オホーツク海のホタテガイに被害を与えた2004年1月の大時化

蔵田　護・櫻井　泉

キーワード：ホタテガイ、被害、時化、オホーツク海

はじめに

北見、網走地方では2004年１月13～16日に記録的な大雪が襲い、交通・流通網が数日間に渡って遮断され、地域住民に大きな影響を与えました。また、オホーツク海の北海道沿岸に流氷がまだ接岸していなかった時期であったために、海は14～16日にかけて大時化となり、ホタテガイ資源にも大きな被害が及んだことをテレビのニュースや新聞記事等でご存じの方も多いと思います。反面、2004年は、加工場の抱えていた在庫量が減少していたことと時化によるオホーツク海の減産予想が相乗効果となって2003年に大暴落したホタテガイの市場価格が大きく回復した年でした。

ここでは、ホタテガイ資源に大きな被害をもたらした気象と大時化の状況に加え、貝を移動させた波の大きさについて検討した結果を紹介します。

被害の発見

オホーツク海では、流氷が分布する１～３月の間には漁船が陸に揚げられていますので、網走でホタテガイの被害が発見されたのは流氷が明けた３月15日でした。網走漁業協同組合が操業海区である水深36～83mのＥ－１海区（図１）を桁曳きによって試験曳きしたところ、水深47m以浅では貝がほとんど入網せず、前年秋の資源量調査時に分布を確認していたホタテガイが移動、消失していることが分かりました。この海区での放流４年貝の生産計画は21,000トンでしたが、この内3,500トンが消失したと見積もられています。

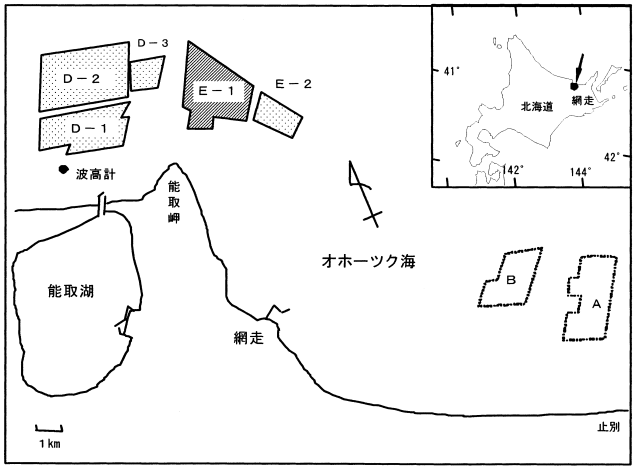


図１　網走のホタテガイ漁場

気象の状況

実は、過去にも同様の被害がオホーツク海沿岸で起こっており、1988年10月29日に低気圧によって紋別では平均風速12m/秒の北東から北西の風が吹き、翌30日には有義波高（用語説明は文末）６m以上の波が一日続き、波の周期は12秒、海底面上の流速は1～2m/秒に達し、水深20～50mのホタテガイ資源の30%が消失し、残ったホタテガイも斃死あるいはダメージが残ったことをMiyake他（1995）が報告しています。

大時化時の気象条件を把握するために、2004年１月13～17日までの網走、および1988年10月28～11月１日までの紋別における気圧と風速データを気象庁のホームページから得て、両者を比較しました（図２）。2004年１月14日には北海道東方沖で発達し停滞した低気圧によって網走では気圧が８時に983hpaまで低下し、14日２時以降風速10m/秒以上の北あるいは北西の風が吹き、８時には

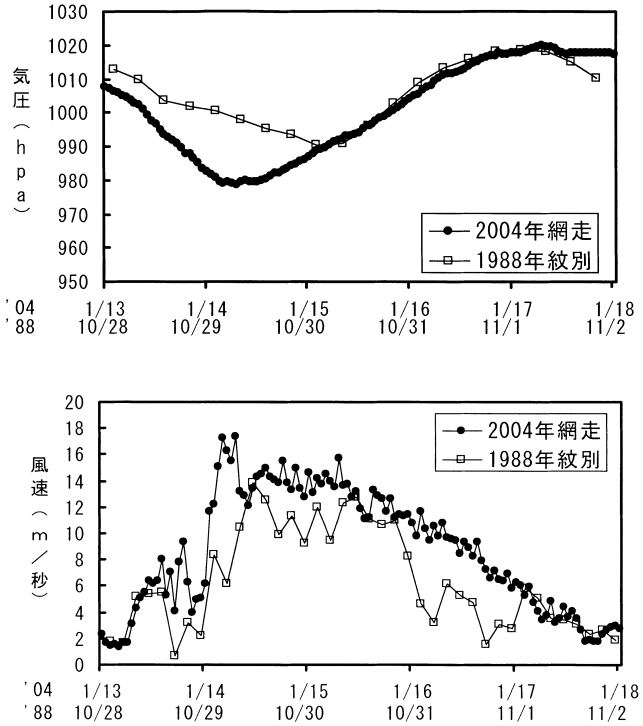


図２　気圧と風速の変化
（2004年網走と1988年紋別）

気象庁観測データによる

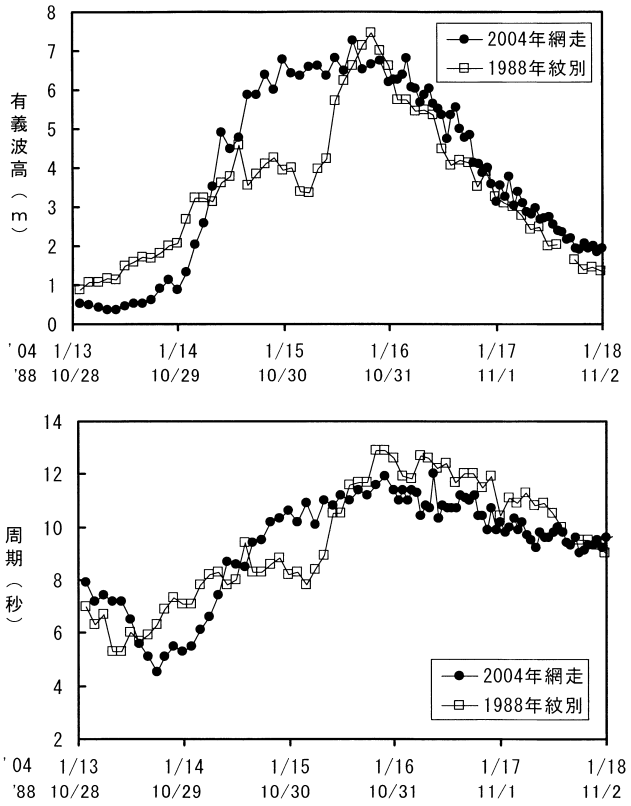


図３　有義波の波高と周期（網走と紋別）

北海道開発局網走開発建設部網走港湾事務所提供資料による

最大風速17.4m/秒を記録し、10m/秒以上の風速が16日８時まで継続しました。1988年の紋別と比べて、2004年の方が気圧も低く、強い風が長時間吹きました。

波浪の状況

北海道開発局網走開発建設部網走港湾事務所によって２時間間隔で観測された2004年の能取岬沖水深30m、距岸3.5kmの1/3有義波の波高と周期を1988年の紋別（Miyake他1995）と比較し図３に示しました。波高は、１月14日２時以降に急激に増大し、14日20時から16日９時まで６～７mを示し、その後ゆっくりと低下しています。周期は、14日20時以降、約10秒でした。2004年は最大波高が約７mを示した点では1988年紋別と差がありませんが、６m以上の波高が長時間継続している点で1988年と異なります。周期に関しては、大ききな差はありませんが、1988年紋別の方が若干長かったようです。

海底直上の流速の推定

能取岬沖の波高と周期を用いて、波は沖から垂直に入射するものとして微小振幅波理論に基づいてホタテガイ漁場水深帯である36、40、50mの海底直上の底面流速を計算し、図４に示しました。底面流速は、１月14日10時頃から強まり、15日16時頃に最大となり、17日にかけてゆっくりと低下したことが分かります。特に15日０時頃から16日９時頃にかけては、水深36m地点では100cm/秒、水深40mでは80cm/秒、水深50mでも60cm/秒の流速が生じていたと推測されます。

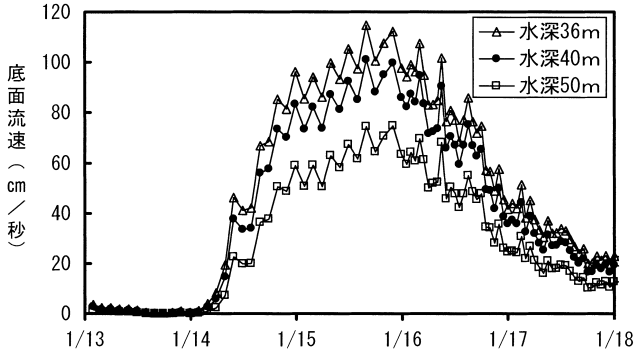


図４　有義波の波高と周期から計算した底面流速（2004年網走沖）

底面流速とホタテガイの移動の関係

網走Ｅ－１海区の場合には、放流４年貝（正確には１月時点では３年８ヶ月）が分布しており、その大きさは殻高約12㎝、重量 200 ｇに達していました。この大きさの貝が水深47ｍ以浅で漁場から逸脱するほどの長距離を強制的に輸送され、水深50ｍで一部移動したと言われています。

そこで、ホタテガイが強制的に輸送された水深47ｍ地点と、ホタテガイに影響が見られなかった水深51ｍ地点の１月13～17日における底面流速の時間頻度分布（10㎝/秒間隔、５日間120時間当たり）を比較し、図５に示しました。両水深共に流速60㎝/秒以下の頻度は高いのですが、流速70㎝以上の流速の頻度は水深47ｍ地点だけが高くなっています。このことから、放流４年貝を強制的に輸送させる条件は、流速70㎝/秒以上の流速が長時間持続することであると推察しました。

次に水深毎に底面流速の頻度分布を図６に示しました。流速70㎝以上の発生時間は、大きな被害が見られた水深36ｍで47時間、水深40ｍで41時間、水深47ｍで17時間、わずかな被害がみられた水深50ｍで７時間、被害がみられなかった水深51ｍでは４時間でした。このことから、70㎝/秒以上の底面流速が17時間以上継続したために大きな被害が生じたと思われます。

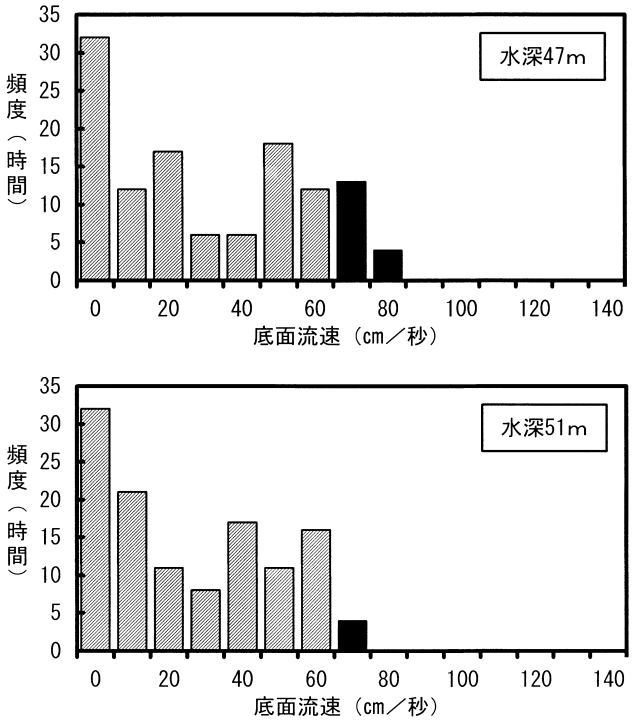


図５　水深47ｍと51ｍにおける底面流速の頻度分布（2004年１月13～17日）

■；流速70㎝/秒以上

さらに、水深40ｍにおける底面流速の推定値を1988年紋別と比較し、図７に示しました。底面流速の最大値は、1988年紋別の方が20㎝/秒程度大きかったのですが、2004年網走では70㎝/秒以上の流速の継続時間が39時間もあり、1988年紋別の22時間に比べて17時間長かったことが分かりました。

以上、2004年１月13～17日の間の気象条件、波浪観測データから推測した底面流速を過去にホタテ資源に被害が見られた1988年10月の紋別と比べた結果、2004年１月の大時化は、1988年と同程度かあるいはそれ以上の規模であったと判断されました。このような大規模な大時化は滅多に起こるものではありませんが、再び大時化が襲った場合に重量 200 ｇ程度のホタテガイが影響を受けるであろう最大水深を波の波高と周期から求める一覧表を載せました（表１）。例えば、2004年１月の

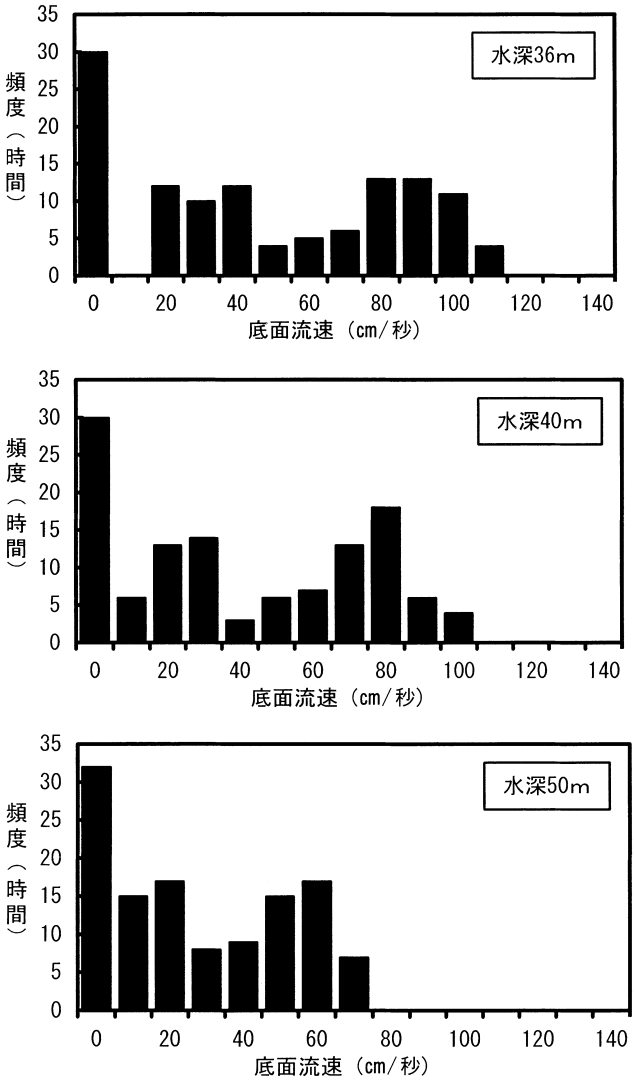


図６　底面流速の頻度分布
（2004年１月13～17日）

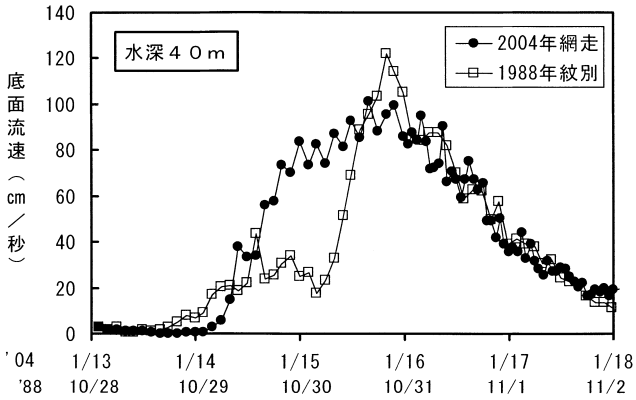


図７　底面流速の比較（網走と紋別）

大時化時の場合、その波高は約6.5m、周期は約11秒でしたので、ホタテガイが影響を受ける最大水深は43～48mと求めることができます。ここで述べた底面流速とホタテガイの移動の関係については、網走沖に限定した結果でありますが、他海域においても今後、大時化が起こった場合に影響を受けたであろう水深帯の予測が付き、被害状況調査に役立てばと思います。

表１　70cm/秒以上の底面流速が生じる最大水深(m)

		周期(秒)				
		8	9	10	11	12
波高（m）	4	21	25	28	31	34
	5	25	29	34	38	42
	6	28	33	38	43	49
	7	30	36	42	48	54
	8	33	39	46	52	59

【用語説明　有義波、有義波高】

ある地点で連続する波を観測したとき、波高の高いほうから順に全体の1/3の個数の波（例えば20分間で100個の波が観測されれば、大きい方の33個の波）を選び、これらの波高および周期を平均したものを有義波（有義波高、有義波周期）と呼ぶ。(「３分の１最大波」とも呼ばれる。)

気象庁のホームページより　http://www.data.kishou.go.jp/marine/wave/comment/term/yuugi.html

参考文献

Miyake, H., Matsuoka, M., and Furuya, K.: Loss of and damage to scallops due to storms in the Sea of Okhotsk. Fish. Oceanogr. 4 (4), 293-302 (1995)

（くらた　まもる　網走水試資源増殖部
さくらい　いずみ　中央水試水産工学室
報文番号Ｂ2252）

水産物の原料特性って？

辻　　浩 司・宮崎亜希子

キーワード：食の安全・安心、栄養、健康 、サンマ、ホッキガイ、カキ

はじめに

本道の水産物はサケ、サンマ、ホッケ、カレイ類等の魚類から、ホタテガイ、ウバガイ（ホッキガイ）、カキ等の貝類やイカ・タコ類、カニ・エビ類そしてコンブなどの海藻まで多くの種類があります。これらは全道で周年水揚げされたり、また、一方では季節限定の地域特産種として水揚げされています。この様に四季を通じて様々な味を堪能できるのが水産物の魅力であり、「旬」や「鮮度」という言葉も多用されます。

最近は食の安全を目指し、船上での鮮度保持から水揚げまでの衛生管理の徹底など生産者の意識が確実に向上しています。また、消費者は美味しいことを前提として、水産物に対し安心、栄養、健康を求める傾向にあります。このため、原料特性研究のひとつとして、「生鮮魚介類食品成分表作成」と題し、私達が取り組んだ結果を紹介します。

原料(水産物)がもつ食品としての基本特性には、ヒトの生命活動に不可欠なたんぱく質・脂質・炭水化物・ミネラル等の成分に代表される栄養性と天然毒素・有害微生物等に汚染されていないという安全性があり、機能的特性として健康性（生理活性）や嗜好性（味、色、硬さ等）があります。つまり、これらを称して原料特性といいます。

「生鮮魚介類食品成分表作成」では栄養成分調査を中心に、IPA（EPA：イコサペンタエン酸)、DHA（ドコサヘキサエン酸)、タウリン等の健康成分についても紹介します。IPAとDHAは水産物の脂質を構成している脂肪酸で、IPAは心筋梗塞や脳梗塞を防止する作用があり、DHAには学習機能の低下を抑える効果があります。また、アミノ酸であるタウリンは血中コレステロールを低下させる働きがあります。

ここでは、サンマ、ホッキガイ、カキについて述べます。

サンマ

今回は、釧路市漁協から提供していただいた、平成11、12年の大型サンマ（体長29㎝以上）を試料とし、脂質を中心に分析した結果を紹介します。

サンマは季節感が強く、秋になると毎年のように報道機関や流通業者から「今年のサンマは脂がのってる？」との問い合わせがあります。一般に、漁終盤になると魚群は産卵のために南下し始め、脂質量も減少しますが、道東で水揚げされるものは漁期を通じて、ほとんどが脂質量20％以上ありました（図１）。

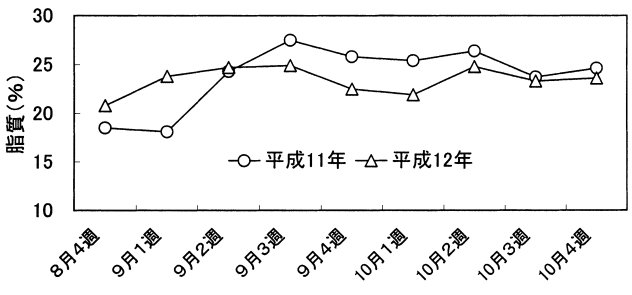


図１　サンマの時期別脂質量の変化

次に、体重別の脂質量を図２に示しました。統計処理した結果、160g以下（約20％）と180g以上（約25％）では有意な差がみられました。量販店の棚には「鮮度良し、大型刺身用、脂がのってます」と宣伝されることが多々ありますが、一匹の重量を表示していただけたら、さらには脂質量まで保証できたらサンマ好きにはありがたいのですが。そこで、体重（外観）から脂質量を推定できないものかと考え、両者の関係を図３に示しました。この図からは、両者の間に相関はあるものの直線からはずれるものも多く、同じ重量でも脂質量に差があるという結果になりました。次に、外観からではなく他の成分との相関を検討しました。一般にサンマのような多脂魚は水分量との間に負の相関があると言われることから、全試料 219 尾について脂質量と水分量の関係を検討しました（図４）。その結果、下記の計算式

脂質（％）＝－1.19×水分（％）＋89.4

が導かれ、水分を定量することで脂質量が算出可能であることがわかりました。これにより、水分量を測定するだけで、出荷されるサンマの脂質量の大まかな把握ができ、食品工業で行われているロット管理がサンマの場合にも実施可能となります。これらの情報を蓄積することによりブランド化が推進され、あわせてデータ等の情報公開を行うことにより、消費者がサンマに対して信頼と安心をより深めるのではないでしょうか。

また、サンマの主要栄養成分の脂質には前述の健康に役立つIPAが可食部（剥皮フィレー）中に１％以上、DHAは２％以上も含まれています（表１）。さらに、部位別（100g当たり）の分布を調べた結果が図５です。背肉、腹肉の他にも血合肉

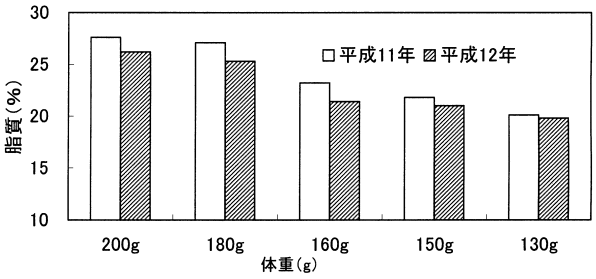


図２　サンマの体重別脂質量

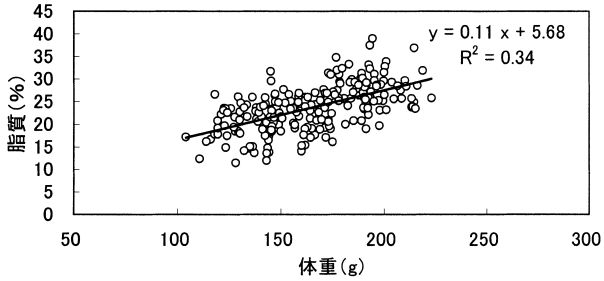


図３　サンマの体重と脂質量

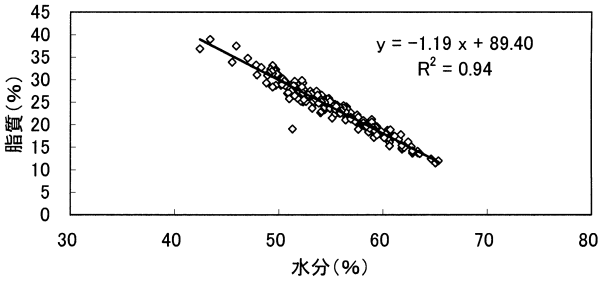


図４　サンマの水分量と脂質量

（皮に近い部分にある茶褐色の肉）、皮、内臓に含まれ、余すところ無くいただくべきでしょう。

最近は水揚げの７割も生鮮向けに出荷される状況にあり、船上から加工場までの選別、さらには店頭に並べられるまでの流通に至るまで、温度管理が徹底され始めています。このように、生産者、加工業者、流通業者が一体となり取り組んでいるなか、水試としても資源管理はもちろん、安心を提供するための科学的データの蓄積と公開がサンマの消費拡大の一助となれば幸いです。

表１　サンマの栄養成分表

可食部（剥皮フィレー）100g当たり

体重	エネルギー	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	タウリン	EPA	DHA
	Kcal	g	g	g	g	g	mg	g	g
130～160g	288	57.0	19.6	21.6	0.6	1.2	113	1.2	2.2
180g以上	330	53.1	19.2	26.2	0.5	1.0	120	1.4	2.7

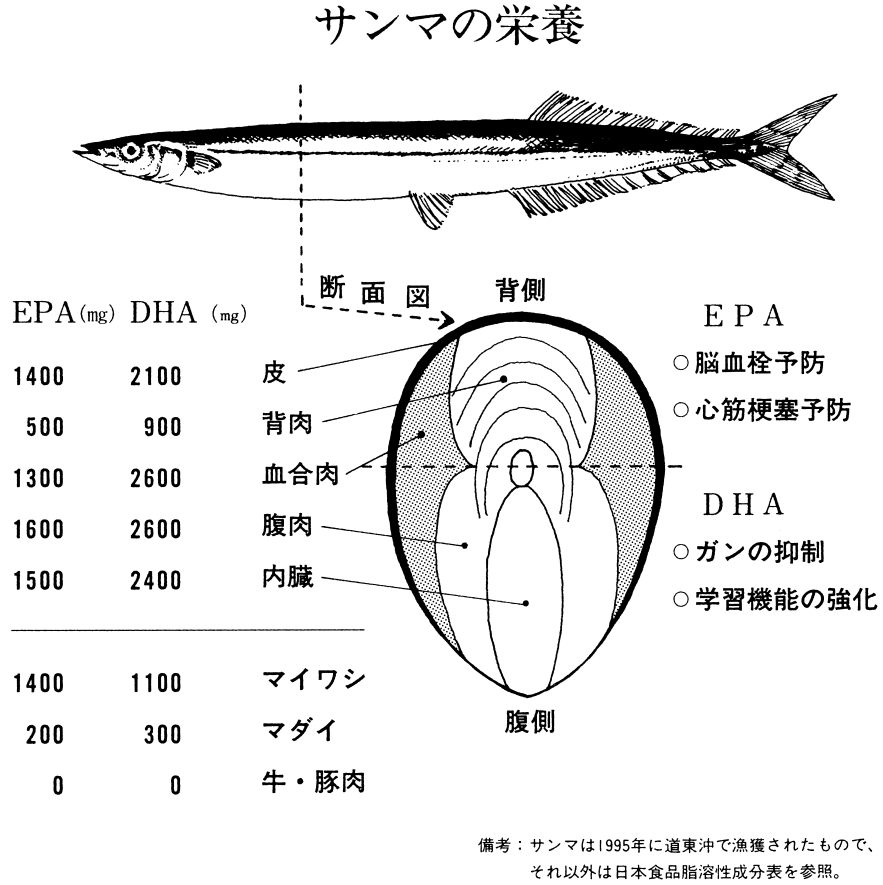


図５　サンマの部位別EPA(IPA)とDHA

ホッキガイ

本道のホッキガイ生産量は全国の70％を占め、貝類ではホタテガイに次いで５千トン以上の水揚げがあります。ホッキガイは、生息する底質により殻の色が茶色と黒色に大別されますが、茶色は黒色よりも低価格で扱われることが多いため、茶色を移植して黒色化させる試験も平成５～６年に実施されました（試験研究は今：No. 238)。では、見た目（殻の色）と中身（栄養成分）に違いはあるのでしょうか？

これを確認するためには、黒色も茶色も同じ地域で水揚げされ（同一環境の下)、大きさ（殻長）等を考慮して分析する必要がありました。試料は平成12、13年に斜里第一漁協、白老町役場、水産技術普及指導所、函館水試室蘭支場の協力で、網走・根室・十勝・胆振支庁管内の計７か所から提供していただき、生物測定後、刺身で食される「斧足」を用いて分析を行いました。

結論から言うと、殻色の違いによる歩留まり、栄養成分そして健康成分（タウリン）の差はありませんでした（表２）。また、アラニンとグリシンは甘味を呈するアミノ酸、グリコーゲンは炭水化物のひとつで、味のまとめ役、まろやかさやこく味を付与する作用がありますが、これら呈味成分の量にも差がないことから、味の違いもほとんどないと思われます。

次に、斜里町産を試料とし、月別の歩留まりと主要成分について検討したのが図６です。単年度で、地域も限定されていますので、全道共通とはいえませんが、歩留まり、グリコーゲンそしてアラニンともに春から秋にかけ増加する傾向にありました。

表２　殻色別ホッキガイの栄養成分表

斧足100g当たり

殻色	歩留まり*	水分	たんぱく質	脂質	グリコーゲン	灰分	タウリン	アラニン	グリシン
	%	g	g	g	g	g	mg	mg	mg
黒	11.5	74.4	15.2	1.1	7.2	1.5	671	798	510
茶	11.5	74.3	15.0	1.0	7.5	1.5	692	806	520

＊:体重に対する足(刺身)の重量割合

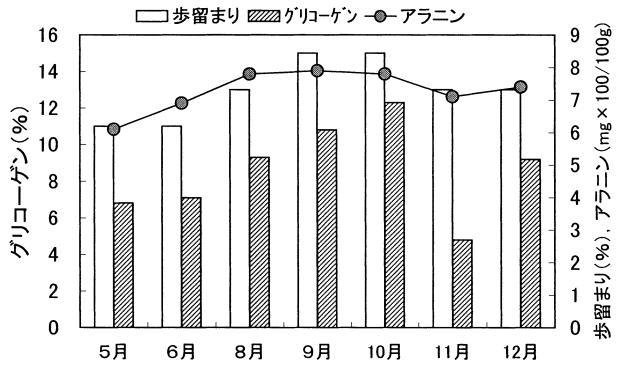


図６　ホッキガイ足の月別歩留まり、
グリコーゲン、アラニンの変化

健康ブームが続いていますが、なかでも最近はアミノ酸が注目され、清涼飲料水や栄養ドリンクに添加され、さらにはサプリメントで手軽に購入できます。しかし、身近な食材であるホッキガイにもタウリン、グリシン、アラニン等のアミノ酸が自然な状態で豊富に含まれています。

カキ

生まれも育ちも純北海道（厚岸町）のカキえもん（シングルシード方式）が地元の努力で生産、販売されました。従来は宮城県産の種苗から育てていましたが、採苗状況に影響されることから自前の生産が検討されてきました。

丸みのある小粒のカキえもんと従来の大きなカキ、外見は違いますが栄養成分に差はありませんでした（表３）。カキえもんは女性から子供まで一口サイズとして人気があり、一方、従来のカキは大きく食べ応えがあり、市場での地位も確立しています。

これからも多様な形態のカキを衛生管理の下、出荷することが消費者の選択の幅を広げることにつながり、結果としてカキの消費も増えるのではないでしょうか。また、カキは食品中、最も亜鉛を多く含んでいます（北水試だより第48号参照)。亜鉛は現代の加工食品中心の食生活では欠乏しているミネラルのひとつで、欠乏により味覚障害を引き起こしたり、皮膚が角質化したり、性ホルモン異常による生殖機能の低下を招きます。このため、一日に15㎎摂取することが推奨されています。

おわりに

食の安全とともに、これからは科学的根拠のある栄養・健康情報を付加し、各浜のブランド化の確立に向けたデータの蓄積を図りたいと思っております。

この機会に、天然の北海道産水産物を見直し、積極的に健康を意識した食卓を囲みませんか。

（つじ　こうじ、みやざき　あきこ
釧路水試利用部　　報文番号Ｂ2253）

表３　種苗別カキの栄養成分表（平成11年10月25日）

軟体部100g当たり

種苗	歩留まり*	グリコーゲン	水分	たんぱく質	脂質	亜鉛	タウリン	EPA	DHA
	%	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
厚岸町産	16.9	3.9	80.1	8.8	2.6	10	338	210	218
宮城県産	18.1	2.9	82.9	7.6	1.9	12	300	190	181

＊:体重に対する軟体部(可食部)の重量割合

資源管理･増殖シリーズ(1)

石狩湾におけるカレイ類未成魚分布調査

キーワード：ソリネット、ソウハチ、マガレイ、稚魚、未成魚、石狩湾、おやしお丸

はじめに

ソリネットはソウハチやマガレイといったカレイ類の未成魚の調査に欠かせないソリ型の曳き網採集具です（写真１）。カレイ類の未成魚調査では、その海域に稚魚や未成魚がどのくらい分布しているのかを知ることで２、３年後の資源の状態や漁況を予想する手がかりにします。

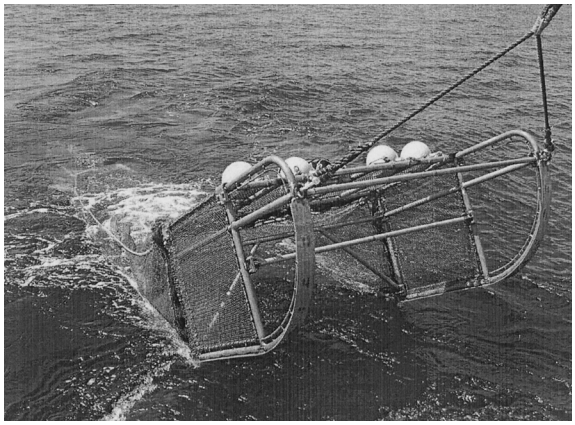


写真１ 異体類採集用ソリネット（桁幅２m）

この調査では『正確な分布量』が重要なので、『大きいカレイばかり』、『小さいカレイばかり』といったように偏って採るような調査をしてはいけません。また、分布量すなわち密度（たとえば、海底10×10m=100㎡あたりの個体数）を調査するので、どれだけの面積を曳網したかを知っておく必要があります。したがって、網地は小さな稚魚も採集できるよう細かい網目とし、曳網面積の計算が簡単にできるように網口の幅が決まっているソリ型の曳き網、ソリネットが重要となるわけです。

中央水試では、ソリネットを製作しソウハチやマガレイの稚魚、未成魚が多く集まる石狩湾で試験調査船おやしお丸による調査を実施してきました。今回は、どのように調査を行っているのか、また、これまでの調査結果を紹介します。

調査方法

調査はカレイ類の稚魚や未成魚が浅場に集まってくる５月に行っています。調査海域は石狩湾の水深20mから 100 mまでの海域で、水深10mおきにソリネット調査点を設定します（図１）。調査点では、まず刺し網やタコ箱などの漁具の設置状況を目視やレーダーにより入念に確認してからソリネットを曳網します（写真２）。ソリネットが海底に着いた位置と時刻を記録し、そこから船速

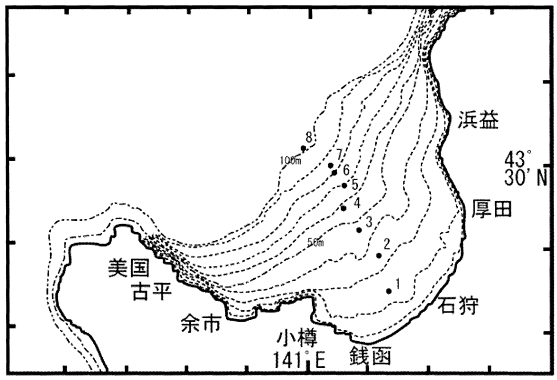


図１ ソリネット調査点（2003年５月）

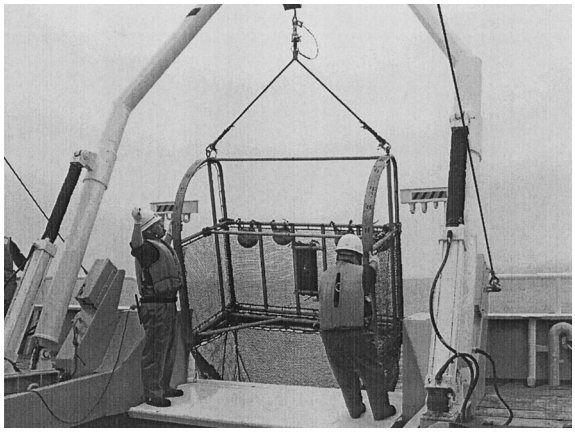


写真２　ソリネット操業風景（試験調査船おやしお丸）

約２ノット（約１m/秒）でおよそ15分間曳網します。巻き揚げる際には海底から離れた位置と時刻を再び記録し、後に曳網距離と曳網速度を計算します。曳網距離から掃海面積（網幅２m×曳網距離）を求め、カレイの分布密度を計算します。

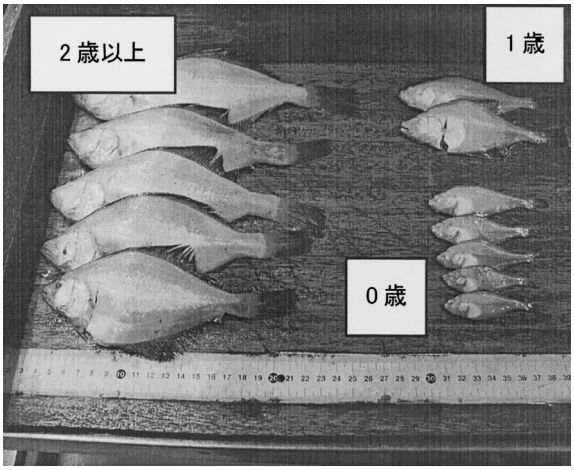


写真３　魚体測定したソウハチ
年齢は耳石により査定する

採集物は船上で種類別に分類し、カレイ類以外にどのような魚類が生息しているのかも調べます。このうちソウハチとマガレイについては冷凍保存して実験室に持ち帰り、魚体測定（体長、体重、性別、年齢）を行います（写真３）。測定結果から調査点毎に年級群別（生まれ年別）の採集尾数を集計し、さらにソリネットが曳網した面積で割ることで、CPUE（100m²あたりの採集尾数）を求めます。

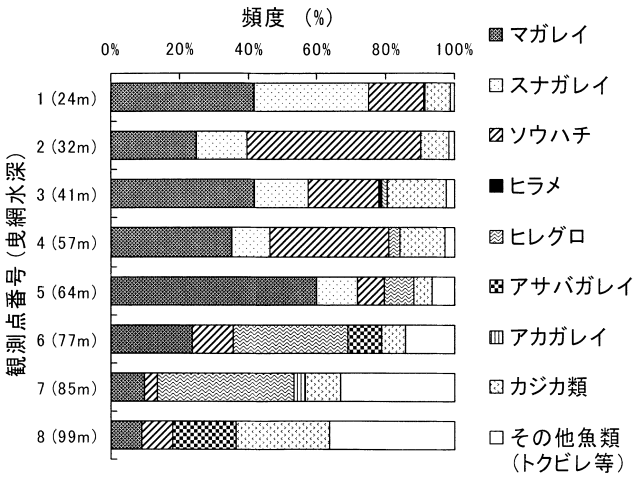


図２　各調査点における個体数組成の一例
（2003年５月）

調査結果

魚種組成　採集結果の一例として2003年の５月の結果を図２に示します。カレイ類（ソウハチ、マガレイ、スナガレイ、ヒレグロ等）がどの水深帯でも多くを占め、続いてカジカ類、トクビレ類などが採集されます。このことから、カレイ類は石狩湾の底魚資源の優占種であることがわかりました。

ソウハチとマガレイの採集結果　一例として2001～2003年の５月のソウハチとマガレイの調査結果について図３に示します。図３は水深別にソウハチとマガレイのCPUEをプロットしたものです。この図からソウハチとマガレイの０～２歳魚は５月にはともに水深80mくらいまで分布し、分布の中心は年齢によって異なり年齢とともに分布水深が深くなる傾向が見られました。この３年間では、ソウハチとマガレイともに2000年級群がどの年においてもCPUEが高いことがわかりました。

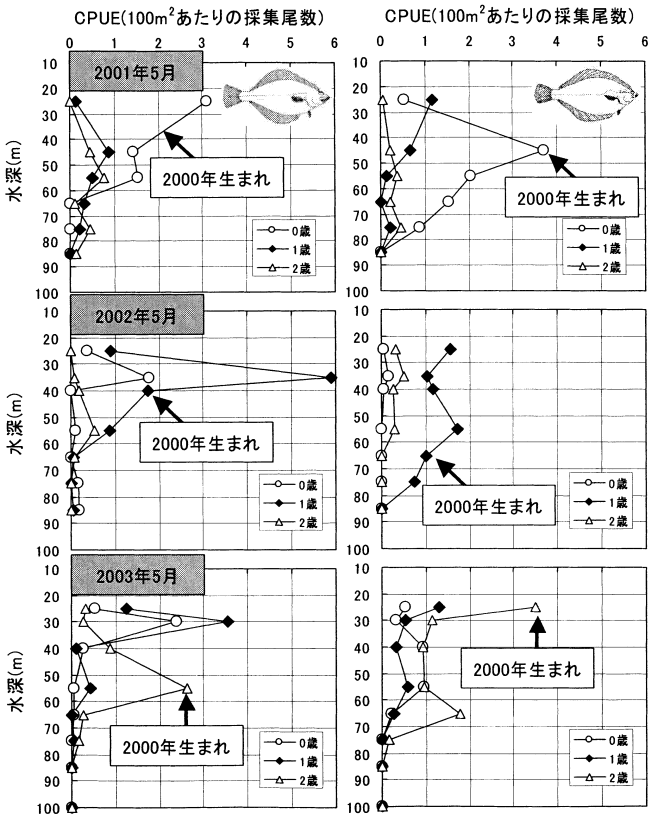


図３　水深別のCPUE（2001～2003年５月）
左：ソウハチ、右：マガレイ

１歳魚のCPUEを主に分布する20～70mの範囲で平均し、1996年級群以降の経年変化を求めました（図４）。ソウハチは７つの年級群の中で2000年級群が最も高く、1999、2002年級群は低い値となっています。マガレイは1996年級群が最も高く、1998、1999年級群は低い値となりました。次に、このCPUEの平均値とその後の資源との関係を図５に示します。縦軸は２歳の資源尾数としています。まだ、５年分のデータですが１歳時のCPUEが大きいと、その後の資源豊度が高い傾向が見られます。したがって、このカレイ類未成魚分布調査から、後の資源豊度を判断できることが明らかとなりました。

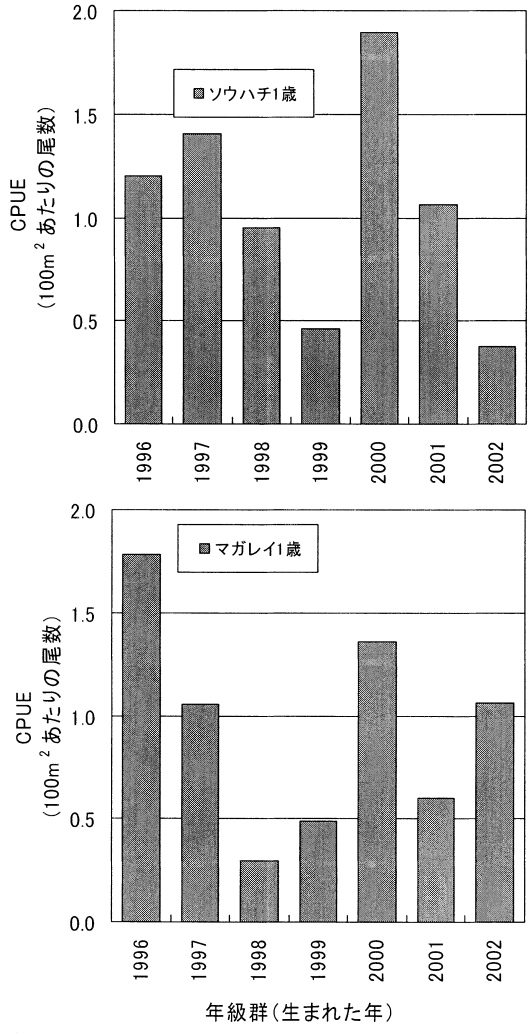


図４　年級群別の１歳時のCPUE.
上：ソウハチ、下：マガレイ

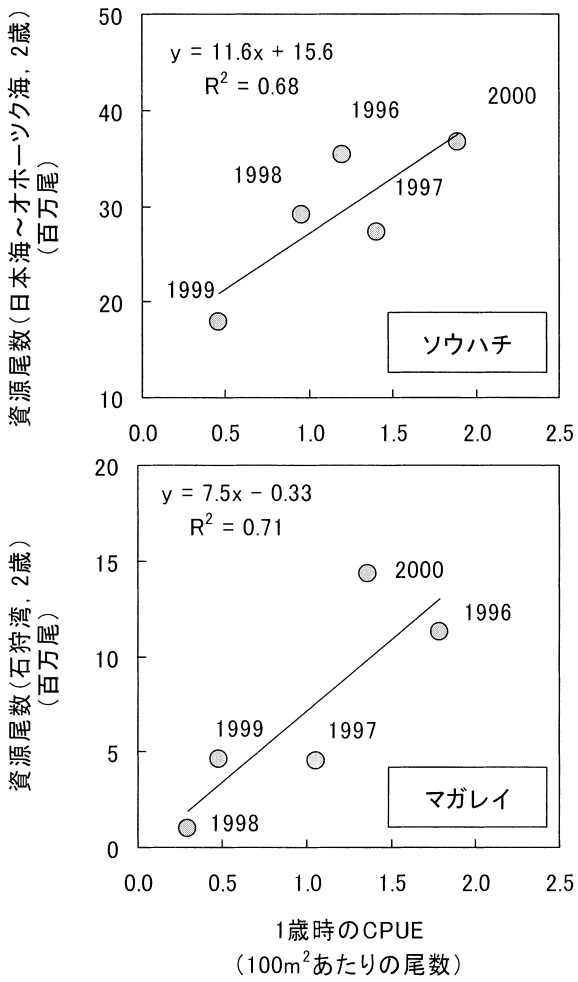


図５　１歳時のCPUEとその後の資源豊度との関係.
上：ソウハチ、下：マガレイ

おわりに

カレイ類未成魚分布調査により、漁獲加入する前にソウハチとマガレイの資源の状態を把握することができました。今回調査対象とした稚魚や未成魚は、漁業による漁獲物からはほとんど得られません。したがって、試験調査船を用いた本調査は非常に重要と考えています。

最後に、調査に先立って漁具の設置状況の聞き取り、漁業者への調査協力の依頼等にご配慮下さった関係漁業協同組合の皆様にここで感謝の意を表します。

（板谷和彦　中央水試資源管理部

報文番号Ｂ2254）

資源管理・増殖シリーズ(2)

台風の通過に伴う静狩地区の環境変化

－噴火湾ホタテガイ稚貝斃死予備調査から－

キーワード：台風、津軽暖流水、沿岸域、潜流

噴火湾では、初秋のホタテガイ稚貝の分散（座布団籠への収容）後に、稚貝の斃死がおこることがあります。初秋は湾内に高温高塩分の津軽暖流水が流入し、塩分33.0 psu 以下の低塩分な湾内水と入れ替わる時期です。この津軽暖流水の流入によって沿岸部の海洋環境はどのように変化するのでしょうか？まず、斃死が多発している静狩地区の地先において調査を実施しました。

調査期間は昨年の８月から９月であり、静狩地区には流速計を設置し、同時に５回の断面観測を行いました。加えて、金星丸と用船による全湾の水温・塩分観測も実施しました（観測点は図１の●印）。この調査期間中に台風16・18号と発達した温帯低気圧の通過による３回の大きな気象擾乱がありました。台風16号通過前の８月25日の断面（図２上段）をみると、塩分33.0psuを上回る辛い海水はほとんど見られませんが、台風通過後の９月１日の断面(図２下段)をみると、濃い色で示した辛い海水（塩分33.0psu以上）が10m以深に広がっています。台風通過前後のクロロフィルａの分布断面が図３です。クロロフィルａはホタテガイの餌となる植物プランクトンの量を表します。台風通過前(図３上段)は高いプランクトン量が、通過後(図３下段)には高塩分水に対応して急激に低

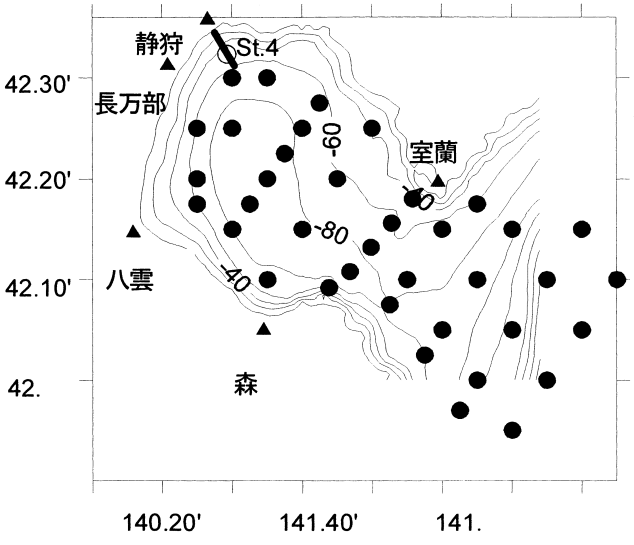


図１　観測点図
黒丸が金星丸による観測点、線が静狩の観測ライン

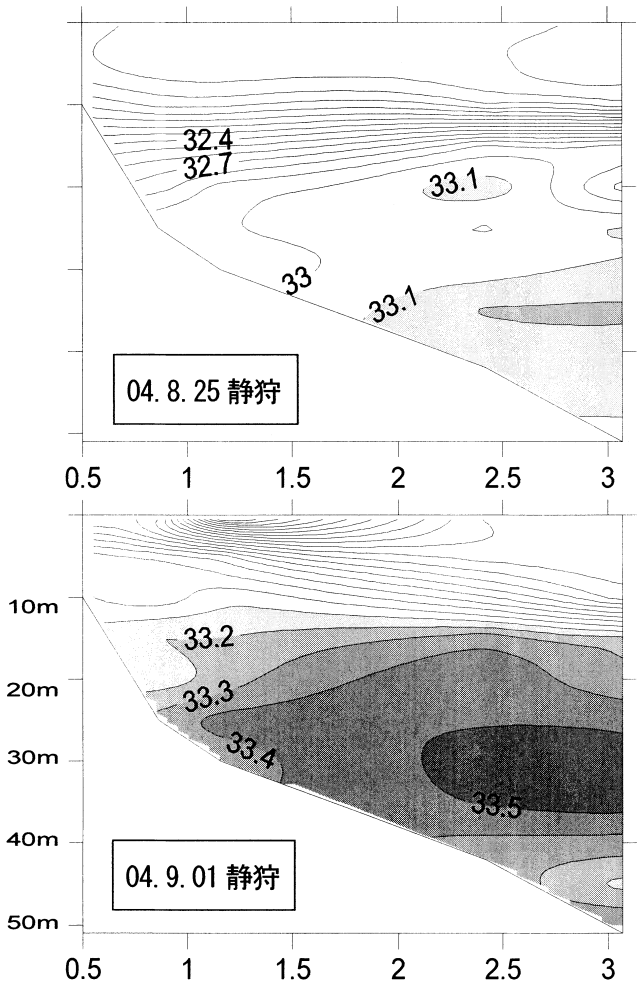


図２　静狩地先の塩分断面
上図が８月25日、下図が９月１日、横軸は観測点

下しました。すなわち、餌となるプランクトンが少ない高塩分水の流入に伴って、ホタテの餌料環境は大きく変化したことがよくわかります。

では、このときの流れはどのように変化していたのでしょうか？高塩分水の中心に位置するSt.4の35m深の流れを岸沿いと沖陸方向の成分に分解して図４に示しました。台風16号が通過した時期は図の破線で示しています。このとき、岸向きで、渡島向きの流れが強くなっています。これはホタテ養殖施設が多数存在する渡島側・浅い方に向かって高塩分水が流れることを示しています。流れと共に塩分値が急激に上昇していることから、この流れによって岸近くまで暖流水が運ばれたと考えられます。この流れの平均流速は20cm/s程度なので、この周辺の水塊は約２日間で34kmの距離を移動し、それは湾口から観測位置までの距離に相当します。台風通過後(９月13日)の八雲沖の水温と塩分断面を図５に示します。明らかに高塩分の津軽暖流水が底付近の35m深に見られます。津軽暖流水は静狩の下流側に位置する八雲沖まで移動

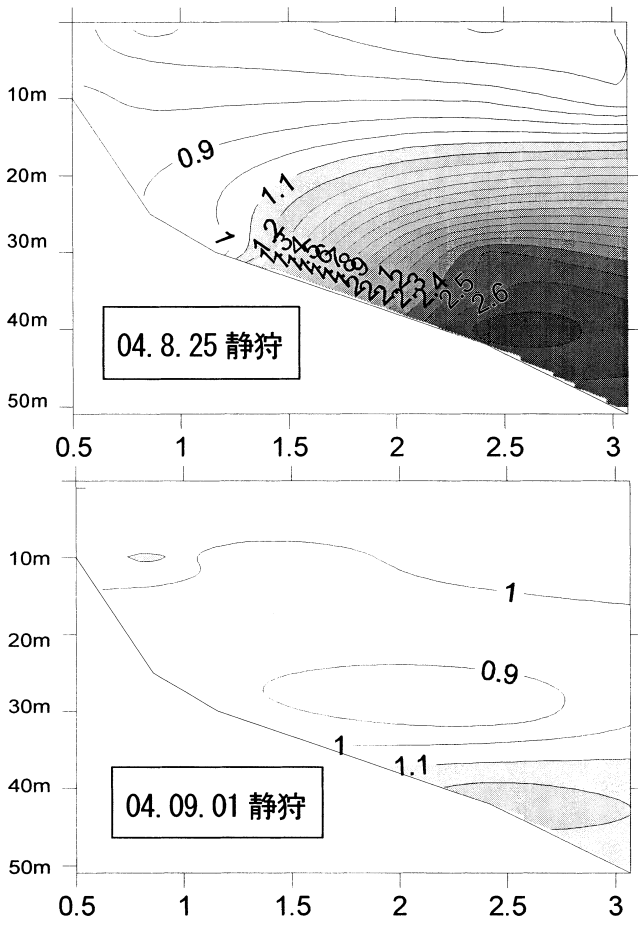


図３　静狩地先のクロロフィルａの分布断面
上図が８月25日、下図が９月１日

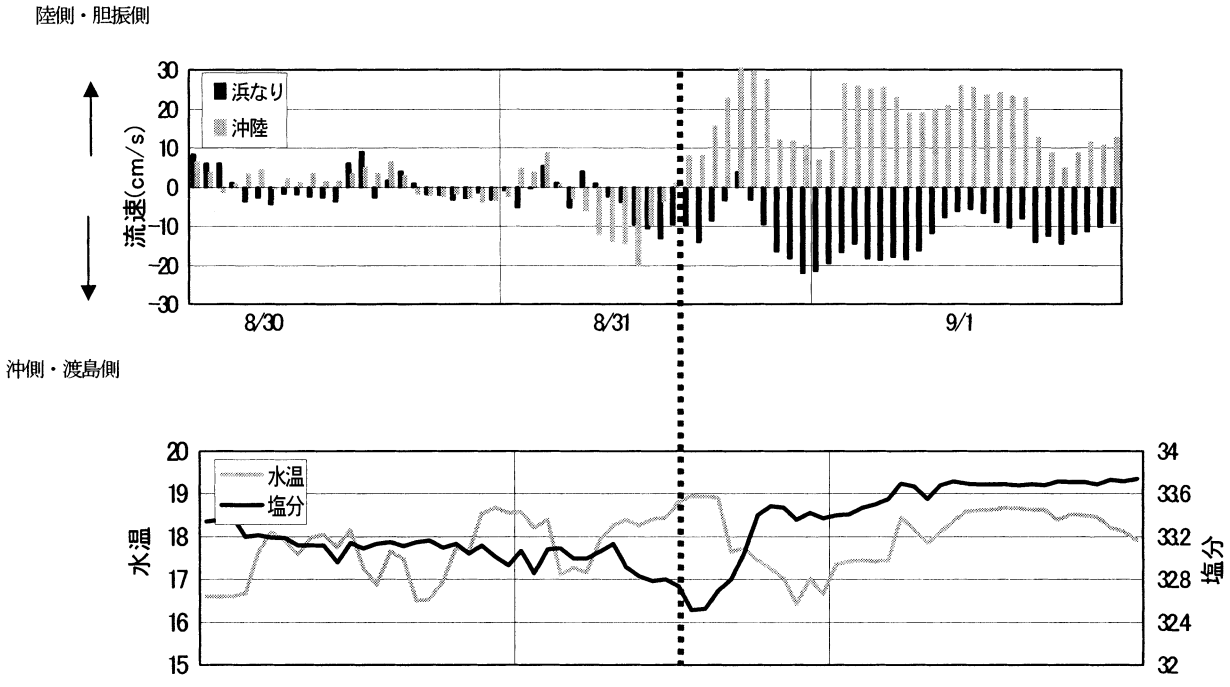


図４　静狩沖水深40m点の30m深での流速（上図)、水温と塩分の時系列（下図）

し、その深さはちょうどホタテ養殖施設の下部にあることがわかります。このような岸近くの底層での津軽暖流水の移動現象については、これまで行っている沖合観測調査では捉えられない全く新しい知見です(図６を参照)。

今回の調査結果をまとめると、台風通過による大きな気象擾乱によって、岸近くの底層に津軽暖流水が運ばれ、ホタテ養殖施設の下部の水塊及び餌環境を急変させることがわかりました。その空間的広がりは、少なくとも静狩地先の局所的な範囲ではなく、おそらく湾内の広範囲な地先に及んでいた可能性が示唆されます。今後は、今回報告した知見を基に沿岸部の環境変化と稚貝の斃死との関連を検討していかなければなりません。

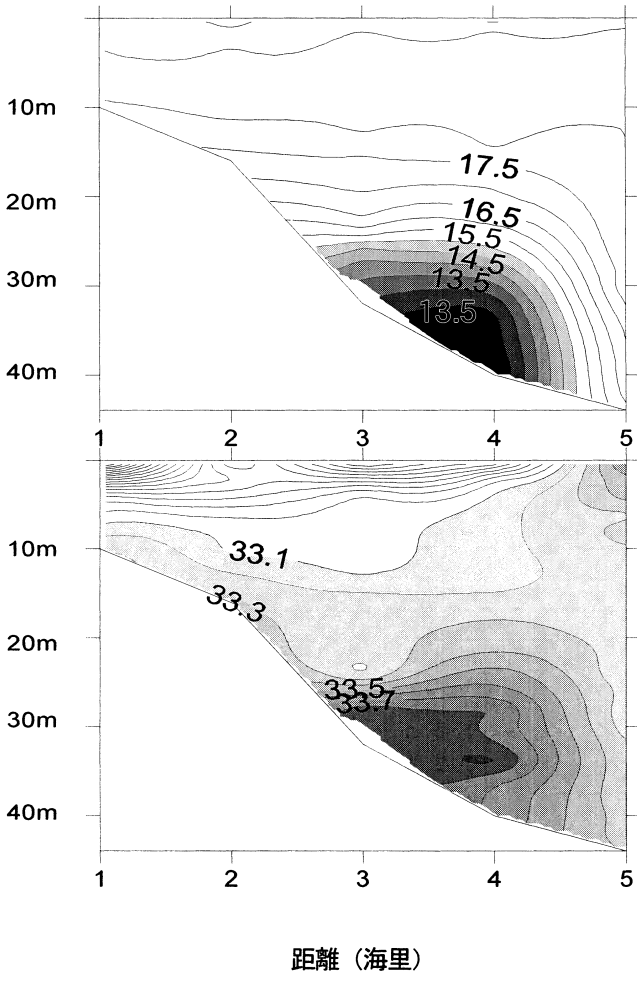


図５　八雲地先の水温（上図）塩分（下図）断面
横軸は観測点(距離)

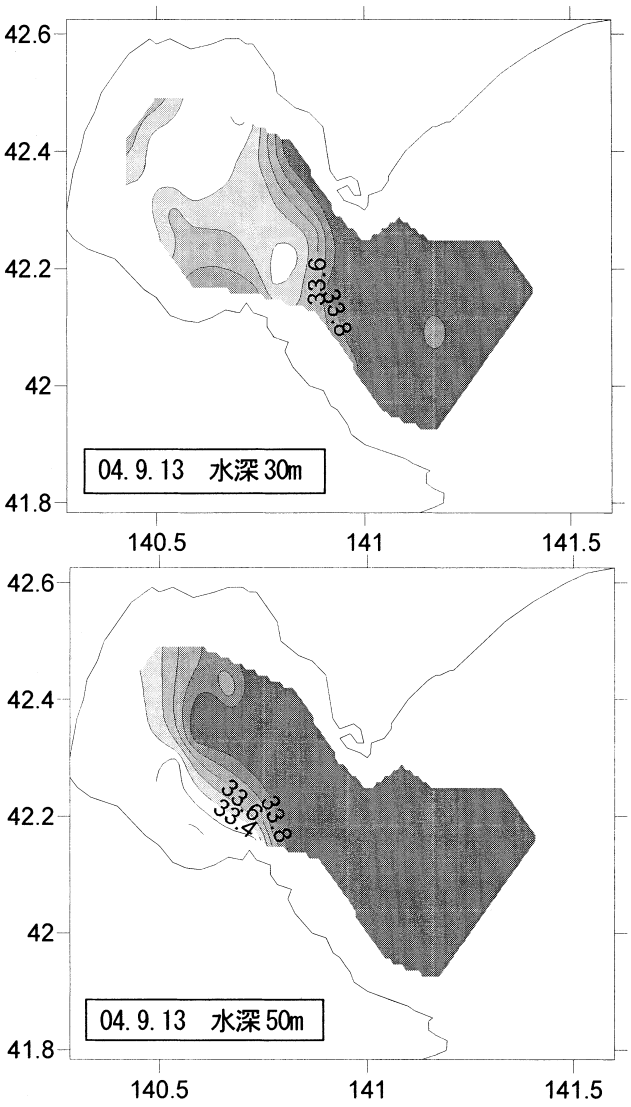


図６　2004年９月13日の金星丸による30m深の塩分の水平分布（上図）と50m深の塩分の水平分布（下図）

（函館水産試験場室蘭支場　奥村裕弥・吉村圭三
渡島北部水産技術普及指導所　報文番号Ｂ2255）

各水試発トピックス

イカ内臓(イカゴロ)を魚の餌に有効利用

～魚粉を５０％置換してもＯＫ！～

イカ内臓（イカゴロ）は、渡島支庁管内で多く排出され、その量は平成15年度11,285ｔであり、北海道全体の約８割を占めます。イカゴロは、重金属のカドミウム除去を行わないと管理型の産業廃棄物となり、現在その処分場の確保が難しくなっています。そのため、イカゴロの無害化処理と有効利用法について技術の開発が求められています。そこで道は平成14年度から３か年計画で、重点領域特別研究として道立工業試験場（工試）、釧路水試、栽培センターの３機関が共同で研究を進めてきました。工試では、イカゴロから重金属を除去したミールの作成、釧路水試ではミールを材料に配合飼料の作成（写真１）、栽培センターでは、その配合飼料をクロソイ稚魚に給餌して餌としての有効性の飼育試験（写真２）と研究課題を分担して研究してきました。

これまでのクロソイ飼育試験で、魚粉をイカゴロミールで30％置換した配合飼料でも、市販配合飼料と同程度に成長することが判ってきました。最終年度は、置換割合を思い切って50％まで増やしてみました(９月21日～11月18日の59日間飼育)。試験前は、たぶん50％なら成長は劣ると思いましたが、50％でもクロソイの成長は、魚粉を使用した配合飼料区と変わりませんでした（図１）。

給餌試験終了時におけるクロソイ稚魚の成長の他に、飼料転換効率、ヘマトクリット値のいずれも配合餌料区との間に差が無く、タンパク質消化性も問題ないことが確認され、50％置換でも魚の飼料として十分利用可能であることが実証されました。この50％置換という数字は、これまでにマダイ等を対象に水産系廃棄物の配合飼料への有効利用を検討した試験の中では、最高値を示しています。また、イカゴロミール代替の試験飼料をクロソイに給餌すると、配合飼料の場合よりも食いつきが良いので、イカゴロミールには、単に魚粉の代替源であるばかりでなく、魚の摂餌を促進する物質を含有している可能性があります。

今後、イカゴロミール原料の配合飼料を他の魚種で試したり、置換率の上限を見極める必要があります。魚粉の原料となるイワシ等の漁獲量の減少に伴い、配合飼料の主原料である魚粉の確保が難しくなっている現状から、イカゴロミールは魚粉の代替として多方面から注目を集めています。

（栽培センター魚類部　佐藤敦一）

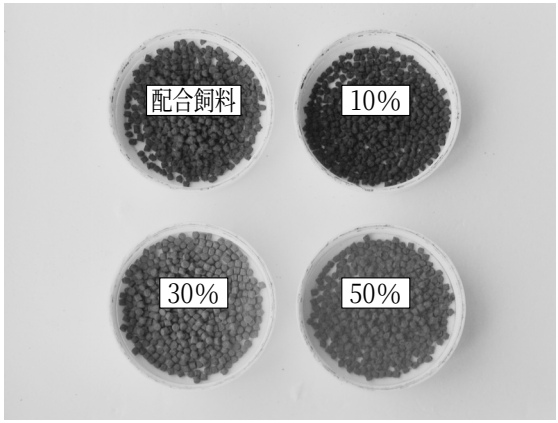


写真１　各試験区の飼料

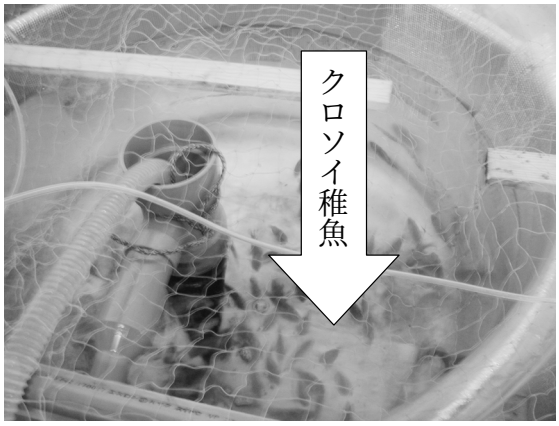


写真２　給餌試験の様子

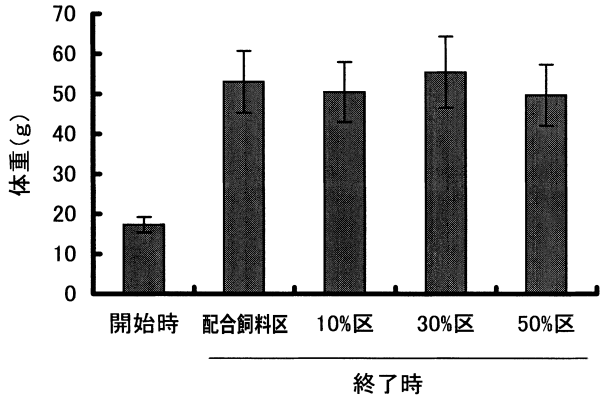


図１　各試験区の終了時の体重

各水試発トピックス

～水産廃棄物由来コンドロイチン硫酸の事業化によって北海道職員表彰を受ける～

平成16年12月14日、釧路水試と工業試験場の研究グループが北海道職員表彰を受けました。表彰された内容は水産廃棄物由来のコンドロイチン硫酸の事業化に関する研究によって本道の産業へ貢献したことによるものです。

研究グループは、サケ頭部の鼻軟骨およびカスベ軟骨に機能性糖質であるコンドロイチン硫酸が含まれていることに着目し、それぞれの性状把握、新規機能性の評価および抽出・精製を主とする生産技術の開発を行いました。さらにこれらのコンドロイチン硫酸については企業化に向けての技術支援を積極的に行い、その商品化に大きく寄与しました。

コンドロイチン硫酸は従来から腰痛・関節痛の緩和や眼精疲労防止などの医薬品として用いられていましたが、最近では健康食品としての需要が伸びています。今回の技術移転の結果、商品化された製品（写真１，２）はいずれも良好な売り上げを示しているとのことです。

なお、対象者は水試関係では今村琢磨（現網走水試）、武田忠明（現網走水試）、麻生真悟（釧路水試）、錦織孝史（現食品加工研究センター）、工業試験場では蓑嶋裕典、鎌田樹志、松嶋景一郎の７氏です。

（釧路水試利用部　飯田訓之）



写真１　健康食品　サケ由来コンドロイチン硫酸



写真２　健康食品　カスベ由来コンドロイチン硫酸

各水試発トピックス

サハリンの淡水魚研究者が網走で研修

昨年（2004年）10月、サハリン漁業海洋学研究所（サフニロ）の研究員ザヴァルジナ・ナタリヤさんが約一ヶ月間、網走市に滞在されました。ナタリヤさんは、サフニロの内水面資源研究室でワカサギなどの淡水魚を研究する期待の若手研究者です。このたびは、北水試とサフニロとの研究交流の一環として、ワカサギ・シラウオ漁が盛んな網走湖の漁業実態や日本の淡水魚研究成果を学ぶため、網走水試に研修生として来られました。

ナタリヤさんは、ワカサギやその仲間であるイシカリワカサギ、チカ、キュウリウオなどの生態を研究しています。サハリンでは、より大きな魚が好まれるとのことで、チカ、キュウリウオなどは漁業対象となっていますが、ワカサギは遊漁で利用される程度です。とはいえ、庶民の食料としてワカサギは重要のようで、サフニロではワカサギや今は利用されていないシラウオを将来の漁業資源として有効利用することを考えています。

研修を始めるにあたって、ナタリヤさんにサハリンでの研究成果を発表してもらいました。じつはすでにナタリヤさんは、昨年６月にサフニロ(ユジノサハリンスク市)で開催された第28回日ロ研究交流（本誌66号トピックスで紹介）で同じ内容を北水試訪問団に披露していて、好評を博していました。ナタリヤさんの調査によると、サハリン南部のトゥナイチャ湖に生息するワカサギは、網走湖産と大きさはそれほど違いませんが、成長が遅く、寿命が５年と長いなど、日本産とはだいぶ異なるところがあるようです。研究成果のほかにもサハリン縦断の調査旅行のスライドなどなど、とても興味深い内容を紹介してもらいました。



研修では、網走湖でのワカサギやシラウオの試験研究や漁業実態について、網走水試や道水産孵化場道東内水面室の担当研究員から「講義」を受けました。現在、網走湖では漁業者が主体となって資源調査をしながら漁業する「資源管理型漁業」が行われていますし、これを裏打ちする多くの研究成果が得られています。こうした漁業資源の観点からの研究について、ナタリヤさんも興味深そうでした。

「実習」としては網走湖でワカサギを採集し、年齢査定のため鱗を観察して、サハリン産と比較したり、シラウオについては生活履歴を調べるための耳石の採取技術も学びました。

それから日本で刊行された淡水魚研究の「文献調査」です。時間をかけて水試図書室を隈無く探すなどして集めた論文は山となりました。日本語だけで書かれた論文も多く、ナタリヤさんは日本語が解りませんが、図表を頼りに努めて理解しようと苦労したようです。

ナタリヤさんは、これが初めての海外経験とのことで、休日には紅葉映える道東の観光や東京農業大学（網走）の学園祭も楽しんだようです（もっとも帰国時に立ち寄った東京での観光がおそらく一番楽しかったかも知れませんが…）。受入れ側としては公私両面で有意義な研修であったと自讃するとともに、これを機に今後とも交流が深まることを願っています。

（網走水試資源管理部）

試験研究は今

試験研究は今　No.535

網走沿岸でのサケ稚魚の生態と沿岸環境調査について

本道への秋サケの来遊数は、平成15年に史上最高の5,990万尾を記録するなど、近年は概ね高い水準で推移しています。その背景には、海洋環境がサケにとって好適な条件となったことや放流技術が向上したことが大きく貢献しているものと考えられています。しかしながら、来遊時期ごとにみてみると、９月に来遊する前期群や10月に来遊する中期群と比べて、11月に来遊する後期群の回帰率が低いなどの課題もあり、回帰率をさらに向上かつ安定化させて、増殖事業の一層の効率化を図ることが必要と考えられています。

現在、本道に来遊するサケのほとんどは人工孵化放流によって支えられています。毎年春には全道各地から計10億尾の稚魚が放流され、それらの稚魚の生き残りの良し悪しが３～６年後の秋サケの来遊数を左右します。サケ稚魚は放流された後、まもなく川を下り、海洋生活へと移行します。降海した直後の時期、すなわち稚魚が沿岸で生活する時期は生活史を通じて減耗が大きい時期であることが知られています。サケ稚魚にとって環境の良い時期（放流適期）に放流し、沿岸での生残率を高めることが放流技術の向上のために重要であると言えます。

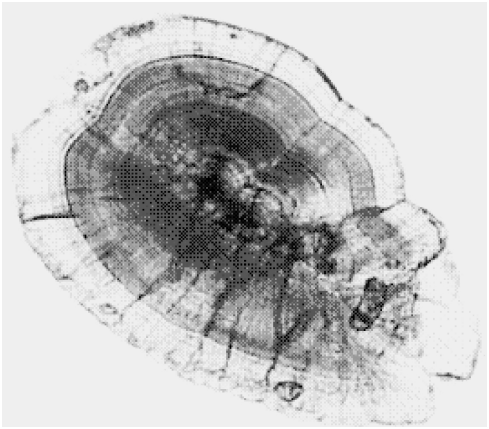


写真１　ALC（アリザニン・コンプレクソン）で標識したサケ稚魚の耳石

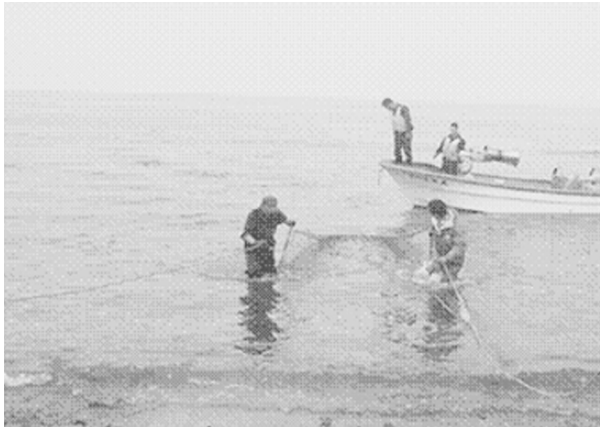


写真２　網走鱒浦での地曳網の様子

そこで、平成14年春から、網走沿岸において放流されたサケ稚魚の生態および沿岸環境について詳細な調査を開始しました。この調査では、成長履歴の明らかな稚魚を標識（耳石をアリザニン・コンプレクソン(ALC)で染色）して放流した後、沿岸では表層トロールと地曳網により稚魚を採集し、沿岸での稚魚の分布、成長、食性を調べるとともに、同じ調査地点の水温、塩分、栄養塩、クロロフィ

ル *a* 濃度を調べ、サケ稚魚の餌となる動物プランクトンの量や組成も調べています。さらに、沿岸域に生息する大型魚類の食性を調べ、それらによるサケ稚魚の捕食についても調べています。実施体制は、水産孵化場、水産試験場、水産技術普及指導所、網走漁業協同組合、北見管内さけます増殖事業協会、網走市水産科学センターで、各機関がそれぞれ調査項目を分担、協力して調査を実施しています。

沿岸でのサケ稚魚の分布や成長は、以前から様々な場所で調べられてきました。これまでの調査結果から沿岸でのサケ稚魚の生活様式をごく簡単にまとめると、３～５㎝の小型の稚魚は港の中や渚滞などに分布し、５～７㎝に成長すると沿岸に分布域を広げ、７㎝以上に成長した大型幼魚はより大型の餌を求めて沖合へと移動してゆきます。

また、サケ稚魚が生息する沿岸での適水温は８～13℃で、13℃を超えると小型のものも含め稚魚は沿岸から姿を消します。最近では大型稚魚の生産体制が整い、体長５㎝、体重１ｇほどに飼育された稚魚が放流されています。このように大きく育てられた稚魚が沿岸でどのような分布をするのか、前期、中期、後期各群の稚魚の沿岸での分布および成長にどのような違いがみられるのか、その時期の網走沿岸での海洋環境はどのような特徴を持つのかを明らかにすることがこの調査の最初の課題となっており、放流から３～６年後のサケの来遊数から、どのような稚魚を何時頃放流するのが効果的かを明らかにすることを最終的な目標としています。

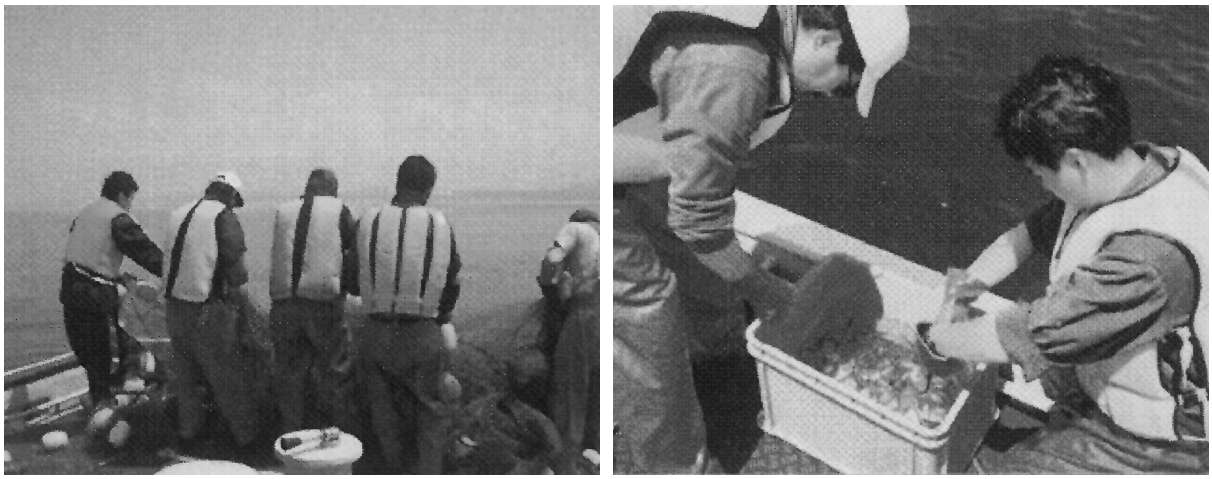


写真３　表層トロール（サヨリ二艘曳網）での網揚げの様子

これまでに平成14～16年の沿岸での調査データが蓄積されてきました。特徴的な現象だけを簡単に説明しますと、調査海域の表面水温は、平成14年と16年の５月には９～10℃前後で推移したのに対し、平成15年の５月中は５～６℃で推移しました。６月以降はいずれの年も10℃を超え、７月半ばにはサケ稚魚にとっての適水温を超える14℃以上になりました。網走沿岸では４～５月はオホーツク海表層水、５月下旬以降は宗谷暖流水の影響を強く受けており、これらの水塊の季節的な変遷によりその年の沿岸環境が特徴付けられています。一方、サケ稚魚の分布ですが、平成14年と16年には放流直後の５月から、岸から１㎞以上離れた沿岸域に分布しましたが、平成15年は５月下旬までに採集されたサ

ケ稚魚のほとんどはごく岸よりの渚滞に生息していたもので、１km以上沖の地点ではほとんど採集されませんでした。この年には、従来からより沖合へ移動すると考えられていた７cm台の大型の魚も渚帯に生息していることが確認され、稚魚のサイズばかりでなく、水温の違いが降海後のサケ稚幼魚の分布に強く影響することが明らかとなりました。このような降海後の分布の違いがサケ稚魚の生き残りにどのように作用するか、調査に関わっている担当者間でも意見が分かれています。

そして、今年の秋には、初年度に放流した標識魚が３年魚で回帰し、10月からは網走川での回帰調査が始まりました。今年から平成22年まで、網走川に遡上した秋サケの耳石の標識を調べ、放流群の回帰率を推定する計画となっています。

これらの調査結果から、沿岸環境の変動やサケ稚幼魚の沿岸での分布の違いとサケの生き残りの関係を明らかにしてゆきたいと考えています。



写真４　親魚の頭部から耳石を取り出す作業の様子（相生ふ化場）

（水産孵化場　さけます資源部資源解析科研究職員　宮腰靖之）

試験研究は今

試験研究は今　No.536

放流マツカワの移動　－大きくなるとどこへ行く？－

【はじめに】

マツカワの人工種苗放流が始まってから10年以上がたち、近年の放流数増大につれて漁獲量も増えてきました。これに伴って漁獲される範囲も広がってきています。放流魚がどこまで移動して、どこで獲られるのかを明らかにすることは放流の効果を判定する上で重要です。

ここでは、標識放流したマツカワの再捕結果から放流魚がどこまで移動しているのか、わかってきた範囲でお話しします。

【噴火湾と日高で放流したマツカワの再捕場所　～０歳放流の場合～】

これまでに噴火湾と日高で標識を付けて放流されたマツカワ（０歳で放流）がどこで再捕されたかを図１に示しました。海域の区分は便宜的に、噴火湾内、太平洋西部（日高～胆振太平洋）、太平洋東部（十勝以東）、渡島～津軽海峡（渡島太平洋から一部日本海を含む）そして道外太平洋（青森県～茨城県）の５海域に分けました。これを見ると噴火湾内で放流した群は90%近くが湾内で漁獲されています。また、日高のような地形的に開けた海域で放流した場合でも同様に90%近くが放流した海域内で漁獲されていることがわかりました。

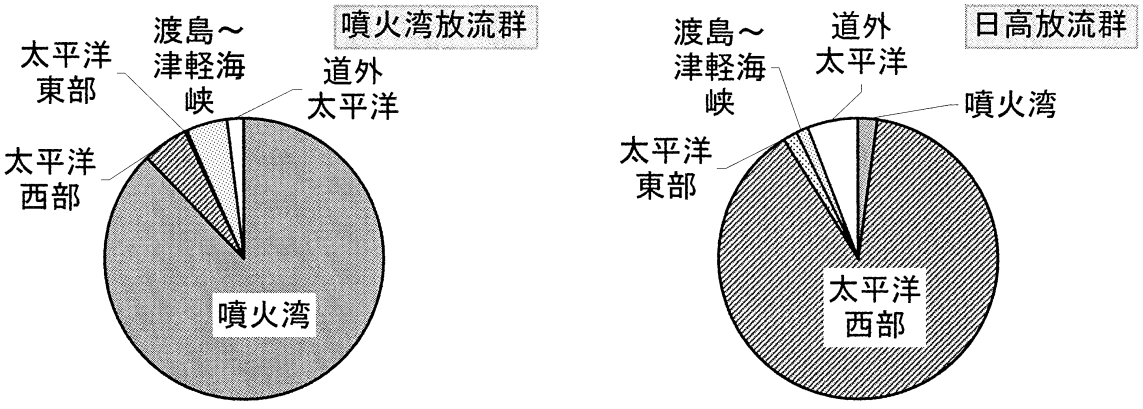


図１　標識放流群の再捕海域

しかし、ひとつ問題があります。図２に年齢別に見た再捕報告数を示しました。標識放流魚は放流直後から再捕報告がありますが、漁具に掛かりにくい０歳魚の報告は少なく１歳魚になると報告数がぐんと多くなります。漁獲物の主体を占める２歳魚では１歳魚とほぼ同様の報告数があり、この両者

で再捕報告全体の90％以上を占めます。ところが、３歳以上になると極端に報告数が少なくなります。これは、漁獲される魚の数が少なくなることに加えて、標識自体が２～３年で魚体から脱落してしまうことも原因であると考えられます。

したがって、図１で示した放流魚の再捕場所は、主に２歳魚までの傾向を示したものといえます。

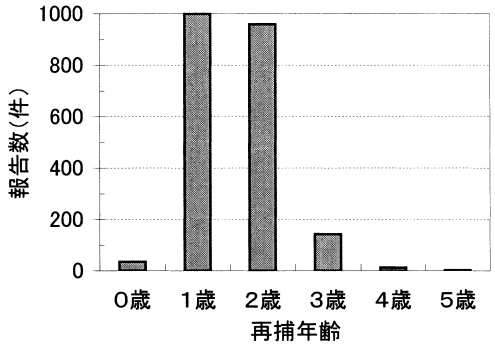


図２　年齢別の標識再捕報告数

【３歳魚以降はどこへ行く･･･？】

それでは、３歳以上の魚はどこに行くのでしょう？やはり放流場所にとどまって周辺で漁獲されるのでしょうか？

このことを調べるために２～４歳まで陸上で飼育した魚に標識を付けて放流してみました。こうすることで、標識が装着後２年間残存しているとすれば２歳で放流なら４歳まで、３歳で放流なら５歳まで追跡することが可能になるはずです。

これらの実験は平成12年から行っていますが、１回の放流数が少ないため個々の結果では傾向が見えません。そこで、放流年は異なっていますが、放流時期と場所がほとんど同じである噴火湾内の豊浦地区で放流した３カ年の再捕状況をまとめて図３に示しました。このような高齢での放流魚は魚体が大きいため放流直後から再捕されますが、移動の様子を知ることが目的ですから、ここでは放流直後に再捕された事例は除外し、放流半年以後に再捕された場合のみを示しました。これを見ると、放流場所である噴火湾内からの報告が再捕報告全体の15％程度にとどまったのに対し、太平洋西部で40％近くあり、噴火湾から太平洋岸に分散している様子が

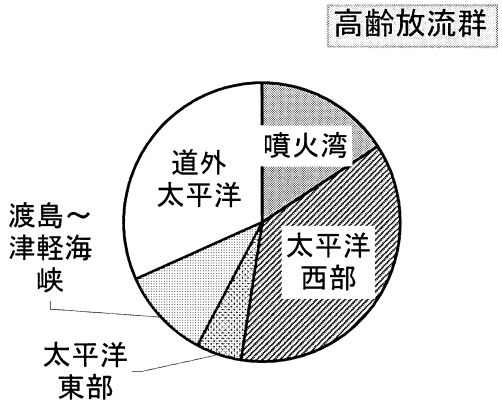


図３　高齢放流群の再捕海域

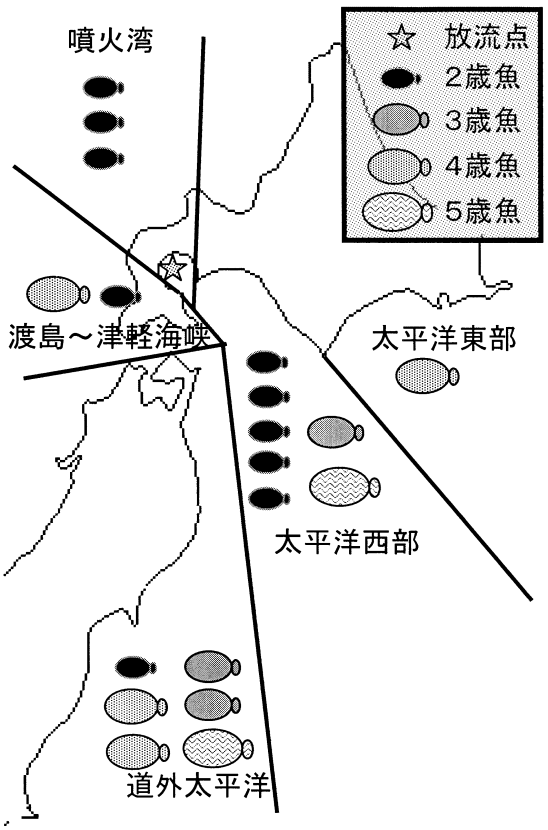


図４　再捕魚の年齢と再捕海域

見て取れます。特に、道外太平洋で30％が再捕されており、図１で示した再捕状況とは大きく様相を異にしました。やはり加齢とともに相当広範囲に移動しているのだと推測されます。

つぎに、何歳の魚がどこの海域で獲れたのかを図４に示します。これを見ると、放流場所である噴火湾内では２歳魚しか再捕されていないことがわかります。３歳魚は太平洋西部や道外太平洋で、４歳以上は道外を含む太平洋岸などの広い範囲で再捕されています。どうやら成長して魚体が大きくなるにつれてより遠くまで移動しているように見えますが、どうでしょうか。

【おわりに】

以上のようにマツカワ放流魚の移動についてまとめてみました。２歳までは放流場所付近にいることはわかってきましが、３歳以降については、まだ事例が少なく移動の様子を完全に明らかにすることはできていません。噴火湾では継続してこのような高齢魚の放流実験を進めていますし、日高海域でも昨年から同様の実験を開始しています。

今後、これらの放流魚の再捕報告が寄せられ、事例が多くなることによって詳細がわかってくることと思われます。

マツカワに限らず、標識魚が再捕された場合には、再捕日や全長などの再捕データを最寄りの漁協などの関係機関にご連絡ください。

ひとつひとつの報告の積み重ねが、豊かな水産資源を作る礎になるはずですから。

（函館水産試験場室蘭支場　高谷義幸）

試験研究は今

試験研究は今　No.537

「ホタテガイの成長特性と適正利用に関する研究」―　最終結果

平成11年度から実施した委託研究「ホタテガイの成長特性と適正利用に関する研究」は平成15年度で終了しました。この結果、平成11年６月の放流直後から、平成15年５月の漁獲終了時まで、ホタテガイ成長、密度および漁場環境のデータが得られ、資源量推定、密度効果に関して数々の有益な成果を得ることができました。今回はその最終目的である放流ホタテガイ成長モデルの解析結果およびホタテガイ漁場管理策定について紹介します。

放流ホタテガイ成長モデルは、放流漁場下での放流ホタテガイの成長予測を目的としています。成長に影響を与える因子として以下の５つを想定しました。

１．底層水温 Tt（℃）　　２．クロロフィルａ量　Ct（mg/　）

３．生息密度　Dt（個体数/m^2）　　４．閉殻筋グリコゲン含有量 Gt（mg/wg）

５．ホタテガイサイズ St（重量ｇ、殻高㎜他）

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す。これらの変数を組み合わせて 100 通りのモデルを計算した結果、底層水温 Tt（℃）、クロロフィルａ量　Ct（mg/　）、生息密度　Dt（個体数/m^2）、ホタテガイサイズ St（重量ｇ、殻高㎜他）の４変数を使ったモデルが最良でした。ただしホタテガイサイズ Stは種苗放流時のサイズだけが必要です。

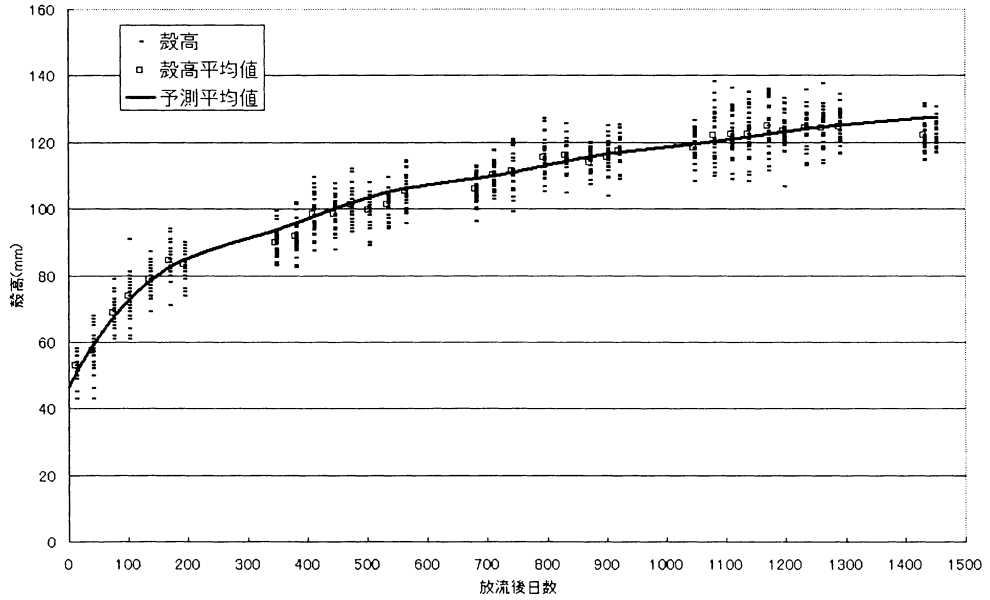


図１　最良成長モデルのシミュレーション結果

この最良モデルを応用する場合、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います。このパラメータを利用すれば、表計算ソフトウェアによる予測シミュレーションが可能です。

図１は実際の平均放流時殻高 46.48 ㎜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、実測値をプロットしたものです。

このモデルを漁場管理へ応用する場合、漁獲時のサイズに合わせた放流種苗サイズや放流密度の算定、短期的な成長予測から、成長不良を示す海洋変動パターンの早期発見の２点が考えられ、この観点から、放流ホタテガイ漁場管理に関して図２のようなスキームが考えられます。

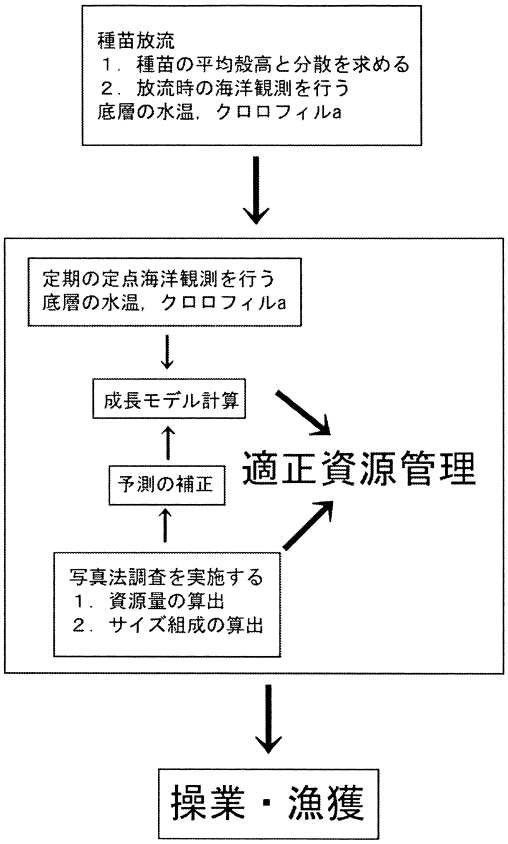


図２　成長モデルを組み込んだ放流ホタテガイ漁場管理のスキーム

このスキームによる調査では、これまで主に行われてきた桁網調査によるホタテガイサンプリングは補助的なものとなります。

注意点は、今回のモデルとパラメータ値の安定性です。経験上、海洋環境の年変動も大きく、漁場ごとに生産力は異なります。そのため、漁場が異なれば同様な調査とモデル当てはめが必要となるでしょう。

（網走水産試験場資源増殖部栽培技術科長　桒原康裕）

試験研究は今

試験研究は今　No.538

トド捕食影響調査が始まりました

はじめに

平成16年度より、水産庁による、トドの資源調査及び総合的な評価などの調査研究が、サケ・マスや鯨類の資源調査を実施する「国際資源調査等推進対策事業」の中で、開始されています。

北海道立水産試験場では、稚内水産試験場を中心に、水産庁から水産総合研究センターへ委託された事業のうち、被害実態調査、試料採取及び食性分析を請け負うことになりました。

稚内水試が実施する被害実態調査については、また別に紹介する機会もあるかと思いますので、ここでは、釧路水試が担当する、胃内容物分析について紹介します。

トドとは

アシカ科に属し、大きな個体では、雄で体長約3.3メートル、体重約1,000キロ（写真１）、雌で体長約2.5メートル、体重300キロ弱にもなる、大型の鰭脚類として知られています。

ロシア海域に繁殖地を持ち、北海道沿岸へは11月～５月の冬期を中心に来遊してきます。トドの繁殖期は５～６月であることから、北海道沿岸は繁殖期に備えてエネルギーを蓄積するための重要な索餌海域になっていると考えられます。また、大型哺乳類であるトドは、その摂餌量も多く、魚類資源へ与える影響が大きいと予想されます。

一方で、トドによる食害や漁具被害による漁業経済への影響は著しく、北海道で大きな問題となっています。

しかし、漁業被害発生のメカニズムなどについては、明らかではない部分が多く、漁業対象種をどれくらい捕食しているかについても明らかではありません。つまり、北海道沿岸域におけるトドの食性を質的・量的に調べるということは、生物学的にも、社会科学的にも重要であるといえるでしょう。



写真１　トドの雄成獣

これまでにわかっていること

これまでにトドについては、北海道大学水産学部を中心とした研究グループにより体系的な生態調査が行われており、食性についてもおよそのことが明らかになってきています。

1990年代以降、調査が行われた海域は、根室海峡の羅臼、日本海側では礼文島、天売島及び積丹半島です。漁業被害防止対策として捕獲されたトドから、胃を採集し、胃内容物分析を行いました。

胃内容物分析の結果、羅臼では、スケトウダラ、マダラなどのタラ科魚類を中心にその他イカ類などを捕食していました。日本海側では、同じくタラ科魚類の他、タコ類（おそらくミズダコ）を多く捕食していました（図１）。

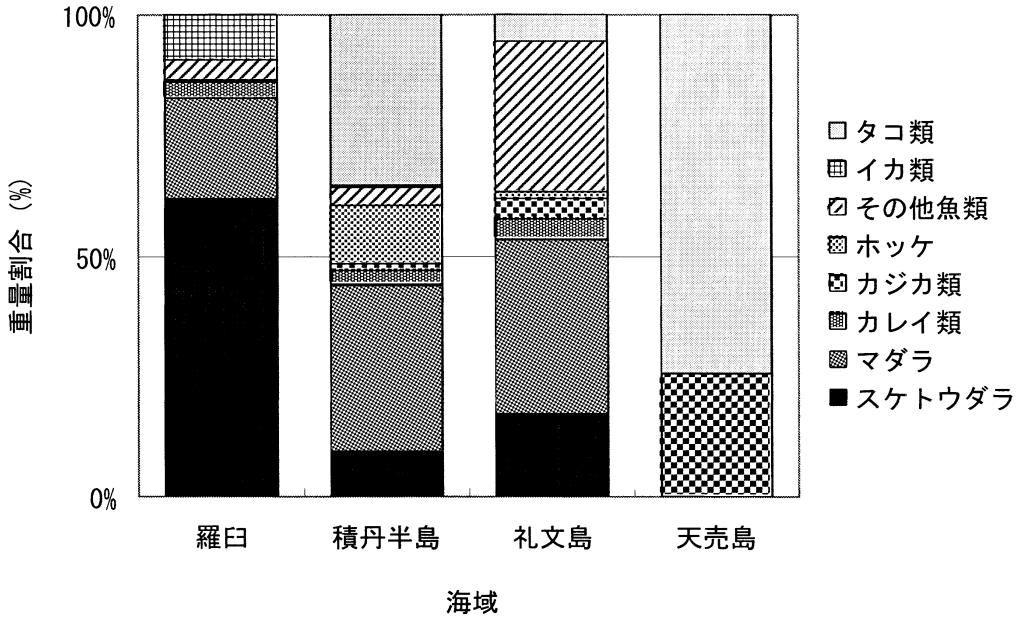


図１　トドの胃内容物中にみられた餌生物の捕獲海域別重量割合（1994-1998年の計）

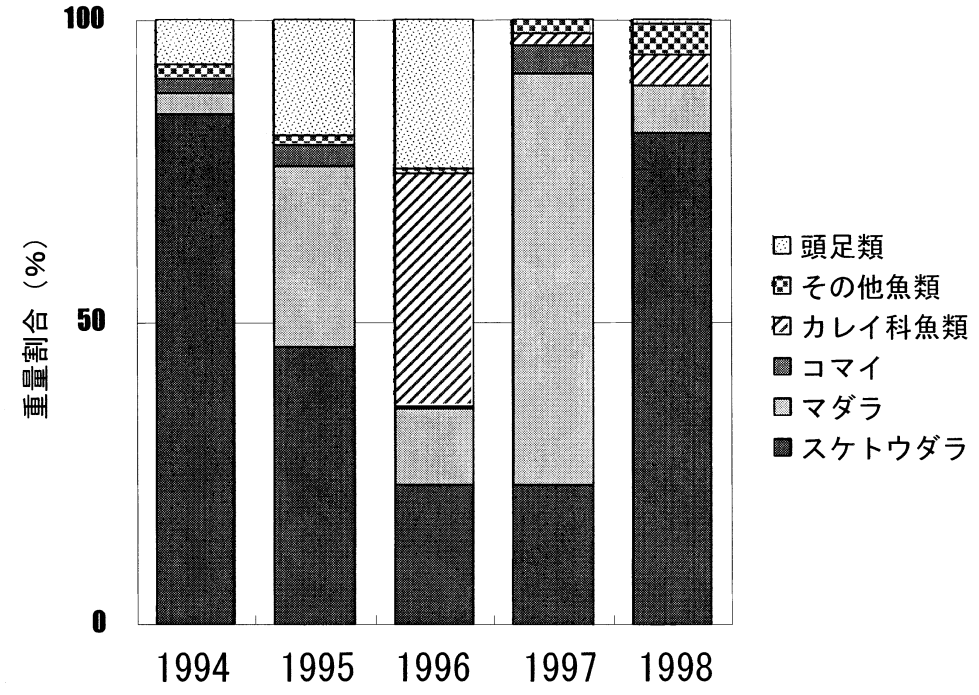


図２　羅臼において捕獲されたトドの胃内容物中にみられた餌生物の捕獲年別重量割合

羅臼では、1994年 ～ '98年の５年間について調査しましたが、年別に比較してみると、スケトウダラの捕食割合の高い年と低い年がありました(図２)。このような海域や年による食性の違いは、トドの食性が、現場の餌生物環境の変化に対応していることを示していると考えられます。

例えば、羅臼では、冬期にはスケトウダラが卓越して分布しているため、トドはスケトウダラを中心とした摂餌を行っていると考えられます。しかし、'96 年のような、スケトウダラの胃内容物中に占める割合が、低い年もあります。このような年は、スケトウダラの餌としての利用可能量が少なかったため、他の魚類を餌とした割合が高くなっていたのではないか、と考えられました。

日本海側は、漁業被害が多発している海域ですが、これまで解析された標本数が少ないため、年別の変化など具体的な分析は行われていません。

今年度から開始されたトド捕食影響調査では、日本海側の標本収集に努めることにより、より詳しい解析を行っていくことが可能となるでしょう。

これから行う調査

水産庁が行うトド調査の一環として、平成16年度の冬期より、漁業被害防止対策として捕獲されたトドから頭、胃、腸、生殖器、DNA分析用試料の採取が行われます。

頭は歯を使った年齢査定と骨格標本の作製、胃・腸は食性解析、生殖器は性成熟判定、DNA分析用試料は系統群判別と、それぞれの目的のために試料が収集される予定です。

このうち、釧路水試では、胃・腸を用いた食性解析を担当しています。さらに、北海道大学水産学部による糞を用いた食性調査や、稚内水試による被害実態調査の結果と合わせて、これまでよりも詳しい摂餌生態が解明され、漁業被害の防止に役立つことができれば、と考えています。

（釧路水産試験場資源管理部　研究職員　後藤陽子）

試験研究は今

試験研究は今　No.539

サケ・マス原虫症に“お茶”が効く

【始めに】

日本で増殖されているシロサケ、カラフトマス、サクラマス等のサケ・マス類には孵化してから放流するまでイクチオボド、トリコジナ、キロドネラ等の原虫が寄生し被害を与えてきました。特にイクチオボド（学名イクチオボド・ネカトール）は主に鰭と体表に寄生し、そのため寄生を受けたサケは体表が崩壊壊死し淡水中で死亡するだけでなく、海水適応能が著しく低下することがわかっています(写真１)。したがって、イクチオボドが多数寄生したサケでは放流後海洋に移動してから死亡する可能性が高いと考えられます。これまでは低濃度のホルマリンを池に滴下することにより魚の体表に付着している原虫を除去してきました。しかし、国民の“食の安全”に対する意識が高まる中、平成15年７月には薬事法が改正された結果、ホルマリン、マラカイトグリーンを含め全ての未承認医薬品の使用が禁止されました。

北海道立水産孵化場では現在ホルマリンとマラカイトグリーンの代替法の開発が進行中ですが、その一環として食品によるサケ・マス原虫症対策試験（ホルマリンの代替法開発）が行なわれており、その過程で食品の“お茶”がイクチオボドに効くことがわかってきました。今回はその有効性、安全性について御紹介いたします。

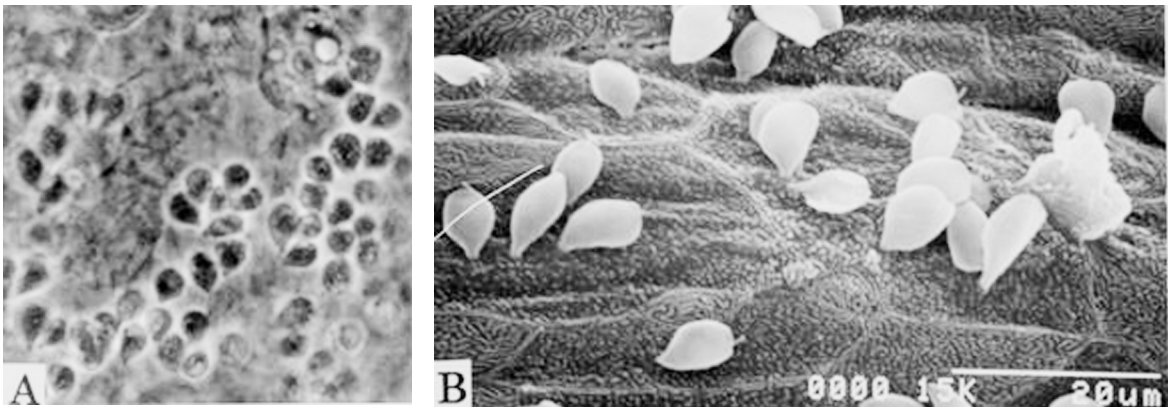


写真１．イクチオボド　A.光学顕微鏡写真。サケ背鰭にみられたイクチオボド。400倍。
B.走査型電子顕微鏡写真。サケ体表のイクチオボド。1,500倍。

【お茶】

お茶はツバキ科の樹（学名カメリア・シネンシス）の芽や葉から作られる嗜好飲料です。お茶の歴史はとても古く、神話では約5,000年前、中国の神農帝が服したのが始まりと伝えられています。原

産地は中国雲南省からインドのアッサム地方の山地と推測されており、蒸した茶葉を薬として食していたそうです。日本へは遣隋使、遣唐使の留学僧が持ち帰ったのが始まりと言われています。平安時代には最澄、空海が中国・唐より茶種を持ち帰り、鎌倉時代には栄西禅師が中国・宋より抹茶の製法と茶種を持ち帰り、明恵上人が京都で宇治茶の栽培を始めその後各地に広がったと考えられています。お茶の効用は昔からいろいろ言われています。健康ブームにともなってお茶の健康面でのさまざまな効用が見直されつつあるようです。今回試験に使用したのは緑茶の熱水抽出物（食品）で粉末状に乾燥したものです（商品名カメリア、(株)太陽化学)。主成分は茶ポリフェノール（カテキン）です。

【茶ポリフェノールの有効性】

イクチオボドが寄生したサケに対して２つの方法が考えられます。１つは孵化してから浮上時期までの魚に対するものです。この時期の魚は卵黄嚢をもち池の砂利、小石の間にいるためにヒトが網等で集めたりすることはできません。そのため池に低濃度の茶抽出物を長時間滴下することが有効と考えられます。また、浮上時期から放流までの稚魚では網等で集めた後タンク中に用意した高濃度の茶抽出物に短時間漬けることが有効です。実験室でこのような状況を再現して調べてみました。

飼育水中に0.03%になるように茶熱水抽出物を溶かして30分から60分間魚を漬けてから、水槽に移し1日後に寄生虫数を数えました。サケでもサクラマスでも寄生虫数は対照（何の処理もしていない魚）のほぼ10%以下に減少しました（図１と図２）。また、茶熱水抽出物を0.3%から0.9%になるように溶かした飼育水に魚を１分から５分漬けると、寄生虫は対照の３％から５％に減少しました（図３）。このように茶熱水抽出物は孵化してから放流するまでのどの時期の魚にも使用でき有効であると考えられました。

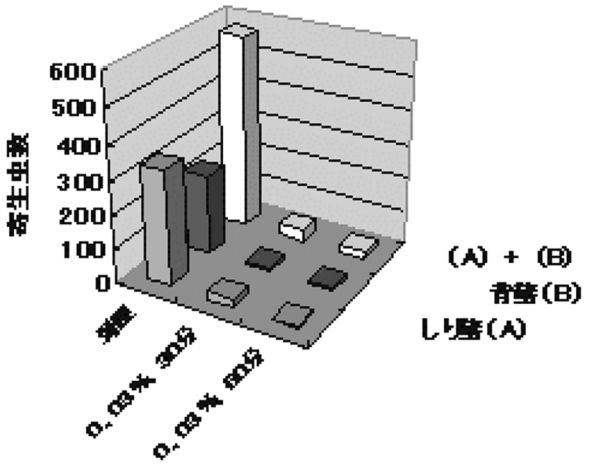


図１　イクチオボド寄生サケ（0.5ｇ）に対する茶熱水抽出物低濃度長時間浸漬の効果

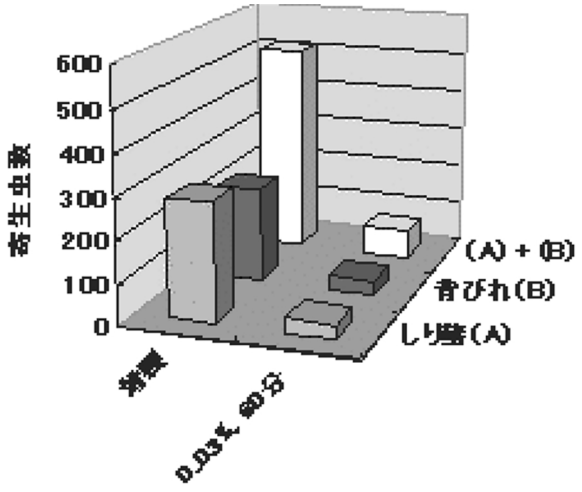


図２　イクチオボド寄生サケ（0.2ｇ）に対する茶熱水抽出物低濃度長時間浸漬の効果

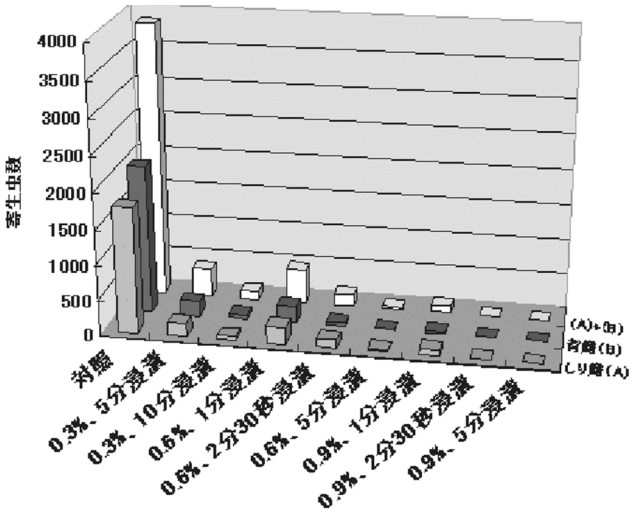


図３　イクチオボド寄生サケ（0.5ｇ）に対する茶熱水抽出物高濃度短時間浸漬の効果

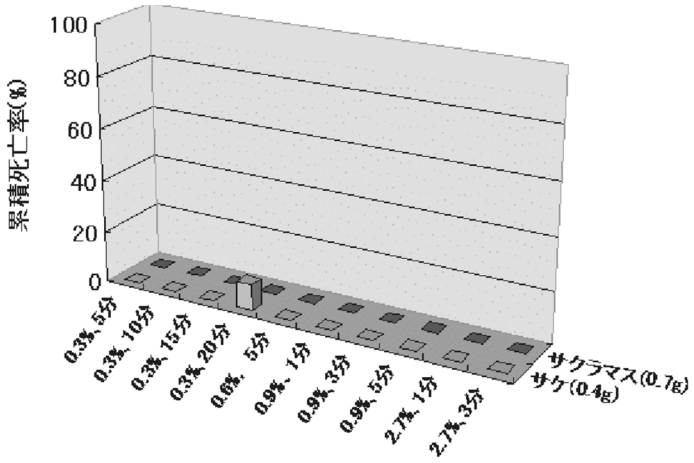


図４　サケ及びサクラマス稚魚に対する茶熱水抽出物浸漬の安全性－１日後の累積死亡率－

【茶ポリフェノールの安全性】

では、魚に対する安全性はどうでしょうか。有効な濃度と時間だけでなく、より高い濃度でかつより長時間魚を漬けてその影響を調べてみました。茶熱水抽出物を0.3％から2.7％になるように飼育水に溶かし、１分から10分サケおよびサクラマス稚魚を漬けて１日後の累積死亡率を調べてみると、ほとんど死亡はみられませんでした(図４)。例えば有効性試験から明らかになったように､0.9％に１分漬けると寄生虫数は対照の2.7％にまで減少します。この濃度と時間のそれぞれ３倍､すなわち茶熱水抽出物2.7％に３分漬けても死亡は全くみられませんでした。このことから、有効な条件を大幅に逸脱しない限り安全であると考えられます。また､茶熱水抽出物に魚を漬けても（茶熱水抽出物0.03％に30分および0.9％に５分）海水適応能に対する影響はないことを確認しています。

【使い方と今後の課題】

これまでの試験結果から、濃度0.03％で30分間魚が漬かった状態になるように池に滴下するか､タンクに0.6％の液を用意して３分間魚を漬ける方法が良いと考えられました。今後は孵化場規模での実証試験とそのためのマニュアル作りが必要です。さらに、茶熱水抽出物に漬けることによる回帰や成長に与える影響についても検討する必要があります。

（北海道立水産孵化場　養殖病理部魚病防疫科長　鈴木邦夫）

試験研究は今

試験研究は今　No.540

未低利用藻類の有効活用を目指して

はじめに

北海道（特に道東地方）のコンブ漁場では雑海藻としてアイヌワカメやスジメが年間約3,000t駆除されています。また、促成コンブの養殖場では間引きされたコンブが全道で年間約1,000t、収穫の際に除去されるコンブの仮根（コンブ付着器）が年間約5,000t廃棄されています。この他にも、調味料メーカーから出されるエキスを抽出した後のコンブ（エキス抽出残滓）など多くの水産バイオマス資源が未低利用のまま有効活用されていない現状にあります。

これら未低利用藻類の中でも特に褐藻類には、活性酸素を除去したり、抗がん作用などがあるカロテノイド色素の一種のフコキサンチン（図１）や、血栓を予防したり、コレステロール低下作用などがあるフコステロール（図２）といった有用成分が含まれています。このため、加工利用部ではこれら有用成分を効率的に海藻の中に濃縮させるほか、抽出して利用する技術を(独)中央水産研究所及び(独)畜産草地研究所と共同で研究しています。

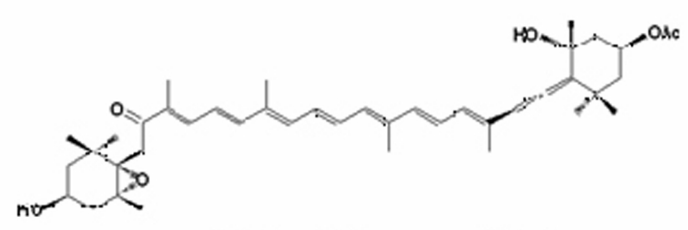


図１　フコキサンチンの構造式

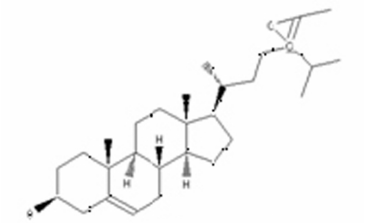


図２　フコステロールの構造式

未低利用藻類の成分調査

原料特性を把握するため、各未低利用藻類の一般的な成分の含有量を測定しました。なお、数値は水分量による誤差をなくすため、水分が全く無いと仮定した時の数値である「無水物換算値」で表しています(図３)。

灰　　分　マグネシウムやカリウムなどミネラルは間引きコンブで最も多く、逆にエキス抽出残滓ではコンブエ

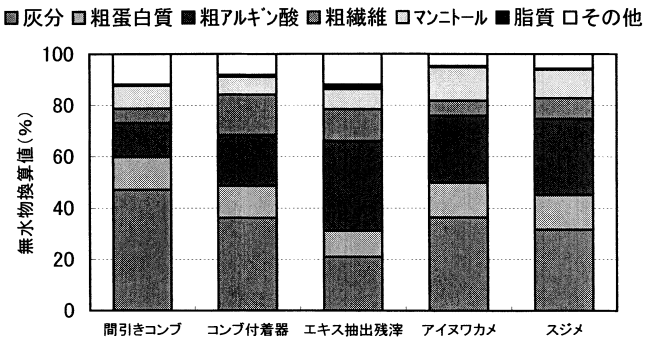


図３　未低利用藻類の各種成分の含有量

キスとして抽出されているため、量は少なくなっています。

粗蛋白質　各試料間で特に差は無く、約10～13%でした。

粗ｱﾙｷﾞﾝ酸　粘質多糖類と呼ばれるものの一種で食品の増粘安定剤やゲル化剤などに利用されています。これは間引きコンブでは少ないのですが、エキス抽出残滓では灰分やマンニトールなどの水溶性成分が除かれているため、相対的に比率が高くなっています。

粗 繊 維　主にセルロースです。コンブ付着器で最も多くなっています。

ﾏﾝﾆﾄｰﾙ　やや甘みのある、干したコンブの表面に白い粉として出てくる成分の一つです。間引きコンブでは成長途中のコンブのため多くはありませんが、アイヌワカメとスジメでは多くなっています。なお、粗アルギン酸・粗繊維・マンニトールなどが海藻の炭水化物に当たります。

脂　　質　エキス抽出残滓ではコンブエキスとして抽出されないので、相対的に比率が高くなっています。ちなみに、今回ターゲットにしているフコキサンチンやフコステロールはこの脂質の中に含まれています。

濃縮試験の結果

フコキサンチンはフコステロールより熱・強い光・強アルカリなどで分解されやすい、不安定な物質です。そのため有用成分の濃縮方法の検討では、フコキサンチン量の変化を指標にしながら、間引きコンブを使って行いました。

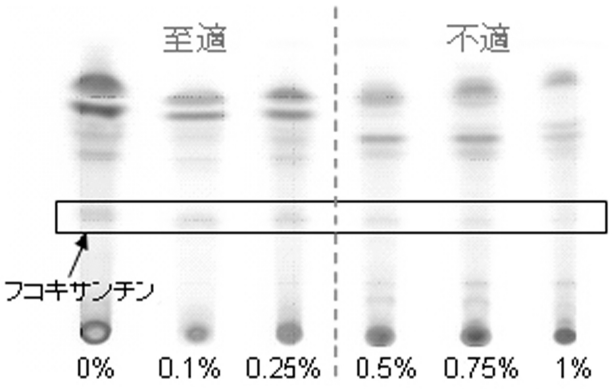


図４　アルカリ処理濃度とフコキサンチン量

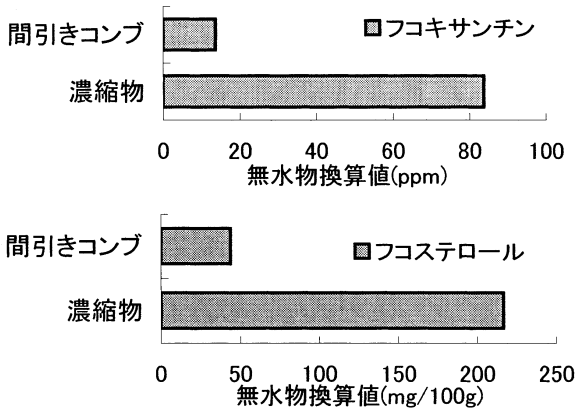


図５　濃縮処理による間引きコンブのフコキサンチンとフコステロールの含有量変化

濃縮方法は、まず薄い塩酸でマンニトールなどの水に溶ける成分を除き、次いで各濃度のアルカリ（炭酸ナトリウム溶液）で水に溶けないアルギン酸などを除きました。この時の歩留まりを基に、除去できた成分の量を多糖類等の除去率として算出しました。この除去率の数字が高いほど、濃縮が進んでいる目安になります。その結果、アルカリ処理濃度0.5％以上ではフコキサンチンが分解することが分かりました（図４）。また、アルカリ処理濃度0～0.25％の間では0.25％が最も多糖類等の除去



写真１　間引きコンブの濃縮物

率が高くなりました。このため、アルカリ濃度は0.25％が最も適していることが分かりました。この条件で濃縮処理した時の間引きコンブのフコキサンチン含有量は原料の6.1倍、フコステロールは4.9倍にもなっていることが分かりました（図５）。

今後は、間引きコンブなどの濃縮物や抽出したフコキサンチンを餌として与えた鶏から、日持ちの良い鶏肉や低コレステロール卵などの開発を行うとともに、フコキサンチンをマウスに与えて新たな機能性の探索などを行っていきます。

（中央水産試験場　加工利用部　佐藤暁之）