



北海道

# 海・川・魚 を科学する

水産試験研究最新成果集 VOL.5



平成16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さまざま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」は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漁業関係者をはじめとする道民の方々へ、わかりやすく紹介するために発行しているものです。

本書により、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。

### この冊子は、

- 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。



### おもて表紙の説明

- |   |            |        |
|---|------------|--------|
| 1 | マガレイ稚魚     | (P 13) |
| 2 | 乳酸菌使用の糠ほっけ | (P 45) |
| 3 | シロザケ稚魚     | (P 3)  |
| 4 | ウニ返し試験施設   | (P 1)  |
| 5 | ホタテ貝柱フレーク  | (P 43) |
| 6 | フシスジモクの卵   | (P 7)  |
| 7 | クロガシラガレイ   | (P 31) |

### うら表紙の説明

- |    |              |        |
|----|--------------|--------|
| 上図 | ホッコクアカエビの生活史 | (P 33) |
| 下図 | シシャモ年齢別体長比較  | (P 21) |

# 目

# 次

## つくり育てる漁業をめざして

● ウニ食圧制御機能を有する藻場造成施設の開発	1
● サケの給餌は月・水・金	3
● ニシンが産卵基質として利用している海草スガモの生態	5
● 砕波帯におけるホンダワラ類（フシスジモク）藻場の造成手法	7
● ホタテガイ小型化の原因を探る	9
● 噴火湾養殖ホタテガイの卵質評価に関する試み	11
● マガレイ種苗生産の安定化をめざして	13
● リシリコンブ色調不良の実態把握と原因の解明を目指して	15
● 波浪及び流れによるアサリ増殖場の洗掘抑止条件	17
● ヒトデはアサリをどれくらい食べるのか？	19

## 水産資源の持続的利用と保護をめざして

● ししゃも桁網の網目選択性について（漁具改良試験）	21
● スルメイカに標識を付けて、その移動を調べる	23
● サケの回帰予測について	25
● カラフトマス稚幼魚の生態調査	27
● リモートセンシングによる藻場調査	29
● 稚内周辺で漁獲されるクロガシラガレイの年齢査定方法の検討	31
● ホッコクアカエビの殻（外骨格）の硬さを調べる	33
● 耳石Sr/Ca比からみた網走湖産シラウオの生活史	35
● 春ニシンの分布域変化および漁獲量変動と水温環境	37
● 噴火湾産アカガレイ1995年級群の成長	39
● 道東太平洋海域のハタハタの移動について	41

## 水産資源の有効利用をめざして

● ホタテ貝柱フレークの高品質化技術開発	43
● 乳酸菌を利用した糠ほっけの製造法について	45
● サケ卵加工品の品質および製造基準	47
● スルメイカを加工したチーズ様機能栄養食品素材について	49

## 環境保全と防疫をめざして

● マツカワのエドワジェラ症に対するOTCの投薬効果	51
● 森林が河口域の水産資源に及ぼす影響の評価	53
● 川で産卵したサケが担う役割 - 森・川・海のつながりの中で -	55
● 北海道西岸日本海の海況状態を監視する	57

# ウニ食圧制御機能を有する藻場造成施設の開発

中央水産試験場 水産工学室

## 研究の目的

磯焼け海域において高密度に分布するキタムラサキウニを除去すると、その過剰な摂食圧が抑制されコンブ類などの幼芽が保護されるため、海藻群落が回復することが実証されている。そこで、キタムラサキウニの摂食圧を制御することが可能な藻場造成施設の開発を行う。

## 研究方法

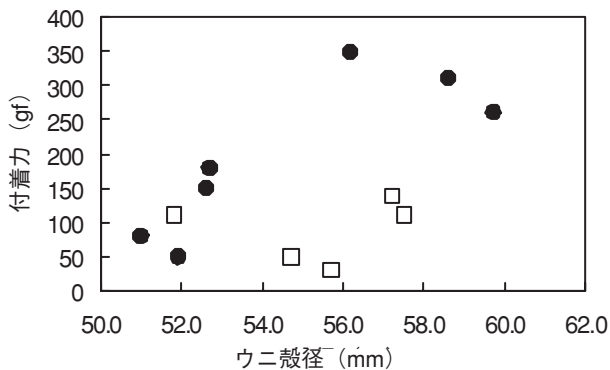
立体的な藻場造成が可能な柔構造物（ロープ）を用いた施設を開発するため、キタムラサキウニ（以下ウニ）を対象に、水槽実験として①ロープに対するウニの付着力試験（ロープ直径：14mm、24mm）、②一端に浮子を取り付けて浮かせた動揺するロープに対するウニの行動実験（流速振幅：0 cm/s～21.6cm/s、ロープ直径：2mm、6mm、12mm、24mm）、③ウニの侵入防止のための傘状構造物（以下ウニ返し）の角度効果試験（壁面と天井面のなす角度：30度、45度、60度、90度）を行い、また、海域試験として④海藻着生試験（余市町沖、水深4m、6m）を行った。

## 研究の成果

- ① ウニのロープに対する付着力は30gf～350gfの範囲にあり、直径14mmが直径24mmより大きい傾向を示した（図1）。このような付着力の差は、ウニの大きさやロープ表面の凹凸により付着に使用できる管足数が変化したためと考えられる。
- ② 動揺しているロープに対するウニの行動をみると、流速振幅2.5cm/s以下ではすべてのロープに上り、かつ、先端まで上り切った（表1）。10.5cm/s以上では全てのロープに上れなかった。これは流速振幅が大きいほど、ロープの揺れ幅が大きくなり、管足を付着させることができないためと考えられる。また、ウニへの水の抵抗力を試算したところ、上記のウニの付着力の方が大きいため途中で振り落とされることはないものと推察された。
- ③ ウニ返しの角度効果をみると、壁面（ロープもしくは施設支柱に相当）との角度が30度、60度および90度の天井面へはウニは移動可能であった。しかし、45度では天井面への移動途中に付着力が不足して落下した。
- ④ 海域試験に選定した場所一帯は、ウニが高密度に分布する磯焼け状態にあったが、（1）先端に浮子を取り付けただけのロープ施設および（2）ロープ固定部に45度のウニ返しを加えた施設（写真1・図2）の2タイプとも施設上にホソメコンブの繁茂が確認された（写真2・図3）。以上のことから、海域の波浪条件に応じて、適宜、ロープの太さやウニ返しの取り付けなどを工夫した柔構造物を磯焼け海域に設置することによって（図4）、海面を立体的に有効利用した藻場造成が可能であることが明らかとなった。

## 成果の活用

柔構造物を用いた藻場造成施設は製作が容易で安価なことから、漁業者が磯焼け海域において自主的に取り組むウニ餌料用の藻場造成法としての活用が期待される。



ロープ直径 ● 14mm □ 24mm

図1 ロープへのウニの付着力



写真1 ウニ返し試験施設

表1 動揺するロープへのウニの行動

流速振幅 (cm/s)	ロープ直径 (mm)			
	2	6	14	24
0.0	○	○	○	○
2.5	○	○	○	○
5.3	×	○	○	○
10.5	×	×	×	×
21.6	×	×	×	×

○:登れた, ×:登れなかった

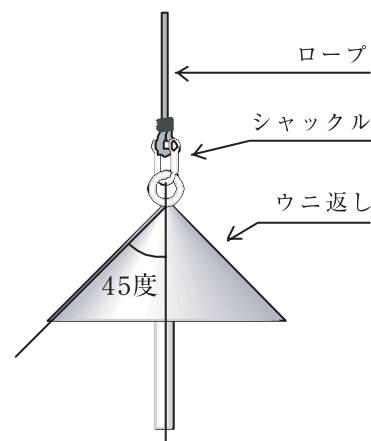


図2 ウニ返し試験施設図



写真2 ホソメコンブの繁茂状況  
基部には写真1のウニ返し施設を設置

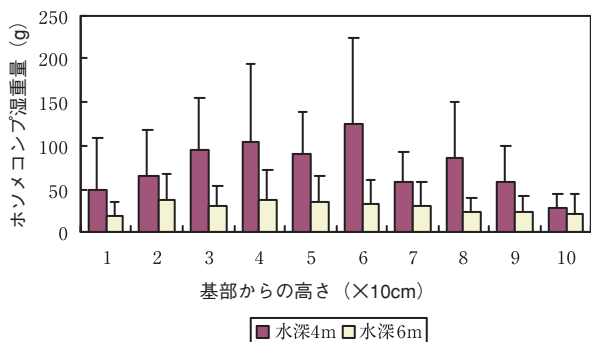


図3 ロープのみの試験施設上のホソメコンブ着生量

### 流速振幅条件の検討

(ホソメコンブが幼芽で、キタムラサキウニの摂餌が活発化する2月~4月)

**10cm/s 以上**

例) 外海に面した水深4m以浅の海域

**10cm/s 以下**

例) 岬や入江の遮蔽域になっている水深5m以深の海域

柔構造物のみ

柔構造物+付加構造物

(注) 流速条件中の例はおおよその目安なので、実際の運用には造成海域の事前調査が必要。

図4 造成海域条件による施設の選択

# サケの給餌は月・水・金

水産孵化場 養殖技術部  
中央水産試験場 加工利用部

## 研究の目的

北海道では毎年約10億尾ものサケ稚魚が放流され、回帰するサケは年間約5,000万尾となっている。放流事業の成果により漁獲が増える一方で、魚価の低迷のため漁獲金額は減少する傾向にある。今後サケの栽培漁業を継続するには種苗生産コストの低減が必要である。本研究はサケ増殖事業の効率化のため、隔日給餌によるサケ稚魚の養成方法を確立することを目的とする。

## 研究方法

2003年2月6日に浮上した稚魚に毎日給餌で餌付けを開始し、4週間後の3月6日から隔日給餌の試験を開始した。0.4gサイズから放流に適当な1.5gサイズまでのサケ稚魚に隔日給餌を行った。水温は8～9℃であった。餌料は通常のマス用配合餌料を使い、給餌の設定は毎日給餌群（週5回：月～金給餌）と隔日給餌群（週3回：月、水、金 給餌）とし、90尾ずつ2ロットを設けた。毎日の給餌率（体重に対する餌の重量）はライトリッツ表に従い、隔日群は毎日群の2倍を与えた。試験魚は2週毎に全個体の体重および体長を測定し、同時に10個体を取り上げて体成分の分析用サンプルとした。試験は5月1日に終了した。

## 研究の成果

実験魚は各群とも良好な成長を示し、終了時までの体重はすべて予定の1.5gを超えた（図1）。これは放流種苗として十分な大きさであった。体重の変化には4群の間に大きな差はなかった。瞬間成長率と餌料効率については毎日給餌群がやや高い傾向にあった。一方肥満度については隔日給餌群が毎日給餌群より高い値を示した（表1）。両者の間には体型の差も認められ、体高・体幅・腹部長は隔日給餌群が大きい傾向にあった（表1・図2）。また、体成分では隔日給餌群のグリコーゲン量が著しく高かった（表2）。

これらの試験結果から、サケ稚魚は0.4gサイズからでも隔日給餌が可能であることが示された。また給餌間隔を変えることにより体内の代謝が変わってくる可能性が示唆された。隔日給餌群のグリコーゲン量が著しく高かったことは、飢餓に対する耐性が高いことが考えられ、隔日給餌群が放流種苗として有利である可能性が示唆された。

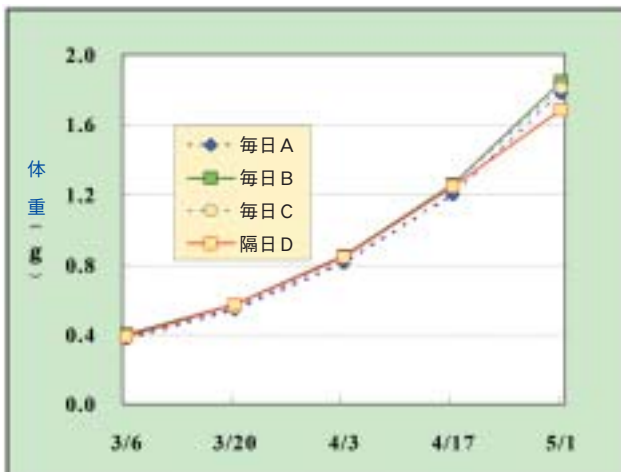
長い間、サケ科魚類の稚魚養成には毎日給餌が常識とされてきた。今回の試験結果はその「常識」に一石を投ずるものと思われる。

## 成果の活用

本研究では引き続き、事業池での試験、種苗性の確認等を行って、隔日給餌方法の確立を計っている。北海道のサケ増殖事業は、経費の縮減・作業の効率化が求められている。

本研究の成果は全道のサケ増殖事業関係者に給餌マニュアルを提示することにより事業の合理化に大きく貢献し、民間における増殖コストの低減化に寄与する。

図1 サケ稚魚の体重変化



4群の体重に大きな差は見られない

表2 サケ稚魚の試験成績

	開始時		終了時		瞬間成長率	餌料効率
	体重(g)	肥満度	体重(g)	肥満度		
毎日A	0.37	6.85	1.78	8.11	2.79	114.42
毎日B	0.40	7.01	1.84	8.70	2.74	109.12
毎日C	0.39	6.87	1.81	8.01	2.76	111.87
隔日D	0.38	6.90	1.69	8.34	2.64	102.16

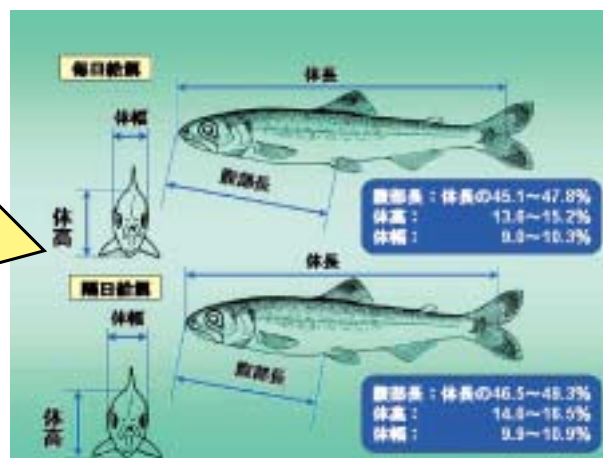
瞬間成長率、餌料効率は毎日群が上回るが、肥満度は隔日群が高い

写真1 サケ稚魚の体型変化 1



毎日給餌(上)と隔日給餌(下)のサケ稚魚。隔日給餌群は体高、体幅が広く、腹部が長い

図2 サケ稚魚の体型変化 2



### まとめ

- 0.4g サイズの稚魚からでも隔日給餌による養成は可能である。
- 隔日給餌群は毎日給餌に比べ、絶対成長、餌料効率はやや劣るが、肥満度は高い傾向にあり、体型も変化する。
- グリコーゲンの蓄積は隔日群で多く、給餌間隔を変えることで、体内の物質代謝に変化が起きていることが示唆される。
- 放流魚の種苗性の観点から、隔日給餌の方が良い可能性がある。

表2 サケ稚魚の体成分分析

日付	スタート	分析試料 (g)	タンパク (mg/g)	RNA (mg/g)	DNA (mg/g)	酸性アミノ酸 (mmol/g)	グリコーゲン (mg/g)	TG (mg/g)	PL (mg/g)	
3月6日	スタート	A0	0.2178	173.2	4.06	2.04	63.1	1.01	10.77	5.28
	S D		0.0378	9.7	0.77	0.27	56.3	0.24	3.05	0.58
3月20日	毎日	A2	0.3242	172.4	6.05	2.16	76.2	0.28	10.45	11.48
	S D		0.0396	5.2	0.30	0.09	34.5	0.17	3.95	1.82
隔日	B2	0.2997	182.7	5.26	2.29	46.3	4.12	9.80	7.60	
	S D		0.0692	11.8	0.53	0.20	31.8	1.83	2.79	0.83
4月3日	毎日	A4	0.4884	171.5	5.66	2.12	17.8	0.01	8.71	7.82
	S D		0.0965	25.6	1.29	0.39	14.1	0.02	2.67	2.36
隔日	B4	0.4539	176.5	4.52	1.71	35.4	3.66			
	S D		0.1052	13.4	0.46	0.12	19.6	1.54		
4月17日	毎日	A6	0.7118	208.1	4.59	1.90	7.1	0.20	9.78	7.54
	S D		0.1377	7.6	0.22	0.10	1.8	0.11	1.61	0.31
隔日	B6	0.6371	191.0	7.57	2.98	9.9	3.78	9.92	4.23	
	S D		0.1339	14.9	1.36	0.49	9.1	2.09	1.55	5.85
5月1日	毎日	A8	1.0147	219.3	4.95	1.95	13.4	2.82	10.01	7.52
	S D		0.2046	16.9	0.27	0.11	10.0	2.03	1.66	0.37
隔日	B8	1.0626	238.7	4.17	1.82	14.5	5.13	10.21	7.26	
	S D		0.1437	12.2	0.26	0.11	13.2	1.72	2.01	0.63

グリコーゲン量に差が見られ、隔日群が著しく高い

# ニシンが産卵基質として利用している海草スガモの生態

中央水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

北海道日本海沿岸において、石狩湾系ニシンは様々な海藻草類に卵を産み付けていることが明らかになっている。その中で最も利用されている種類がスガモであり、近年、本種がニシンの産卵基質として注目されている。しかし、本種はコンブとは異なり、それ自体に商品価値がないことから、詳しい生態について明らかになっていない。そこで、本種の藻場造成技術開発に向けての足がかりとなる基礎的な生態について明らかにする。

## 研究方法

2002年6月から2003年8月にかけて、北海道日本海沿岸のスガモ群落において、25cm×25cmの方形枠を用い、4枠の坪刈採集を実施した。採集したサンプルは、任意に選んだ30株について、最大株長（株基部から最も長い葉の先端までの長さ）および葉数を計測するとともに、栄養株、成熟株、枯死部分ならびに地下部分（根部分）に分けて（写真1）、乾燥重量を測定した。さらに、群落内の10株には、株基部に標識を取り付けて同一株における株長の変化を把握した。

## 研究の成果

- ① 当海域において、スガモの生殖器官である生殖株は年1回形成され、その形成時期は4～7月であり、生殖株から種子（写真2）を放出する時期は7月であることが明らかになった（図1）。
- ② 栄養株基部からの株分かれによる繁殖時期は、冬季（12～3月）であることが明らかになった。（図1）。
- ③ 1株あたりの葉数は、周年にわたり常に4～5枚であることから、本種は比較的短い周期で葉の更新が行われていると考えられた（図2）。
- ④ 当海域において、スガモは春から初夏にかけて伸長し、成熟時期に株長が最大となり、夏以降、徐々に短くなり、冬季に最小になるといった生長様式を有することが明らかになった（図2・3）。
- ⑤ スガモの現存量は、成熟時期以降にやや減少したが、周年、ほぼ一定であることから、コンブおよびホンダワラ類等の大型海藻に比べて安定していることが明らかになった（図4）。

## 成果の活用

今回、明らかになった当海域におけるスガモの生活年周期に関する知見は、本種藻場造成の適期および手法の検討を進める上での有益な資料となる。



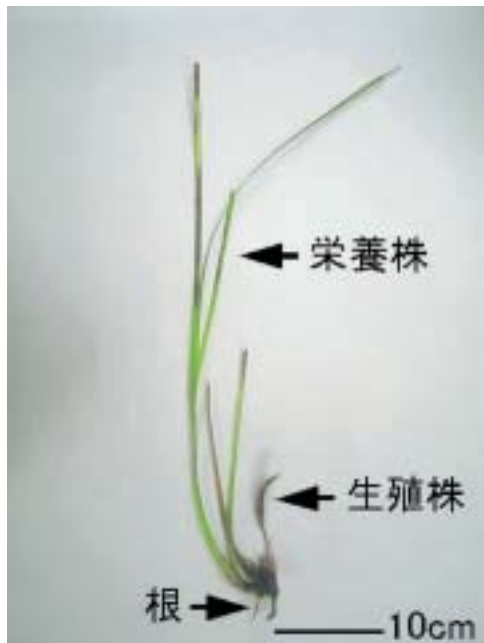


写真1 スガモの草体



写真2 スガモの種子

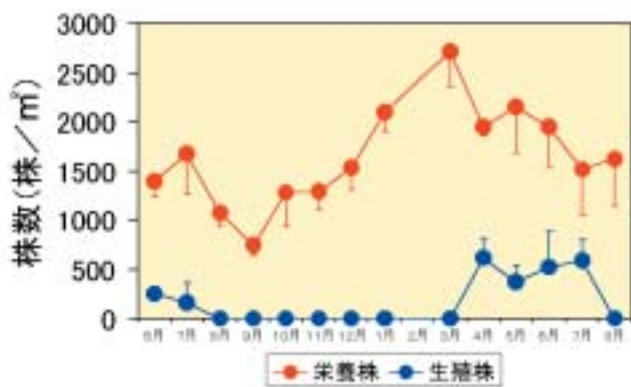


図1 栄養株と生殖株数の季節変化

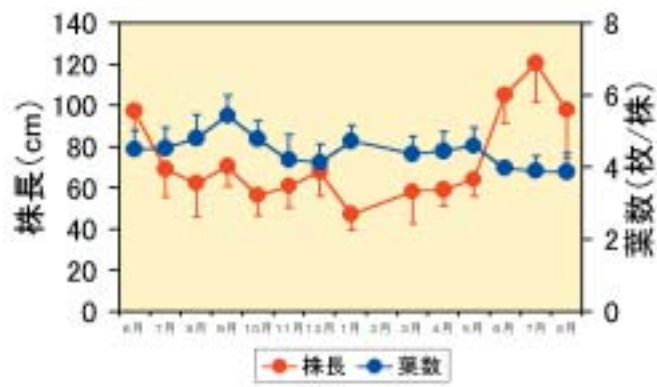


図2 最大株長と葉数の季節変化

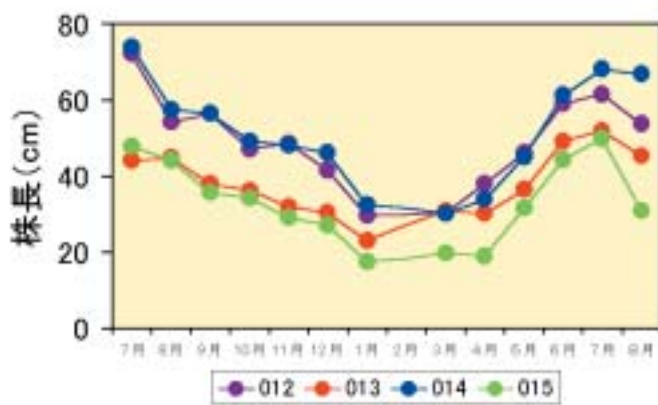


図3 標識株の最大株長の季節変化

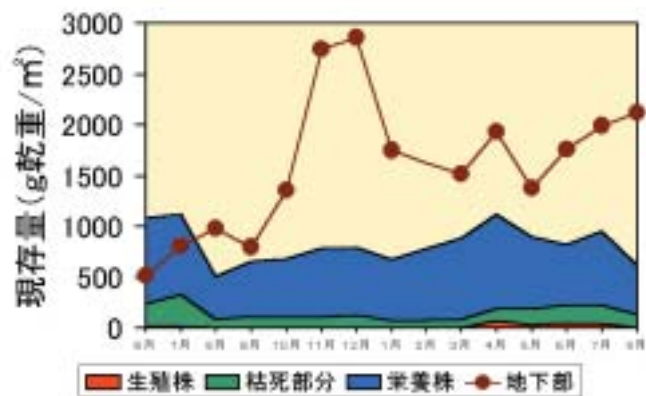


図4 部位別現存量の季節変化

# 砕波帯におけるホンダワラ類（フシスジモク）藻場の造成手法

函館水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

海産生物の産卵場の確保や環境保全のため、藻場を効率的に造成する手法が求められている。海底面や魚礁に新たな藻場を造成する手法の一つとして、あらかじめ海藻の幼芽を着生させた基質を移植する方法がある。この研究ではコンクリートを主原料とした基質上に、ホンダワラ類のフシスジモク（通称：立ち藻、立ちごも）の卵を発芽・育成させ、移植用の基質を簡易な手法で生産するための条件を明らかにすることを目的とした。

## 研究方法

平成11年から平成14年までの毎年5月下旬から6月中旬にかけて、江差町泊地先の海岸でフシスジモクを採取し（写真1）、フシスジモクの生殖器床に付着している卵をブラシなどを用いて採卵した（写真2）。得られた卵（写真3）はプランクトンネットを用いて混雑物を取り除いて基質に散布し、FRP水槽を用いて濾過海水を換水または注水しながら育成した（写真4）。

## 研究の成果

- ① 江差町付近におけるフシスジモクは、5月下旬から6月中旬の水温15℃前後の時期に成熟し、大量に卵を得られることが明らかとなった。卵は長径が120 $\mu\text{m}$ 程度の楕円形であるため、150 $\mu\text{m}$ のプランクトンネットで濾過し、100 $\mu\text{m}$ のプランクトンネットで受けることで動物や海藻片などの混雑物をほとんど取り除くことができた。ここで混雑物を可能な限り取り除くことは、他の生物が育成水槽中に増殖することを防ぎ、育成環境を安定させるために重要であった。
- ② 平成11～12年度の試験では、水槽上面の日中の最大照度を2,000～3,000lux前後として育成し、約2ヶ月間の育成で2mm前後に生長させることができた。平成13～14年度の試験では、海水を1.5 $\ell$ /分前後で注水し、水槽上面の日中の最大照度を10,000lux程度として育成し、2ヶ月で8～10mm程度に生長させることができた（図1）。
- ③ 水槽でコンクリートを主原料とした基質上にフシスジモクを育成する場合、育成海水のpH上昇とそれに起因するとみられるフシスジモクの枯死が起こったため、注水を施して水質を安定させる必要があることが明らかとなった。

## 成果の活用面

簡易な設備で生産が可能であるため、海水を取水できる既存の種苗生産施設などを転用でき、事業規模での生産が容易であると思われる。

フシスジモク以外のホンダワラ類（ヒバマタ目海藻：アカモク、ウガノモクなど）の藻場造成においてもほぼ同様の手法で育成可能である。



写真1 フシスジモクの採取



写真2 フシスジモクの卵採取

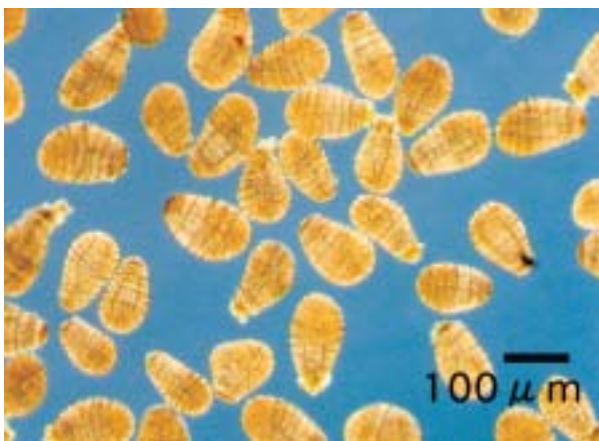


写真3 フシスジモクの卵



写真4 遮光幕を設置した育成水槽

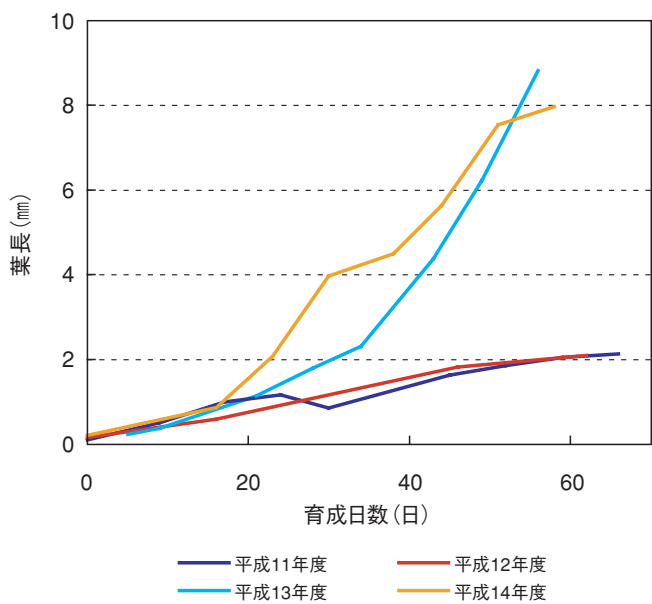


図1 フシスジモクの生長

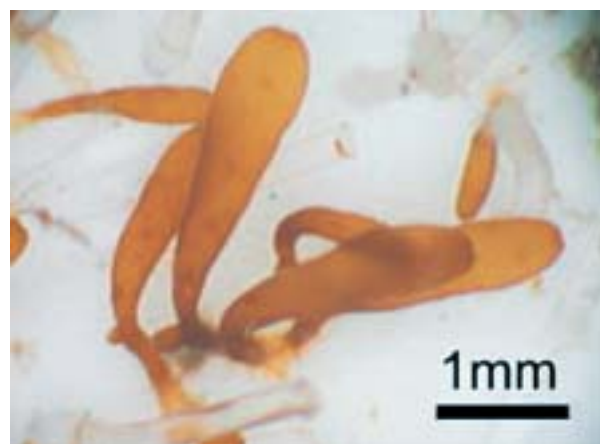


写真5 生長したフシスジモク (平成13年度 育成日数56日目)

# ホタテガイ小型化の原因を探る

網走水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

オホーツク海沿岸では放流ホタテガイの小型化が問題となり、その原因究明が求められた。そこで、小型化現象の実態とその原因を明らかにすることを目的とした。

## 研究方法

- ① 網走支庁管内のホタテガイ漁場を有する6漁業協同組合から、2000年以前の操業漁場の漁場面積、漁獲量、個体重量データを収集し、個体重量を用いて小型化現象の実態を検討するとともに、漁獲量／漁場面積を生物量（ $g/m^2$ ）、生物量／平均重量を放流4年貝時点での生息密度（個体／ $m^2$ ）とし、生息密度と個体重量の関係を検討した。
- ② 全漁業協同組合が四輪採区制を採用し、放流4年貝で漁獲している。ただし、操業の翌年春、漁場整備として新たな放流前に残存貝を漁獲しているが、その漁獲量も前年度漁獲量に含めた。また、年と漁場によっては、天然貝（放流貝と同じ4年貝）が漁獲されている場合があるが漁獲量に含めた。

## 研究の成果

- ① 網走支庁管内6漁場のうち、過去のデータが比較的蓄積されている4漁場の放流4年貝の個体重量の年変化から、全漁場で1989年以降に小型化が顕在化していることが明らかである(図1)。
- ② 一方で、生息密度は明らかに増加傾向にある(図2)。漁場も年々拡大されており、放流密度が大幅に増加した傾向はないことから、生息密度の増加は生残率の向上によると考えられた。
- ③ 次に、各漁場における生息密度と個体重量の関係を検討した結果、生息密度が高いほど、個体重量が小さい傾向が6漁場中5漁場で見られた(一例を図3に示した)。
- ④ 以上のことから、オホーツク海の放流ホタテ貝の小型化の原因は、(1) 種苗サイズの大型化と放流技術の向上によって生残率が増加し生息密度が増加したためであると考えられた。
- ⑤ この原因に加え、(2) 漁場拡大に伴い水深の深い成長の悪い地点のホタテガイ重量が平均重量を下げていることが小型化を助長していると考えられる。このほか1989年以降にオホーツク海の流水勢力が減少しており、それに伴いホタテガイの餌となる植物プランクトンの生産力が減少した可能性もあるが、オホーツク海における流水勢力と基礎生産量の関係はいまだ未解明である。

## 成果の活用面

生息密度と個体重量の関係が明らかになることにより、各漁場毎の適正な(小型化を防ぐための)生息密度を求めることが可能な基礎資料として利用することができる。

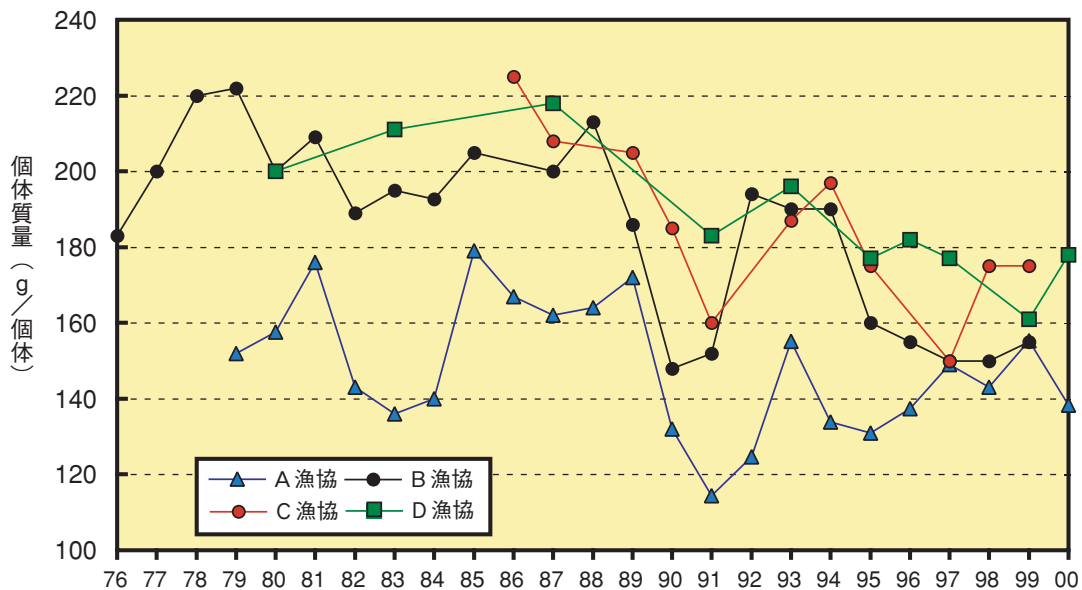


図1 放流4年貝の個体重量の年変化

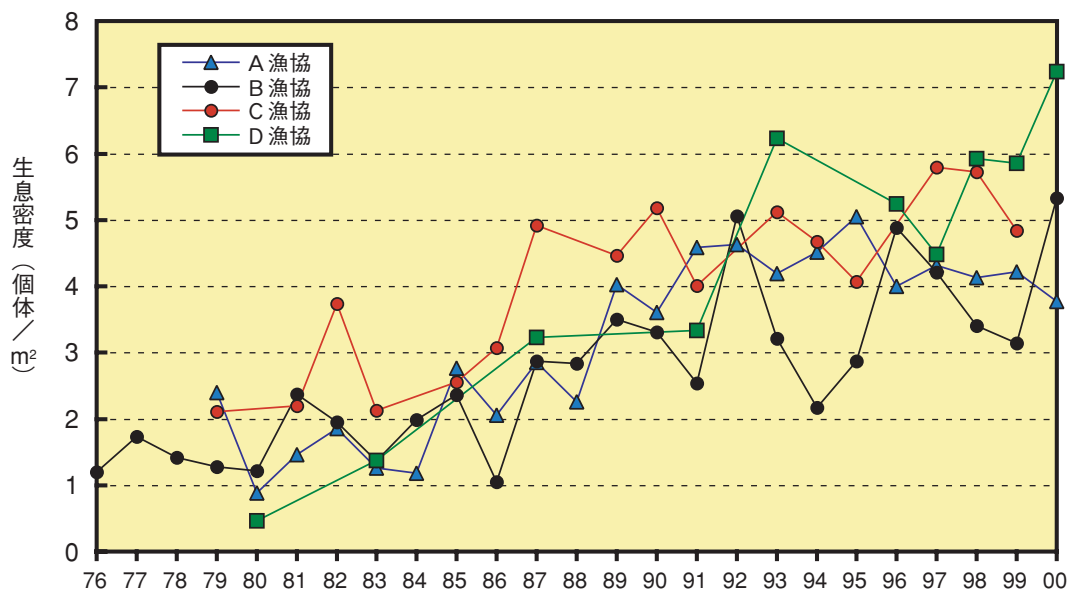


図2 放流4年貝の生息密度の年変化

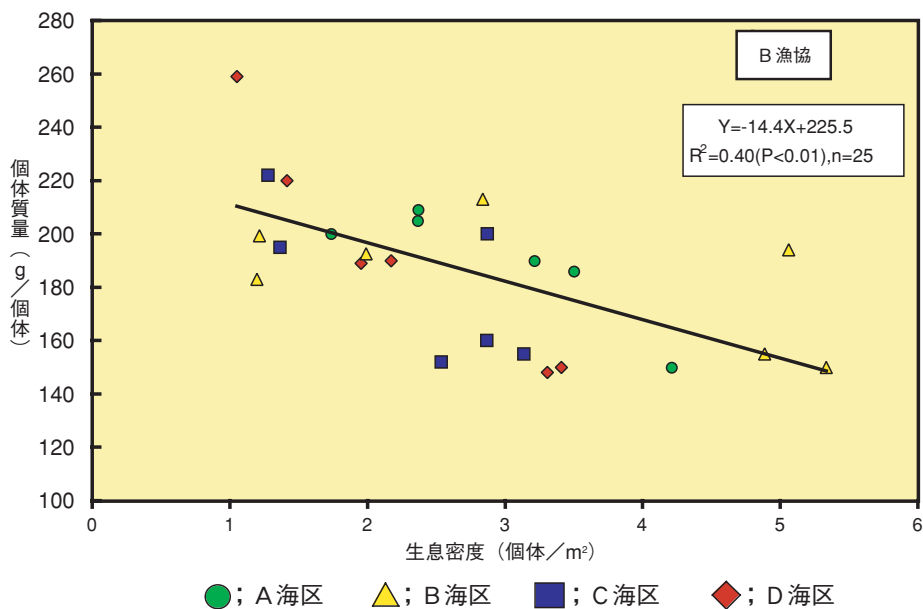


図3 生息密度と個体重量の関係（4年貝）

# 噴火湾養殖ホタテガイの卵質評価に関する試み

栽培漁業総合センター 貝類部

## 研究の目的

噴火湾のホタテガイ養殖は地元で採苗できることが大きな利点である。しかし、ここ10年来、採苗不良年が多く、種苗の確保等で漁業者の負担が増している。採苗不良の要因として、産卵や幼生の分布に関わる水温、流れなどの海洋環境とともに、親貝の卵質が問われている。そこで室内でホタテガイの産卵誘発を行い、得られた卵について、その発生過程を観察することにより、卵質に時期や年による差があるかを明らかにする。

## 研究方法

2001年～2003年の3月から5月に、八雲産の耳づり養殖のホタテガイ2年貝を用いて、水温および紫外線処理の刺激を与え、産卵を誘発し、放卵、放精の有無を観察した（写真1・2）。また、産卵数、卵径、受精率および初期D型幼生の移行率等を求めた。

## 研究の成果

- ① 産卵誘発に対する応答率から、養殖ホタテガイの産卵可能な時期（産卵期）は4月上旬から5月下旬の範囲であり、生殖巣指数が最大値から約10%に減少する時期と一致していた（図1、2）。産卵期は年により半月程度の差がみられ、2002年で最も早く、2001年で遅かった。2003年は産卵期に幅があった。この理由として海水温の推移との関係が示唆された。
- ② 母貝1個あたりの産出卵数は2002年と2003年が約1,000万粒と多かったが、2001年は約500万粒と少なかった（図3）。
- ③ D型幼生移行率は産卵期の前半で低く、後半に高まった（図4）。産卵期後半に産出された卵は発生過程の異常が少なく、その時期の卵質が良いことを示した。
- ④ 未受精卵の平均卵径は産卵期後半に向かうにしたがい、少しずつ小さくなった（図5）。卵径とD型幼生移行率の間に負の関係が見られることから（図6）、卵径が卵質評価の一指標となる可能性があると考えられた。
- ⑤ 幼生移行率と各年の採苗の良し悪しとは必ずしも対応していなかったが、これは産卵後の海洋環境の影響によると思われる。

## 成果の活用面

採苗不振の要因と考えられている親貝の餌料環境と成熟・産卵の関係について、今回確立した卵質評価法を用いて検証することが可能である。



写真1：誘発水槽の全景



写真2：放卵（左）放精（右）がみられた水槽

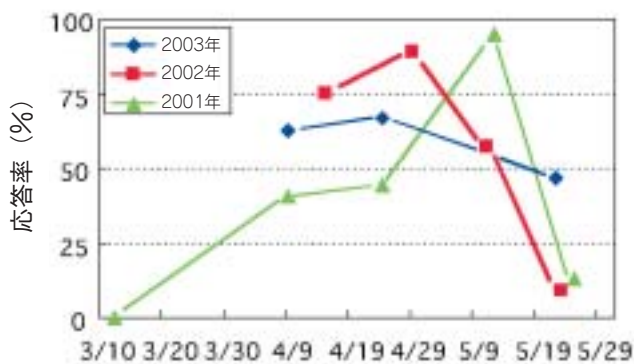


図1 産卵誘発に対するホタテガイ(雌)の応答率

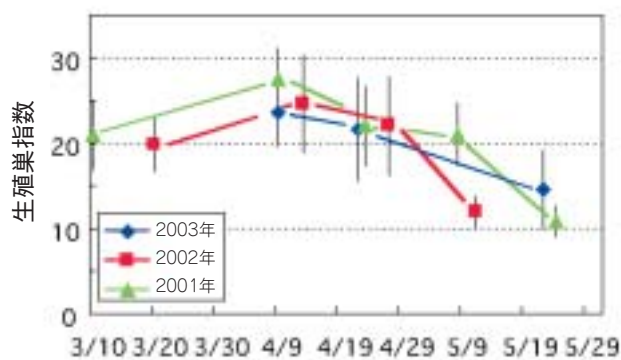


図2 産卵時期の生殖巣指数の変化

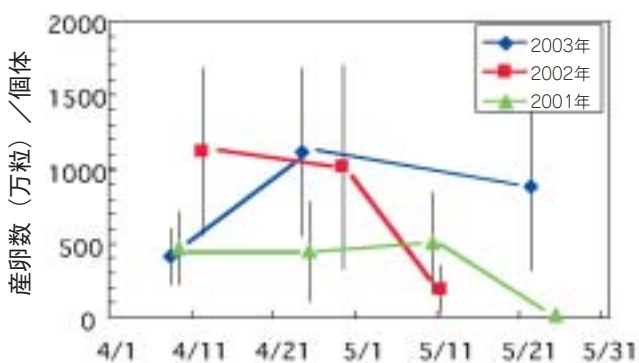


図3 母貝1個体あたりの産出卵数

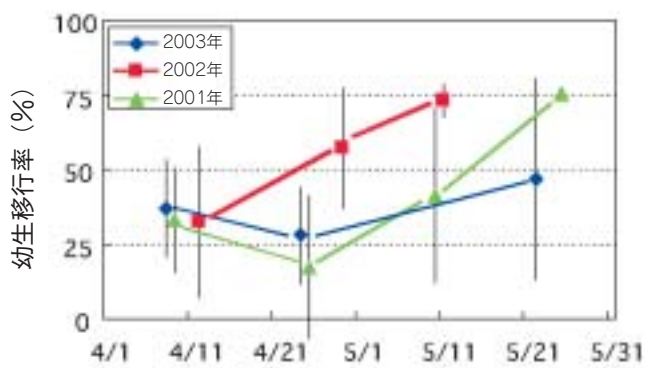


図4 D型幼生移行率の推移

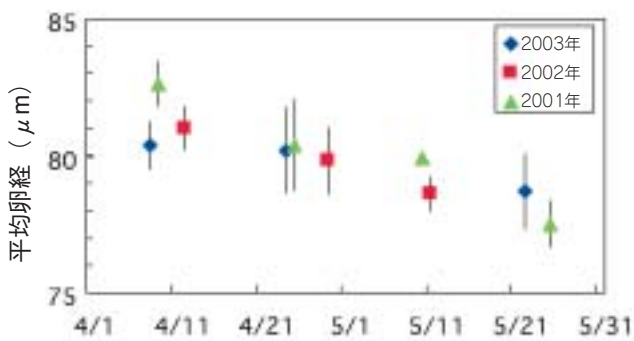


図5 産卵誘発で得られた未受精卵の卵径の変化

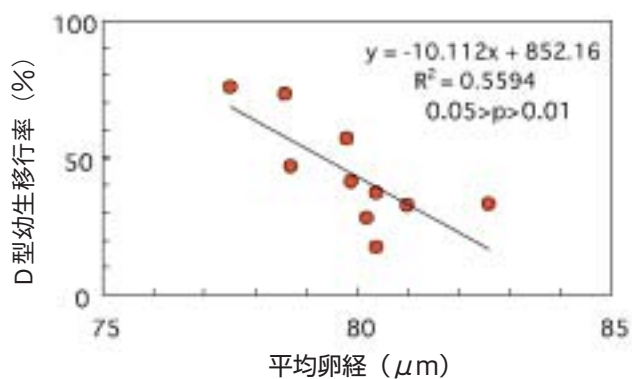


図6 卵径とD型幼生移行率の関係

# マガレイ種苗生産の安定化をめざして

栽培漁業総合センター 魚類部

## 研究の目的

道南海域のマガレイ資源は1980年以降急減し漁獲量は低迷している。マガレイは、資源増大に向けた種苗生産技術開発の要望が強い魚種であるため、平成13年度から天然親魚を用いた採卵技術の開発と仔稚魚期飼育管理条件の基礎的解明を行った。

## 研究方法

採卵技術に関しては、親魚を養成し、成熟、排卵周期を調べ、卵質評価を行った。仔稚魚期飼育に関しては、餌料系列・仔稚魚の栄養要求レベルについて検討し、さらに飼育条件別に形態（体色・眼位等）異常出現状況を調べた。

## 研究の成果

### 〈採卵技術に関する研究〉

- ① 産卵期の異なる天然親魚群（5月：知内産、6月：苫小牧産、7月：えりも産）を用いて自然産卵法による採卵試験を実施した結果、全ての群で受精卵の確保が可能となった（図1）。
- ② 雌1尾あたりの自然産卵量の推移を把握し、総産卵数は320万粒、うち総受精卵数は200万粒であることが確認できた（図2）。また、この雌1尾あたりの自然産卵量の推移の把握と連続的な排卵卵の搾出による調査から、マガレイは産卵期間中には毎日排卵が行われることが明らかとなった。

### 〈仔稚魚期飼育に関する研究〉

- ① 餌料ワムシ中のn-3高度不飽和脂肪酸（n-3HUFA）濃度と仔魚の生残・成長・飢餓耐性能との関係を検討した結果、餌料の栄養強化によって大量斃死が観察される20日齢前後の生残率（図3）、成長（図4）が大きく改善されることが明らかとなった。また、飢餓耐性能にもn-3HUFAが影響しており（図5）、この2大構成成分であるIPA（エイコサペンタエン酸）とDHA（ドコサヘキサエン酸）では後者の栄養強化の方が有効であることが明らかとなった（図6）。なお、ワムシ中のn-3HUFA（mg/100g乾燥重量）は、A区0.0、B区149.1、C区307.2、D区433.1である。
- ② 遊泳力の乏しい仔魚期には、飼育水表面に適度な振動を与えることが仔魚の死亡率改善に有効であることが明らかとなった（図7）。
- ③ マガレイ仔魚の21～34日齢に栄養強化した餌料を給餌しないと有眼側体色異常個体率（白化率）が増加することが明らかとなった（図8）。

## 成果の活用面

マガレイ受精卵を効率よく大量に確保できるようになり、種苗生産に必要な量を安定して供給することが可能となった。また、マガレイ種苗生産工程における基本的な飼育条件が把握されたので、生残率の向上が期待される。

形態異常が誘起される成長段階が特定されたことから、今後詳細に試験を行い、形態異常のないマガレイ種苗の量産化に向けた研究をさらに進める。





図1 自然産卵法によるマガレイ受精卵大量確保試験に用いた水槽

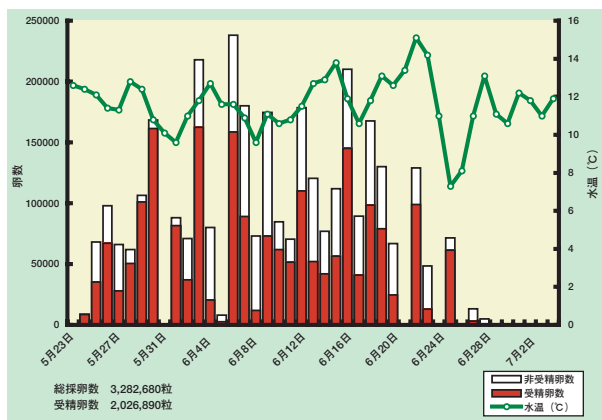


図2 メス1尾あたりの自然産卵量の推移

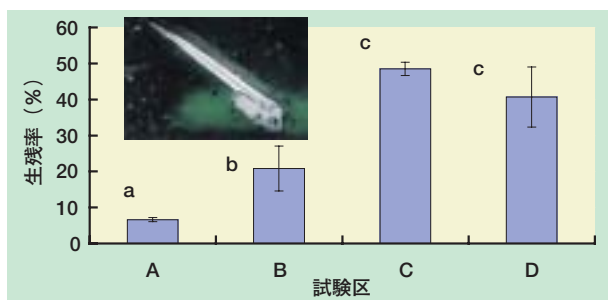


図3 21日齢における生存率とワムシ中n-3HUFA濃度との関係

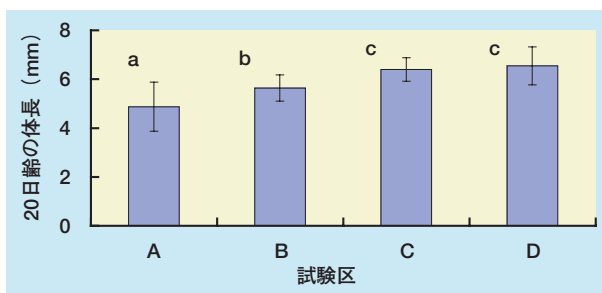


図4 20日齢における体長とワムシ中n-3HUFA濃度との関係

\* n-3HUFA濃度：A (含有せず) < B < C < D → 生存率、成長ともに A < B < C ≒ D  
 \* アルファベットが同一の場合、有意差がないことを示す。(有意水準 5%)

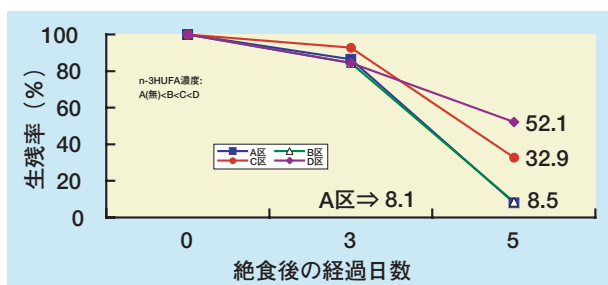


図5 飢餓耐性に及ぼすワムシ中n-3HUFA濃度の影響 \* 飢餓耐性：A ≒ B < C < D

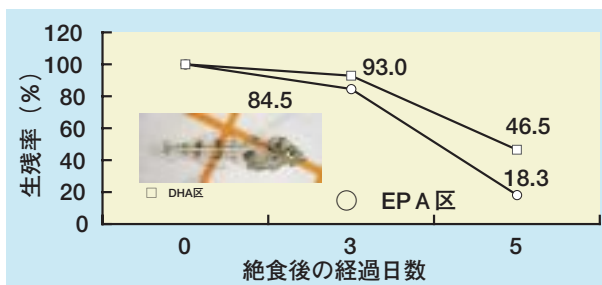


図6 飢餓耐性に及ぼすワムシのDHA、EPA強化の影響 \* 飢餓耐性：EPA強化 < DHA強化

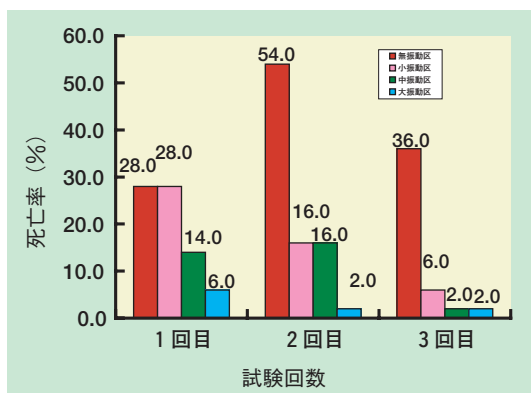


図7 仔魚初期における飼育水表面の振動の程度と死亡率の変化

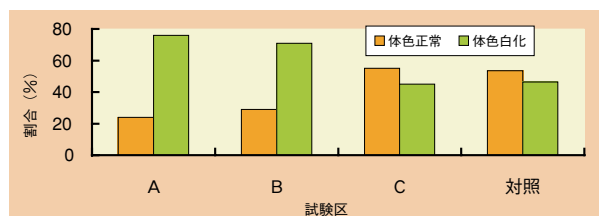


図8 栄養強化飼料がマガレイ体色異常発現に及ぼす影響

試験区	日齢			
	21-27	28-34	35-41	41~
A	無強化飼料給餌	強化飼料給餌		
B	強化飼料給餌	無強化飼料給餌	強化飼料給餌	
C	強化飼料給餌	無強化飼料給餌		強化飼料給餌
対照	強化飼料給餌			

# リシリコンブ色調不良の実態把握と原因の解明を目指して

稚内水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

近年、宗谷管内において乾燥した後のリシリコンブに白っぽい斑紋が発生する事例が見られ、漁業者の間でまだらコンブと称されている。まだらコンブは色調不良として通常のコンブより安く取り引きされることから、その防止対策が課題となっている。

このため、本調査は、まだらコンブの発生場所の状況および性状等の実態を把握し、その原因解明を目的として実施した。

## 研究方法

潜水による環境調査およびサンプリングを2001年7月9日に稚内市富士見、8月21日に稚内市珊内で行った。このうち、稚内市珊内のサンプルおよびデータを用いて、生育環境・乾燥方法・乾燥歩留まり・成分・組織などの解析を行うとともに、成分分析には利尻町新湊の養殖コンブのサンプルも併せて用いた。

## 研究の成果

- ① 採取または生育時のコンブの葉長、葉幅、肥大度、子囊班など外見上からまだらコンブを見分けることは困難であるが、コンブ現存量、コンブ着生密度ともに低く、質の高いコンブが期待される漁場に多いことから、生育段階で何らかの違いが生じていることが示唆された（表1・図1）。
- ② C/N（窒素・炭素）比、マンニット、エキス態窒素量ともにまだら部分（白色部）が高いことから、まだら部分には光合成同化産物が他の部分よりも多いと考えられた（図2・表2）。これら特徴は、質の高いコンブが示す特徴であった。
- ③ 通常部分（黒色部）に比べまだら部分（白色部）は、光を通しにくく、内部まで白いなど、両者の性質に違いがみられた（図3・4・5）。これらのことから、まだらによる色の違いは、付着物などによる表面的な違いではなく、内部の状態に違いがあることが明らかになった。

## 成果の活用面

今回の調査でまだらコンブの品質が良いことが判明した。このことはコンブ問屋の業界紙に記事として掲載され、流通関係者などに一定の理解が得られたようである。また、本調査の結果をもとに各漁協で勉強会を行い、それをもとに漁協独自の流通関係者への働きかけもされ始めている。このような取り組みにより、今後のまだらコンブの安価な取引の防止が期待される。

表1 採取時点の形態の比較

	平均葉長(cm)	平均葉幅(cm)	平均葉重量(g)	平均肥大度	子囊班割合%
まだらコンブ(n=44)	154.5	17.2	342.4	0.128	67.4
まだらの無いコンブ(n=77)	139.2	17.4	324.0	0.130	82.9

(n: 個体数)

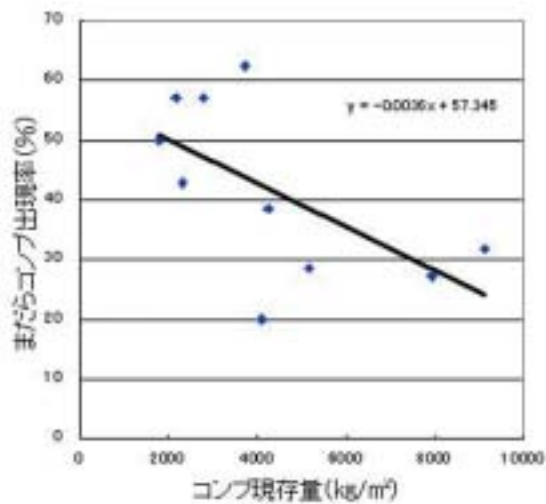


図1 コンブ現存量とまだらコンブ出現率

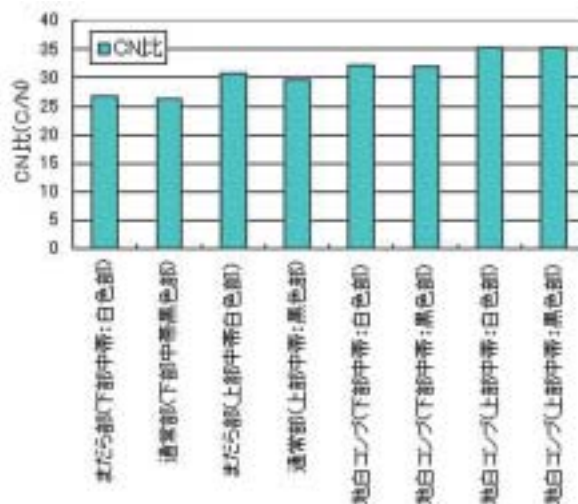


図2 まだらコンブのCN比

表2 マンニット、エキス態窒素量の比較

			水分	灰分	粗タンパク質	マンニット	エキス態窒素
利尻産養殖コンブ	まだらコンブ	まだら部	4.8	17.5	6.9	26.9	282.3
		通常部	5.5	18.1	6.7	23.3	136.5
	対照	5.8	20.8	6.2	19.7	154.4	
稚内産天然産コンブ	まだらコンブ	まだら部	5.1	18.2	5.1	30.5	166.9
		通常部	5.3	18.5	7.3	26.5	100.1
	対照	4.5	17.7	6.5	26.5	184.0	

(mg/100g)



図3 まだらコンブ表面



図4 透過光による観察



図5 まだらコンブ断面

# 波浪及び流れによるアサリ増殖場の洗掘抑止条件

中央水産試験場 水産工学室

## 研究の目的

北海道のアサリ増殖場は、造成対象区域をサンドチューブ(布製のチューブに砂を充填したもの)などの土留堤で囲み、アサリの生息に適した地盤高まで砂を入れて整地後、アサリを移殖放流する手順で造成されている(写真1)。しかしながら、土留堤背後が洗掘(波浪や流れによって海底の砂が削りとられること)され、当初の地盤高を保持できない増殖場も認められる(写真2)。そこで、洗掘を極力抑えるために、波浪や流れと施設周辺の地形変化との関係を水理模型実験により検討した。

## 研究方法

模型実験は、中央水試水産工学実験施設内の波浪水槽および流動水槽を用いて実施した。水槽内に市販の砂を敷いた後、その上にアサリ増殖場の模型を設置し、その内側にも砂を模型の高さまで敷き詰めた(図1)。次に、数パターンの波浪および流れを模型に作用させ、模型内に形成される洗掘領域の深さおよび幅を計測した。

## 研究の成果

① 波浪による洗掘は、波の入射方向に面する土留堤隅角部付近および土留堤背後に沿って発生し(図2)、洗掘領域の深さおよび幅はK.C.数(波浪による底面流速×波周期/チューブ径)を用いて次式で近似できた(図3)。

[洗掘の深さ]  $(0.001 + 0.018 \exp(0.342 \text{ K.C.数})) \times \text{チューブ径}$

[洗掘の幅]  $(-0.035 + 0.016 \times \text{K.C.数}^{1.985}) \times \text{チューブ径}$

② 流れによる洗掘は、隅角部周辺の局所的な洗掘はほとんど見られず、チューブ背後に幅広く発生し(図4)、洗掘領域の深さおよび幅はフルード数(底面流速/√(重力加速度×水深))を用いて次式で近似できた(図5)。

[洗掘の深さ]  $(-0.258 + 1.725 \times \text{フルード数}) \times \text{チューブ径}$

[洗掘の幅]  $(-2.866 + 18.678 \times \text{フルード数}) \times \text{チューブ径}$

③ 洗掘の深さがアサリ増殖場を構成するサンドチューブ径以上になると、チューブ底面が増殖場外部と貫通し、海水が流入することが予測された。このため、洗掘領域周辺の砂が大規模かつ急速に増殖場外へ流出し、漁場面積の減少やサンドチューブの埋没など増殖場の安定性に重大な影響を及ぼすことが示唆された。

④ 洗掘によるアサリ増殖場の被災抑止条件として、洗掘による深さをサンドチューブ径以下に抑えるためには、K.C.数が11.7以下およびフルード数が0.73以下になるように増殖場の設置海域やサンドチューブ径を選定する必要がある。

## 成果の活用面

今後、現状より深い水深帯にアサリ増殖場を造成していく場合の設置海域、サンドチューブの選定や既設のアサリ増殖場の補修を行う場合の洗掘領域推定等の基礎資料として活用することができる。



写真1 北海道のアサリ増殖場

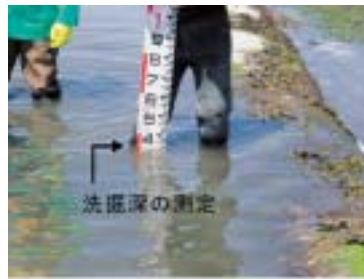
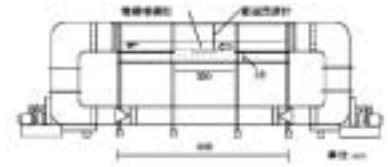


写真2 アサリ増殖場の洗掘

波浪水槽



流動水槽



アサリ増殖場模型

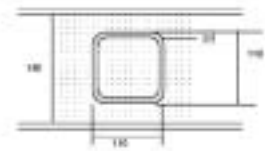


図1 実験の概要図

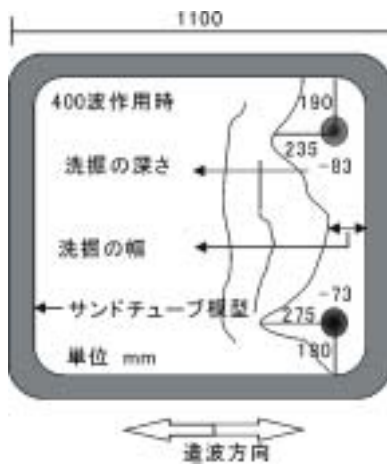


図2 波浪による洗掘の模式図

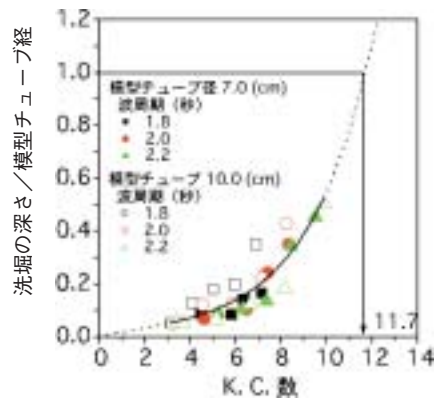


図3 波浪による洗掘の深さおよび幅とK.C.数の関係

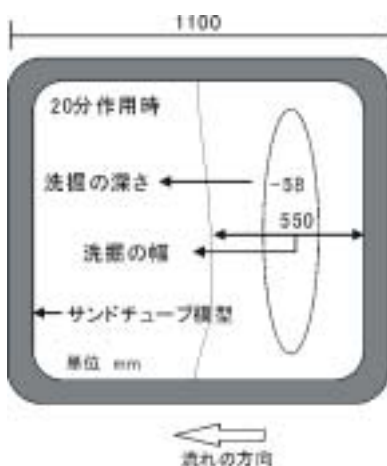
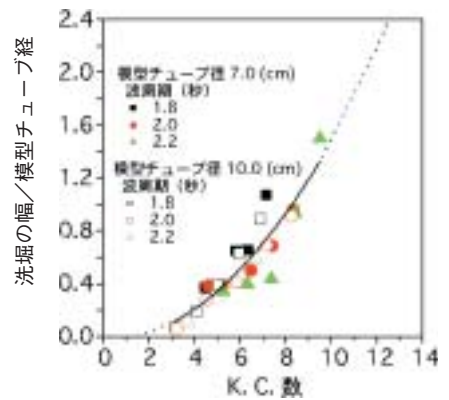


図4 流れによる洗掘の模式図

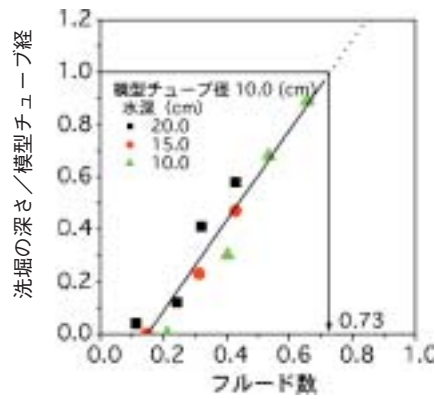
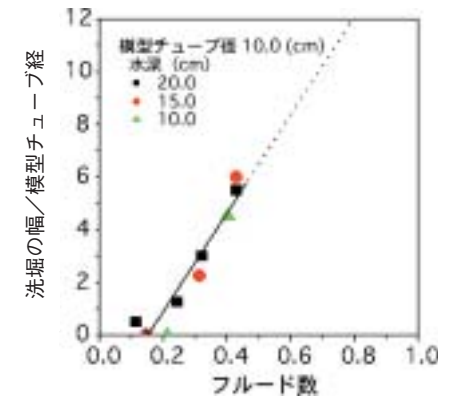


図5 流れによる洗掘の深さおよび幅とフルード数の関係



# ヒトデはアサリをどれくらい食べるのか？

釧路水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

多くの二枚貝は、漁獲対象となるまでに他の生物による捕食や時化による海岸への打ち上げのほか様々な要因により減耗し、一般的にこの減耗要因を排除することは困難な場合が多い。しかし、アサリの場合、漁場が干潟域であることやヒトデによる捕食が大きな減耗要因の1つと考えられていることから、ヒトデを駆除することによって、アサリ資源をある程度管理できる可能性がある。

そこで、アサリ漁場におけるヒトデの捕食量を明らかにするため、ヒトデの大きさ・水温条件別によるアサリの捕食量を調べた。

## 研究方法

試験は大型（腕長約（体の中心から腕の先までの長さ）15cm）、中型（腕長約10cm）、小型（腕長約5cm）のキヒトデ（写真1：以下ヒトデ）を各サイズ3個体ずつ、計9個体を、アサリを潜砂させておいた水槽（写真2）に1個体ずつ収容し、アサリの捕食量を1週間観察した。また、捕食試験は約1、5、10、15℃の水温別を実施した。ヒトデによるアサリ捕食量は、アサリ殻長と軟体部重量の関係式から、個体毎に捕食されたアサリの軟体部総重量を求めて推定した。

## 研究の成果

- ① ヒトデ1個体1日あたりのアサリの捕食量は、水温約1℃の場合を除き、ヒトデの大きさに比例して増加した（図1）。
- ② ヒトデ1個体1日あたりのアサリ捕食量はヒトデの大きさにかかわらず、水温が約1、5、15、10℃の順に増加した（図1）。ヒトデ1個体による1日の捕食数は、殻長35mmのアサリの個体数に換算すると表1のようになった。
- ③ ②の結果を使い、ヒトデ被害の発生している厚岸の水温条件下でのアサリ捕食量を試算すると、腕長約15cmの大型ヒトデ1個体は、1年間に殻長35mmのアサリに換算して1,035個捕食すると推定された。

## 成果の活用面

ヒトデの生息数および大きさの組成や水温から、各漁場の年間のヒトデによるアサリの捕食量を推定できるので、これによりヒトデの駆除目標量が設定できる。



写真1 キヒトデ



写真2 試験水槽

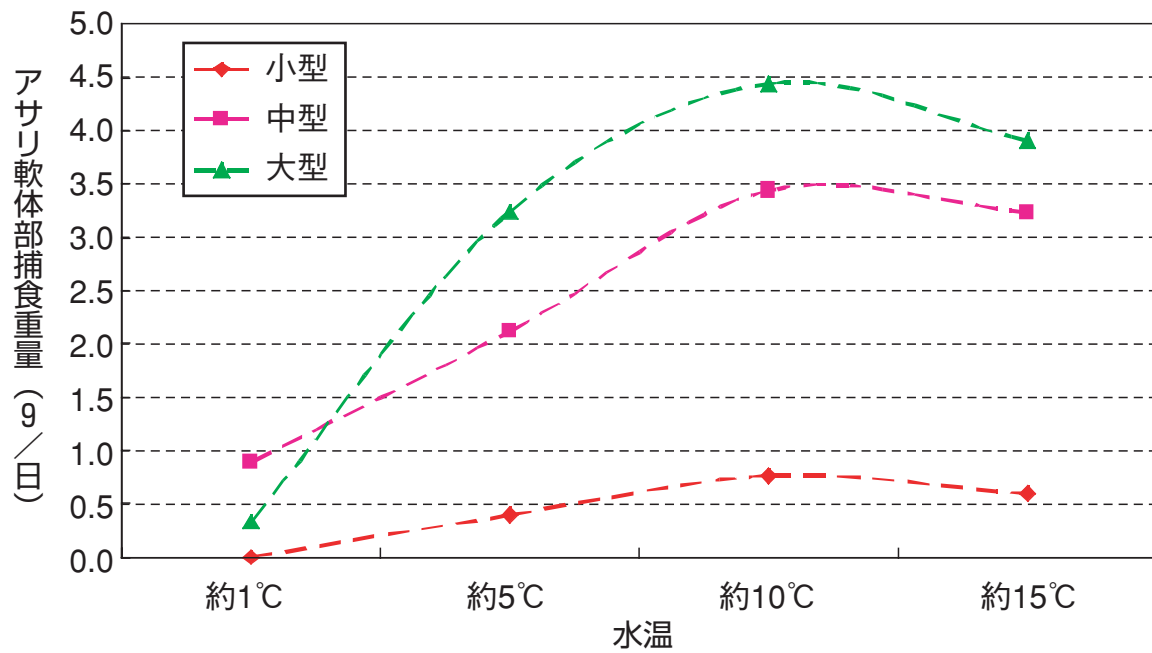


図1 ヒトデのアサリ捕食重量

表1 ヒトデのが1日に捕食するアサリの個体数  
(軟体部捕食重量を殻長35mmのアサリの個体数に換算)

ヒトデ	水 温			
	約1°C	約5°C	約10°C	約15°C
大型	0.3	0.3	0.3	0.3
中型	0.7	0.7	0.7	0.7
小型	0.0	0.0	0.0	0.0

# ししゃも桁網の網目選択性について（漁具改良試験）

函館水産試験場 室蘭支場

## 研究の目的

シシヤモは北海道の太平洋沿岸にのみ生息する日本固有の小型魚で、道南太平洋では鷓川や沙流川などの河川に遡上して産卵する。シシヤモは単価が高く、道南太平洋の沿岸漁業にとって極めて重要な資源である。道南太平洋ではししゃも桁網漁業での漁獲が大部分を占める。ししゃも桁網漁業では漁獲対象である成魚（1歳魚と2歳魚）のほかに当歳魚（0歳魚）が混獲される（図1）。当歳魚は体長5～8cm程度の小型魚で商品価値はないが、翌年には1歳魚として資源に加入する魚であり、翌年以降の漁業を支える貴重な資源である。

また、当歳魚が漁獲物に占める割合は重量ではわずか数%程度であるが、漁獲尾数では60%を超える年もあり、混獲が資源に与える影響は決して無視できない（図2）。そこで本研究では当歳魚の混獲を軽減し翌年の加入資源を増大させることを目的に、ししゃも桁網のコッドエンド部の網目選択性を明らかにし、資源と漁業に適正な目合を検討した。

## 研究方法

ししゃも桁網のコッドエンド部を内網と外網の2重構造にした試験網を製作し、漁獲試験を行った（図3）。2重コッドエンドは内網を抜けた魚が網目の小さな外網で漁獲されるような仕組みになっている。網目選択性を調べる内網には目合が10節（33.7mm）、12節（27.5mm）、14節（23.3mm）、16節（20.2mm）の網を用い、外網には18節（17.8mm）の網を用いた。選択性曲線の推定には任意の目合での選択性曲線の推定が可能なマスターカーブ法を用いた。

## 研究の成果

目合の異なる内網で漁獲された魚と内網を抜けて外網で漁獲された魚の体長組成を調べ、任意の目合に対する選択性曲線（マスターカーブ）を推定した。マスターカーブから得られた目合別の選択性曲線（図4）を用いて、各目合を用いた場合の体長組成の変化を、当歳魚の混獲量が多かった2000年度の漁獲物について試算した（図5左）。その結果、当歳魚の混獲尾数は16節で64%、14節で24%、12節で3%、10節では0%と減少した（図5右上）。一方、網目の拡大によって予想される成魚漁獲量の低下は、12節では2%程度であったが、10節では約30%に達することが分かった（図5右下）。これらのことから目合の拡大によって当歳魚の保護が十分に可能であることが判明した。

## 成果の活用面

網目拡大の効果をさらに高めるために、網目の形状がつぶれやすいコッドエンドをロープで縛る従来の方法から、網を袋状にして漁獲物をファスナーから取り出す方法に変更した改良網モデルを開発した。改良網の普及を図るため、平成14年度から胆振・日高管内のししゃも桁網漁業者に改良網を実際の操業で試用してもらい、当歳魚の混獲量、小型のシシヤモや混獲魚が網目に刺さって魚が網からはずしにくくなる「目がかり」、ファスナーからの漁獲物の取り出し易さなどを調査し、小型魚保護の効果と漁労作業への影響を検討している。





図1 ししゃも桁網漁業の漁獲物

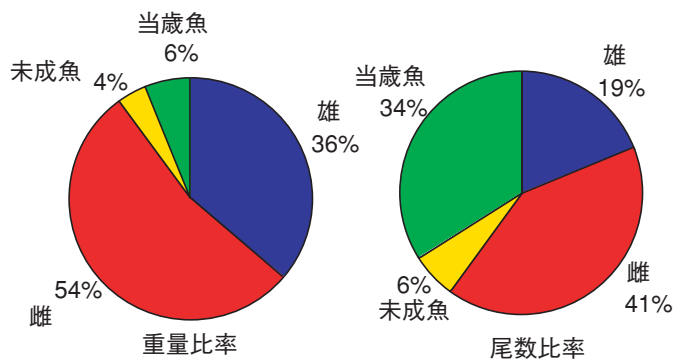


図2 ししゃも桁網漁業の漁獲物組成 (1996~1999年の12標本の平均)

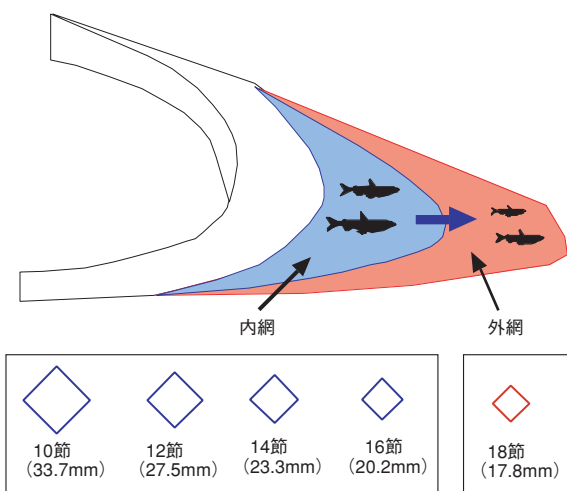


図3 2重コッドエンドによる目合別漁獲試験

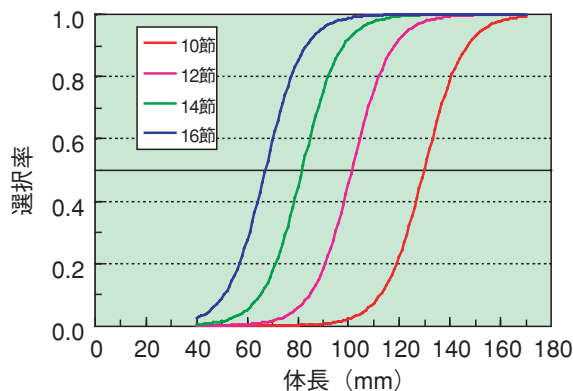


図4 マスターカーブ法から推定されたししゃも桁網の目合別網目選択性曲線

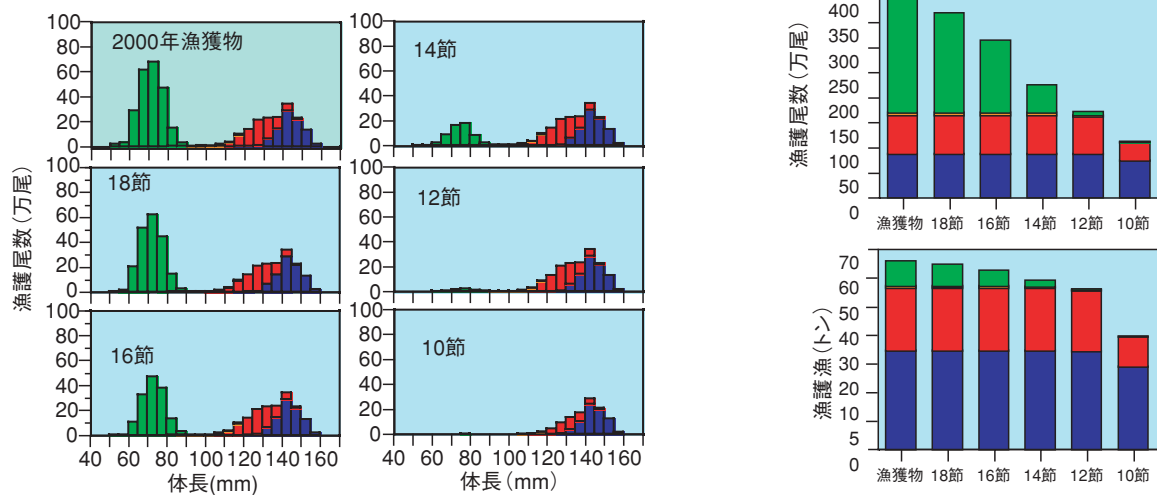


図5 2000年漁獲物に対する目合別シミュレーション結果 (左: 体長組成; 右上: 漁獲尾数、右下: 漁獲量)



水産資源の持続的利用と保護をめざして

# スルメイカに標識を付けて、その移動を調べる

中央水産試験場 資源管理部

## 研究の目的

近年のスルメイカのイカ釣り漁業では、イカの群れを追って広く日本周辺海域の漁場を移動することが多くなった。漁場を選ぶにはスルメイカの移動特性が重要な情報となる。そこで、過去70年余りの間に行った標識放流調査で再捕された約6千尾の移動データを集計し、スルメイカがどのような移動回遊をするのかを調べた。

## 研究方法

- ① 過去の報告書からスルメイカの標識放流調査結果に関連する情報を探し、標識を付けて放流した日や位置、再び捕獲された（再捕された）日や位置などの情報を整理し、スルメイカの標識放流再捕情報データベースを作成した。
- ② 作成したデータベースをもとにGIS（地理情報システム）を使用し、月別の標識放流再捕図を作成した。
- ③ 北上回遊と南下回遊の直線距離での回遊速度を計算した。

## 研究の成果

- ① 放流したスルメイカが北上して再捕された期間は6月～12月、南下して再捕された期間は7月～3月であったが、北上回遊期は主に8月以前、南下回遊期は主に9月以降であった。
- ② 北上回遊期のスルメイカは、道西日本海の沿岸寄りを北へ、津軽海峡を東へ移動するものが多く（図1）、南下回遊期のスルメイカは、道西日本海沿岸から沖合へ移動し、日本海の沖合を南西に移動するものが多かった（図2）。
- ③ 標識放流調査のデータが多い6月～9月に道西日本海に来遊する群について、回遊模式図を作成することができた（図3）。ふ化後、成長しながら北海道まで北上してきたスルメイカが再び産卵場へ戻る回遊が明確になった。
- ④ 本州北部日本海から道西日本海の沿岸での北上移動速度は1日に直線距離で1～11km（0.5～5.9マイル）であった。日本海沖合での南下移動速度は1日に5～21km（2.7～11マイル）が多く、40km（22マイル）までみられた（図4）。
- ⑤ 月別の標識放流再捕図をマリンネット北海道のホームページ（[http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/central/kanri/Surume\\_tag/surume\\_tagu.htm](http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/central/kanri/Surume_tag/surume_tagu.htm)）で公開した。

## 成果の活用面

得られた回遊特性の情報がイカ釣り漁業の漁場選定に活用されることが期待される。

回遊特性を把握することにより、今後漁場形成メカニズムを解明する足がかりになると考えられる。

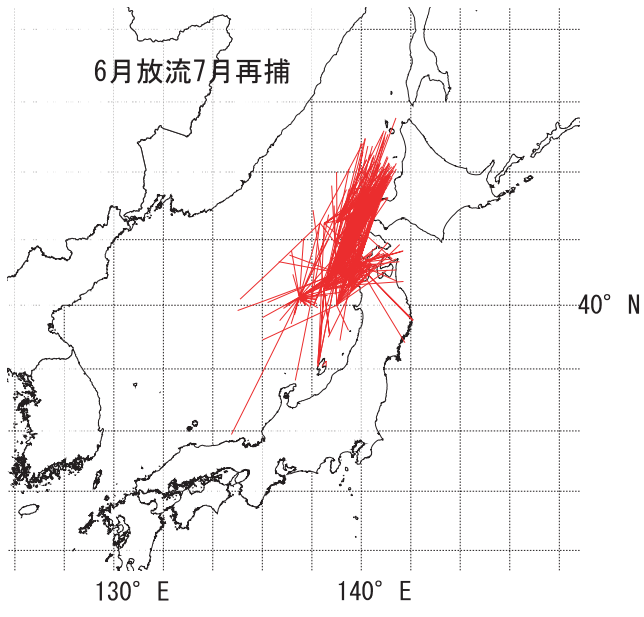


図1 北上回遊期のスルメイカの標識放流再捕図  
(6月放流7月再捕)  
(注) 赤丸が放流した位置、赤線の先端が再捕された位置を示す。

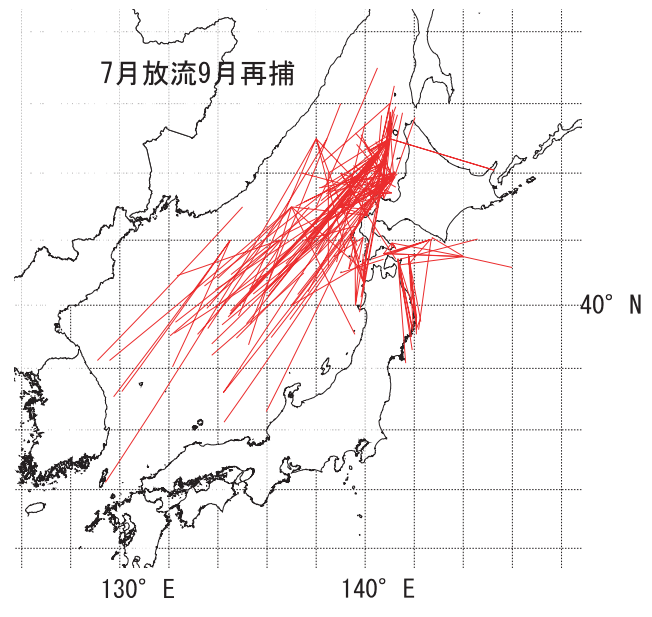


図2 南下回遊期のスルメイカの標識放流再捕図  
(7月放流9月再捕)

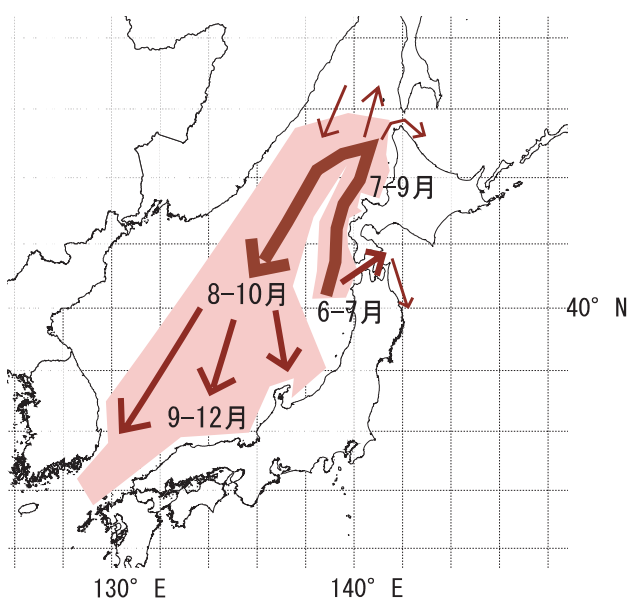


図3 6～9月に道西日本海に来遊するスルメイカの回遊模式図

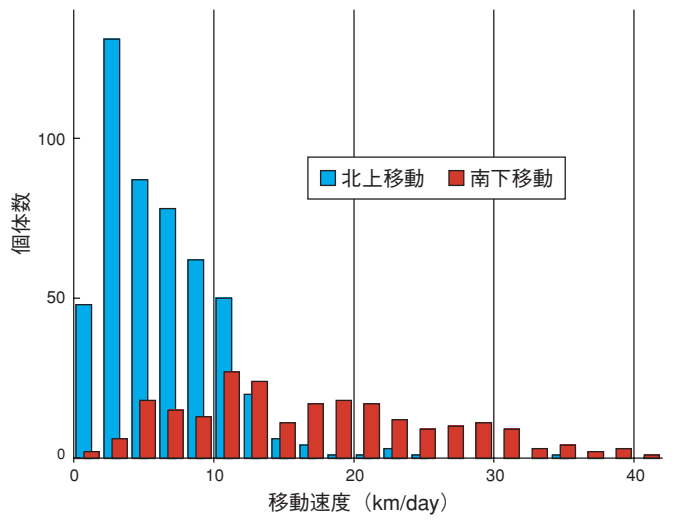


図4 標識放流調査から分かったスルメイカの直線距離での移動速度  
(北上移動：本州北部日本海から道西日本海の沿岸での北上回遊、  
南下移動：日本海沖合での南下回遊)

# サケの回帰予測について

水産孵化場 計画管理室

## 研究の目的

平成9年以降北海道は独立行政法人さけ・ます資源管理センターや民間増殖団体の協力を得てサケマス資源の統括管理を進めている。この中で水産孵化場が特に力を入れている業務の一つが来遊予測である。漁期前に来遊する資源量を推定することは他の魚種でもなされており、それは漁獲強度を調整しながら適正な資源管理をする上で不可欠な情報となっている。加えて、サケはほぼ100%人工種苗に依存していることから漁獲強度が強くて人工採卵用親魚が不足した場合、次世代の資源に大きな影響を与えることから漁期前予測は増殖事業の管理の面からも重要である。そこで、北米でも使用されているSibling法による回帰予測の可能性を検討した。

## 研究方法

回帰予測に使用される方法は色々考案されているが、サケのように成熟年が複数年にまたがる魚ではSibling法（同一産卵群で成熟が複数年にまたがる種において年齢間の資源量関係から予測する方法）が採用されている。Sibling法による回帰量の推定作業のために過去の各年級の年齢別資源量を推定した。北海道を複数の地区に分割し、それぞれの地区の複数の河川に遡上した親魚の年齢組成を用いて地区全体の河川に遡上した親魚の年齢組成を推定した。そして、この割合をその地区の沿岸で漁獲された親魚に配分することで各地区別の年齢別資源を推定した。さらに、年級群別の各年齢資源量を合算することで各年級群毎の回帰資源量を推定した。

## 研究の成果

- ① Sibling法では2つの年齢群（X、Y）の資源量をグラフ上にとると、直線関係( $Y=a+bX$ )が成立することが知られている。そこで、過去十数年分のデータを使って回帰式を算出したところ、3年魚と4年魚、4年魚と5年魚の間で相関が悪く、このままでは回帰予測に使うことができないと考えられた（図1）。
- ② Sibling法が成立する条件の一つとして各年級群の年齢組成が大きく変動しないことが必要である。しかし、北海道の秋サケ資源が急速に増大した1980年代後半から1990年代の前半にかけて、成熟年齢は高齢化し、年齢組成も大きく変化した（図2）。
- ③ そこで、3年魚と4年魚、4年魚と5年魚の関係において、年齢組成が変わった時期で区分し、それぞれについて回帰式を計算したところ良好な関係が得られた（図3）。
- ④ これらの式を使って2002年の資源量の予測を試みた。各年齢の資源量を関係式から推定すると、3年魚は2,563千尾、4年魚は25,366千尾、5年魚は13,232千尾、6年魚1,561千尾で合計42,772千尾と推定された。実際の来遊数は44,683千尾でやや低い値となった。

## 成果の活用面

サケの来遊予測に関してはSibling法の変法によりある程度の数値を出すことは可能と考えられたことから、この方法を使い今後の回帰予測を実施する。ただし、ベニザケなどではSibling法でも予測と実績が大きく異なる事例があることから新たな手法の開発も必要である。

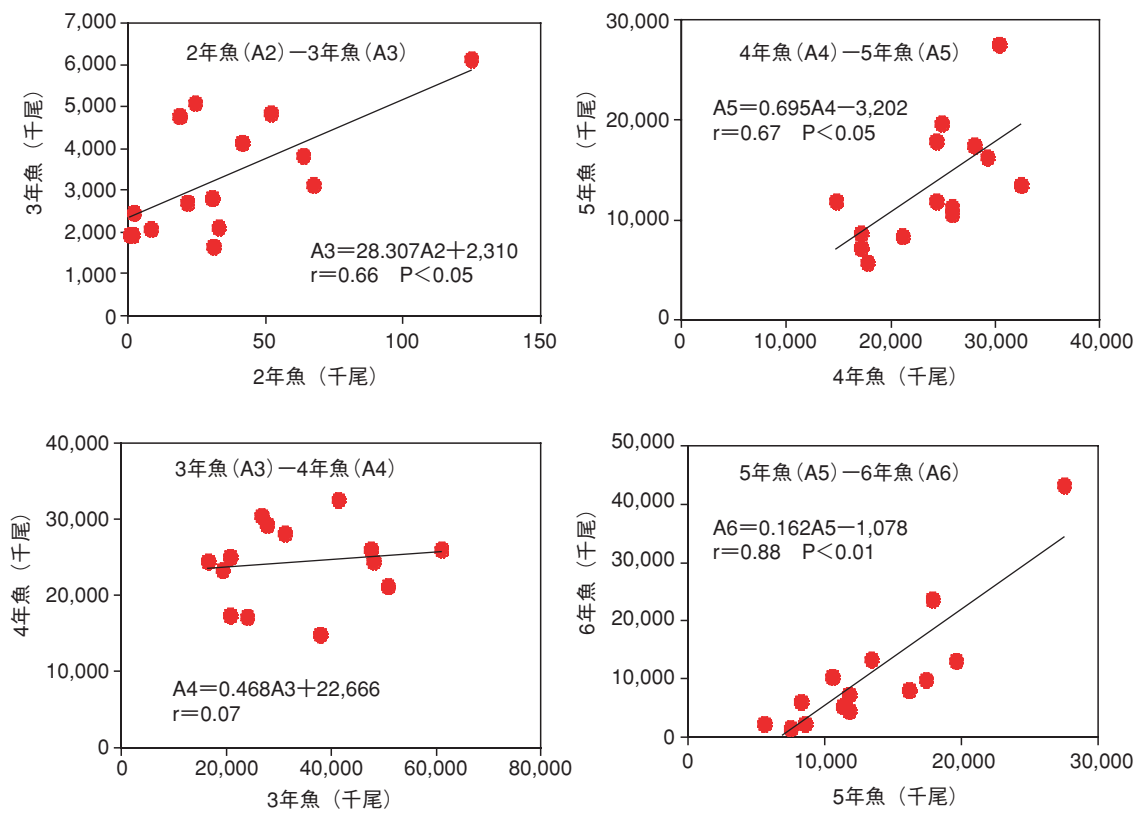


図1 各年齢間（2年魚と3年魚、3年魚と4年魚、4年魚と5年魚、5年魚と6年魚）の資源量の関係

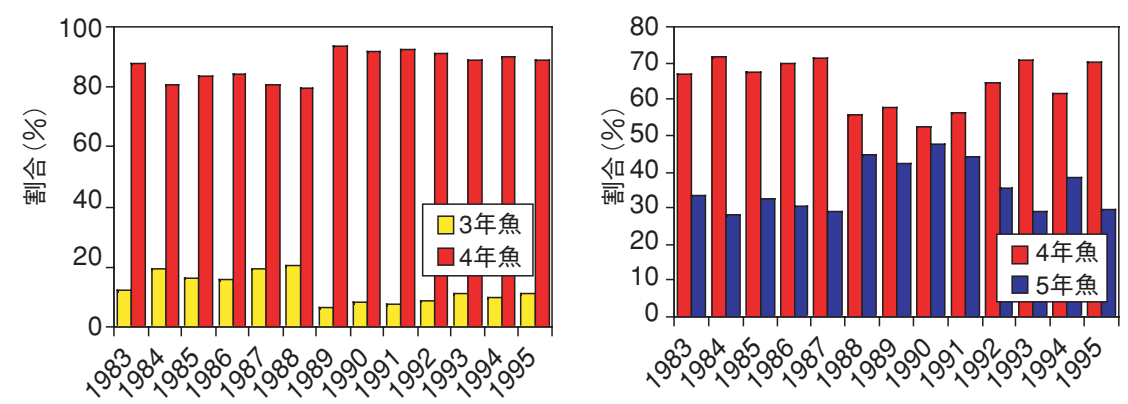


図2 年級群別の年齢組成の変化（左図は3年魚と4年魚、右図は4年魚と5年魚）

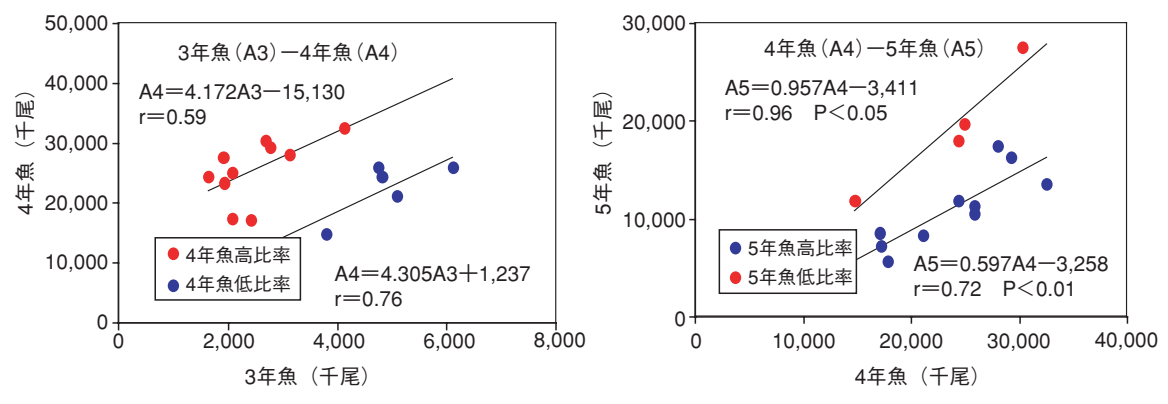


図3 3年魚と4年魚、4年魚と5年魚の資源量の関係、図2の結果に基づいて年齢組成割合が異なるグループに分けた場合の関係式

# カラフトマス稚幼魚の生態調査

水産孵化場 資源管理科

## 研究の目的

カラフトマスは北海道東部地域における重要な漁業対象種であり、シロザケに次ぐ資源として期待されている。しかし、カラフトマスの生態は不明な点が多く、放流尾数は毎年ほぼ一定にもかかわらず、その沿岸漁獲量は西暦偶数年と奇数年で豊漁、不漁を繰り返す不安定な資源構造となっている（図1）。この原因は未だ明らかではなく、原因究明と資源の安定化が求められている。そこで、生き残りに最も重要な時期と考えられる稚幼魚期の沿岸生態を明らかにするため調査を行った。

## 研究方法

北海道網走市の沖合で岸からの距離1、4、7kmラインに調査定点を12点設け（1ラインあたり4定点ずつ）2002年4月下旬から7月中旬にかけて、サヨリ二艘曳網を用いて各定点を2km曳航し、同時に表面水温を測定した。得られた魚は実験室へ持ちかえり、シロサケとカラフトマスの区別を行い、カラフトマスの体長を測定した。また、胃内容指数（胃内容物重量／体重×100）を算出した。解析は各ラインの平均値を用いて行った。

## 研究の成果

- ① シロザケとカラフトマスは尾鰭の色素の有無で判別できた（写真1）。
- ② カラフトマスはシロザケとほぼ同所的に分布し、出現のピークもシロサケ幼魚と同じ5月下旬であった。6月上旬までは岸寄り定点で出現個体数が多いのに対し、6月中旬から下旬にかけては沖合の定点で出現個体数が多くなった（図2）。
- ③ カラフトマス稚幼魚は約10～14℃の水温帯で多く出現した。
- ④ 平均体長は6月以降、沖合のラインの方が大きかった（図3）。7月に入ると採集尾数は減少し、特に尾叉長70～80 mm以上の個体は少なくなった。
- ⑤ 胃内容指数はどのラインでも6月上旬のピーク後、減少した。特に4kmラインと7kmラインでは調査日間で変動が激しかった（図4）。
- ⑥ カラフトマスは降海後、1km以内の沿岸域に多く分布し、6月以降沖合域へ移動すると考えられたが、沖合の定点で採捕された魚の体長が沿岸よりも大きいことから、成長の早い個体から徐々に沖合域へ移動していくと考えられた。

## 成果の活用面

西暦偶数年の稚幼魚の沿岸生態が明らかになり、西暦奇数年の稚幼魚の沿岸生態と比較分析することにより、カラフトマス資源安定化のための基礎資料となる。

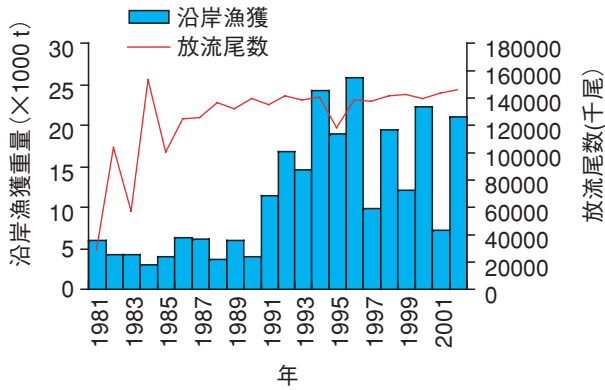


図1 北海道におけるカラフトマスの放流尾数と沿岸漁獲量の変動

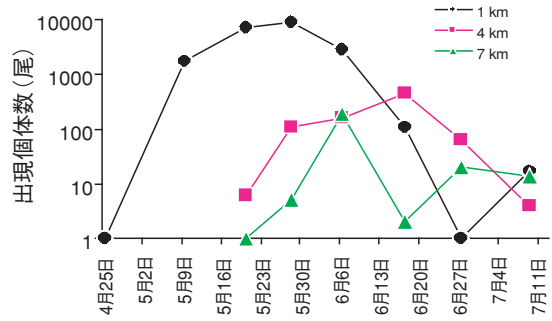


図2 カラフトマスの出現個体数の変化

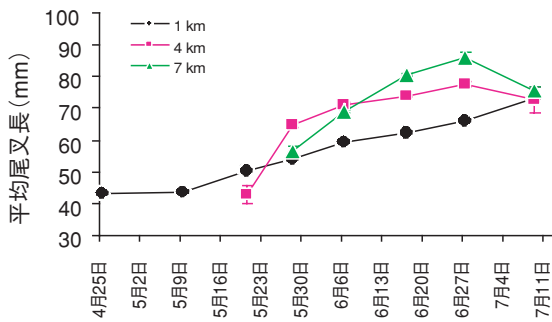


図3 平均尾叉長の変化 (縦棒は標準誤差)

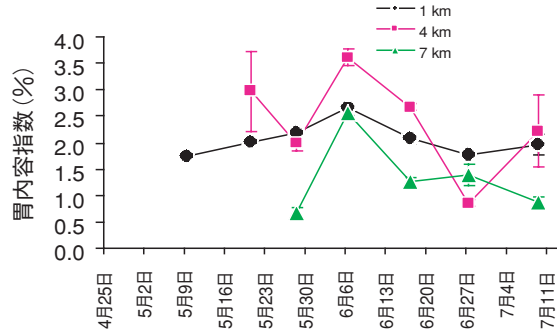


図4 カラフトマス稚幼魚の胃内容指数 (平均値) の変化 (縦棒は標準誤差)

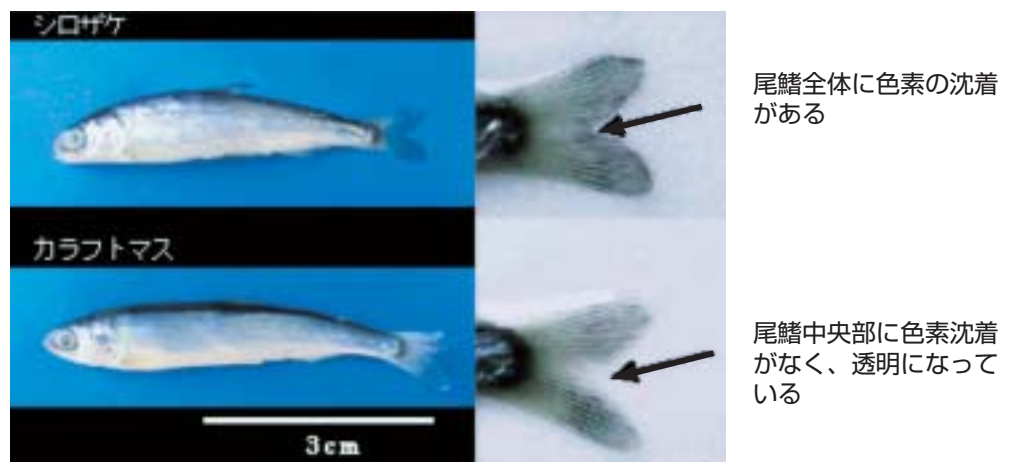


写真1 シロガケとカラフトマスの外見と尾柄部の色素沈着の違い

# リモートセンシングによる藻場調査

稚内水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

人工衛星画像などのリモートセンシング技術と現地調査から、漁業生産や環境保全の場である沿岸藻場の現況を把握するとともに、デジタル漁場利用図を作成し、今後の増養殖事業、漁場管理ならびに環境保全に役立てる。特に、近年利用可能となってきた高分解能人工衛星（IKONOS）画像を、従来利用されてきた航空写真と比較し、藻場調査への適用が可能か検討する。さらに地理情報システム（GIS）を活用した、データの蓄積、解析、公開方法を検討する。

## 研究方法

高度約860kmのIKONOS衛星が2002年9月16日に撮影した、稚内市ノシャップ岬沿岸のマルチスペクトル画像を用いた。マルチスペクトル画像は、青、緑、赤、近赤外の4つの波長帯で構成され、その地上分解能は4mであった。比較検討のため7月9日及び9月16日に、高度約920mの航空機から撮影された、ノシャップ岬西海岸の航空カラー写真を用いた。その地上分解能は約40cmであった。航空写真は幾何補正し、IKONOS画像とともに沿岸藻場の教師付き分類（既知の領域に基づいた画像分類）を行い比較した。また、航空写真において目視による藻場の分類を行い、種類ごとの分布面積を計測した。さらに、1993年以降春～夏季にノシャップ岬西海岸で毎年実施している海藻現存量調査で得られた平均値を用い、海域での現存量を推定した。

## 研究の成果

- ① IKONOS衛星のマルチスペクトル画像で、稚内市ノシャップ岬沿岸の藻場分布を把握できた（図1-a）。しかし、航空写真で判別できたスガモ（海草）の斑状の分布は、IKONOS画像では明瞭ではなかった。
- ② IKONOS画像から大まかな海藻（草）の分類ができ、航空写真と類似した分類結果が得られたが（図1-b）、コンブ繁茂域が過小評価されるなど現地調査や目視と異なる点もあり、さらに分類精度の向上が必要である。
- ③ 今回調査した稚内市ノシャップ岬西海岸の藻場は水深10m以浅に分布し、10m以浅の海底面積に対し7月に29.1%、9月に27.9%を占めた（表1）。
- ④ 同地での海藻（草）現存量は、リシリコンブが1,173.4トン、ホンダワラ類が697.8トン、スガモが45.3トン、その他海藻が1,087.6トン、全体で3,004.1トンと推定された（表2）。

## 成果の活用面

デジタル漁場利用図を作成することにより、海藻やウニ類などの分布データの蓄積、分析を行うことが可能となった。さらに得られたデータについては、インターネットなどを利用し、漁業者関係者への情報提供を図る。



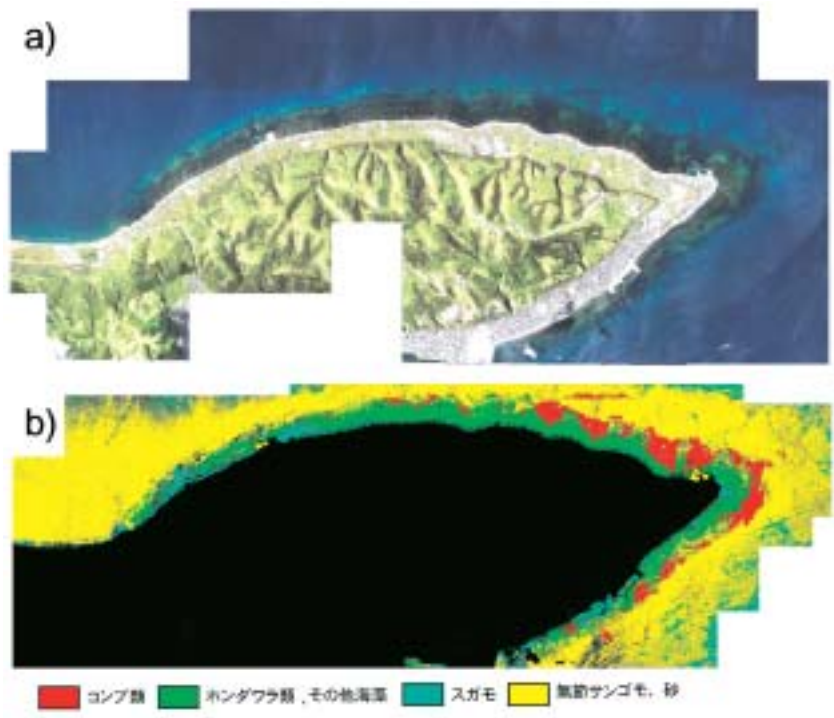


図1 IKONOS画像と画像分類結果  
 a) IKONOSマルチスペクトル画像  
 b) 教師付き画像分類結果

表1 稚内市ノシャップ岬西海岸における海底面積と藻場分布面積

水深帯(m)	海底面積(ha)	藻場面積(ha)		藻場面積(%)	
		7月	9月	7月	9月
0-5	723.8	375.9	359.7	51.9	49.7
5-10	613.5	13.8	13.2	2.2	2.1
10-15	597.1	0.0	0.0	0.0	0.0
15-20	638.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0-10m計	1,337.3	389.6	372.9	29.1	27.9
0-20m計	2,573.2	389.6	372.9	15.1	14.5

表2 ノシャップ岬西海岸における海藻・海草  
 推定現存量

種 類	現存量(トン湿重)
リシリコンブ	1,173.4
ホンダワラ類	697.8
スガモ	45.3
その他海藻	1,087.6
海藻・海草計	3,004.1

# 稚内周辺で漁獲されるクロガシラガレイの年齢査定方法の検討

稚内水産試験場 資源管理部

## 研究の目的

北海道積丹半島以北の日本海からオホーツク海にかけて分布するクロガシラガレイ（写真1）は単一の系群（ここでは外海系群と呼称する）とされており、オホーツク海の湖沼で産卵する湖沼群とは異なるとされている。湖沼系のクロガシラガレイについては年齢形質として耳石（写真2）が有効であることが既に明らかとなっているが、外海系群については耳石の年齢形質としての有効性が明らかではないため、その有効性を検討した。また、年齢査定を行うにあたって、年齢の起算日（誕生日）を設定する必要があるため、産卵期の推定結果に基づいて誕生日を決定した。

## 研究方法

2000年4月から2001年5月まで月1回程度、稚内（一部天塩を含む）地区の商業漁獲物から標本を採集した。標本の雌雄別に平均生殖腺重量指数（GSI）を求めるとともに、耳石（有眼側）の縁辺部に透明帯と不透明帯が現れる時期をそれぞれ追跡した。ただし、1～3月の冬期間はデータが得られなかった。

## 研究の成果

- ① 雌の平均GSIは4月に最大値に達した後、5月になると急激に低下した（図1）。その後、6～9月にごく低い値で推移し、10月頃から再び増加を開始した。雄のGSIも同様の变化傾向を示した。なお、雄のGSIが最高になる時期は1～3月中にあると思われるが、この期間中に標本が得られなかった。これらのことから稚内周辺ではクロガシラガレイの主産卵期はGSI値の高い4～5月頃と推定され、誕生日は産卵が概ね終了したと考えられる6月1日とした。
- ② 耳石縁辺部への透明帯出現率は雌雄とも4月下旬にはほぼ100%であるが（図2）、5月中旬以降減少し始め6月中旬頃に最低となった。その後、再び透明帯出現比率は増加し始め、10月上旬頃には雌雄ともほぼ全て透明帯となった。これらの結果から透明帯は10～4月頃、不透明帯は5～9月頃、それぞれ年に1本ずつ形成されると考えられ、透明帯もしくは不透明帯の輪紋数を数えることで年齢査定が可能と考えられた。
- ③ 図3は、実際に耳石を用いてクロガシラガレイの年齢査定をした結果である。2000年10月に漁獲されたクロガシラガレイの全長範囲は雄が250～360mm台、雌が260～390mm台であった。この時の年齢は雌雄ともに3歳から8歳までであったが、かたい類に一般的にみられる特徴として、クロガシラガレイでも同じ年齢では雄に比べて雌が大きい傾向がみられた。

## 成果の活用面

この海域における年齢査定が可能になったことから、クロガシラガレイの毎年の年齢組成が求められるようになった。このデータを蓄積することにより、今後、資源状態の評価に必要な資源解析が可能となる。



写真1 クロガシラガレイ

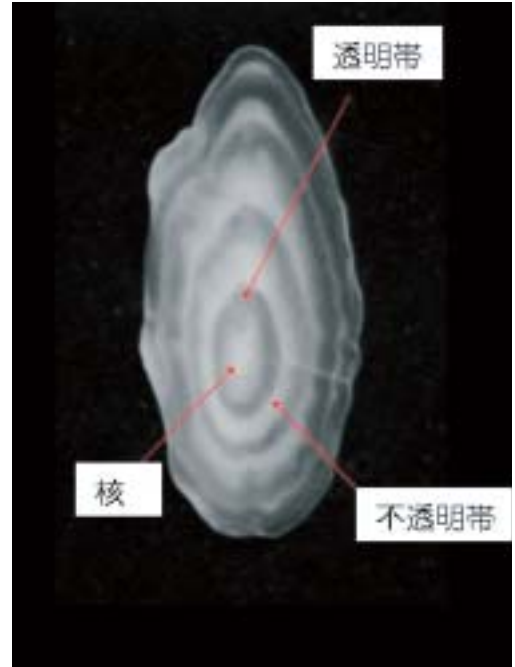


写真2 クロガシラガレイの耳石

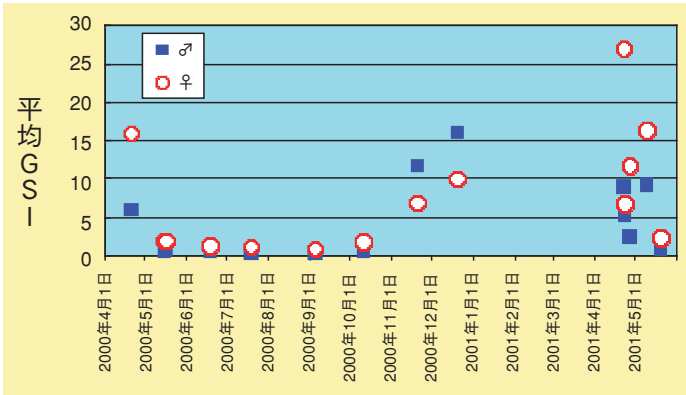


図1 雌雄別時期別平均生殖腺重量指数 (GSI) の推移

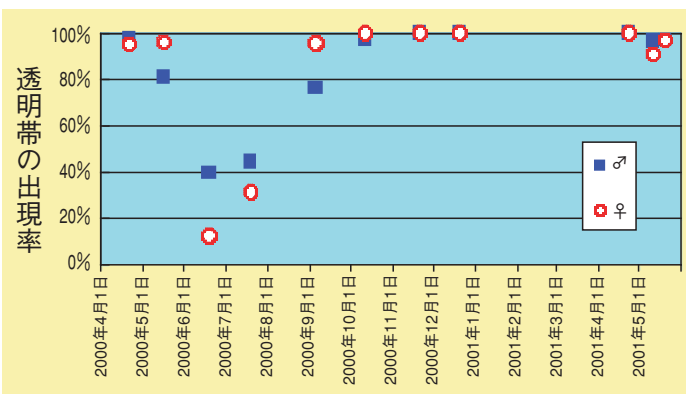


図2 耳石縁部における透明帯出現率の時期別推移

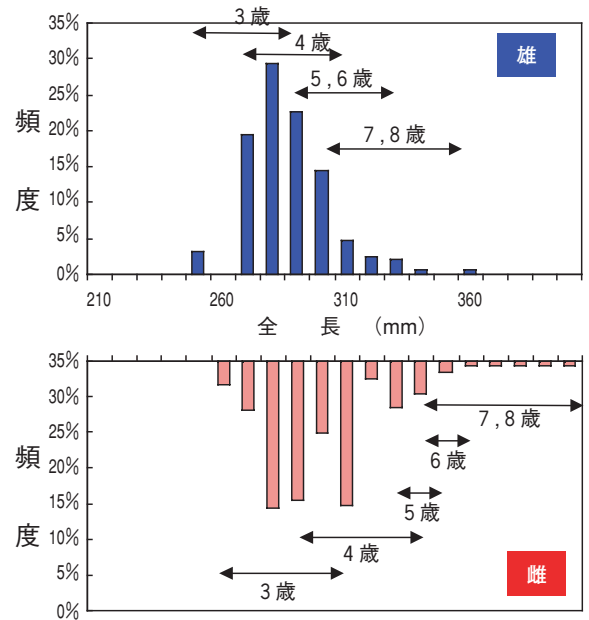


図3 2000年10月における漁獲物標本の全長組成と年齢との関係

# ホッコクアカエビの殻（外骨格）の硬さを調べる

中央水産試験場 資源管理部

## 研究の目的

ホッコクアカエビは日本海において重要な漁業対象種であるが、その生態については明らかになっていない部分も多い。日本海で主体となっているえびかご漁では、春に殻（外骨格）の軟らかい個体が日によっては半分近く見られる。春はエビの産卵期にあたり、雌個体では交尾・産卵前の脱皮と幼生孵出後の脱皮が行われるため、その脱皮により殻が軟らかくなると考えられる。一方、秋においても殻の軟らかい個体が出現する。しかし、春に比べてその数は少なく軟らかさも軽微で性質が異なるように見受けられ、その原因は分かっていない。また、殻の軟らかい個体は死亡しやすいと考えられ、魚価に影響するため問題となっている。そこで、資源の有効利用へとつながる基礎的な生態情報として、秋に見られる殻の軟らかさの原因を調べた。

## 研究方法

- ① ホッコクアカエビは雄性先熟の雌雄同体で、5歳半で雄から雌へ性転換すると言われており、漁獲物の中心は雌である（図1）。そこで実験には全て雌を用いた。
- ② エビの頭胸部を1cm角に切り出し（写真1）、レオメーターにより破断応力を測定し（写真2）、殻の硬さを数値化した。漁期中2ヶ月に1度サンプルを収集して殻の硬さを測定し、季節変化を観察した。
- ③ 尾部の組織切片を作製し、脱皮やカルシウム沈着の様子を観察し、春・秋の軟らかい個体と硬い個体とを比較した。
- ④ 秋のサンプルを活かした状態で入手し、無給餌飼育を行うことにより（写真3）、殻の硬い個体と軟らかい個体とで生残率を比較した。

## 研究の成果

- ① レオメーターにより、殻の硬さを数値で表すことができた。漁期中4回のサンプルを観察した結果、抱卵雌では漁期中は翌年の孵出期まで脱皮することなく、殻は時間の経過とともに硬くなった。一方非抱卵雌では、春（4月）と秋（11月）に殻の軟らかい個体が観察された（図2）。
- ② 春（4月）の脱皮前後と考えられる殻の軟らかい個体では、カルシウムの沈着が見られない部分（脱灰部分）が存在した（図3A）。秋（11月）の軟らかい個体の殻においても脱灰部分が観察され（図3B）、脱皮前後であると推測された。一方硬い個体では、脱灰部分が見られなかった（図3C）。これらのことより、秋（11月）の殻の軟らかさは、脱皮が原因であることが示唆された。
- ③ 飼育の結果、軟らかい方が死亡しやすい傾向が見られた（図4）。

## 成果の活用面

実験の結果、道北日本海のホッコクアカエビは、少なくとも春と秋に脱皮すること、脱皮前後で殻の軟らかくなった個体は死にやすい傾向があり、価格の低下を招く可能性があることが示された。得られた生態的な基礎データをもとにして、死亡しやすい（殻の軟らかい）エビを避けるような漁獲をすることにより、資源の効率的利用を図ることができる。

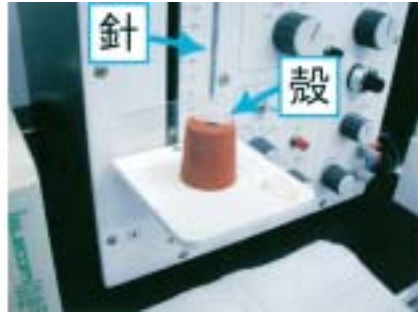


写真1 レオメーター測定用のエビ（非抱卵雌）  
白い点線で囲まれた部分を測定に使用。バーは3 cmを示す。

写真2 レオメーターによる測定の様子  
針が殻に刺さったときの力を測定する。

写真3 エビの飼育水槽  
共食いを防ぎ、場所を確保するため、水槽1つあたり5つのしきりを作り、1尾ずつ収容した。

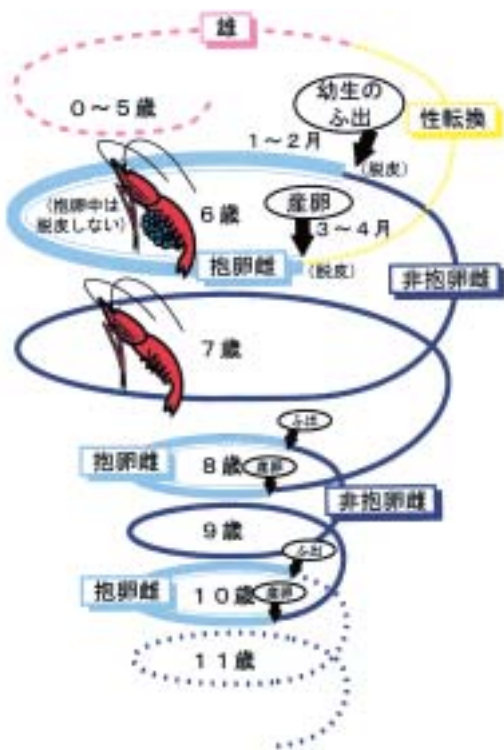


図1 道北日本海におけるホッコクアカエビの生活史

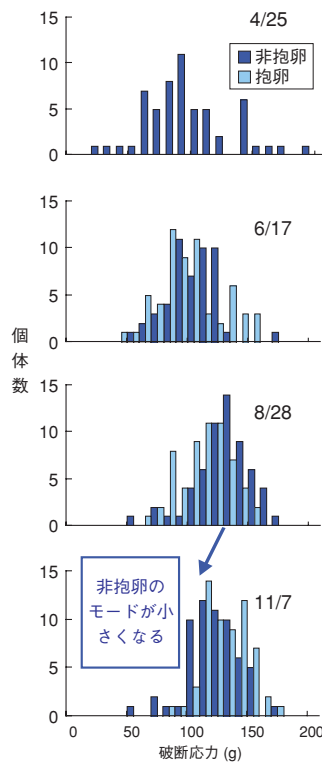


図2 破断応力の季節変化

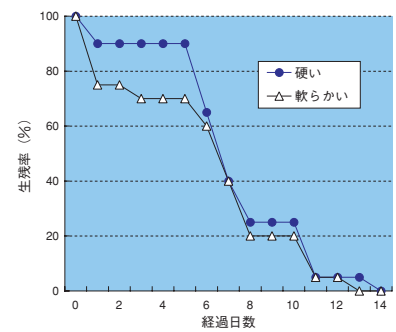


図4 生残率の変化

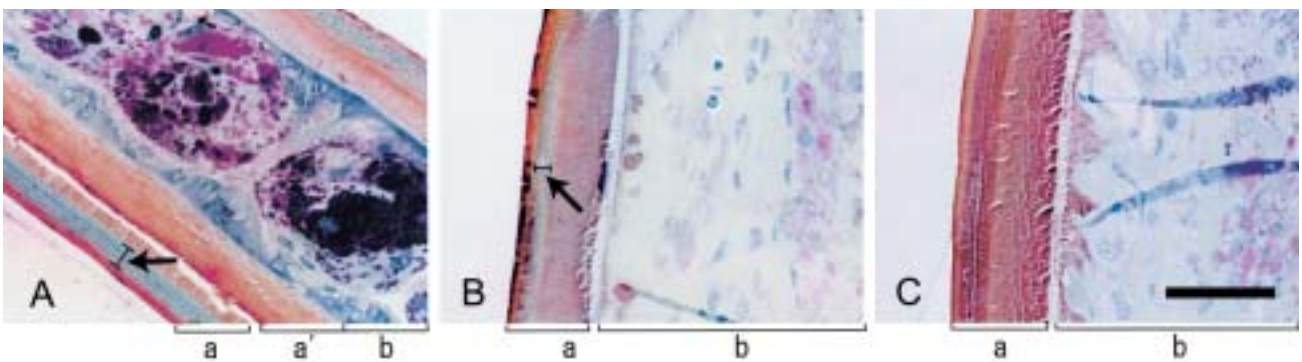


図3 ホッコクアカエビの尾節の組織切片像  
A, 4月脱皮前；B, 11月軟らかい個体；C, 11月硬い個体, a, 外骨格部分；a', 新しくできつつある外骨格部分；b, 内部層；矢印, カルシウムの沈着が見られない部分。バーは50mmを示す。

# 耳石Sr/Ca比からみた網走湖産シラウオの生活史

水産孵化場 資源管理部

## 研究の目的

網走湖は北海道の湖沼の中で唯一シラウオ (*Salangichthys microdon*) を漁獲している湖で、その生産量は毎年全国でも第2～3位を誇っている。シラウオは1kgあたりの価格が1,000～1,500円と高く、鮮魚で東京や札幌へ出荷される貴重な水産資源であるとともに、毎年「シラウオ祭り」が開催されるなど観光資源としても重要な役割を果たしている。しかし、網走湖におけるシラウオ漁業の実態は未だ手探り状態にあり、漁獲量も年により大きく変動する。この一因として、これまで網走湖産シラウオに関する調査や研究がほとんど行われず、生活史をはじめとした生態がよくわかっていないことが考えられる。本研究では、網走湖産シラウオの資源管理を目的として、まず初めに生活史を解明する。

## 研究方法

魚類が生息する環境水中には、様々な微量元素が含まれている。これらの元素は魚の頭部にある耳石に吸収され、長期間安定的に保存される。ストロンチウム (Sr) は海水中で淡水中の約100倍も多く含まれるため、耳石のSrとカルシウム (Ca) 濃度の割合から過去の生活場所 (淡水あるいは海水) を推測することができる。シラウオは年魚で産卵後まもなく死ぬため、産卵期の耳石を用いることによりほぼ一生の履歴を追跡することが可能と考えられる。波長分散型X線分析装置 (EPMA) を用いて耳石SrおよびCa濃度を分析し、個体毎に生活履歴を解析することにより、フィールド調査の結果と併せて網走湖産シラウオの生活史を検証する。

## 研究の成果

- ① 漁業情報、フィールド調査、および耳石を用いた生活履歴の解析により、網走湖産シラウオの生活史を明らかにした (図1)。
- ② 網走湖で採集したシラウオ雌親魚19個体中16個体には、Sr/Ca比が高い、海洋生活履歴が認められた (図2・3)。
- ③ 海洋生活履歴を持つシラウオには、比較的小型サイズで降海するものと (図2)、大型サイズで降海するものがあると考えられた (図3)。
- ④ 19個体中3個体には降海履歴が認められず、これらはフィールド調査では発見されなかった、湖内残留群である可能性が考えられた (図4)。
- ⑤ 網走湖のシラウオは、網走川を介して網走湖とオホーツク海との間を移動、回遊していることが確かめられた。

## 成果の活用面

本研究で得られた情報は、今後網走湖産シラウオ漁業の資源管理を行うにあたり、重要な基礎資料として活かされる。

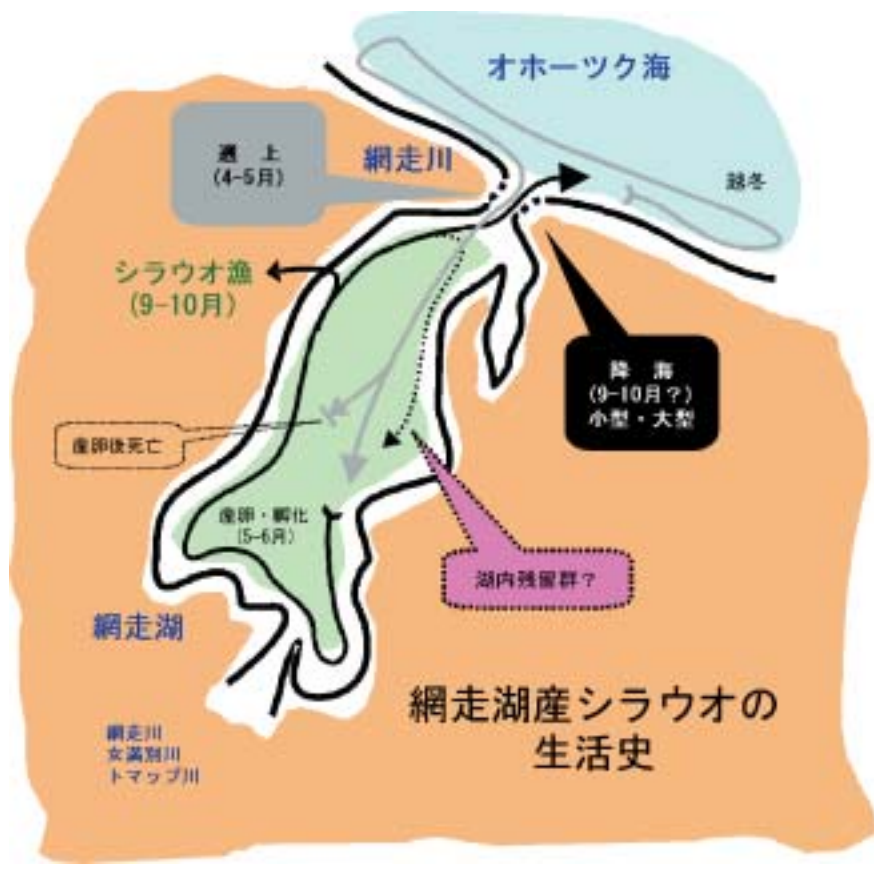


図1 網走湖産シラウオの生活史想定図

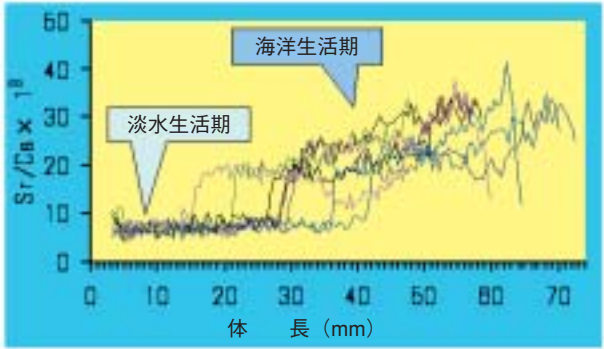


図2 網走湖産シラウオ雌親魚（8個体分）の耳石 Sr/Ca比の変化小型サイズで降海するタイプ

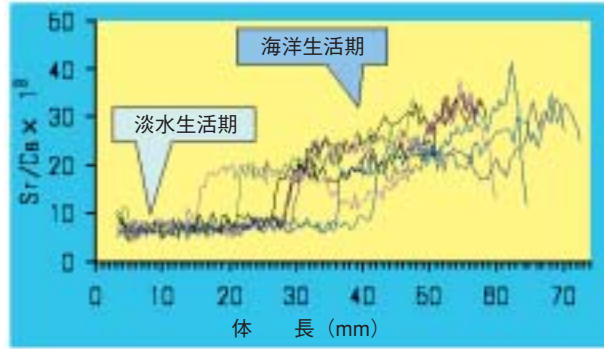


図3 網走湖産シラウオ雌親魚（8個体分）の耳石 Sr/Ca比の変化大型サイズで降海するタイプ

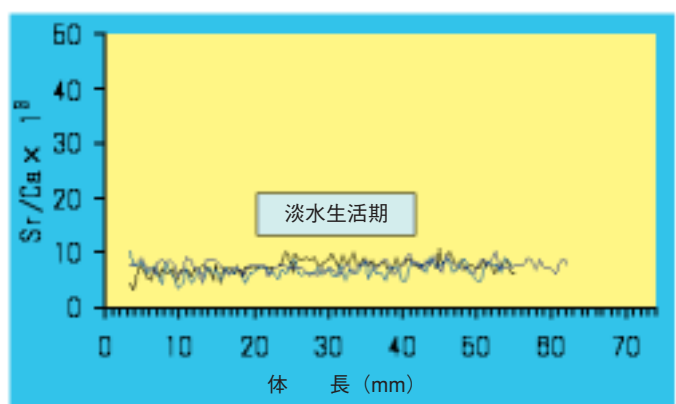


図4 網走湖産シラウオ雌親魚（3個体分）の耳石Sr/Ca比の変化降海しないタイプ

# 春ニシンの分布域変化および漁獲量変動と水温環境

中央水産試験場 海洋環境部

## 研究の目的

かつて北海道で最大年間97万トンもの漁獲があった春ニシン（北海道－サハリン系群）が南方漁場から順次いなくなり、そして1950年代末にはついに日本沿岸から消えた（図1）。このことについて従来の資料のほか、ニシンプロジェクト（日本海ニシンの資源増大を目的とした事業）の中で新たに発掘された資料を加え、海洋環境との関連を再調査する。

## 研究方法

春ニシン漁業が最盛期の頃の漁場で、当時から現在まで継続して観測されている海洋環境の指標は沿岸水温だけである。そこで、春ニシンが産卵のために多く来遊した日本海沿岸で長期にわたり沿岸水温観測が継続された地点を9地点選んだ（図2）。観測期間が重複している1931年から1960年までの30年間の基準に各地点の水温を統計的手法を使って標準化し、各地点間の標準化水温の平均値として表される平均標準化水温（指数）の1897年から2000年まで100年間を超える月平均（図3）および年平均（図4）の時系列資料を作成した。この資料を使ってニシン分布域の変化、およびニシンの資源水準を決めることになる、ある年に生まれたニシンが生涯にわたって漁獲された総数である年級別累積漁獲尾数が水温とどのような関係があるか統計的に調べた。

## 研究の成果

- ① ニシン漁獲量が高水準に維持されていた年代であるにもかかわらず、1920年までに漁獲量が減少し漁獲皆無となった桧山地方の年漁獲量と月平均標準化水温との相関関係を調べた。その結果、古くから予想されていたニシン漁場の北偏現象と海況変化との関係について、冬季の水温が低いと桧山にニシンが産卵のために来遊し、水温が高いと来遊しないというニシン分布域の変化のあったことが明らかとなった（図5）。
- ② 年級別累積漁獲尾数と月平均標準化水温の相関関係から、年級別累積漁獲尾数の多い卓越年級が生まれる頻度は特に5月から7月までの標準化水温に対し低温側で高く、高温側で低い確率を示す関係が明らかとなった（図6）。このことは、ニシンが生活している生態系の構造に対し水温が制御因子の一つとなっていて、水温の変化がこの生態系に外から働く強制力となり、水温変動とともに卓越年級が生まれる確率も変化していると理解された。
- ③ この研究から、気象の変動と海洋の変動の相互作用で生じる水温の長期変動が、春ニシンが示す資源量の大きな変動の歴史に強い影響を与えていることが結論された。

## 成果の活用面

人類活動の結果、現在地球温暖化が進行している。一方で、自然現象として変動幅の大きい10年から数10年の周期を持つ水温変動がある。この変動は地球温暖化による変化と重なりながらも、再び春ニシンの繁栄に都合の良い低水温時代を迎える可能性を残している。最後の群来（くき）となった1954年以降春ニシンは日本沿岸から遠のいた。その後、1983年におそらくサハリン沿岸で久しぶりに卓越年級が生まれた。日本ではこの年級は1986年に未成魚段階で数万トン漁獲されたが（図1）、主産卵群となって来遊すべき1987年にはわずかな春ニシンが日本沿岸で産卵しただけであった。将来、春ニシンの卓越年級が生まれた兆候が確認された場合、今回の調査結果を参考に、好適な環境の中で毎年産卵させ、資源管理する必要がある。



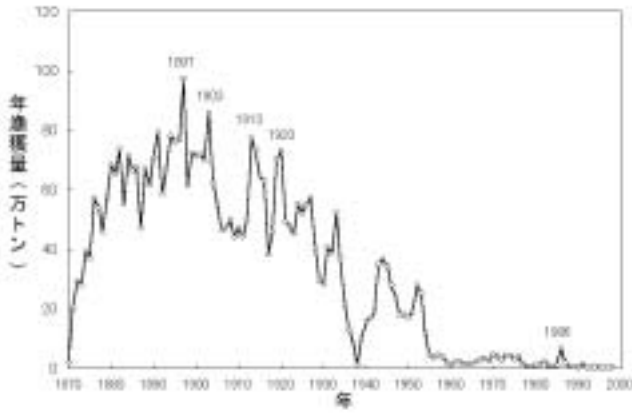


図1 北海道のニシン漁獲量

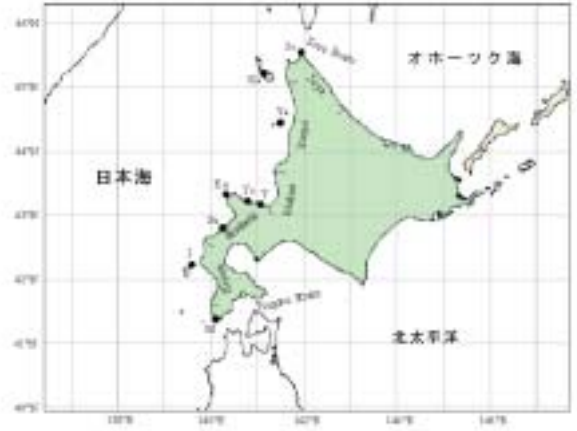


図2 沿岸水温観測点

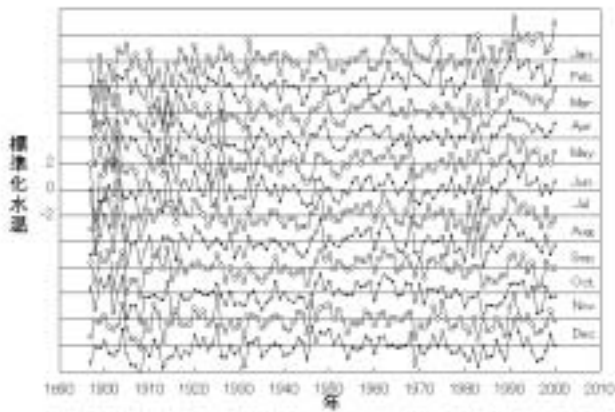


図3 月平均標準化水温

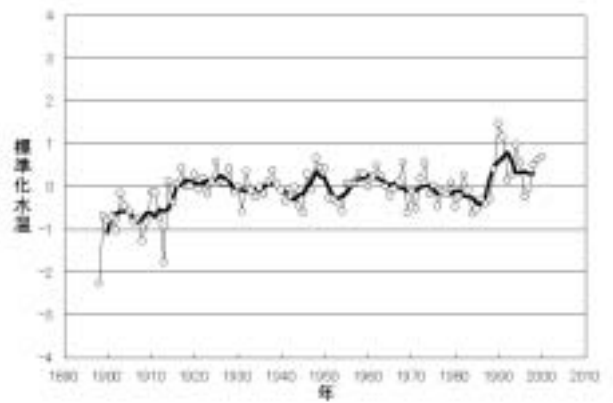


図4 年平均標準化水温

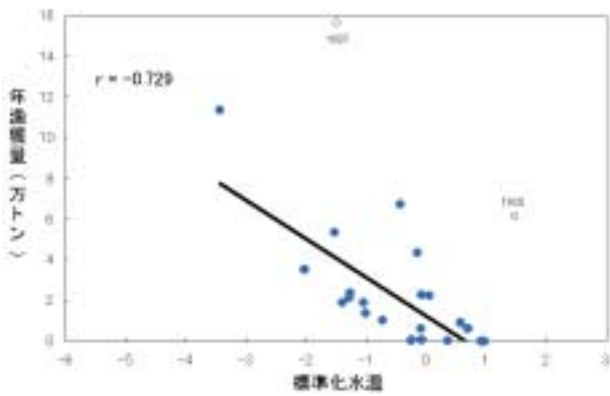


図5 松山のニシン年漁獲量と1～3月の平均標準化水温の関係（1897年と1903年を除く）

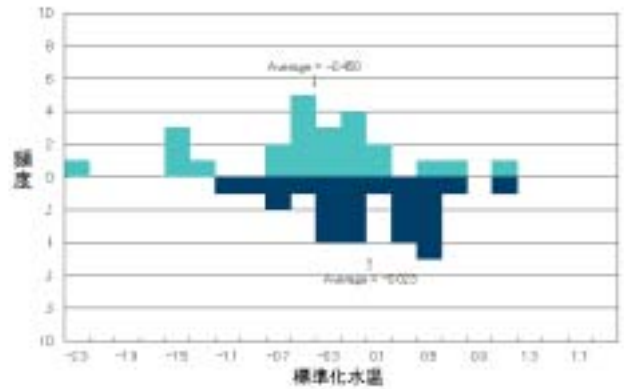


図6 5～7月の平均標準化水温に対する累積漁獲尾数の多い半分（上）と、少ない半分（下）の頻度分布。低温側で卓越年級発生頻度が高いことを示している。

# 噴火湾産アカガレイ1995年級群の成長

函館水産試験場 資源管理部

## 研究の目的

近年の噴火湾産アカガレイ（写真1）漁獲物には1991年級及び1995年級の卓越群がみられる。このうち漁獲の大半を占める1995年級群は、若齢時の1995年から1996年に生息域である噴火湾底層水が酸欠状態になり餌生物が減少したことから、過去の年級群と比較して成長が悪いとされている。また、1995年級群以降の卓越年級群の発生は確認されていないため、新たな卓越群の加入まで現在の資源を有効利用しながら漁業を継続させていかなければならない。そこで、アカガレイの資源管理の基礎となる情報を得るために、1995年級群と1991年級群について成長を比較した。

## 研究方法

成長解析には1997年から2002年の漁獲物を使い（測定尾数は表1）、Morita-matsuishiモデルを用いた耳石径からのBack Calculationにより von Bertalanffyの成長式を求めた。耳石径の計測は、標本中の最高齢の標本については有眼側の核から各年輪までの長さ（写真2：r1～R）、それより若齢の標本は核から外縁までの長さ（写真2：R）について行った。標本の年齢は、それぞれ1995年及び1991年1月1日を誕生日として、採集年月日を小数点を含んだ値に変換して用いた。

## 研究の成果

- ① 推定された各年級群の成長式は以下のとおりである。  
1991年級群（雌） $SL_t = 2044.5 [1 - \exp(-0.0214(t - 0.089))]$   
1991年級群（雄）推定できず  
1995年級群（雌） $SL_t = 748.4 [1 - \exp(-0.070(t - 1.00))]$   
1995年級群（雄） $SL_t = 319.5 [1 - \exp(-0.182(t - 1.246))]$
- ② 年級群別雌雄別の年齢別推定体長を表2・図1に示し、1995年級群と1991年級群の成長を比較した。雌では各年齢において、1995年級群は1991年級群より小型であり、7歳では37.2mmの差があった。雄では1995年級群の成長式は推定されたが、1991年級群に関しては3歳以下の体長がマイナスになるなど、現実的ではない結果となったため、推定できないと判断した。この要因として、今回用いた1991年級群雄の標本が、6～7歳しかないことと、その体長組成がある範囲に極端に集中していたことが考えられる。

## 成果の活用面

噴火湾産アカガレイについては、刺し網の目合制限、産卵期の休漁といった資源管理措置が講じられている。しかし、噴火湾の底層環境などによって、各年級群の成長は変化していることから、今回の得られたデータは環境などによる資源変化にも柔軟に対応するための管理手法を検討する基礎資料となる。



写真1 噴火湾産アカガレイ全体写真

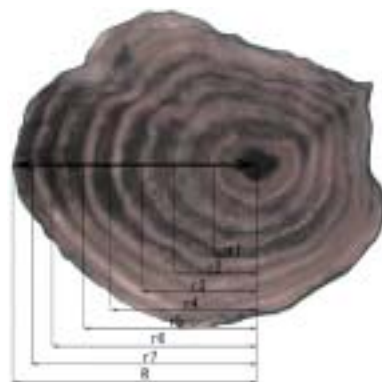


写真2 アカガレイ耳石写真（有眼側）

年齢	91年級 ♀	95年級 ♀	91年級 ♂	95年級 ♂
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	60	0	135
5	0	78	0	83
6	368	203	319	91
7	253	479	145	241

表1 アカガレイ91・95年級群の測定尾数  
(単位：尾)

年齢	91年級 ♀	95年級 ♀	91年級 ♂	95年級 ♂
1	39.4			
2	81.9	45.6		40.9
3	123.4	92.3	推定 できず	87.2
4	164.0	135.2		125.9
5	203.8	174.5		158.1
6	242.7	210.6		184.9
7	280.9	243.7		207.3

表2 アカガレイ91・95年級群の雌雄別年齢別推定  
体長 (単位：mm)  
(未記入欄は数値が負の値となるため削除した)

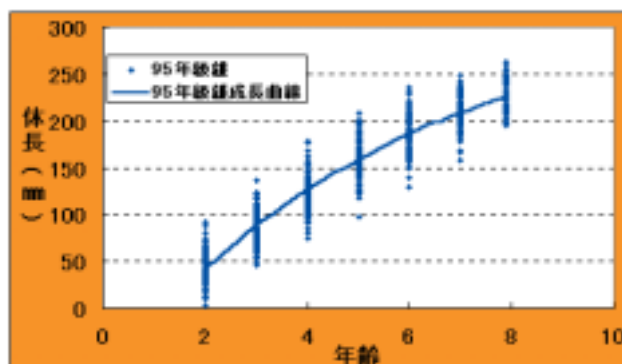
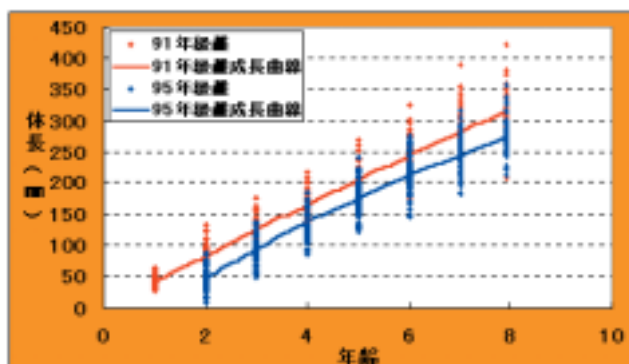


図1 アカガレイ91・95年級群の雌雄別成長曲線 (左：雌 右：雄)

水産資源の持続的利用と保護をめざして

# 道東太平洋海域のハタハタの移動について

釧路水産試験場 資源管理部

## 研究の目的

道東太平洋海域に分布するハタハタは、日高群、釧路群、根室群の3つの系群がとして考えられている。しかし、系群別の分布や移動、さらには系群間の交流など不明な点が多いことから、主に十勝～釧路にかけての周辺海域を秋季に索餌回遊している群の移動傾向を解明するため、標識放流を2000年から2002年に実施し、この海域に分布するハタハタの特性について調査した。

## 研究方法

魚群分布調査の結果に基づき、十勝から釧路周辺までの道東太平洋海域の中から、音調津、浜大樹、大津、釧路、跡永賀周辺の水深約20～70m付近（図1）を標識放流位置に選定した。十勝海域は9月中旬、釧路海域は10月上旬に、小型桁曳網により漁獲されたハタハタに標識を装着し放流を行った（表1）。漁獲されたハタハタの体長測定結果は図2のとおりで、放流魚のサイズもほぼこの図によって代表されると思われる。また年齢は耳石の観察からほとんどが1歳魚であった。

## 研究の成果

- ① 標識魚のほとんどは、主にシシャモ桁曳網およびハタハタ刺し網で再捕された。その再捕尾数、再捕位置ならびにその内訳を表1、図3、4に示した。
- ② 釧路海域で10月上旬、および11月上旬に放流したもの（図中の赤、白、オレンジ）は、一部ではえりも周辺まで移動が確認されたが、そのほとんどは昆布森～厚岸沿岸の産卵場への移動であった。この結果からこの時期の釧路海域は、ほとんどが釧路群であると考えられた。
- ③ 十勝海域で9月中旬に放流した標識魚（図中の緑、黄、青）は、釧路～厚岸方面、えりも方面の各産卵場と思われる場所へ移動した。このことからこの時期の当海域は、日高群と釧路群が混在して分布しており、その索餌場となっていると考えられる。
- ④ えりも岬周辺よりも西へ移動したものはほとんどなかった。根室海域まで移動したのも見られなかった。

## 成果の活用面

当海域におけるハタハタの資源評価を行うにあたっては、系群単位もしくは海域ごとの適正な資源量の把握が必要であり、今回の調査結果は今後の資源評価を行うための基礎データとしての活用が期待される。また、今回の結果を漁業者等へ広く普及することにより、漁業者自らもハタハタの生態に関心を持ち、より一層の資源管理への高まりが期待される。

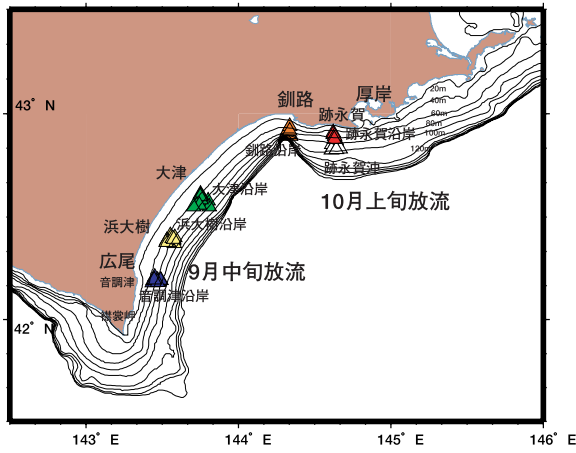


図1 標識放流位置(2000~2002年)

\*2000年の跡永賀沖の放流は11月上旬に実施した

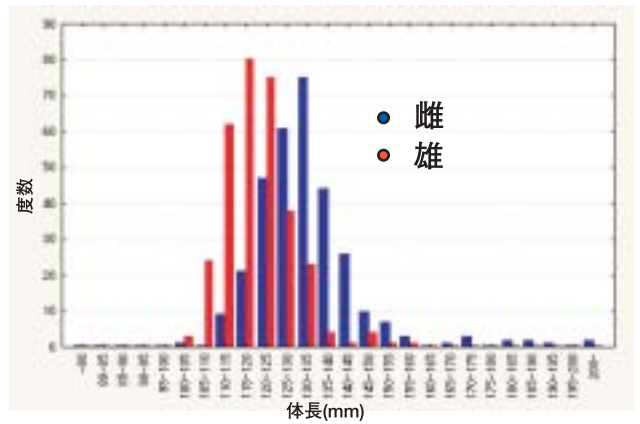
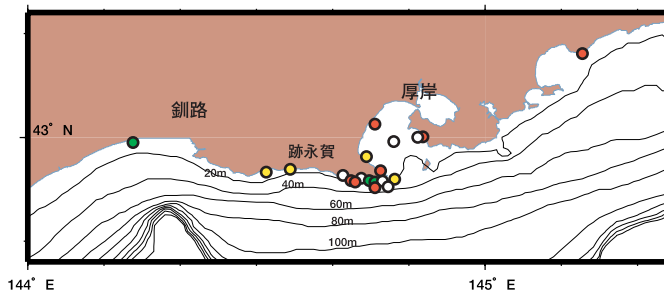
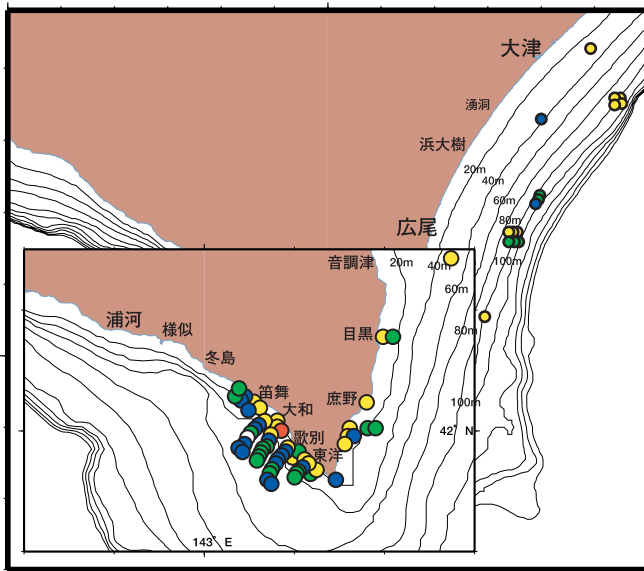


図2 放流位置で漁獲されたハタハタのサイズ



144° E 145° E

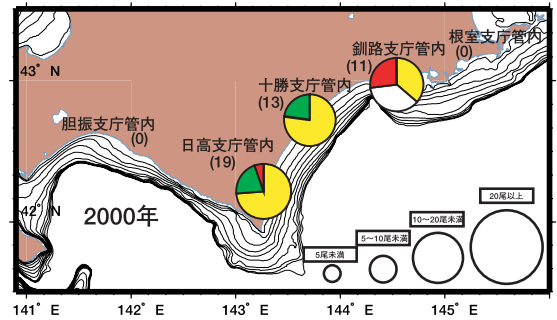


42° N 142° E 143° E 144° E

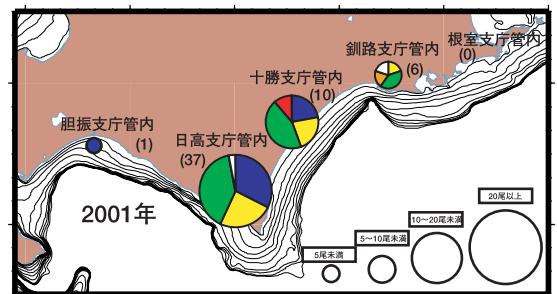
図3 標識放流魚再捕位置(2000~2002年)

(上:釧路周辺,下:襟裳岬周辺)

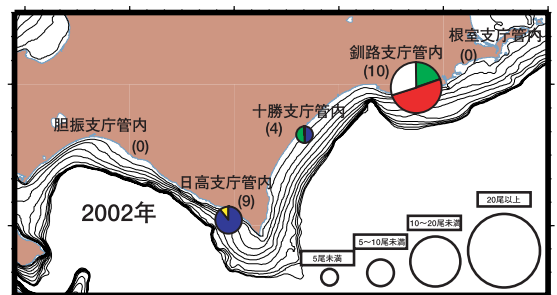
\*再捕位置に示した色は図1の放流位置の色を示す



43° N 42° N 2000年 141° E 142° E 143° E 144° E 145° E



2001年



2002年

図4 再捕結果からみた標識魚の移動状況

\*円グラフの色の内訳は各放流位置を示す

\* ( ) 内は再捕尾数

表1 標識放流尾数,再捕尾数,および再捕率(2000~2002年)

放流位置	放流日	放流尾数	再捕までに要した時間(単位:月)と再捕尾数(単位:尾)					合計	再捕率(%)	
			~1ヶ月	~2ヶ月	~3ヶ月	~4ヶ月	4ヶ月< 不明			
音調津沿岸	9月中旬	968	3	16			4	2	27	2.78
浜大樹沿岸	9月中旬	1059	5	12	22			2	41	3.87
大津沿岸	9月中旬	949	6	7	16			1	30	3.16
釧路沿岸	10月上旬	647						1	1	0.15
跡永賀沿岸	10月上旬	1567	1	7				2	11	0.70
跡永賀沖	10月上旬	1173	1	4					5	0.42
合計(再捕率は平均値)		6363	2	11	38		7	6	115	1.85

\*跡永賀沖のデータには2000/11月上旬のものも含まれる

# ホタテ貝柱フレークの高品質化技術開発

網走水産試験場 紋別支場

## 研究の目的

ホタテガイの価格が低迷する中、ホタテガイ需要促進に向けた新製品の開発が期待されている。

ホタテ貝柱フレークは、製造方法が簡便、大量生産が可能、ホタテガイの風味と繊維感を生かした様々な料理に利用可能であるなどの特徴を有しており、大きな需要が見込める製品である。

また、包装単位を変えることによって一般家庭用、業務用としても扱えるうえ、貯蔵性にも優れている。このホタテ貝柱フレークの風味をさらに向上させ、利用拡大のための塩分調整を可能にした製造技術の開発を行った。

## 研究方法

ホタテ貝柱フレークの品質向上を図るため、従来の煮熟法に代え、蒸煮法について検討を行った。また、蒸煮法により製造したホタテ貝柱フレークの殺菌方法についてレトルト殺菌及び簡易加熱殺菌を検討した。

## 研究の成果

- ① 蒸煮法は煮熟法と比べ遊離アミノ酸と核酸関連物質の旨味成分の流出が抑えられた。
- ② 貝柱を殻から外すために行う一番加熱を中心温度65℃以上、7～10分間とすることによってホタテ貝柱フレークの繊維感がしっかりとした。
- ③ ホタテ貝柱の蒸煮時間は、10分間では加熱不足でフレーク状に成りづらく、40分間では褐変したことから20～30分間程度が適切であった。
- ④ 蒸煮直後の熱いうちにホタテ貝柱の身をほぐすことによって、フレークのボリューム感がでた。
- ⑤ レトルト殺菌では、褐変し、レトルト臭が感じられ不向きであったが、蒸し器を使った簡易加熱殺菌では、10℃及び20℃に3ヶ月貯蔵しても一般性菌数 $3 \times 10^2$ 以下、大腸菌群陰性であり、風味、食感ともに良好であった。

## 成果の活用面

試作品は料理の素材として、ホテルのシェフからも高い評価を得ており、製品化に向けて、加工業者への支援（技術、補助金）体制を提案中である。また、一般消費者においしさを知ってもらうため展示会や料理講習会に出席し、調理例などを含めたPR活動を行っている。

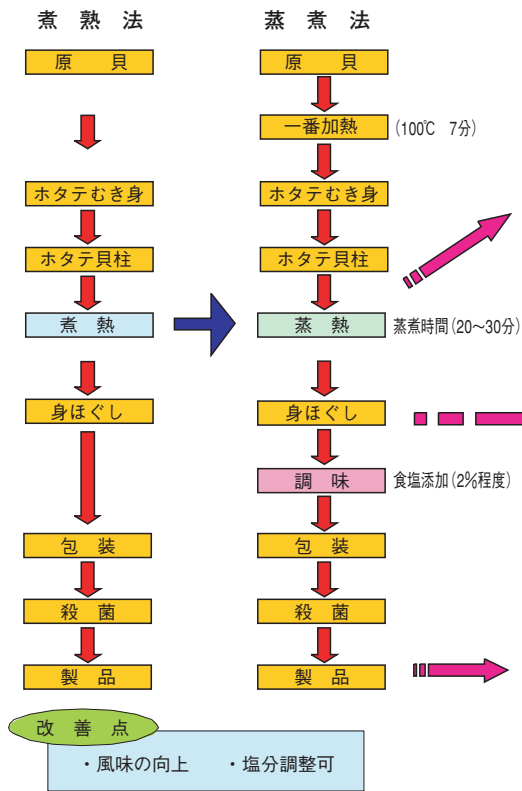


図1 ホタテ貝柱フレーク製造工程



図2 蒸煮時間の異なるフレーク



図3 フードカッター



図4 ホタテ貝柱フレーク製品

表1 煮熟及び蒸煮製造法におけるホタテ貝柱フレークの成分等の変化

	水分 (g/100g)	塩分 (g/100g)	遊離アミノ酸 (g/100g)	核酸関連物質 (mg/100g)
加熱前	74.8	—	2.11	440
煮熟(8%塩水)	66.1	3.9	1.96	254
煮熟(真水)	71.3	0.1	1.83	244
蒸 煮	69.2	0.1	2.31	307

\* 加熱時間: 25分

表2 貯蔵中におけるホタテ貝柱フレークの菌数変化

貯蔵温度	菌数変化 (/g)	
	0ヶ月	3ヶ月
10℃	一般生菌数	3×10 <sup>2</sup> 以下
	大腸菌群	陰性
20℃	一般生菌数	3×10 <sup>2</sup> 以下
	大腸菌群	陰性

\* 大腸菌群: 10以下/gを陰性とした。



レトルト細菌 (121℃-15、20分)

図5 加熱殺菌後の色調

# 乳酸菌を利用した糠ほっけの製造法について

中央水産試験場 加工利用部

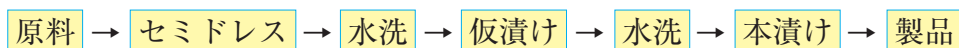
## 研究の目的

ホッケは北海道で多獲される魚介類の1つであるが、近年価格が低迷しており、早急に新たな利用開発を行う必要がある。このため伝統食品である糠ほっけについて、減塩志向に対応した製法に改良するとともに、乳酸菌を添加した新たな製造法を検討し、地域水産物であるホッケの消費拡大を図る。

## 研究方法

### ① 製造方法の検討

仮漬け塩分濃度の違いによる本漬け漬け込み中の糠ほっけの肉の水分、塩分、VB-N、遊離アミノ酸を測定した。また、本漬け中の各部位塩分濃度変化や水晒しによる肉塩分の変化を測定した。なお、一般的ホッケ糠漬けの製法概要は次のとおりである。



### ② 乳酸菌添加による糠ほっけ製造法の検討

乳酸菌は、NBRC 15891 *Lactobacillus plantarum* (以下L.p) を用いた。本漬けは試料重量に対して15%の糠床 (米糠5 : 2.5%食塩水 = 1 : 2) で漬け込みを行う製法を基本 (対照) とした。試験は、無処理区 (水晒しドレス)、対照区、菌接種区 (L.p約 $10^8$  cfu/mlの培養液1 mlを漬け込み直前の糠床に接種)、菌糠区 (L.p約 $10^8$  cfu/mlの培養液1 mlを糠床に接種し $10^{\circ}\text{C}$  3日間培養したもの) の4区分設定し、 $5^{\circ}\text{C}$  及び $10^{\circ}\text{C}$  で本漬けを行った。これらの試料区分について、本漬け中の糠ほっけを期間ごとに取り出し肉のpH及びVB-Nを測定した。

## 研究の成果

- ① 仮漬けは、用塩量5%より7.5%、10%が保蔵期間は長くなるが塩分の高い塩辛い製品となった (表1)。
- ② 塩分は本漬け漬け込み直後では皮で高く、3日程度で各部位でほぼ均一になった (図1)。また、肉の塩分調整は仮漬け後に水晒しを行うことで可能であった (図2)。
- ③ 乳酸菌添加による肉の成分変化から、本漬けの温度は $5^{\circ}\text{C}$  が望ましいと考えられた (図3)。
- ④ 乳酸菌を利用した糠ほっけの製造法は、仮漬け用塩量を7.5%以上または飽和食塩水とし、水晒しを4時間、熟成した乳酸菌糠床を用い本漬けを行うことが望ましい。また、本漬け終了後は乳酸菌での熟成を止めるため冷凍流通が望ましいと考えられた (図4)。

## 成果の活用面

乳酸菌を添加した糠ほっけについては、糠ほっけとしての利用だけではなく、これを利用した乾製品などの新たな製品開発が想定される。また、水試の広報誌やインターネットの活用、水産普及指導事業等とおし成果の普及を図る。



表1 仮漬け塩分濃度による漬け込み中の成分変化

		水分 (%)	塩分 (%)	VB-N (mg/100g)	遊離アミノ酸 (mg/100g)	臭いによる官能検査
仮漬け後 (0日目)	5%区	69.3	1.0	11.2	281	
	7.5%区	70.2	1.8	9.8	319	
	10%区	69.4	2.2	9.1	311	
本漬け後 (3日目)	5%区	71.5	2.4	19.0	373	
	7.5%区	70.7	2.8	16.4	354	
	10%区	67.9	2.9	12.8	350	
本漬け後 (6日目)	5%区	70.8	2.1	44.6	403	初期腐敗
	7.5%区	68.2	3.3	22.8	427	
	10%区	68.0	3.7	22.7	479	
本漬け後 (10日目)	5%区	71.1	2.4	74.1	478	腐敗
	7.5%区	69.4	3.3	50.1	458	
	10%区	67.7	4.0	53.0	471	

本漬け:仮漬け後重量に対して15%の糠床(米糠:3%食塩水=1:2)

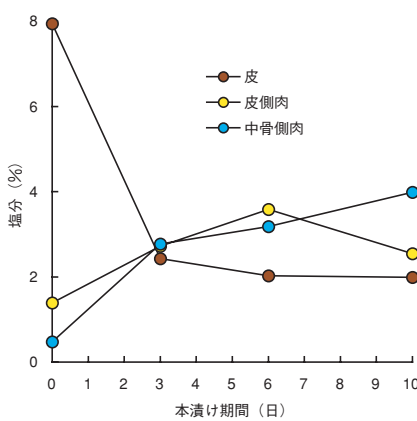


図1 本漬け中の部位別塩分の変化

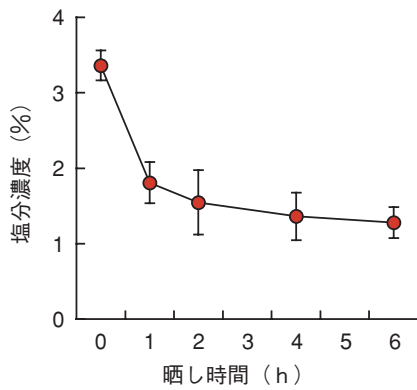


図2 水晒しによる肉塩分の変化

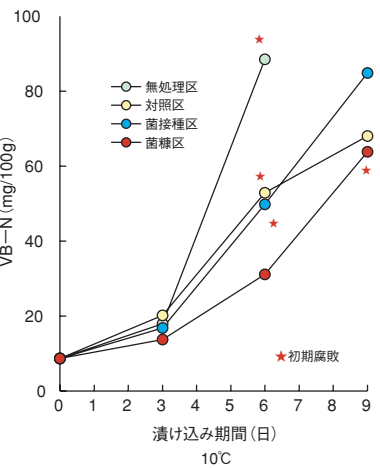
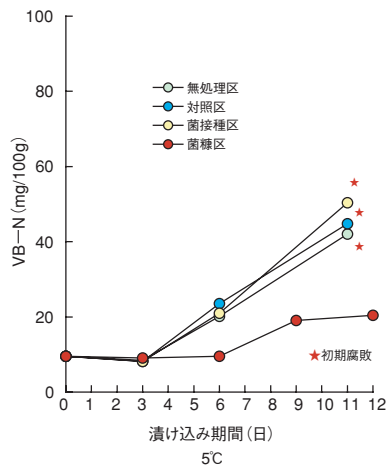
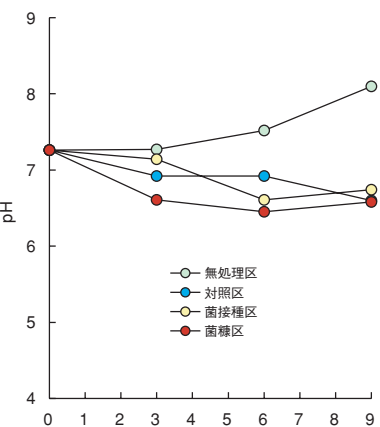
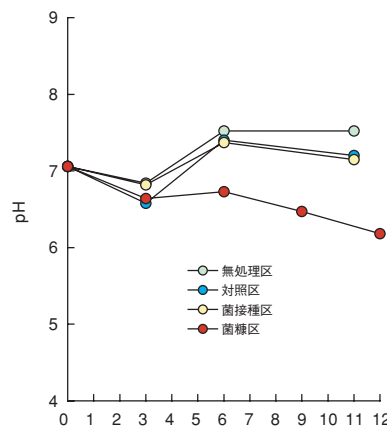


図3 乳酸菌添加による漬け込み中の成分変化

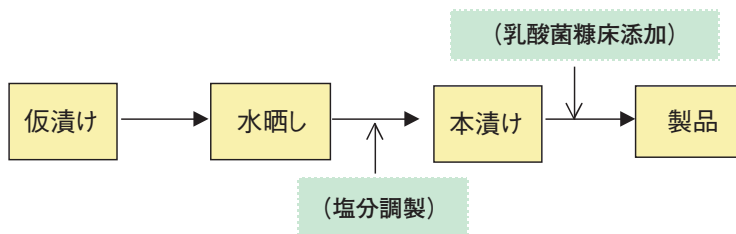


図4 乳酸菌を利用した糠ほっけ製造法

# サケ卵加工品の品質および製造基準

釧路水産試験場 加工部

## 研究の目的

北海道において、塩いくら、醤油漬けいくらおよびすじこなどのサケ卵加工品は、地域水産加工として主要なものである。しかし、平成10年に発生した、醤油漬けいくらにおける病原性大腸菌O157の食中毒事件により、北海道産サケ卵加工品の需要が低迷した。

食中毒事件へは、平成11年2月に水試で「イクラ製造衛生改善マニュアル」を作成し、対応を行っているが、より品質の高い製品を安全に消費者へ供給するためのサケ卵加工品の品質および製造基準を策定することにより、地域ブランドとしての評価を高めることを目的として研究を行った。

## 研究方法

- ① 市販いくら製品の実態調査およびサケ卵（標津産）の性状変化についての試験から、水分割合、塩分濃度、脂質含有割合、食感、一般生菌数等について検討した。
- ② 秋サケの格付け（A～C※）や漁獲時期による、すじこ、醤油漬けいくら、塩いくらへの加工適正を検討した。  
（※ A：若干の婚姻色が見られるもの。B：婚姻色が若干強いもの。BB：婚姻色が強いもの。C：婚姻色が非常に強いもの。）
- ③ すじこおよび塩いくらを製造するうえで重要な、原料の品質、原料の管理、洗浄、漬け込み、水切り、熟成、製品の貯蔵の各項目について高品質な製品を製造するための条件を検討した。

## 研究の成果

- ① 従来、各製造業者がそれぞれ独自に定めていた塩いからの製品ランクについて、共通の基準によりランク付けが可能となるよう品質基準（表1）を策定した。
- ② すじこには9月のAランク、醤油漬けいくらには9～10月上旬のA～Bランク、塩いくらには10月中旬以降のBランクのサケ卵巣から、とくに良質の製品ができると考えた（表2）。
- ③ すじこおよび塩いからの各製造工程について、一等品に相当するような高品質な製品を製造するための製造基準（表3）を策定した。

## 成果の活用面

水産加工業者への技術指導等により普及を行っている。また、水産試験場の広報誌や報告会等により広く普及を図っている。

品質基準、製造基準の普及により、より安全で高品質サケ卵加工品の供給が安定的に行われる。

表1 塩いくらの品質基準

製品の品質 基準 ランク	水分	塩味	塩分	脂質含有	粒揃い	食感 (卵膜残り)	夾雑物	一般生菌数	大腸菌群	使用原料 の格付け
一等品	<50%	良好	2~3%	>15%	良好	良好	なし	<10 <sup>3</sup> CFU/g	陰性	B
二等品	<50%	やや強い (やや弱い)	2~3%	≧14%	良好	卵膜やや 残る	なし	<10 <sup>3</sup> CFU/g	陰性	A、B
三等品	≧50%	強い (弱い)	>3% または<2%	≧14%	ややばら つく	卵膜残る	ややあり	<10 <sup>3</sup> CFU/g	陰性	B B
四等以下	≧50%	強い (弱い)	>3% または<2%	<14%	ばらつく	卵膜残る	あり	≧10 <sup>3</sup> CFU/g	陽性	B B、C

表2 秋サケの漁獲時期、格付けと製品の加工特性

サケ卵加工品		すじこ			醤油漬けいくら			塩いくら		
秋サケの格付け		A	B	BB、C	A	B	BB、C	A	B	BB、C
秋サケの漁獲時期	9月上旬	◎	○	ほとんど 漁獲され ない	◎	◎	ほとんど 漁獲され ない	△	○	ほとんど 漁獲され ない
	〃 中旬	◎	○		◎	◎		△	○	
	〃 下旬	◎	○		◎	◎		○	○	
	10月上旬	○	○		◎	◎		○	○	
	〃 中旬	○	△	×	◎	○	△	○	◎	△
	〃 下旬	△	△	×	○	△	△	◎	◎	△
	11月上旬	△	△	×	○	△	△	◎	◎	△
	〃 中旬	△	△	×	○	△	△	◎	◎	△
〃 下旬	△	△	×	○	△	△	○	○	△	

(◎:最適 ○:適 △:やや適、×:不適)

表3 すじこおよび塩いくらの各製造基準

工 程	す じ こ	塩 い く ら
原 料	良質なすじこを製造するには、 ○9月に漁獲された秋サケの卵巣を用いる。秋サケの格付けではA（銀）ランクが特に良い。 ○10月後半以降に漁獲されたものは、いくら用の原料に適している。	良質な塩いくらを製造するには、生きている卵が必要。 ○10月中旬以降に漁獲される秋サケから採卵し、卵巣歩留りが13%、卵径が6.3mm以上の原料を用いる。 ○秋サケの格付けではA、Bランクから特に良好なものができる。ただし、Aランクの卵は、10月でも卵膜が弱いことがあるので注意する。
原料の 鮮度保持 (原料の保管)	○卵巣は腹出しし、冷蔵は0~5℃で、漁獲後24時間以内とする。 ただし、貯蔵時間による、製造歩留りの低下、漬け込み時の亜硝酸ナトリウムや塩分浸透量の増加、などが生じるため、できるだけ早く加工する。	○卵巣は腹出しし、冷蔵は0~5℃で、漁獲後12時間以内とする。 ただし、製品歩留りは時間とともに低下するため、できるだけ早く加工する。
洗 浄	○生卵巣の3倍量の2~3%食塩水を用い、2~3回行う。血液の洗浄、夾雑物の除去を行う。 ○食塩水は温度管理に注意する（10℃以下とする）。事前に冷却しておくことが望ましい。	○A、Bランクの原料では、分離卵の3倍量の2~3%食塩水で行うことが望ましい。 ○B、Cランクの原料では、真水では卵の硬化が起こるため、2~3%食塩水で行う。 ○血液、卵のう膜などの夾雑物を除去する。 ○食塩水は温度管理に注意する（10℃以下とする）。事前に冷却しておくことが望ましい。
漬け込み	○洗浄卵巣の3倍量の飽和食塩水で15~20分間。 ○飽和食塩水中の亜硝酸ナトリウム濃度は150~300ppmとする。 ○食塩水は温度管理に注意する（10℃以下とする）。事前に冷却しておくことが望ましい。	○洗浄卵の2倍量の飽和食塩水を用いた場合、10分間が適当。 ○漬け込み時間は秋サケの熟度や漁獲時期により調整する（9月に漁獲された原料では、7~8分で十分なこともある。）。 ○食塩水は温度管理に注意する（10℃以下とする）。事前に冷却しておくことが望ましい。
水切り	○上に覆いを被せ、10℃以下の暗所で行う。 ○15℃で行う場合は4日間、長くとも5日間までとする（一般生菌数で10 <sup>6</sup> 台となる）。5~10℃が望ましい。	○上に覆いを被せ、10℃以下の暗所で1晩行う。
製品の貯蔵	○製品の菌数は増加するため、すぐに食さない場合は冷凍する。	○塩分2~3%の製品で、10℃冷蔵では安全性を考慮して5日以内とする（一般生菌数は105台まで増加）。

# スルメイカを加工したチーズ様機能栄養食品素材について

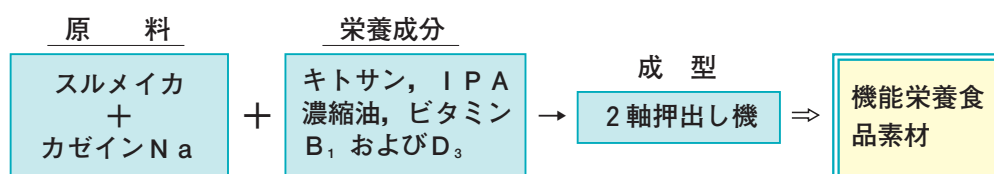
釧路水産試験場 加工部

## 研究の目的

スルメイカは、血中コレステロールや血圧の低下作用など成人病の予防に有効とされるタウリンを豊富に含む北海道の代表的な水産物である。このスルメイカに2軸型押し機を使って、さらに機能栄養性を付与することのできる食品素材の開発を目的とした。

## 研究方法

生鮮スルメイカを剥皮した後、チョッパーで粉碎し、これにカゼイン・ナトリウムを混合したものを原料とした。原料に強化栄養成分として、キトサン、I P A濃縮油、ビタミンB<sub>1</sub>およびビタミンD<sub>3</sub>を添加し、乳化剤を加えて2軸押し機（表1低温運転条件）で成型し機能栄養食品素材とした。



## 研究の成果

- ① 2軸押し機での処理温度によって、タンパク質のサブユニット組成が変化することが明らかとなった。
- ② 低温運転条件で製造された食品素材について、切断応力を測定した結果、組織に方向性がなく、チーズ様であることが分かった（図1）。
- ③ キトサンの混合により、食品素材は軟化することが明らかとなった。
- ④ 乳化剤の添加は、食品素材の軟化に効果的であった（図2）。
- ⑤ 食品素材化にともないビタミン類では、ビタミンB<sub>1</sub>が80%以上、ビタミンD<sub>3</sub>では95%以上の残存率を保持した（図3）。
- ⑥ カゼインNaをカゼインCaに置換することにより、カルシウムの栄養強化が可能であることが示唆された。
- ⑦ I P A濃縮油の混合により、食品素材は軟化する傾向が見られ、物性の調整が容易となることが明らかとなった（図4）。
- ⑧ 上記の結果から、I P A濃縮油9.0%、乳化剤0.2%、食塩1.5%を添加した原料で、15～25℃の環境温度で市販ナチュラル・チーズと同程度の食感（進入度）を持つチーズ様イカ肉機能栄養食品素材（イカ・チーズ）を製造した（写真1・図5）。

## 成果の活用面

この技術を応用した新たな食品の開発が期待される。  
水試の広報誌や報告会、インターネット等での公開によって成果の普及を図る。

表1 2軸押し出し機の低温組織化条件

スクリー 回転数 (rpm)	バレルおよびダイの加熱温度 (°C)							
	HB	B1	B2	B3	DH	D1	D2	ND
15~25	水冷	80	100	100	80	水冷	←	←

HB：原料供給バレル、B：加熱バレル、DH：ダイホルダ、D：ダイ、ND：冷却ダイ

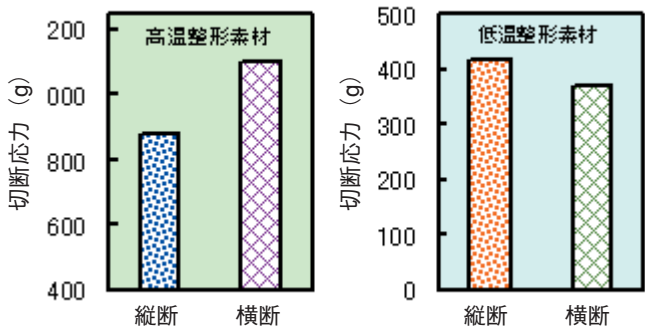


図1 食品素材の切断応力

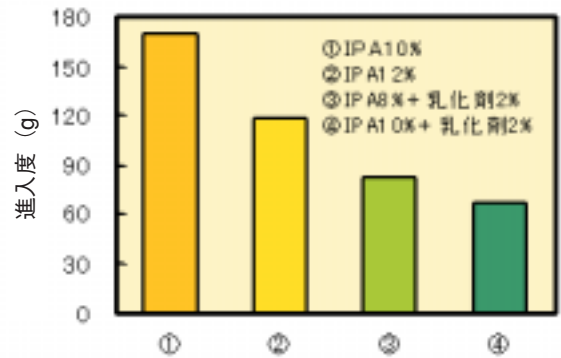


図2 乳化剤による物性変化

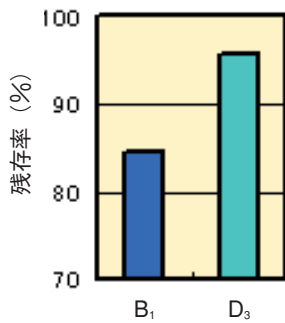


図3 ビタミンの残存率

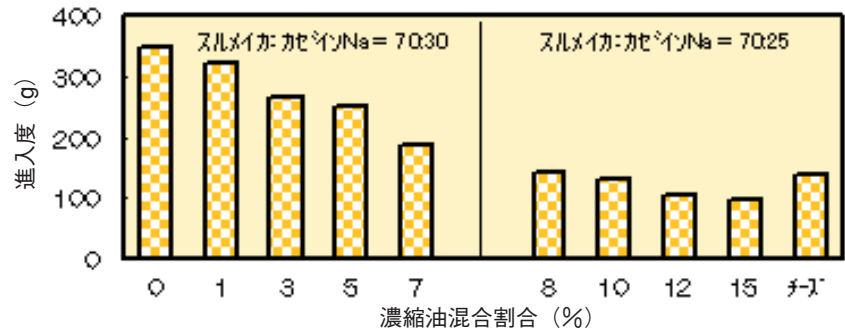


図4 IPA濃縮油の添加による物性変化

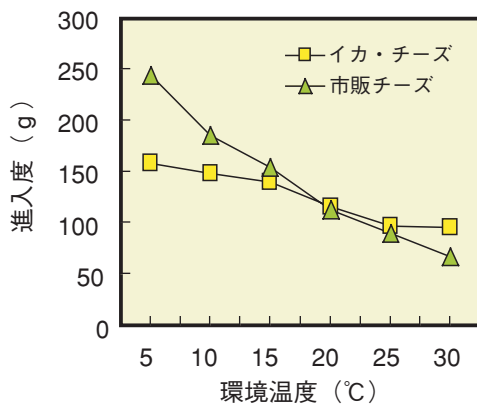


図5 イカ・チーズの物性



写真1 機能栄養食品素材 (イカ・チーズ)

# マツカワのエドワジェラ症に対するOTCの投薬効果

中央水産試験場 資源増殖部

## 研究の目的

マツカワは冷水性の大型カレイで、低水温でも成長が良く、高価なことから、北海道では人工種苗放流のほか、養殖用としても力を入れている。マツカワは比較的病気の少ない魚であるが、養殖中にエドワジェラ症（写真1）が発生することがある。カレイ目魚類で経口投与剤として承認されている水産用医薬品には塩酸オキシテトラサイクリン（以下OTC）と、その誘導体であるアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリン（以下A-OTC）があるがエドワジェラ症のマツカワにOTCを経口投与してもあまり効果がない。そこで、マツカワエドワジェラ症に対するOTC投薬効果について検討を行った。

## 研究方法

道内で分離されたエドワジェラ症原因菌のOTCでの感受性を調べ、OTCが効く菌であることを確認した。

次に、マツカワにOTCをペレットに吸着させて5日間経口投与し、5日目の投与6時間後に血清と筋肉内のOTC濃度を調べた。比較のため、ヒラメでも同様に調査した。また、OTCをマツカワに腹腔内注射し、血清、筋肉、腎臓、肝臓でのOTC濃度を5日間経時的に調べた。

また、エドワジェラ症原因菌を注射し人為感染させたマツカワ、ヒラメにOTC、A-OTCを経口と腹腔内注射で投与して（表1）死亡状況を調べ、有効性を比較した。

## 研究の成果

- ① マツカワにOTCの規定量（50mg／体重kg）を5日間経口投与しても筋肉、血清中のOTCは検出限界以下で、規定量の2倍投与しても低い値だった。これに対しヒラメでは規定量投与により、筋肉で平均0.73 $\mu$ g／g（図1）となり、治療法として有効であることを裏付ける結果が得られた。
- ② OTC 5 mg／体重kgをマツカワに腹腔内注射したところ、1回の注射で体内濃度が5日間高く推移し（図2）、治療法として有効であることが示唆された。
- ③ 人為感染魚への薬剤投与試験の結果、OTCの経口投与によりヒラメの死亡が抑えられたが、マツカワでは効果がなかった。OTCとともにカレイ目で使用が認められているA-OTCもマツカワでは効果がなかった。これに対しOTCの腹腔内注射では試験期間中マツカワが全く死亡せず死亡抑制効果が認められた（図3）。
- ④ 同一目の魚類では抗菌物質の吸収・体内移行がほぼ同じとされているが、マツカワにOTCを経口投与した場合、同じ目のヒラメとは大きく異なり、これがOTCが効かない原因であることが確認された。

## 成果の活用面

OTCの腹腔内注射により、種苗生産用親魚のエドワジェラ症に対する効果的治療が可能となる。また、OTCの注射法が承認されれば、経口投与に比べて薬剤使用量を20分の1以下に削減でき、全個体に適正量を投与することや摂餌不良状態の魚への投与が可能になる。



写真1 エドワジェラ症のマツカワ

表1 OTC経口投与試験の試験区

投与方法	投与量(力価)		投与期間	魚種	尾数
	mg/体重kg/日				
経口	50	規定量	5日間	マツカワ	5
経口	100	規定量の2倍	5日間	マツカワ	5
経口	50	規定量	5日間	ヒラメ	5

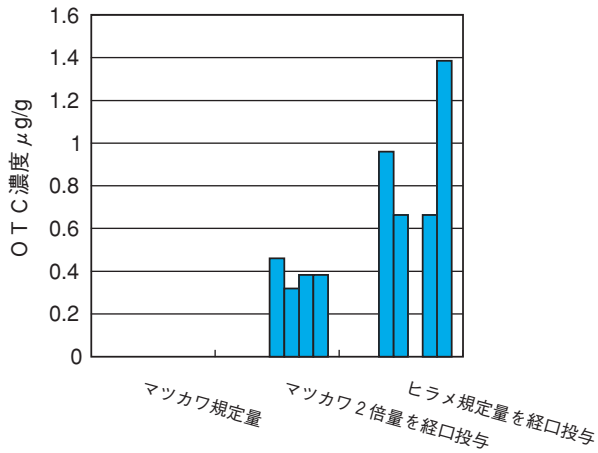


図1 OTC投与直後の筋肉内濃度

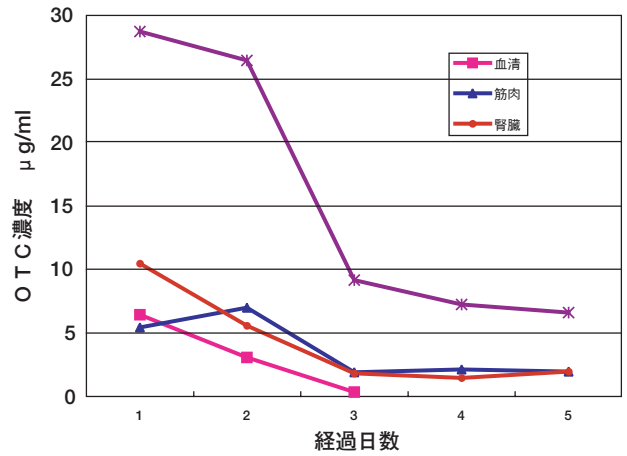


図2 OTCを腹腔内注射したマツカワのOTC体内濃度

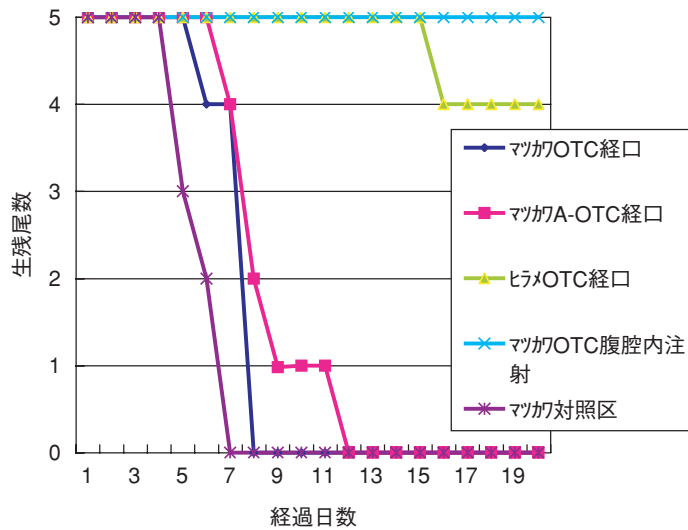


図3 人為感染魚へのOTC投与試験の結果

# 森林が河口域の水産資源に及ぼす影響の評価

中央水産試験場 水産工学室

## 研究の目的

森林で生産された有機物は河川を通して河口域から海に供給され、種々の水産資源を涵養していると考えられているが、供給された有機物がどのような形で水産資源に利用されているかについては明らかになっていない。本研究では、厚田村の濃昼川河口域に堆積する落ち葉に着目し(図1・2)、森林起源有機物が河口域の水産資源に果たす役割を検討した。

## 研究方法

- ① 本河口域に形成される落ち葉だまりの分布面積を潜水により計測するとともに、落ち葉の堆積量をセジメントトラップ法により推定した。
- ② 落ち葉だまりに生息する底生動物をコアサンプラーにより採集し、優占種の年間生産量を試算するとともに、優占種の餌とその依存度を炭素・窒素安定同位体比分析により推定した。
- ③ 事前調査の結果、本河口域には水産資源としてクロガシラガレイ0～1歳魚が優占種として認められたので、本種を巻網により採集し、その胃内容物を査定するとともに、年間生産量を試算した。

## 研究の成果

- ① 本河口域には、年間を通して4～200 m<sup>2</sup>に及ぶ落ち葉だまりの形成が認められ(図3)、その年間堆積量は25.8kg/m<sup>2</sup>(炭素量換算、以下同様)と試算された(図4)。
- ② 落ち葉だまりには、年間を通してトンガリキタヨコエビを主体とするヨコエビ群集が形成されるとともに(図5)、6月および11月～5月に採集されたクロガシラガレイ0歳魚は、主としてトンガリキタヨコエビを摂食していた(図6)。
- ③ トンガリキタヨコエビの年間生産量は2.1g/m<sup>2</sup>と推定され、その27%を落ち葉の摂食に依存していること、およびクロガシラガレイ0歳魚の年間生産量は0.4g/m<sup>2</sup>と推定され、その82%をトンガリキタヨコエビの摂食に支えられていることが示された。
- ④ 本河口域の落ち葉だまりは、トンガリキタヨコエビの存在を介してクロガシラガレイの成育に寄与しているものと判断され、森林が水産資源の涵養に貢献している事例を示すことができた。

## 成果の活用面

今後の各種森林整備・水産基盤整備事業を実践する際の基本的な技術指針作成に寄与することが期待される。

道内の漁協婦人部等が中心となって進めている植樹活動の科学的根拠として活用が期待される。





図1 濃昼川河口域



図2 落ち葉だまり

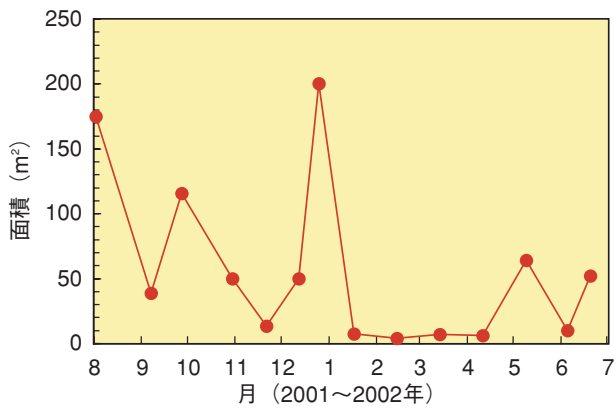


図3 落ち葉だまりの分布面積の季節変化

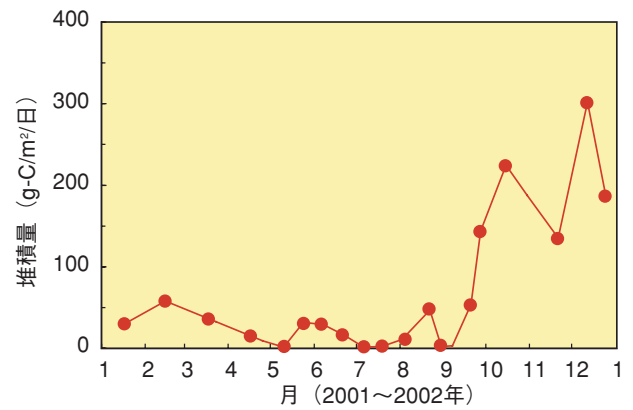


図4 落ち葉の堆積量の季節変化

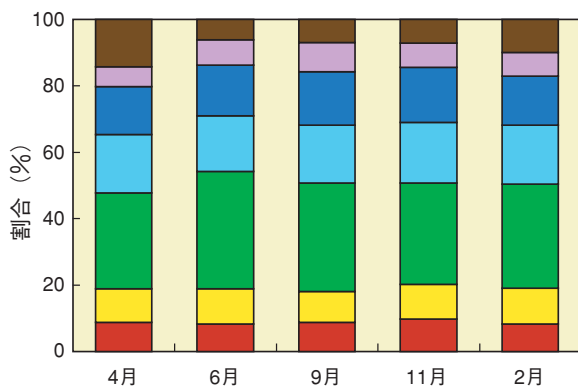


図5 落ち葉だまりに生息する底生動物の種組成

- オホーツクヘラムシ
- トンガリキタヨコエビ
- メリタヨコエビの一種
- その他
- ニッポンモバヨコエビ
- カギメリタヨコエビ
- ハイハイドロクダムシ

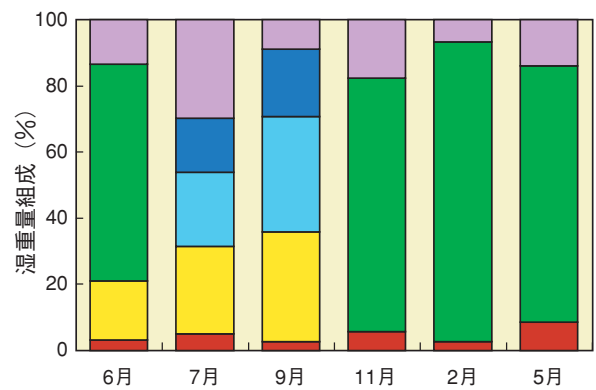


図6 クロガシラガレイの胃内容物組成

- スピオ科の多毛類
- トンガリキタヨコエビ
- エビジャコ
- ケヤリムシ科の多毛類
- ソコシラエビ
- その他

# 川で産卵したサケが担う役割 –森・川・海のつながりの中で–

水産孵化場 資源管理部

## 研究の目的

サケ（シロザケ、*Oncorhynchus keta*）は、秋に川に回帰し、産卵した後は死んでしまう。海の栄養物質からできている産卵後のサケの体（ホッチャレ）は、山奥の森と川の生き物の餌や肥料になり河川の生物生産や森林に良い影響をもたらすとされている。北海道の川の生産力を向上させるために、ホッチャレが果たす役割を、川の底生無脊椎動物（底生動物）に焦点をあて明らかにした。

## 研究方法

### ① 調査採集

道内の6河川で、ホッチャレの河川内分布とそれに群がる底生動物を採集し、種類別に個体数を数えた。

### ② 観 察

石狩川水系千歳川支流の内別川（湧水流）で、ホッチャレを個体識別して継続観察し、底生動物と微生物によって肉質が消失して骨だけになるまでの日数を数えた。

### ③ 飼育実験

ヨコエビ類とトビモンエグリトビケラをそれぞれ個別に飼育し、ホッチャレを与えた実験区と与えない対照区で成長と成熟に与える影響を比較検討した。

## 研究の成果

ホッチャレにコロナイズ（蝸集）した底生動物は、6つの調査河川で2～32分類群だった（表1）。特にヨコエビ類、トビモンエグリトビケラ、ユスリカ科の幼虫が多くコロナイズした。ホッチャレが骨になるまでの観察では、秋には約40日、冬には約60日かかり、その期間、継続してそこに生息する生物に影響をもたらすと推察された。また、ホッチャレを与えた実験では、ヨコエビは成長率が高く、トビモンエグリトビケラの幼虫も成長がよく羽化時期も早くなった。

これらの底生動物はホッチャレを餌として利用しており、河川の生物生産にプラスの効果があることがわかった。北海道では自然産卵するサケの数量は少ないと言われているが、少量のホッチャレでも、生息している小型動物に相当の影響があると考えられる。

## 成果の活用面

今回得られた調査結果は、サケを中心にして北海道の河川の生産力復元と自然再生を目指す諸事業の基礎資料となるほか、自然産卵を含めたサケ増殖事業の展開を計るうえでの基礎資料ともなる。

ホッチャレを利用する森と川の生き物



表1 6河川でホッチャレにコロナイズした底生動物の総分類群数と主な分類群

地域 河川	石狩	宗谷	渡島		えりも	知床半島		植別
	千歳	増幌	鉛	遊楽部川	仁雁別	元崎無異	河口	
支流	内別	上流		ペンケル シベ	セイヨウ ベツ	下流	上流支流	下流
<b>総分類群数</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>5</b>
ウズムシ綱	*						**	*
トゲオヨコエビ属	***	*					**	****
コカゲロウ属	*	*	**	*	*			
トウヨウマダラカゲロウ属		*	**		**			
マダラカゲロウ科 (若令)	*	*	*	*	*			
クロカワゲラ科	*		**	**	*			*
トビモンエグリトビケラ属	**	*		*	*	*	*	
コエグリトビケラ属の1種	*	*					**	
コカツトビケラ属 (若令)	*			**	*	*		
ガガンボ科	*	*	*	*	*		*	
ユスリカ科	**	*	**	*		*	**	*

1個体のホッチャレにコロナイズした平均個体数を、1個体未満: \*、1以上10未満: \*\*、10以上100未満: \*\*\*、100以上: \*\*\*\* で示した。

# 北海道西岸日本海の海況状態を監視する

中央水産試験場 海洋環境部

## 研究の目的

北海道を取り囲む3つの海には、それぞれ特徴的な海流が流れている。日本海では対馬暖流、宗谷海峡からオホーツク海では宗谷暖流や東カラフト海流、道東太平洋では親潮や道東沿岸流、そして道南太平洋では沿岸親潮や津軽暖流が、季節や年によって水温・塩分、流量や分布範囲などを変化させて流れている。これらの海流の勢力の季節変化や経年変化が、イワシ、サンマ、スルメイカなど水産生物資源の豊凶や漁場形成に大きな影響を与えるほか、稚仔魚やホタテガイの幼生の分布や移動にも重要な役割を果たすと考えられている。そのため、海の状態や変化を継続して監視し、変化の実態や特徴を把握することが必要である。また、近年問題となっている地球温暖化の影響が本道周辺の海況にどのように現れて来るのか、今後の水産資源の動向を予測する上でも、海況状態を十分に監視しておく必要がある。

そこで水試では1989年から2ヶ月に1度、4隻の試験調査船を用いて、本道周辺海域の定期海洋観測を行っている。この観測で得られたデータは速報値として関係官庁へ配信しているほか、水温分布図を作成し海況速報として、水試のホームページでも公開している。

一方、本道周辺の海流のなかで、本道西岸日本海を北上する対馬暖流は下流に相当するオホーツク海宗谷暖流域を経て道東太平洋に至るまで影響を与えると考えられる。このため、本道周辺の海況を知る上での基礎情報として、この対馬暖流の変化を把握しておくことが重要である。

ここでは、定期海洋観測で収集したデータから北海道西岸の日本海を北上する対馬暖流について、流量の季節変化と経年変化を調べた。

## 研究方法

海流の流れを調べる方法はいくつかあるが、ここでは海水中の水温と塩分の分布から流量が分かる方法を用いた。これは深度400mに流れがないと仮定し、400mより浅い部分の流速分布を求め、流量を算出する方法である。この方法により求められる流量を傾圧地衡流量という。図1に示した茂津多岬西方のJ4観測線を横切って北上する対馬暖流の傾圧地衡流量を1989年から最近まで求めた。また、日本海の深層での水温変化を調べるためJ46点（42-30N、138-00E）の深度400mにおける水温の経年変化を調べた。

## 研究の成果

図2に対馬暖流傾圧地衡流量の季節変化を示した。図中の縦棒は標準偏差を示している。流量は4月に最低値0.85Sv（Svとは百万立方メートル毎秒）になり、8月に最高値（1.59Sv）を示した後、10月に一度減少し、12月に再び増加する季節変化を示した。標準偏差は10月と12月で大きく、秋から冬にかけて流量の変動が大きいことが分かる。また、流量の年平均値は1.20Svとなっていた。

流量の経年変化を見ると（図3の青点）、短期間に大きな流量の変動があることが分かる。このままでは長期の変動傾向が見えにくいので、長期の変動傾向を調べるために、14ヶ月の移動平均を施し短期間の変動を取り除いて示した（図3の赤線）。これをみると、流量は1989、1993、

1998年頃が多く、1991、1997、2001年頃が少なくなっていた。このことから流量は約5年程度の周期性をもって変動していることが分かった。また、長期的には減少傾向を示していた。特に1995年頃を境に流量の水準が下がっていることが分かった。

日本海の深度400mの水温の経年変化を図4に示した。この地点は、日本海内の深層部を広く占めている、日本海固有水という水塊の上部に相当する。1990年頃では、約0.4℃であったが、水温は年々上昇し、1998年には約0.8℃に達した。1998年以降は年による変動が大きいものの、約0.8℃で推移した。

## 成果の活用面

流量の季節変化と海況の対応について見ると、流量が少なくなる10月に、積丹半島西方沖に暖水渦が発達し、対馬暖流の蛇行が大きい傾向があることが分かってきた。また、流量の長期変動傾向と余市町前浜の沿岸水温の変動傾向に一定の関係が見られることが分かってきた。さらに、400m層での水温上昇は気象庁が調査している日本海深層での水温上昇と一致しているようで、冬季の季節風が弱まっていることと関連していると考えられた。

このような、継続調査を行うことにより、より詳しい海況の変化を分析するための基礎資料が整備され、水産生物の回遊経路や漁場形成の把握・水産資源の予測などに関する様々な資料として利用されている。

一方、流量の短期変動も大きいことから、この変動に対応する、より短期の海況変動の把握が課題となっている。2ヶ月に1度の調査頻度では、海況を連続的にとらえることが困難なため、今後は沿岸水温や水位資料、衛星画像を用いた新たな海況の把握方法の開発が必要となっている。

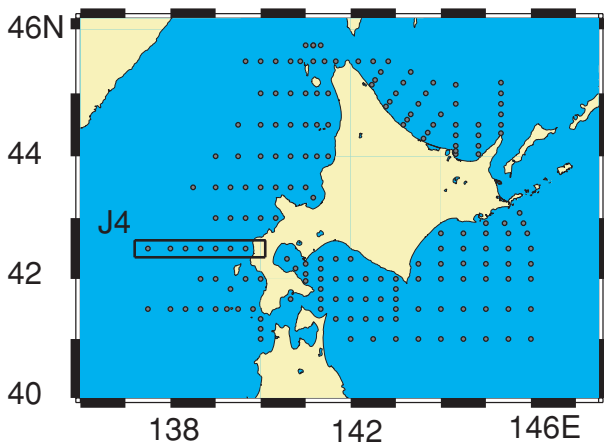


図1 本道周辺の定期海洋観測地点図

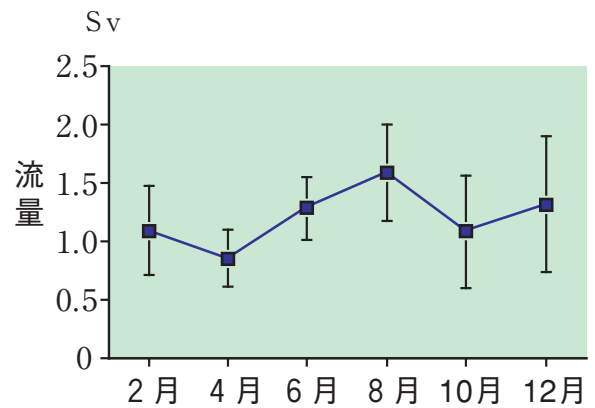


図2 J4線を北上する対馬暖流傾圧流量の季節変化  
縦棒は標準偏差。Svは百万立方メートル每秒

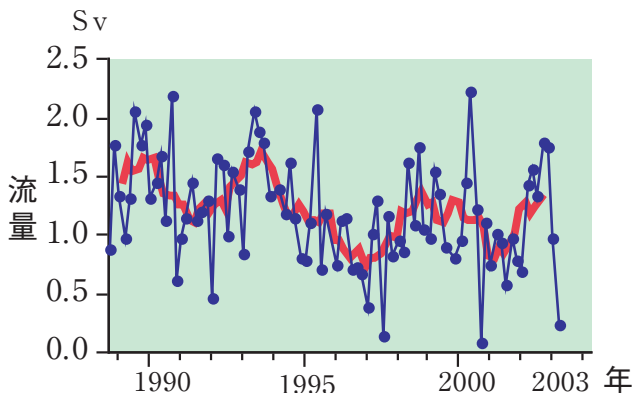


図3 J4線を北上する対馬暖流傾圧流量の経年変化  
赤線は長期変動を示す(14ヶ月の移動平均)

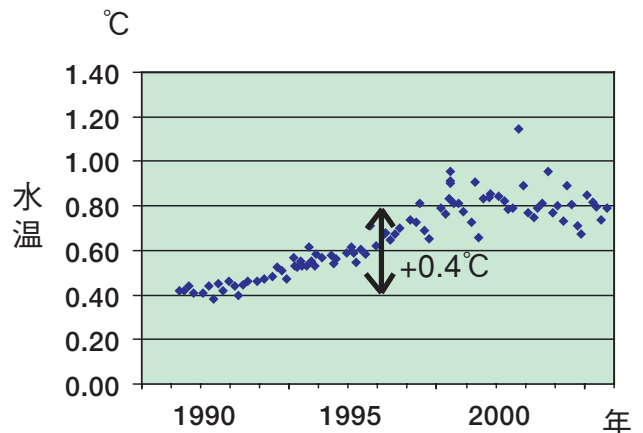


図4 道西日本海の深度400mにおける水温の経年変化

# 道立の水産試験研究機関

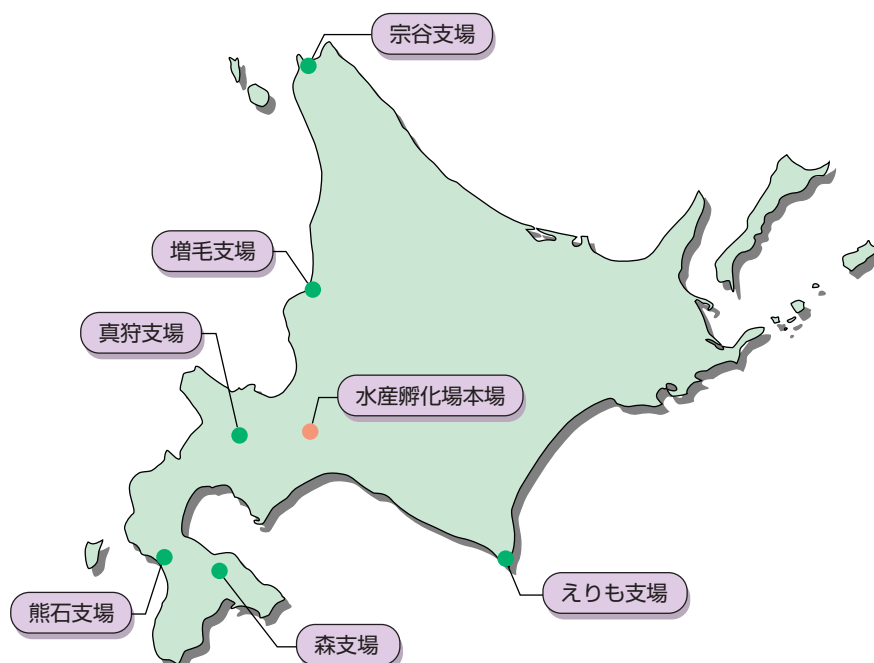
## 水産試験場

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森支場

049-2307 茅部郡森町字白川37-2  
TEL : 01374 (2) 2632 FAX : 01374 (2) 2438

### 北海道立水産孵化場増毛支場

077-0216 増毛郡増毛町暑寒沢1265の1  
TEL : 0164 (53) 2382 FAX : 0164 (53) 3640

### 北海道立水産孵化場えりも支場

058-0202 幌泉郡えりも町歌別434-1  
TEL : 01466 (2) 3246 FAX : 01466 (2) 3880

### 北海道立水産孵化場宗谷支場

098-6644 稚内市大字宗谷村字増幌675-1  
TEL : 0162 (26) 2393 FAX : 0162 (26) 2396

### 北海道立水産孵化場真狩支場

048-1602 虻田郡真狩村字泉163-1  
TEL : 0136 (45) 3473 FAX : 0136 (45) 2080

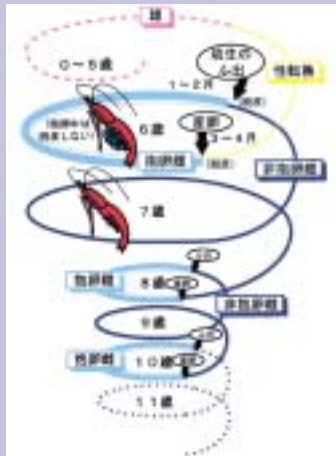
### 北海道立水産孵化場熊石支場

043-0402 爾志郡熊石町字鮎川189-43  
TEL : 01398 (2) 2370 FAX : 01398 (2) 2375

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。】



試される大地

# 北海道

## 海・川・魚を科学する

—水産試験研究最新成果集Vol. 5—

平成16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  
 マリンネット北海道ホームページ  
<http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/>  
 メールアドレス fishexp@fishexp.hokkaido.jp

印刷 社会福祉法人 北海道リハビリ  
 〒061-1195 北広島市西の里507番地