁獲時に船上で施氷冷却したババガレイと、現行の無施氷で水揚げしたものについて、水揚げ時の鮮度を比較後、0℃、5℃および10℃で保管し、貯蔵中の鮮度変化を調査した。
- ②活魚について、海水水中での脱血処理の有無による活メ後の氷冷貯蔵中の鮮度変化を比較した。
- ③鮮度が旨味に及ぼす影響を把握するため、魚肉の旨味成分の一つであるイノシン酸量とK値の関係を調査した。

●研究の成果

- ①水揚げ時の鮮度については、船上からの氷冷の有無による明確な差はみられなかったが、水揚げ後の保管温度により、その後の鮮度変化には大きな違いがみられた(図1、2)。釧路地域でのババガレイの漁獲期は12～1月の寒冷期で、外気の冷却効果が期待できることから、鮮度保持には、船上での施氷よりも水揚げ後の温度管理の方が重要であることが明らかとなった。
- ②活メ魚は、脱血処理の有無に関らず、貯蔵3日目まで10%以下のK値であったが、貯蔵2～3日目のK値は、脱血処理した方が低く推移した(図3)。また、肉色についても脱血処理したフィレーの方が白く、透明感があり(写真)、高鮮度食材として優れた品質であった。
- ③筋肉中のイノシン酸量は、K値が約10%まで増加するが、それ以降はK値の上昇に伴って減少することから、ババガレイの美味しさは鮮度に影響されることが示唆された(図4)。

●成果の活用

釧路地域での漁業協同組合において、ババガレイの生鮮出荷方法として活用されている。また、「生鮮水産物鮮度保持マニュアル」(北海道水産林務部H19年3月発行)に掲載され、広く道内の漁協などに配布されていることから、今後、さらに成果の普及が期待される。

《上記の説明資料》

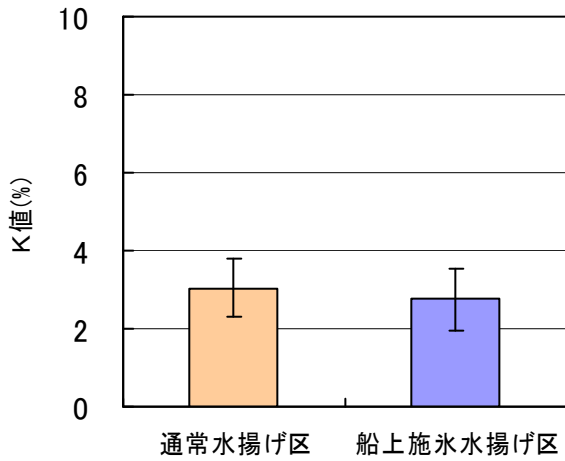


図1 水揚げ時の鮮度(K値)に及ぼす船上施氷の効果

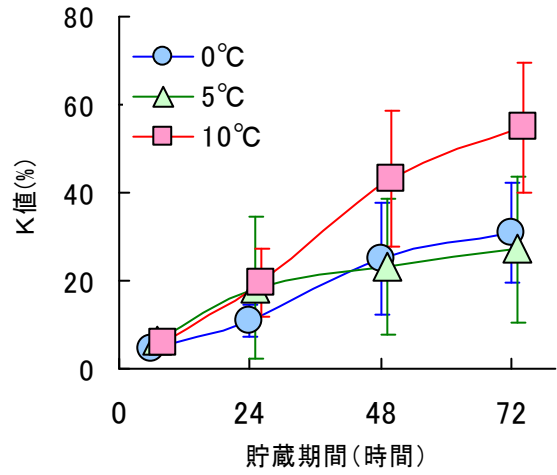


図2 水揚げ後の鮮度(K値)に及ぼす貯蔵温度の影響

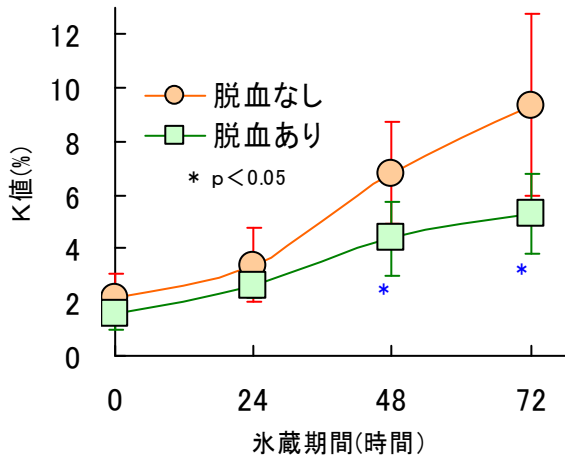


図3 鮮度(K値)に及ぼす活メ方法の効果

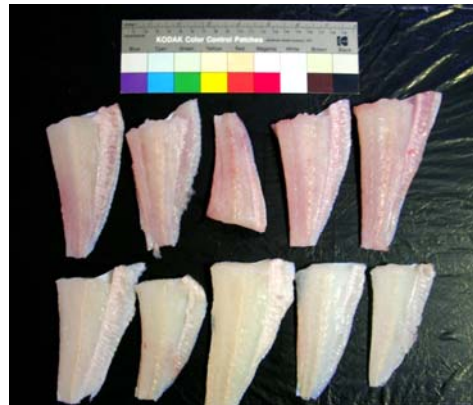


写真 活メ方法とフィレーの色調 (上段: 脱血なし, 下段: 脱血あり)

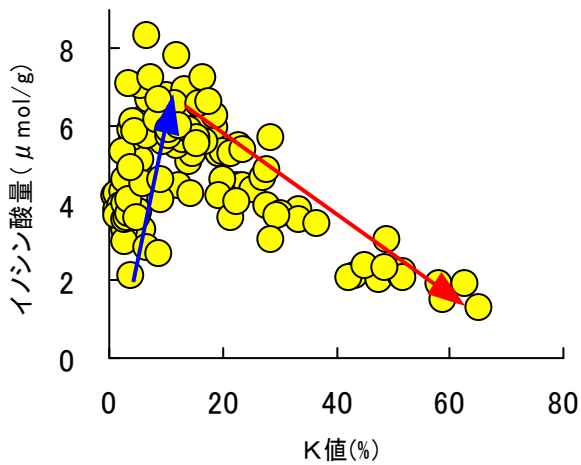


図4 ババガレイの鮮度(K値)とうま味成分の関係

未利用海藻に含まれる機能性成分の鶏卵・鶏肉 への移行について

釧路水産試験場 利用部

●研究の目的

未利用海藻であるアイヌワカメは、抗アレルギー成分を含む ω 3系脂肪酸、高コレステロール障害を抑制するフコステロール、抗肥満効果が期待されるフコキサンチンなど、脂溶性の機能性成分を含有していることが知られている。

本試験では、アイヌワカメを採卵鶏や肉用鶏に飼料として与えることにより、鶏卵および鶏肉へのこれら機能性成分の移行について検討した。

●研究の方法

- ①アイヌワカメの未処理乾燥粉末を市販飼料に添加して、肉用鶏および採卵鶏に一定期間給餌し、飼養試験を行った。
- ②熱水に浸漬し、水溶性成分を除去（熱水処理）して脂溶性成分を濃縮したアイヌワカメの乾燥粉末を市販飼料に添加して、採卵鶏に一定期間給餌し、飼養試験を行った。
- ③アイヌワカメの脂溶性抽出物を市販飼料に添加して、採卵鶏に一定期間給餌し、飼養試験を行った（表）。
- ④①～③の飼養試験で得られた鶏卵・鶏肉について脂肪酸、フコステロールおよびフコキサンチンの分析を行い、これら脂溶性成分の鶏卵・鶏肉への移行・濃縮について検討した。

●研究の成果

- ①アイヌワカメの脂溶性抽出物を給餌した採卵鶏の卵黄は、肉眼でオレンジ色に着色した個体が認められ、他の試験区に比べ a^* 値（赤色度）が高かった（図1、2）。
- ②アイヌワカメの脂溶性抽出物を給餌した採卵鶏の卵黄では、他の試験区に比べ ω 3系脂肪酸の一つであるドコサヘキサエン酸（DHA）量が高く、フコステロールおよびフコキサンチンの代謝物と考えられるフコキサンチノールが検出された（図3～5）。
- ③アイヌワカメの未処理乾燥粉末を給餌した肉用鶏から得られたもも肉（皮なし）ならびに採卵鶏から得られた卵黄では、 ω 3系脂肪酸の増加、フコステロールおよびフコキサンチンの蓄積は認められなかった。
- ④熱水処理して脂溶性成分を濃縮したアイヌワカメの乾燥粉末を給餌した採卵鶏から得られた卵黄では、 ω 3系脂肪酸の増加、フコステロールおよびフコキサンチンの蓄積は認められなかった。

●成果の活用

水産業においては未利用海藻の有効利用として、養鶏業においては新製品開発のための基礎データとして活用を図る。

表 採卵鶏飼養試験における海藻脂溶性抽出物等の添加量

区分	海藻脂溶性抽出物*	ビタミンE*	試験鶏数
対照区	—	—	5
試験区1	—	0.001%	5
試験区2	1%	0.001%	5

* 対照区で給餌した市販飼料に対する添加割合



図1 各試験区の卵黄

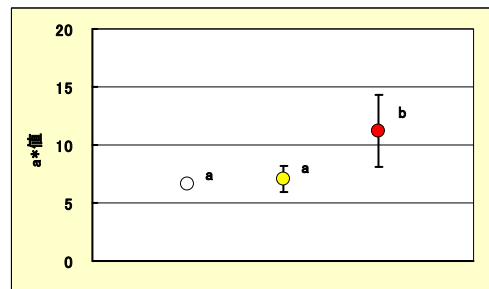


図2 各試験区の卵黄（凍結乾燥粉末）の a*値

注) 対照区: ○ 試験区1: ● 試験区2: ●
アルファベット違いは危険率5%で有意差有り

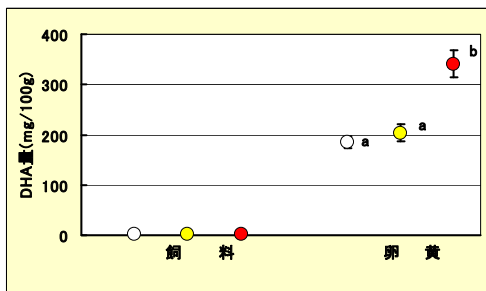


図3 各試験区の飼料および卵黄のDHA量

注) 対照区: ○ 試験区1: ● 試験区2: ●
アルファベット違いは危険率5%で有意差有り

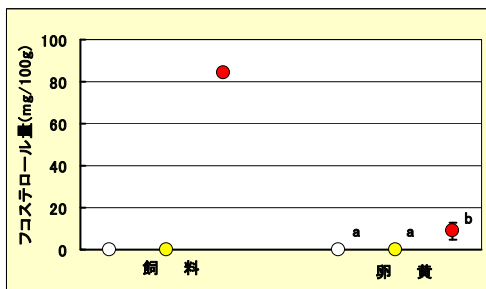


図4 各試験区の飼料および卵黄のフコステロール量 DHA量

注) 対照区: ○ 試験区1: ● 試験区2: ●
アルファベット違いは危険率5%で有意差有り

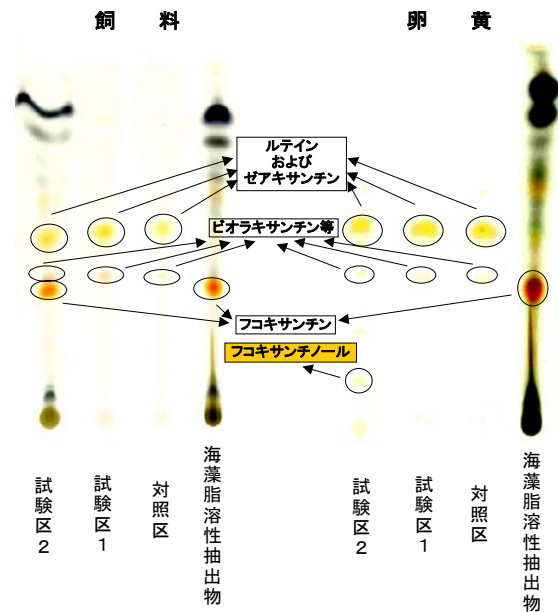


図5 各試験区の飼料および卵黄のカロテノイド系色素の薄層クロマトグラフ

ホタテ活貝柱の高鮮度保持技術の開発

網走水産試験場 加工利用部

●研究の目的

ホタテガイの生鮮貝柱は食感が良好で、市場からの評価も高いが、流通過程において硬化（死後硬直により筋肉が収縮し、黒ずむ現象）が発生し、商品価値が著しく低下するなどの問題がある。本研究では、組織状態（貝柱）での生存を可能にする新たな発想によって、ホタテ貝柱の硬化や腐敗を防止し、品質保持期限を長期化できる品質保持技術の開発を目指す。

●研究の方法

① 生鮮貝柱の浸漬水パックによる品質保持

浸漬水の種類（3.5%食塩水、ろ過海水、高溶存酸素ろ過海水（以下高酸素海水））と貝柱の硬化発生率、貝柱のエネルギー成分の消長について検討した。

② 活貝の蓄養による硬化防止

水揚げ後の蓄養条件（温度、時間等）と貝柱の硬化発生率、貝柱のエネルギー成分の消長について検討した。

●研究の成果

① 生鮮貝柱の浸漬水パックによる品質保持

- ・ 生鮮ホタテガイの貝柱を浸漬水パックで保存する際、ろ過海水を用いることにより硬化の発生を遅延することができた。また、高酸素海水は、品質の安定化（ロット間のバラツキ防止）や硬化の遅延に、より効果的であった。（図1）
- ・ 高酸素海水で浸漬した貝柱は、保存中のエネルギー充足率の低下を遅延させた（図2）。また解糖系代謝最終生成物であるオクトピンの蓄積も少なかったことから、好氣的代謝が行われていることが推測された。
- ・ 高酸素海水の大量かつ短時間調製には、マイクロバブル水製造装置が実用的であった。

② 活貝の蓄養による硬化防止

- ・ 水揚げ後の活貝の適正な蓄養は、ホタテガイの活力（ホスファージェンとしてのアルギニンリン酸）を回復させ、生鮮貝柱保存中の硬化防止に高い効果が認められた。（図3、4）
- ・ 活貝の蓄養条件としては、低温で、かつエアレーションにより十分に酸素を供給することが望ましく、漁獲後数時間空中乾出されたホタテガイであっても、一晩の蓄養によりホスファージェンは十分に回復していた。

③ まとめ

- ・ 水揚げ後のホタテガイを、エアレーションなどにより十分な酸素を供給した状態で、5℃程度の海水で一晩蓄養する。
- ・ 次に生鮮貝柱を取り出し、高酸素海水浸漬パックとした後、0℃で保存することにより、貝柱状態で5日程度の品質保持が可能となった。

●成果の活用

刺身商材としてのホタテガイは、現在、殻付き原貝、冷凍貝柱が主体であるが、この活貝柱流通技術が定着することにより、低コスト流通と高品質化の両立が可能となる。今後、漁業者および加工業者と連携し、技術の普及に努める。

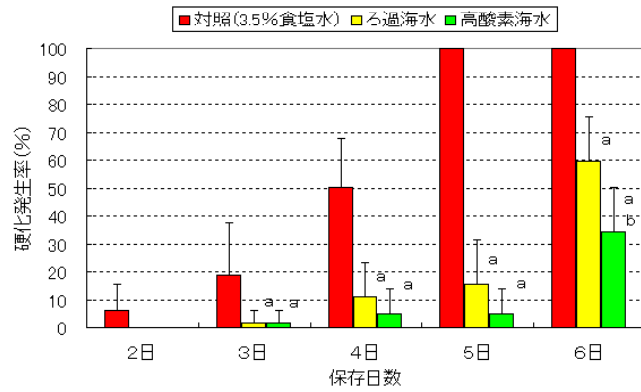


図1 貝柱の浸漬水パック保存における浸漬水の種類と貝柱の硬化発生率
 ウイルコクソン順位と検定
 a: 対照に対して有意差あり(n=8, p<0.01)
 b: ろ過海水に対して有意差あり(n=8, p<0.05)

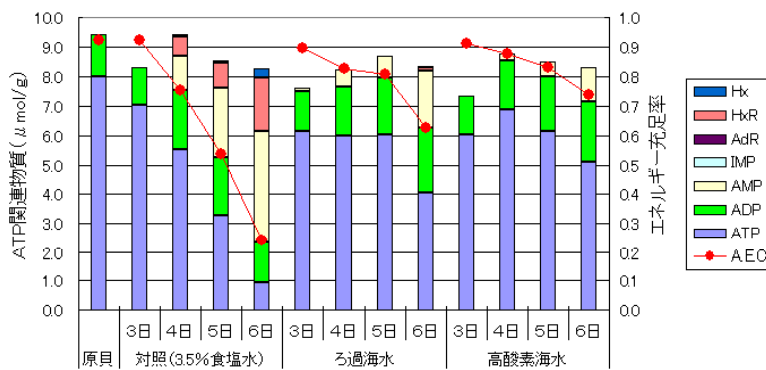


図2 貝柱の浸漬水パック保存における浸漬水の種類と貝柱のエネルギー充足率
 AEC:エネルギー充足率

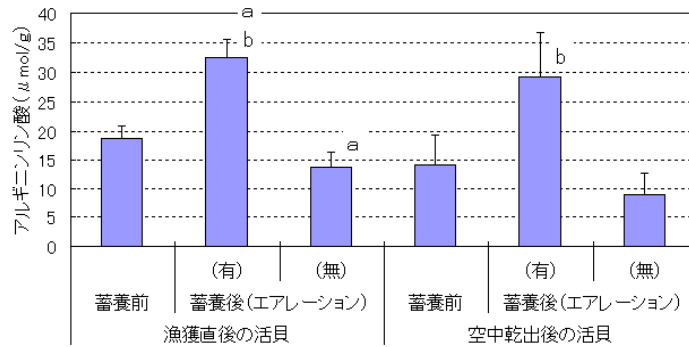


図3 活貝の蓄養条件と、蓄養前後における貝柱のアルギニン酸量
 ウイルコクソン順位と検定
 a 蓄養前に対して有意差有(p<0.05, n=4)
 b エアレーション無に対して有意差有(p<0.05, n=4)

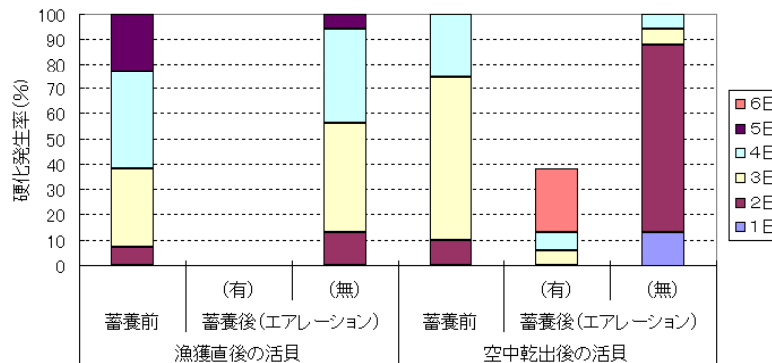


図4 活貝の蓄養条件と、生鮮貝柱保存中の硬化発生率の推移

ホタテガイ稚貝へのコノハクラゲの共生とその影響

函館水産試験場 調査研究部

研究の目的

噴火湾ホタテガイ養殖において、平成15年に稚貝の大量へい死が起きた。この時のへい死要因調査で、ヒドロ虫のコノハクラゲが稚貝に大量に共生している事が発見された。コノハクラゲの共生と大量へい死との関係を明らかにするために、コノハクラゲの生態調査と稚貝への直接的影響調査を実施した。

研究の方法

- 1 コノハクラゲ生態調査
感染経路：ホタテガイ（成貝・稚貝）、ムラサキガイ（岸壁・ホタテ貝殻上）へのコノハクラゲの共生状況を調査し、感染経路を考察した。
共生状況年変動：噴火湾内15～16地点において稚貝のコノハクラゲ共生状況を調査した（平成15～19年の10～11月）。
共生状況季節変動：静狩地点において稚貝のコノハクラゲ共生率と稚貝1個体当たりのコノハクラゲのポリプ数を追跡調査した（平成18年8月～19年3月、静狩地点）。
- 2 コノハクラゲ共生の稚貝への直接的影響
殻長成長への影響：共生個体・非共生個体について殻長を追跡し、コノハクラゲ共生の殻長成長への影響を調査した（平成15年11月～平成16年3月、八雲地点）。
栄養蓄積状況への影響：共生個体・非共生個体について中腸腺に含まれる中性脂肪（トリグリセライド）の濃度を測定し、コノハクラゲ共生の中性脂肪蓄積状況への影響を調査した（平成16年11月、八雲地点）。

研究の成果

- 1 コノハクラゲ生態調査
感染経路：コノハクラゲはホタテガイ成貝（耳つり貝）にはほとんど共生しない。また、耳つりホタテガイの殻上に生息しているムラサキガイには共生していない。これらのことから、コノハクラゲは岸壁が清掃されていない養殖施設上のムラサキガイからホタテガイ稚貝へ感染すると考えられる（図1）。
共生状況年変動：ホタテガイ稚貝への共生状況の年変動は大きい。過去5年のうち大量共生は平成15、18年、小規模共生は平成16、17、19年であった（図2）。
共生状況季節変動：共生の拡大は非常に早く、ポリプの増殖速度も非常に速い。一方、水温の低下後の共生率の低下とポリプの脱落も非常に早い（図3、4）。
- 2 コノハクラゲ共生の稚貝への影響
殻長成長への影響：共生は稚貝の殻長成長を43%程度阻害した（図5）。
栄養蓄積状況への影響：共生は稚貝の中腸腺の中性脂肪の蓄積を24～47%低下させた（図6）。

成果の活用

平成18年の大量共生時には稚貝のへい死は起きなかった。したがって、コノハクラゲの共生は稚貝の直接的へい死要因ではない。ただし、成長には影響しており、コノハクラゲの共生は稚貝にとって大きなストレスではある。感染源が岸壁または清掃されていない養殖施設に生息するムラサキガイなので、施設の清掃等を徹底することにより、コノハクラゲの感染を低減できると考えられる。

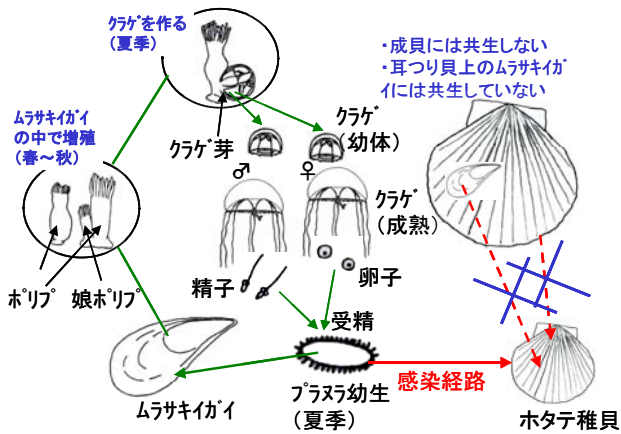


図1. コノハクラゲの生活史とホタテガイ稚貝への感染経路

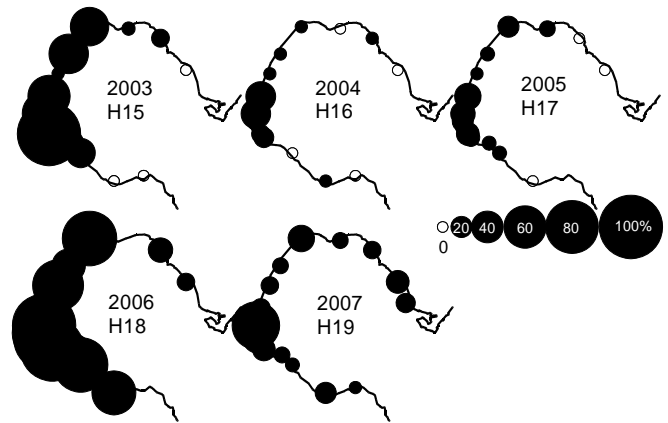


図2. 噴火湾におけるコノハクラゲのホタテガイ稚貝への共生状況の年変動

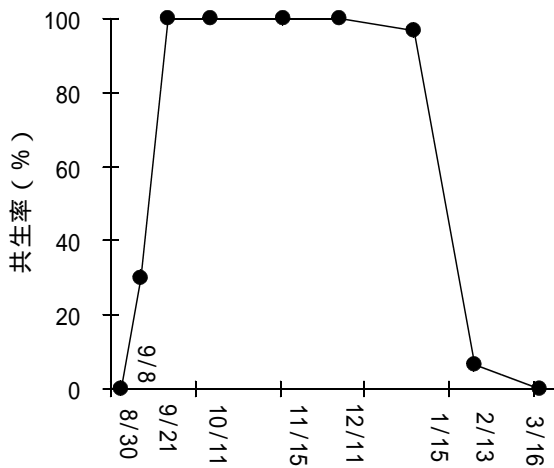


図3. コノハクラゲのホタテガイ稚貝への共生率の季節変化 (平成18~19年、静岡)

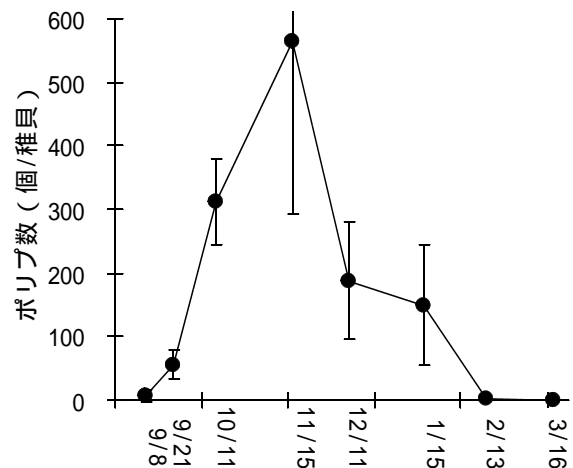


図4. ホタテガイ稚貝1個体当たりのコノハクラゲ・ポリプ数の季節変化 (平成18~19年、静岡)

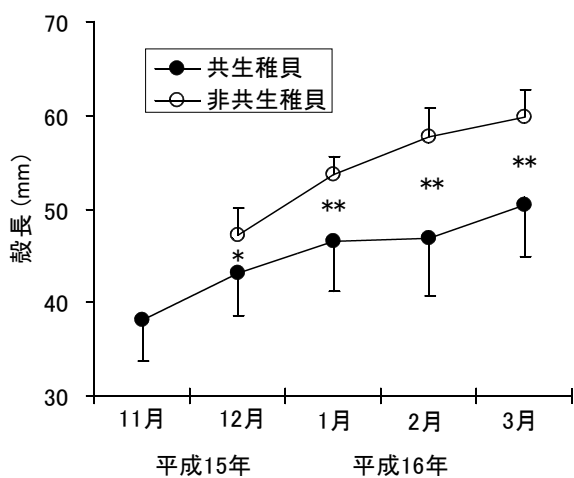


図5. コノハクラゲ共生のホタテガイ稚貝の殻長成長への影響 (八雲地点)

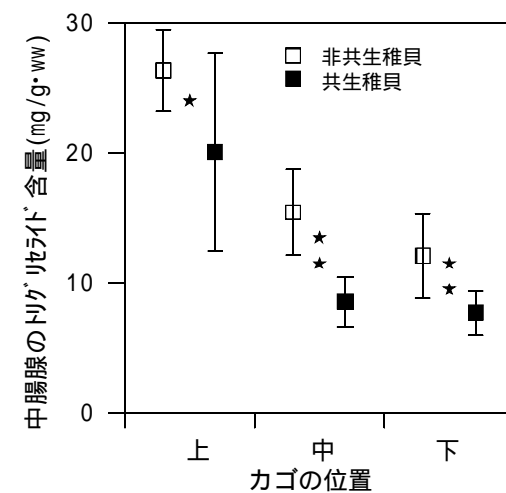


図6. コノハクラゲ共生のホタテガイ稚貝の中腸腺トリグリセライド含量への影響

イトウの保護を通じた河川生態系の保全

水産孵化場 さけます資源部

●研究の目的

サケ科の希少淡水魚であるイトウは「幻の魚」と呼ばれるほど近年その数が減少しており、早急に保護が必要とされている。一方、イトウは大きくなるともっぱら小魚を餌とし、北海道では河川生態系の頂点に君臨する魚として、その減少は河川環境の悪化とつながっており、河川環境を評価するバロメーターとなっている。本研究では、イトウの保護策を作成することを通じて北海道の生物多様性に寄与するとともに、イトウも住める良好な河川環境の保護復元のための指針の提供を行うことを目的にしている。

●研究の方法

- 1) イトウの生息が想定される全道の河川を対象に、イトウの産卵床の有無とその数を調べ、各河川のイトウの資源状況を評価した。
- 2) 全道 10 水系 11 河川のイトウのミトコンドリア DNA の一部（チトクロム b 領域）の塩基配列を調査し、遺伝的多様性とその分布状況を調べた。
- 3) 各河川の資源状況とその河川環境との関連を調査した。
- 4) 資源状況、生態的特徴、遺伝的多様性、生態系保全、社会的状況等を考慮したイトウの保護指針を作成した。

●研究の成果

- 1) 1,970 年代前半に 40 以上の河川でイトウの生息が確認されていたが、本調査で産卵床が確認されたのは 15 河川で、そのうち産卵床の数から比較的大きな集団と評価されたのは 6 河川のみであった。特に道東域での減少が大きく、25 河川中イトウの生息が確認されたのは 5 河川であった。現在のイトウの分布の中心は道北の河川である。（図 1）
- 2) ミトコンドリア DNA の解析から北海道のイトウはその分布状況を反映して、日本海集団、道東集団及び道北オホーツク海集団の 3 集団に大きく分かれ、相互に遺伝的交流がほとんど無いことが解った。イトウには母川回帰性があることが解っており、地域集団の存在はそのことを反映しているものと思われる。（図 2）
- 3) 各河川のイトウ資源実態と河川周辺の土地利用との間に強い関係が見られ、イトウの減少消失には河川周辺域の耕地化や草地化などによる河川環境の改変、特に支流や上流の産卵環境の悪化・消失が強く影響していると考えられた。
- 4) 地域集団の遺伝的独立性を考慮すると、当面イトウの保護は各河川ごとに進める必要があると考え、生息河川の資源状況に応じた生態系保全を中心とする保護施策の指針を提案した。（表 1）

●成果の活用

- 1) イトウの分布・再生産情報として、河川管理者や流域の土地管理者など河川環境に係る分野に基礎資料を提供し、生物の棲息環境に配慮した河川管理に生かされている。
- 2) 今後のイトウ保護の方向性として保護策策定の基礎になっている。
- 3) イトウに留まらず、溯河性魚類の保全策を考える上での基本策とすることができる。
- 4) 生物多様性とイトウも住める豊かな自然河川の啓蒙に広く役立てている。

汽水湖沼におけるシジミへの鉄錆付着機構の解明

水産孵化場 内水面資源部

●研究の目的

近年ヤマトシジミの産地で、鉄錆の付着した貝（以下錆シジミ）が発生し（図1）、外観から商品価値が低下することが問題視されている。錆シジミは、河川内、湖沼内でも発生するが、湖沼によっては、発生する年としない年のあることが、漁業者の経験から知られている。錆シジミは、水中に溶出した二価鉄が何らかの要因で酸化されることにより発生すると考えられているが、発生の有無や具体的な錆の付着機構などは不明なため、対策を取ることが出来ない状況にある。また、今後も発生域の拡大が危惧されており、早急な対策が必要となっている。本研究は、汽水域湖沼内での鉄錆のシジミへの付着原因の解明とそれを未然に防止しうる方策を検討するために行った研究である。

●研究の方法

- ① 調査場所の選定：シジミ漁着業者からの聞き取りにより錆シジミが採集される場所（錆有地点＝湖口部）と錆シジミが採集されない場所（錆無地点＝湖奥部）を調査定点として選定した。
- ② 水質・底質調査：上記で選定した2地点の底質、水質について定期的に分析して2地点の特徴を把握し、錆の付着との関連性を調べた。
- ③ 連続記録計による観測調査：上記2定点に水質連続記録計を設置し、湖沼環境を連続的に観測した。

●研究の成果

湖口の錆有地点と湖奥の錆無地点では、次のような環境の違いが見られた。

湖口の錆有地点では酸素に富み塩分を含んだ河川水が入り込む。また、底泥にはクロロフィル a、フェオフィチン量（図3）も多いことから、付着藻類や沈降した植物プランクトンによる酸素供給も考えられ、低酸素になりにくい環境にある（図2）。このため、底泥からの硫化水素の発生も少ないと推測された。

一方、湖奥部の錆無地点では、酸素の富んだ流入してきた塩水も、湖口から離れているために、この間湖底の有機物の分解によって塩水中の酸素が消費され（図2）、低層水に酸素を供給することが少ない。また、粒度組成が変化しやすいことは（図4）、底泥の攪拌が起き、酸素を供給する付着藻類も生息しにくい環境にあると推測できる。酸素不足が進行すると硫化水素が発生しやすい還元的な底質となるため、おもに底泥から生じた二価鉄は、硫化水素と結びついて硫化鉄（黒色）に変化する。このことから、茶褐色の鉄錆（水酸化第二鉄）として貝殻に付着したようには見えにくいと考えられた（図5、6）。

したがって、錆有地点では溶存酸素が不足しにくいことから、底泥から溶出して増加した二価鉄が、酸素や鉄細菌（好氣的環境で存在する）により酸化され、鉄錆としてシジミの貝殻に付着し、錆貝と認識されるものと考えられた。

●研究の活用

沼内の水質、底泥環境の把握が出来たことで、河川改修、底質改善などの環境修復対策を行うための基礎資料として活用できる。



図1 錆のついたシジミ貝

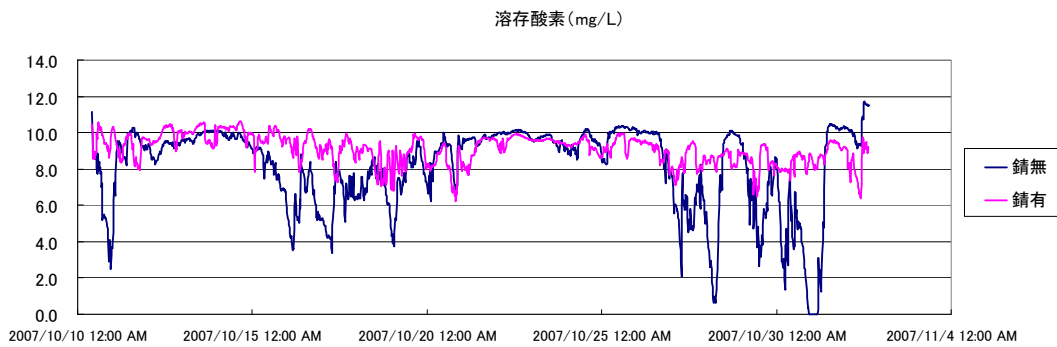


図2 錆無、錆有地点での底泥直上の溶存酸素

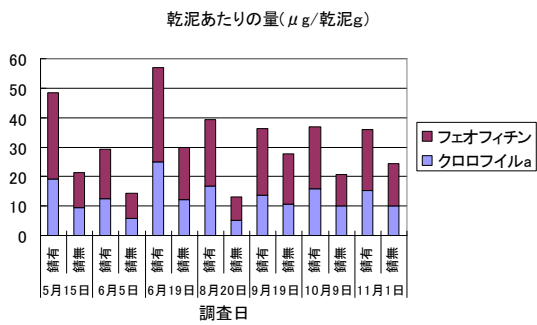


図3 底泥のクロロフィル a、
フェオフィチン量

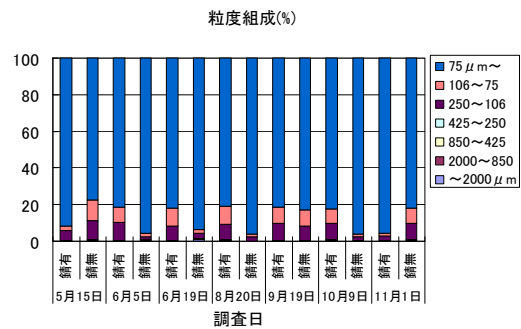


図4 底泥の粒度組成

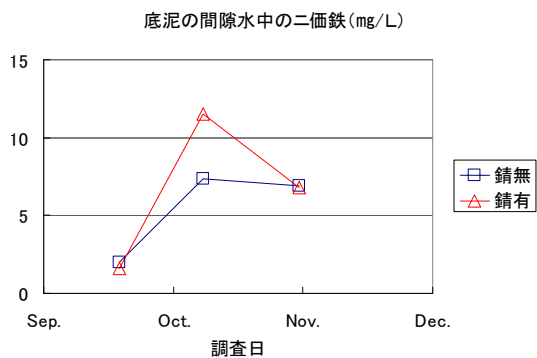


図5 間隙水中の二価鉄濃度

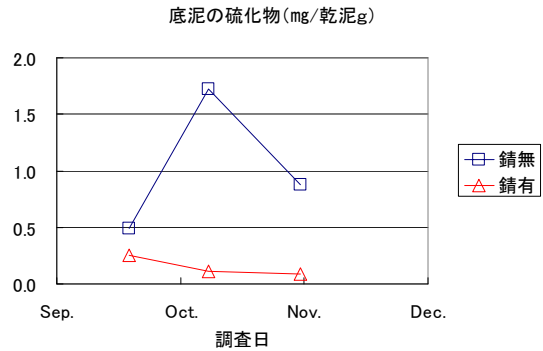


図6 底泥中の硫化物量

ブラックバスを北海道が一掃宣言

水産孵化場 内水面資源部

● 研究の目的

ブラックバス(オオクチバス・コクチバス)は全国の様々な河川湖沼に進入し、内水面漁業に悪影響を与えている。このため平成17年6月に施行された特定外来生物法(略称)の特定外来生物に指定され、その効果的な抑制手法の技術開発が漁業者から求められている。

平成13年7月に森町の大沼湖沼群の円沼(0.05km²)で初めてコクチバス1尾が確認されて以来、生息の拡大が懸念されたブラックバスの生息調査の効率化を図ること、調査に伴う在来魚混獲等の悪影響を防ぐこと、さらに何よりも違法放流の抑止手段として、平成16年に全国に先駆けて「電気ショッカーボート」の導入を図った。これまで北海道におけるブラックバス対策の経緯と成果について、全国に普及させることを目的とした。

● 研究の方法

- 1) 北海道においてオオクチバスの越冬とその後の産卵が可能かどうかを明らかにするため、水産孵化場内のコンクリート屋外池(4×10m)に本州から成魚を活魚輸送して飼育実験を行なった。
- 2) 余市町の余市ダム湖(0.08Km²)でオオクチバスの生息調査を行い、合計223尾の稚魚を捕獲した。湖内に残留したと考えられるオオクチバス稚魚については、翌春以降、ダム湖内で潜水目視観察および漁具を用いて越冬後の生残状況を調査した。
- 3) 余市ダム湖と南幌町の親水公園沼(0.079km²)におけるオオクチバスの生活履歴を解明するため、オオクチバスと餌生物の炭素および窒素の安定同位体比の分析を行った。
- 4) 電気ショッカーボートを用いてオオクチバスの捕獲を行い、その採捕効率について検討した。

● 研究の成果

- 1) 飼育実験による越冬期間中の死亡個体は、1月の1尾であった。6月下旬の越冬終了まで22尾(全長244-413mm、体重221-1206g)が生き残り、オオクチバスは高生残率(88%)を示した。行動観察では、7月上旬に、人工産卵床(図1)の真上で産卵行動が観察され、7月下旬には産出卵を確認した。
- 2) 余市ダム湖内で越冬後のオオクチバス稚魚の生残は確認できなかった。これは、越冬前のオオクチバス稚魚の肥満度が10月上旬に比べて10月下旬が有意に低下(図2)したため、体サイズ依存の死亡で越冬に失敗したとみなした。
- 3) 余市ダム湖のオオクチバス稚魚は違法放流されたものと推定した。一方、南幌親水公園沼のオオクチバスは、比較的長期間この水域に生息していた個体と、別な時期に放流された個体が混在すると推定した。さらに、平成16年6月に捕獲した個体は新たに違法放流されたものと考えられた。
- 4) 電気ショッカーボートによる捕獲結果(表1)は、平成16年に63尾、平成17年は8尾を捕獲したが、平成18年の捕獲数は0尾となった。平成19年5月、この日を含め4回連続で捕獲されなかったため駆除は完了したと判断、この時点で北海道内のブラックバスの駆除はすべて終了したと宣言した。

● 成果の活用

- 1) 最近では、本産卵床が契機となって、ブラックバス繁殖防止用の人工産卵床の開発が行なわれている。
- 2) 寒冷地北海道における冬季の低水温は、違法放流後のバス稚魚の定着阻止に有効と考えられている。
- 3) ブラックバスの分布拡散要因が安定同位体比分析(科学的解明手段)を用いることによって、違法放流が原因であるとした。
- 4) 皇居外苑(濠)を管理する環境省は、新たに電気ショッカーボートを導入して、ブラックバスの在来生態系への影響評価と対策のため、駆除および調査を行っている。

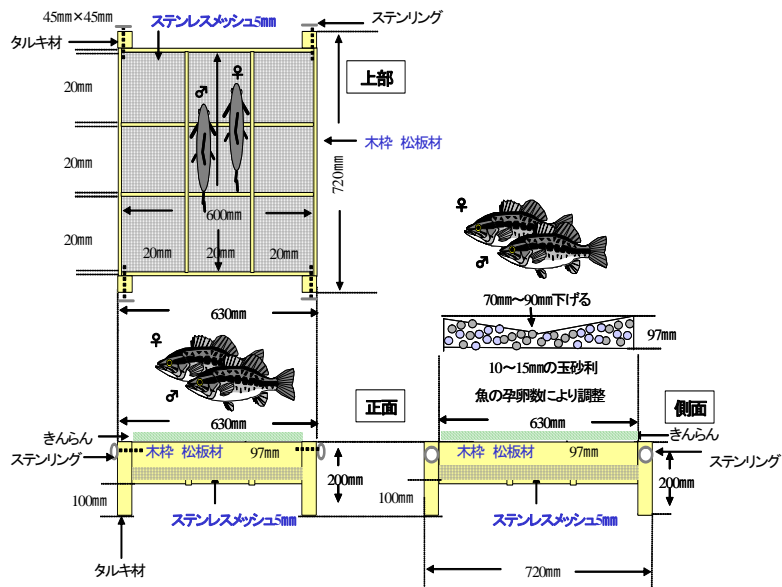


図1 オオクチバス試験用人工産卵床

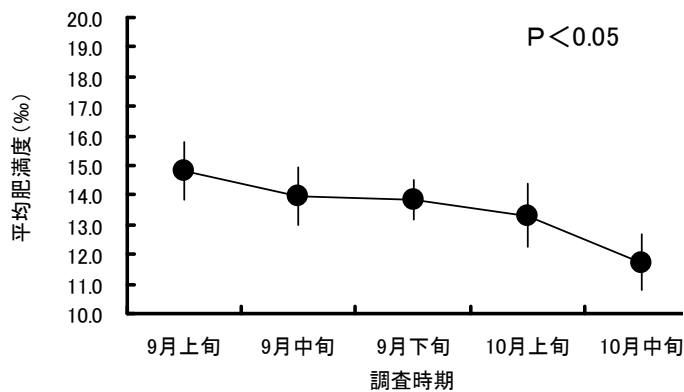


図2 オオクチバス稚魚の肥満度の変化

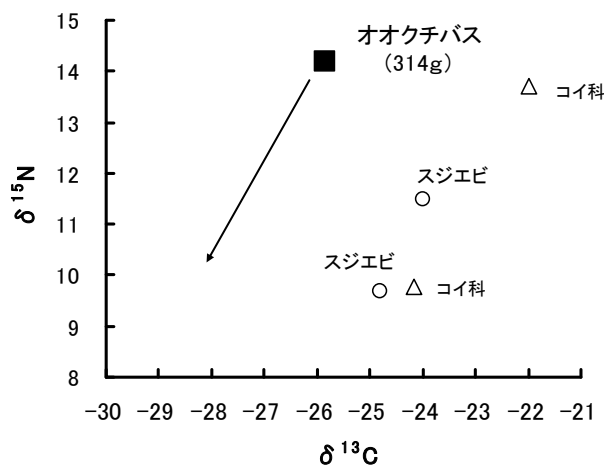


図3 オオクチバスの安定同位体比

表1 電気ショッカーボート調査によるオオクチバスの捕獲数

調査月日	開始時刻	終了時刻	休止時間	調査時間	捕獲尾数	平均捕獲時間/尾	水温 (°C)	電気電導度 (mS/m)
H16.7.12	-	-	-	予備調査	3	-	17.7	64.4
H16.7.13	9:50	16:10	1:10	5:10	7	0:44	19.4	32.3
H16.8.2	10:20	15:35	1:20	3:55	18	0:13	25.9	35.8
H16.9.9	10:15	14:50	1:05	3:30	6	0:35	21.9	121.4
H16.9.21	10:00	15:25	2:00	3:25	9	0:22	18.3	122.1
H16.10.4	10:00	15:00	1:30	3:30	6	0:35	15.4	136.6
H16.10.18	9:50	15:00	1:45	3:25	11	0:18	12.1	145.2
H16.10.25	9:45	11:45	0:00	2:00	3	0:40	10.0	157.5
平成16年 合計(平均)				24時間 55分	63	0:29	17.6	101.9
H17.4.25	10:00	13:45	1:30	2:15	1	2:15	9.9	-
H17.5.27	10:30	14:10	1:00	2:40	1	2:40	13.0	54.6
H17.6.30	9:50	14:30	1:30	3:10	0	0:00	22.8	47.6
H17.8.8	9:50	14:20	1:30	3:00	0	0:00	25.9	42.6
H17.9.30	9:50	14:40	1:10	3:40	4	0:55	18.1	68.9
H17.10.12	9:50	14:00	1:15	2:55	2	1:27	15.0	57.6
H17.10.14	10:05	10:50	0:00	0:45	0	0:00	15.3	57.0
平成17年 合計(平均)				18時間 25分	8	0:50	17.1	54.7
H18.6.23	10:00	14:20	1:40	2:40	0	0:00	17.2	45.4
H18.9.15	9:10	14:30	1:30	3:50	0	0:00	23.8	50.5
H18.10.2	10:15	14:10	0:55	3:00	0	0:00	18.3	96.2
平成18年 合計(平均)				9時間 30分	0	0:00	19.8	64.0