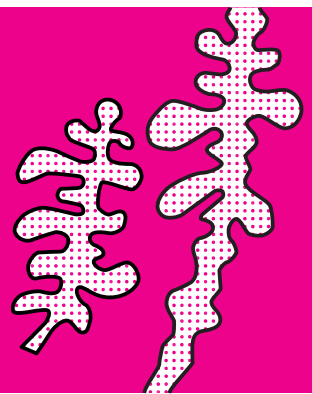
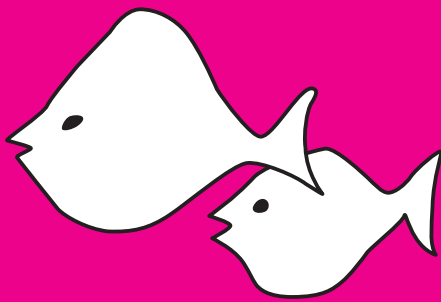


北水試だより

▷ 浜と水試を結ぶ情報誌 ◁



目次 / 噴火湾における「死なないホタテガイ養殖」のために	1
海洋深層水の水産物への利用(2).....	7
トピックス「おもしろ祭り」大盛況のうちに終了	10
サケ・マス肉を用いたハム様食品の開発について	11
トピックス 栽培漁業は人づくりから	15
資源・増殖シリーズ	
スルメイカの標識放流調査で分かってきたこと	16
水産加工シリーズ	
市販いくら製品の分析結果から	20
水産工学シリーズ	
ホタテガイの増養殖に適した環境条件	24
試験調査船シリーズ 「うしお丸」	28
各水試発トピックス	
ウニとナマコの白子(アルビノ)について	31
漂流ブイで流れを調べる!	32
今年の風蓮湖、ニシンの子供達がいっぱい!	33
海鳥餌料資源調査について	34
最北水試への問い合わせなどから	35
「試験研究は今」 (474号~480号 再掲載)	36

第58号

2002 / 10

噴火湾における「死なないホタテガイ養殖」のために (ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究から)

宮 園 章

キーワード：噴火湾、養殖、ホタテガイ、耳あけ作業、斃死

はじめに

「ある時期に耳吊り作業した垂下貝が目立って死ぬことがある。」こうした声を浜の父さんから聞くことがあります。そして、「なぜだろうか?」「その対策はあるだろうか?」等の質問を受けることもあります。確かに、ホタテガイの稚貝の耳吊り作業をする時期(3~5月)は水温や気温など外部環境の変化が大きいため、耳吊り作業の条件は週によってあるいは日によって随分異なります。ですから耳吊り作業のときの作業環境や稚貝の取り扱いには十分注意が必要です。他方、この時期は餌環境が良いためホタテガイの成長が活発であると同時に産卵に向けて急激に生殖巣が発達する時期でもあります。1年の中で最もホタテガイの生理状態がダイナミックに変化する時期に耳吊り作業を行っていることとなります。

ホタテガイ養殖において耳吊り作業は養殖期間中の貝の死亡要因の『デパート』です。海中の籠の中でのんびりしていた稚貝は突然、空中に曝され、陸上げされたのちも干出した状態で殻に孔をあけられ、テグスを通され、挙げ句の果てにロープに縛り付けられるのですから。ふたたび海中に垂下される時にはさまざまなストレスを受け、中には傷つく個体もいるでしょう。また、もともと体調の悪い貝はさまざまなストレスに耐えられない場合もあるでしょう。

ここ2年ほどは貝の成長は良いのにそれに見合った値段が付かないのに加え、採苗不良年が続き

種苗購入等の生産コストが上がっているなど、ホタテガイ養殖を取り巻く環境は益々厳しくなっています。養殖経営のためには今まで以上に生産コストを抑え、かつ貝の品質を向上させることが求められています。生産コストを抑えるためには、養殖作業が無駄にならない「貝が死なない養殖」を1つの目標とすべきでしょう。そのためには、最も死亡リスクの高い耳吊り作業の成功が不可欠となります。

事前に予測される死亡要因を排除することができれば、確実に養殖期間中の貝の死亡率を下げることができます。函館水試ではH11年から13年までの3年間、「ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究」を行いました。その中で耳吊り作業に伴う死亡要因を排除し、養殖期間中の死亡率を低下させるためのいくつかのヒントが得られましたので紹介します。

なお、この試験に協力頂いた渡島北部地区水産技術普及指導所および落部漁業協同組合の関係各位に深くお礼申し上げます。

耳あけ作業による外套膜損傷

と養殖期間中の死亡率との関係

本題に入る前に、ホタテガイの貝殻と外套膜の位置関係を確認しておきましょう。図1は左殻と左殻側の外套膜・エラを取り除いたホタテガイを海水中に入れたところを写したものです。外套膜は貝殻の周辺部で肥厚し、貝殻に沿ってぐるりと

他の組織を取り囲んでいます。海水中のホタテガイは外套膜を貝殻の外側までのばしています。ちょっと見えにくいですがそこから触手を広げているのがおわかりでしょうか？ 図中の丸で示した所は耳あけ作業で貝殻に孔をあける部分です。海中にいる貝はこの部分まで外套膜を広げているのです。

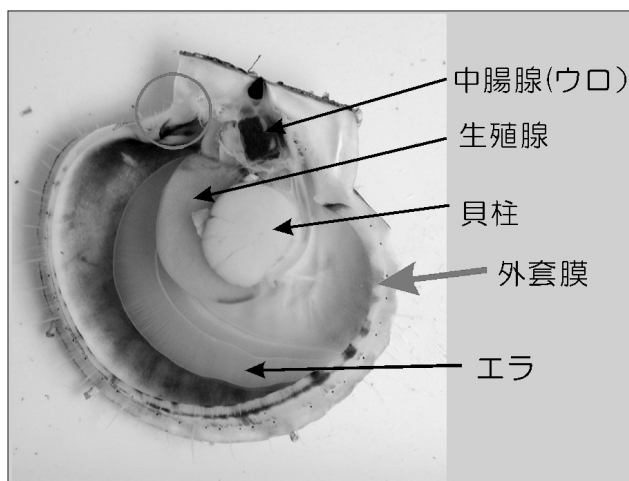


図1 ホタテガイの貝殻と外套膜の位置関係

左殻・左殻側の外套膜とエラを除去し、右殻側を下にして撮影した。丸で囲んだ部分は耳孔をあける所を示す。

耳あけ作業はホタテガイの貝殻にテグス等を通す孔をあける作業ですが、このとき外套膜を傷つけてしまうと、その後の養殖期間中の死亡につながることはすでに知られていることです。しかし、なかなかその因果関係を明確にすることは難しいのです。というのは、耳吊り養殖期間中のテグスによるすれや貝同士のぶつかり合い等は死亡要因となります。籠で養殖試験を行ったのは、こうした養殖期間中の死亡要因の影響が耳吊りより受けにくいと考えたからです。

H12年には耳あけをしない貝と、耳あけを1、2回施した貝をそれぞれ5月から籠養殖し、7月

には殻の耳あけした孔（耳孔と呼びます）付近に褐色の着色（図2：内着と言います）のある個体の割合を調べ、さらに7、9月時点の死亡率を比較する試験を行いました。その結果は表1にまとめました。

この内着という現象は耳孔をあける際に外套膜が傷つけられて体液が貝殻に沈着したものです。耳あけ回数が多いと耳孔付近の内着個体が多くなることがわかりました。しかし、7月時点での籠養殖貝の死亡率には耳あけ回数の違いがみられませんでした。ところが、9月の籠養殖貝の死亡率を比較したところ、耳あけ回数が多いものほど死亡率が高いことがわかりました。耳あけ作業による外套膜損傷は養殖期間中の大きな死亡要因となっていたのです。また、外套膜損傷の影響はある養殖期間を経てから現れることもわかりました。

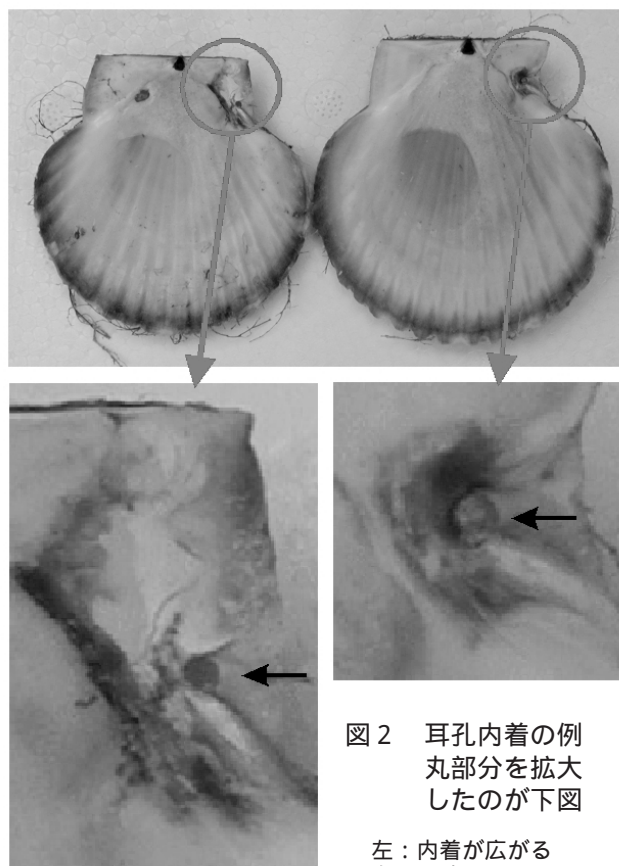


図2 耳孔内着の例丸部分を拡大したのが下図

左：内着が広がる
右：耳孔周囲のみ

また、養殖現場で実際に行われている2回あけ（1回目の耳孔あけに失敗した場合に稚貝を有効利用するために反対側にもう一度耳孔をあけなおす）作業は養殖期間中の死亡率を増加させる大きな要因となることを示しています。

表1 耳あけ回数（0、1、2回）と7月時点での耳吊り孔付近の内着率および7月、9月時点での籠当たり死亡率との比較

比較した項目	耳あけ回数		
	0	1	2
耳孔内着率（7月：％）	0	15	30
死亡率（7月：％）	2	4	3
死亡率（9月：％）	4	6	13

一見、2回あけは資源の有効利用で無駄のない養殖作業のように見えますが、現実には高い死亡率につながる無駄な養殖をしていることとなります。ですから、耳あけを失敗した個体の2回あけによる再利用は極力避けることが結果的には「貝の死なない養殖」につながります。

貝の軟体部肥満度の経時変化

図3にはH12年の稚貝の軟体部肥満度の経時変化を示しました。ここで言う軟体部肥満度とは次の式で計算されるもので、貝殻に対して軟体部がどれだけ太っているかを示します。

$$\text{軟体部肥満度（貝殻に対する）} = \frac{\text{軟体部重量}}{(\text{殻高})^3 \times 10^6}$$

注目すべきことは3月中旬から5月中旬まで軟体部肥満度が30程度から50程度まで大きく増加していることです。耳あけ作業はこのような肥満度に大きな変化のある時期に行われているのです。ですから、耳あけ作業を同じ様に行っている場合にも、ホタテガイの受けるストレスの大きさは変化すると考えられます。

耳あけ時期の影響試験

作業時期の違いによって養殖期間中の死亡率に差があるのかを確かめるために比較試験を行いました。

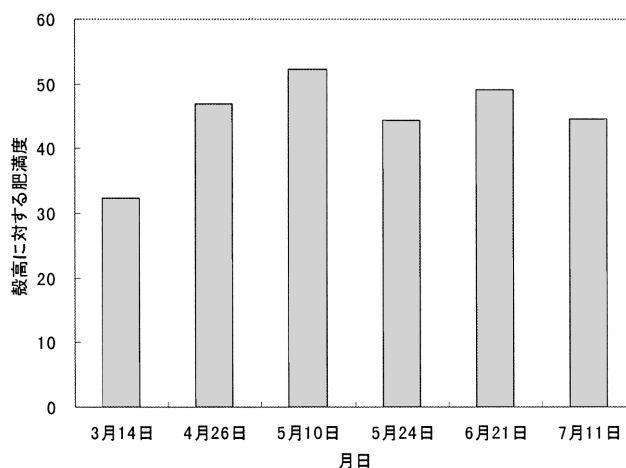


図3 耳あけ・耳吊り作業に用いた貝の軟体部肥満度*の経時変化

$$* \text{軟体部肥満度} = \frac{\text{軟体部重量}}{\text{殻高}^3 \times 10^6}$$

3月と4月に耳あけ作業した稚貝を籠で養殖し、7月と9月に貝の死亡率を比較しました（表2）。3月に比べて4月に耳あけ作業したホタテガイに7月の耳孔内着率が高かったことは、4月の耳あけ作業時に外套膜を損傷させる確率が高かったことを示します。死亡率を見てみると、7月時点では作業時期による違いが小さいですが、9月になると死亡率は約2倍も異なりました。3月に比べて4月の稚貝の軟体部肥満度は高かったことから、軟体部肥満度の高い稚貝を耳あけ作業に使用したことが、耳あけ作業時の外套膜損傷率を高め、7月の高い耳孔内着率、9月時点での高い死亡率につながったと考えられました。しかし、このような関係が養殖現場で当てはまるのか？という疑問が残りました。というのは、耳吊り養殖ではテグスと外套膜のこすれや貝のぶつかり等たくさんの死亡要因があります。ですから、養殖現場で耳あ

け時期と養殖期間中の死亡率の間に関係があれば、多くの死亡要因の中でも耳あけ時期の違いによる外套膜損傷が重要な要因であることが示されます。

作業時の稚貝の軟体部肥満度が高いことはその後の養殖期間中のホタテガイの死亡要因として無視できないことを示しています。

表2 耳吊り作業時期の異なる(3月、4月)籠養殖貝の7月時点での耳孔内着率と7,9月時点での籠あたり死亡率の比較

比較した項目	耳吊り作業した月日	
	3月14日	4月26日
耳孔内着率(7月:%)	2	50
死亡率(7月:%)	11.4	13.8
死亡率(9月:%)	12.4	23.2

耳あけ作業時期の影響についての養殖現場での検証

そこで次の年には漁業者Aさんの実際の作業現場で3、4、5月に耳あけ・耳吊り作業を行った系について、作業時の軟体部肥満度と7月時の耳孔内着率および10月時の死亡率の比較を行いました。図4には作業時の軟体部肥満度と殻高の関係を示しました。耳あけ作業に使用した稚貝はいずれの月にもほぼ同じ殻の大きさでしたが4月の肥満度は3、5月よりも高くなりました。図5には軟体部肥満度と7月の耳孔内着率との関係を示しました。耳孔内着率は3月の系で高く、作業時の軟体部肥満度との間には関係が認められませんでした。図6には作業時の軟体部肥満度と10月時の貝の死亡率との関係を示しました。5月の系の死亡率は3、4月の系よりも低く、作業時の軟体部肥満度が高いと死亡率も高かったことがわかります。試験の結果は予想通り前年の籠試験よりも不明瞭でした。耳吊り状態で養殖されているホタテガイは波浪や潮流などの影響で耳孔に通したテグスと殻との間がこすれたり、貝がぶつかったりすることによる外套膜損傷の影響が加わったためでしょう。しかし、これらのことは耳あけ・耳吊り

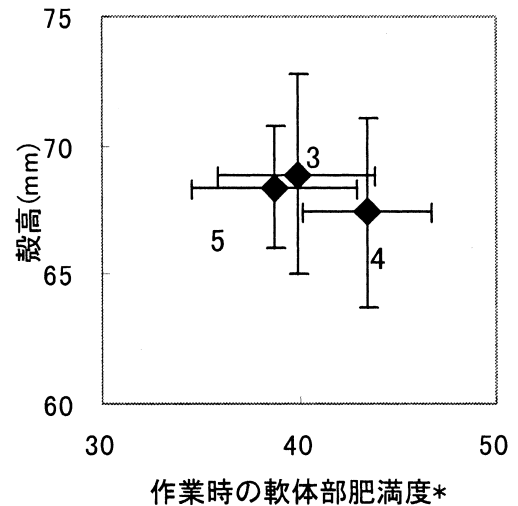


図4 作業時の軟体部肥満度*と殻高の関係。

縦・横棒は標準偏差、図中の数字は各調査月を示す。*軟体部肥満度 = 軟体部重量 / 殻高³ × 10⁶、4月の系の軟体部肥満度 > 3、5月の系(尤度比検定: p < 0.05)

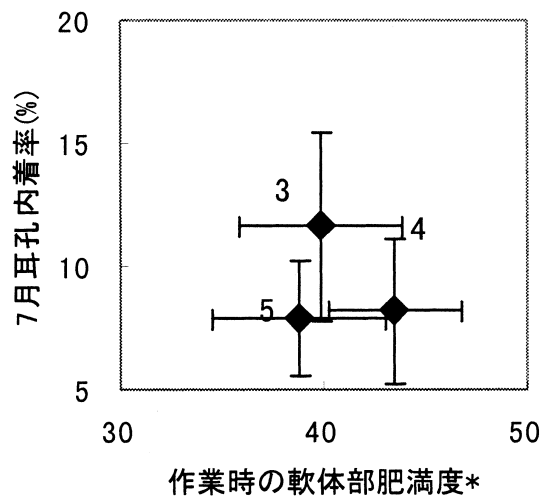


図5 作業時の軟体部肥満度*と7月時点での耳孔内着率の関係。

図の説明は図4と同じ。3月の系の7月内着率 > 4、5月の系(尤度比検定: p < 0.05)

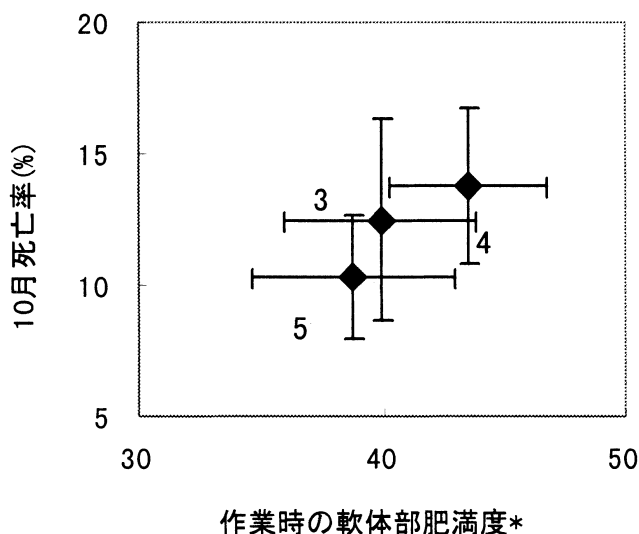


図6 作業時の軟体部肥満度*と10月時点での死亡率との関係。

図の説明は図4と同じ。5月の系の10月死亡率<3、4月の系(尤度比検定: $p < 0.05$)

稚貝の肥満度モニタのすすめ

一連の試験の中では軟体部肥満度が40を超える
と要注意であったと思われます。しかし、稚貝の
軟体部肥満度の推移は年によって異なりますから、
毎日の作業の中で簡易的にでもよいですから、軟
体部肥満度を把握しつつ作業を行うことが望まし
いと思います。つまり、稚貝の肥満度モニタです。
たとえば、作業の時に測定用個体を30枚確保して
おき、総重量を測定します。そのあと、殻ごと鍋
で煮て、軟体部をはずします。必要なのは貝殻で
すから、茹で上げた軟体部は賄いにします。貝殻
は捨てる前に水をよく切り、全体の重量を測定し
ます。すると、次の式で軟体部肥満度(全重量に
対する)が計算できます。

軟体部肥満度(全重量に対する) =

$$100 \times (\text{全重量} - \text{殻重量}) / (\text{全重量})$$

全重量: 30個体の全湿重量(g)

殻重量: ボイル後軟体部を除いた
30個体の貝殻重量(g)

これならば、作業場でも簡単にできますし、貝を
剥く手間もありません。ただし、今回使用した
「殻高の3乗に対する」軟体部肥満度とは値が異
なるので、注意が必要です。

「死なない養殖」のために

稚貝の肥満度モニタを養殖現場で活用するた
めには、肥満度が高い時に稚貝をどのように取り扱
うか?という問題を解決する必要があります。最
も簡単なのは、肥満度が高い時期の耳吊り作業を
避けることです。この方法はやや消極的な発想で
すが、確実に死亡率低下が見込める方法でもあり
ます。ところが、実際の養殖現場ではそのような
時間的余裕はないでしょうから、現実的ではない
かもしれません。より積極的な発想、たとえば耳
孔をあける直前に外套膜を引っ込めさせる工夫を
することが必要かもしれません。

2枚あけと1枚あけの問題

耳あけ方法には1枚あけと2枚あけがあり、通
常、1枚あけが2枚あけよりも貝へのストレスが
少ないことが知られています。他方、2枚あけに
比べて1枚あけは耳吊り後の貝の脱落が多いこと
や作業性および高価な穴あけ機の導入など経済的
な問題もあり、浜によっては2枚あけが行われて
いる所もあります。H12年には1枚あけと2枚あ
けを行っている異なる浜での7月時点の内着率と
9月時点での死亡率を比較してみました(表3)。

結果を見ると、予想通り1枚あけの方が死亡率
が低いことが分かります。しかし、耳あけ方法以
外の養殖工程が異なるため、耳あけ方法による差
と言うには少々無理がある比較でした。ところが、
耳あけ方法のみを変えてそのほかの条件を一致さ
せるという試験は設定することが難しく、どうし
たものかと考えていました。H13年には、たまた
ま昨年まで2枚あけを行ってきた漁業者Aさんの

所では、この年から1枚あけを導入するというので、データを取らせてもらうことができました。その結果は表4に示しました。複数の連について計数したところ、2枚あけの系に比べて1枚あけの系では7%の生残率の向上がありました。

表3 耳あけ方法(1枚あけ、2枚あけ)と養殖ホタテガイの連あたりの耳孔内着率(7月)および死亡率(7、9月)の比較

項目	耳あけ方法	
	1枚あけ*	2枚あけ**
7月の耳孔内着率(%)	22.5 [△]	45.1 [△]
7月の死亡率(%)	4.8	7.9
9月の死亡率(%)	2.0 [▽]	23.2 [▽]

* : A 漁協の a さんの耳吊り方法(テグス)

** : B 漁協の b さんの耳吊り方法(ループ)

△、▽ : 尤度比検定で有意な差が認められた(p<0.05)

表4 耳あけ方法(1枚あけ、2枚あけ)と養殖ホタテガイの死亡率(10月)との比較

項目	耳あけ方法	
	1枚あけ	2枚あけ
測定個体数	1070	1856
死亡個体数	134	365
生残個体数	936	1491
死亡率(%)	12.5*	19.7*

耳吊り方法はループ方式

* : 尤度比検定で有意な差が認められた(p<0.05)

このように、生残率では有利な1枚あけですが、貝の脱落に関しては2枚あけが有利であるという声があります。今回の試験では脱落数をきちんと計数していなかったため、概算による比較を行いました。測定時の連毎のホタテガイの数(死亡貝も含む)は1枚あけでは353~363枚(平均357)、2枚あけでは362~383枚(平均371)でした。連によって耳吊り枚数が同じだったと仮定すると、平均値の差14枚が耳あけ方法による脱落数の差と考

えることができます。2枚あけの平均371枚に対する脱落数14枚は約4%ですから、2枚あけは1枚あけより4%程度脱落が少なかったこととなります。

無駄の少ない養殖のためには、作業による死亡率の低い1枚あけを推奨することができます。他方では養殖期間中の脱落率を考慮すると、1枚あけによるメリットが小さくなる場合も考えられます。ですから、各浜での導入には漁場の潮流や波浪などの条件も考慮する必要があります。

おわりに

本研究の中で、耳あけ作業の外套膜損傷が養殖中の大きな死亡要因であること、それを避けるためには作業に使用する稚貝のコンディション、特に軟体部の肥満度に気を使う必要があることが分かりました。ホタテガイという生物の特性を考慮したきめ細かな養殖技術が「死なない養殖」を支えると思います。きっと浜の父さん母さん方はこれらのことをすでに感じていることかと思いますが、ここで再確認していただければ幸いです。

(みやぞの あきら 函館水試資源増殖部)

報文番号 B2202)

海洋深層水の水産物への利用（２）

野 俣 洋

キーワード：海洋深層水、イカ塩辛、熟成、品質、離水

はじめに

前回は、海洋深層水（以下、深層水）による水産物の鮮度保持試験の結果を紹介しました。今回は水産加工品への利用として、深層水から調製した塩（以下、深層水塩）を用いたイカ塩辛の試作試験の結果を紹介します。

道内のイカ塩辛生産量は年間約1万トンで全国生産量の約25%を占めていますが、その製造には塩が欠かせません。主な原料であるスルメイカが、現在、道内で深層水の利活用に取り組む地域で比較的多く漁獲されることなどもあって、深層水を利用した製品のひとつとして開発が検討されているものです。

試験の方法

市販の精製塩と深層水塩を使用したイカ塩辛を図1に示した方法に従って試作し、熟成中の生菌数や成分の変化、試作品の官能評価や貯蔵性を比較しました。

塩辛の用塩量は6%と8%の2つの試験区とし、

イカ肝臓（ゴロ）の添加量はいずれも5%としました。また、熟成期間は、用塩量6%は7日間、8%は9日間としました。

なお、試験に用いた深層水塩は、小樽沖水深300m層から採取した深層水の蒸発乾固物を粉碎して用いました。

熟成中の生菌数および成分の変化

イカ塩辛は、細切肉とゴロ、食塩を混合後、肉に含まれるタンパク質や核酸、糖質などが自己消化酵素や微生物の働きによって分解され、味やうま味の成分である遊離アミノ酸やイノシン酸、主に香りに関係するコハク酸や乳酸などが徐々に生成され、独特の風味を持つ製品となります。この時間とともに風味ができあがってくる過程は熟成と呼ばれています。

各試験区の遊離アミノ酸量は、熟成に伴って増加しましたが、深層水塩を使用したものは、熟成期間を通じて、遊離アミノ酸量が高い傾向がみられました。

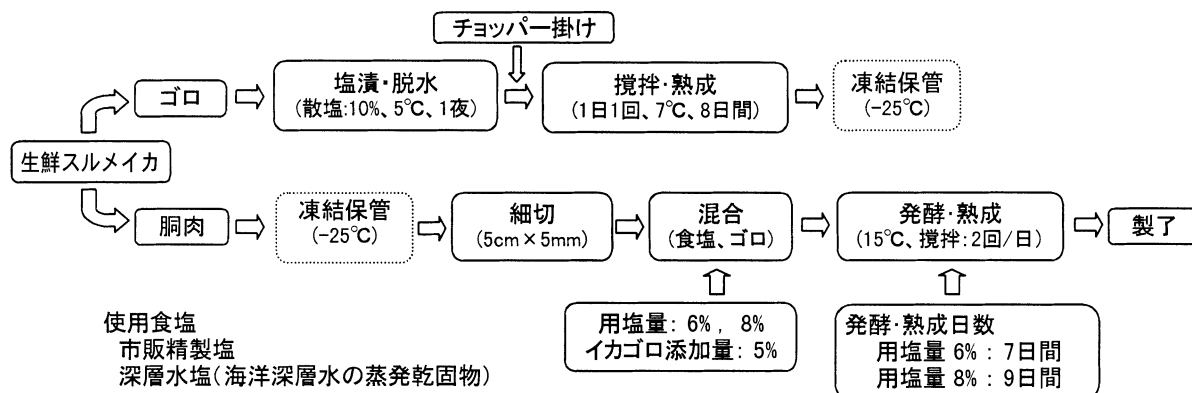


図1 イカ塩辛の試作方法

また、生菌数は、用塩量6%では5~7日目に、8%では9日目に増加がみられましたが、その増加は、深層水塩を使用したもので顕著にみられました(図2)。

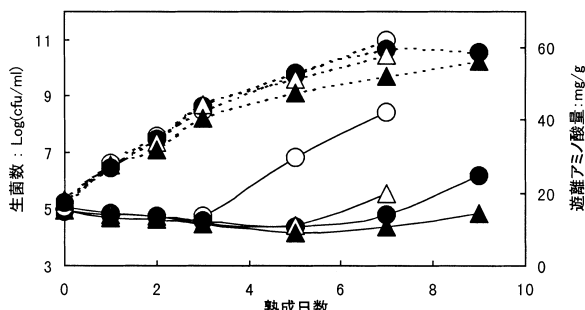


図2 熟成中のイカ塩辛生菌数と遊離アミノ酸量の変化

○: 深層水塩6%, ●: 深層水塩8%, △: 精製塩6%, ▲: 精製塩8%
 ※実線は生菌数, 点線は遊離アミノ酸量, 生菌数は塩辛の液汁についての値

試作品の成分

製了後の試作品の水分、粗タンパク質、粗脂肪量には、各試験区で大きな差はみられませんでした。灰分および塩分量には差がみられ、深層水塩を使用したものが1~1.5%ほど低い値を示しました(表1)。¹⁾

表1 イカ塩辛試作品の成分

		水分	粗タンパク質	粗脂肪	灰分	塩分	遊離アミノ酸
				%			mg/g
6%	深層水塩	71.5	19.3	2.0	6.1	4.2	45.5
	精製塩	71.0	19.5	1.9	7.1	5.4	44.9
8%	深層水塩	70.7	19.1	2.0	7.4	5.3	49.3
	精製塩	69.7	19.0	2.0	8.7	6.9	41.2

また、遊離アミノ酸量は深層水塩を使用したもので若干高い値を示しましたが、遊離アミノ酸組成については、深層水塩区と精製塩区で大きな差はみられませんでした(図3)。

試作品の貯蔵性

各試験区の揮発性塩基窒素(VBN)量は、いずれも貯蔵中、緩やかに増加する傾向を示しました。

また、生菌数は、深層水塩の6%区を除き、約3ヶ月目まで徐々に増加しましたが、それ以後、大きな変化はみられませんでした(図4)。なお、各試験区とも約5ヶ月間の貯蔵後も特に腐敗臭は感じられませんでした。

このことから、深層水塩と精製塩を用いたイカ塩辛の低温での貯蔵性には、大きな差はないものと判断されました。

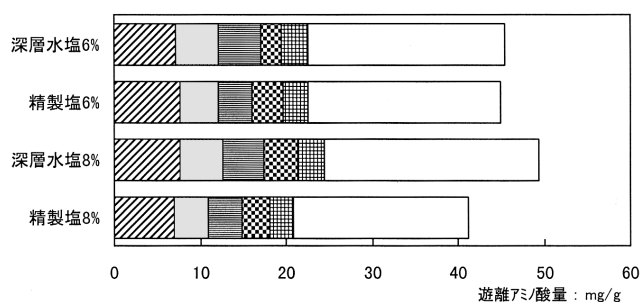


図3 イカ塩辛の遊離アミノ酸組成

■プロリン □ロイシン ■グルタミン酸 ■アルギニン ■アラニン □その他

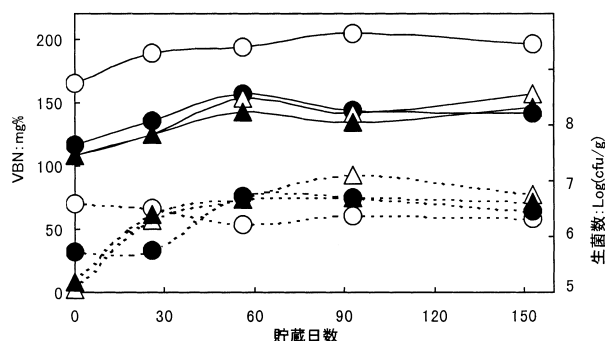


図4 イカ塩辛貯蔵中のVBN及び生菌数の変化

○: 深層水塩6%, ●: 深層水塩8%, △: 精製塩6%, ▲: 精製塩8%
 ※実線はVBN, 点線は生菌数

試作品の官能評価

深層水塩区と精製塩区を3点比較法により官能検査を行った結果、識別試験では、深層水塩区と精製塩区に、危険率1%で有意な差が認められ、

¹⁾今回試験に用いた深層水塩は、精製塩に比べ、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)含量が高いことから(表2)、結晶水を持つ塩化カルシウム、塩化マグネシウムなどが多く含まれ、灰化処理での結晶水消失による重量減少が大きかったためと推定される。また、塩素含量自体も低いことから、塩分量(塩素量から算出した食塩(NaCl)換算値)が低い値を示したと考えられる。

嗜好試験では、イカ塩辛としての色合い、艶、歯ごたえ、味などはいずれも「精製塩を使用したものが好まれる」との結果でした(図5)。

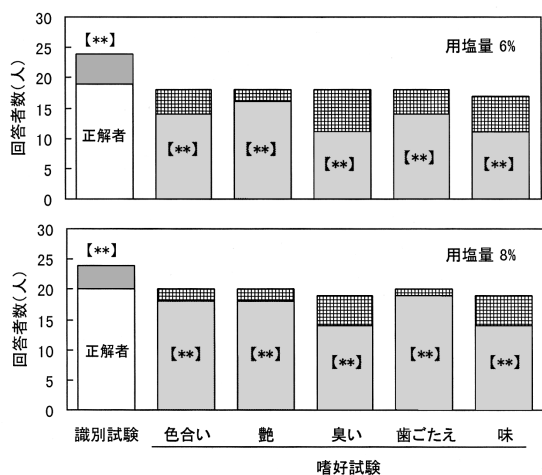


図5 イカ塩辛の官能試験結果

□ 精製塩を好む ▨ 深層水塩を好む
 【**】: 危険率1%で有意差あり

なお、官能試験の参加者からは、深層水塩を使用したイカ塩辛は「歯ごたえがなく、筋っぽい」との意見が多く出されました。図6は、熟成3日目の写真ですが、実は、深層水塩を使用したものは熟成中に、顕著な離水がみられており、この離水が官能評価に反映されたものと推定されました。

そこで、イカ塩辛の熟成過程での離水に対する、食塩の影響を深層水塩、精製塩の他に市販の食塩3種類を用いて検討しました。

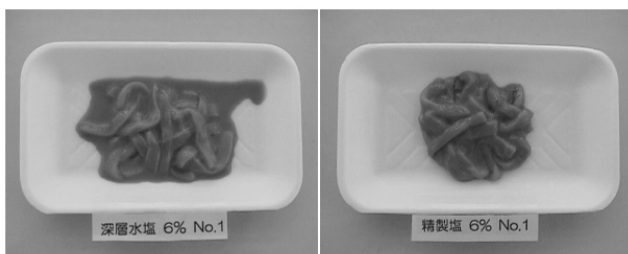


図6 イカ塩辛熟成中の離水状況

イカ塩辛の離水に対する深層水塩の影響

今回試験に使用した各食塩の元素組成は、ナトリウム (Na) を除く元素で大きく異なり、深層水塩および市販品Cでは塩素 (Cl) が少なく、マグ

ネシウム (Mg)、硫黄 (S)、カリウム (K)、カルシウム (Ca) などが多く含まれていました(表2)。

各食塩をそれぞれ6%使用した場合の熟成72時間後の離水率は食塩の種類により差がみられ、Mg、S、K、Ca などが多く含まれる深層水塩および市販品Cでは、精製塩に比べて有意(危険率1%)に高い値を示しました。また、各食塩を使用したイカ塩辛の離水率には微生物の成育を抑制するアジ化ナトリウムの添加の有無で差は認められませんでした(図7)。

以上の結果から、深層水塩を利用したイカ塩辛の熟成中の離水は、イカ肝臓に含まれる酵素による熟成過程で、塩化ナトリウム以外の無機塩類がイカ胴肉のタンパク質の水和性を変化させるために生じるものと推定されました。

表2 各食塩の元素組成 (%)

	Cl	Na	Mg	S	K	Ca	Br
精製塩	60.4	40	0.02	tr.	0.05	0.01	0.03
深層水塩	50.3	37	3.20	6.30	2.50	0.75	0.35
市販品A	58.8	41	0.45	0.07	0.05	0.02	0.04
市販品B	60.3	39	0.12	0.45	0.08	0.15	0.02
市販品C	51.1	39	3.30	4.10	1.80	0.58	0.30

※ 道立工業試験場での分析値
 ※ 塩素は硝酸銀滴定法、マグネシウム及びカルシウムは酸溶解-ICP発光分光法、それ以外の元素は蛍光X線分析法により測定した。

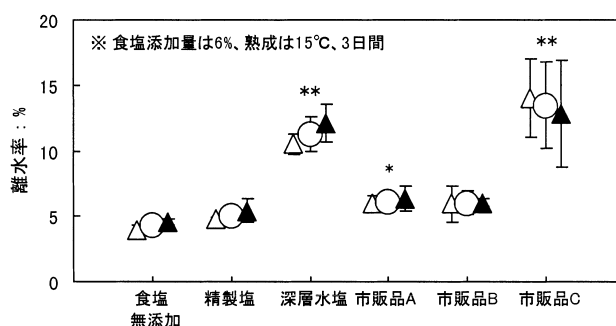


図7 イカ塩辛の離水に対する各食塩の影響

△; アジ化ナトリウム無添加(n=3), ▲; アジ化ナトリウム0.1%添加(n=3)
 ○: 各試験区の平均値(n=6), I: 標準偏差の範囲
 : 精製塩と有意差あり(: 危険率5%, **: 危険率1%)

まとめ

今回の深層水塩(濃縮乾固物)を用いたイカ塩辛の試作試験では、熟成中の遊離アミノ酸および

生菌数の増加が精製塩を使用したものに比べて速い傾向がみられたこと、また、試作品の低温での貯蔵性は精製塩を使用したものと大きな差がみられなかったことから、イカ塩辛の短期熟成には深層水塩の使用が効果的と思われました。

しかし、深層水塩を使用したものでは熟成中に顕著な液汁の分離がみられ、精製塩を使用したものに比べて官能評価は劣る結果となりました。

今後、深層水のイカ塩辛への利用に当たっては、熟成を促進させる要素を最大限に活かしながら、

離水を最小限にするための無機塩類組成の調整技術を検討する必要があると思われます。

(のまた ひろし 中央水試加工利用部

報文番号 B2203)

各水試発トピックス

「おもしろ祭り」大盛況のうちに終了

「2002道立試験研究機関おもしろ祭り」が平成14年8月6日(火)にマイカル小樽で開催され、参加しました。

このイベントは道立の試験研究機関が日頃の試験内容を広くPRし、研究に対する理解を深めてもらうことを目的として昭和61年から行われてるもので、マイカル小樽での開催は昨年に引き続き2回目となります。当日は夏休み中ということもありたくさんの子供達が訪れました。

今回、中央水試からは顕微鏡による耳石などの観察、クリスタルフィッシュ(小魚の透明骨格標本)の展示、水圧により圧縮されたカップラーメンの容器などを手にすることのできる展示を行ったほか、釧路水試からも「新規食品の技術開発」の一例として「秋サケを素材としたハム」の試食(写真)を行い、試食した人たちからは「ヘルシーでおいしい」と大変盛況のうちに終了しました。

(中央水試企画情報室)



サケ・マス肉を用いたハム様食品の開発について

成 田 正 直

キーワード：高圧処理、サケ・マス、ハム様食品

はじめに

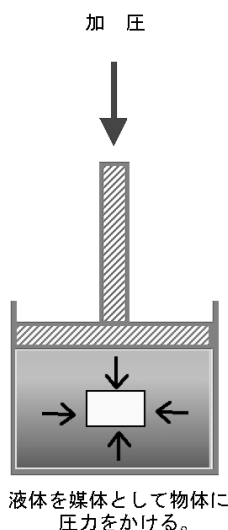
高圧処理は、水等の液体を媒体として物体に高い圧力をかける技術です(図1)。例えば、水深1万メートルの深海中にある物体は約100Mpa(メガパスカル、1Mpaは約10気圧)の水圧を受けますが、高圧処理ではこの何倍もの圧力が用いられます。工業では1950年代から既にダイヤモンドやセラミック膜の製造に高圧処理が応用されています。しかし、この技術を食品加工に応用する研究が始まったのは十数年前からで、食品加工において高圧処理は比較的新しい技術ということが出来ます。食品に高圧処理を行うと、非加熱で食品の外観や物性を変化させたり、微生物の死滅、酵素の失活等を行うことが出来ます。また、加熱処理に比べ、高圧処理した食品は素材の風味が保持されており、栄養素の損失も少ない等の利点があります。こうしたことから最近、高圧処理はジャム、ジュース、米飯等、主に農産加工で広く応用されていますが、

水産加工での応用例は極めて少ないのが現状です。

技術開発の経過

網走水産試験場は、サケ・マス肉からハム様食品を製造する方法として、塩水漬けしたサケ・マスのフィレーを乾燥後、ブロック状に成形し高圧処理する方法を開発しています(本誌32号)。しかし、この方法(以下、従来法)はブロック状の魚肉を高圧処理する方式のため、①製品形状が原料魚の大きさに制約され、統一化が難しい②ブロック状に成形する段階で除かれた小片肉が利用できないため生産性が悪い、という2つの欠点がありました。さらに従来法では畜肉ハム様の食感を得るために400Mpaの圧力を必要としていますが、これにも次のような問題がありました。

一般に、加圧容器容積が100リットルを超える実用機レベルの高圧処理装置は加圧能力の上限が約200Mpaです。200Mpaまでの加圧容器は鉄板を溶



高圧処理装置

図1 高圧処理の原理と装置

接する方式で制作できますが、これ以上の圧力で使用する加圧容器は強度の関係から鉄塊をくり抜く方式で制作され、溶接する方式に比べ設備費用は約3倍となります。つまり、従来法は先の①、②に加えて、一般の実用機では圧力が不足し、加圧能力を高める場合には相当な設備投資を必要とする、といった3つ目の欠点を持っていました。

開発した技術の特徴

今回の技術開発は、従来法をより実用化し易い技術とするために、前述した欠点を次の方法で改良したものです。まず、製品形状の統一と生産性の向上ですが、フィレーをブロック状に成形するのではなく、皮、骨、血合い肉を除いたサケ・マス肉を1~3cm角にカットし、ケーシングに詰める方式を採用しました(図2)。この方式により製品形状が揃い、統一化が図られました。また、ケーシングは加圧容器に入るものであればどんな形状、大きさでもよく、製品形状の多様化も可能

になりました。さらに、魚肉全てを用いるため未利用部位がなくなり、従来法に比べ7%以上、製品歩留りが向上しました。

次に、どうすれば200Mpa前後の圧力で畜肉ハム様の十分な食感を得ることができるか、ということですが、加圧温度と添加物を工夫することにより解決できました。

まず、市販畜肉ハムの硬さを調べました。レオメーターによる応力緩和試験の結果、市販畜肉ハムの硬さは、ほぼ400~800gの範囲にあることがわかりました(表1、写真1)。このため、400g以上の硬さを得ることを目標として、加圧温度や添加物の検討を進めました。

表1 市販畜肉ハムの硬さ

畜肉ハム	硬さ (g)
A社製	814
B社製	694
C社製	391
D社製	725

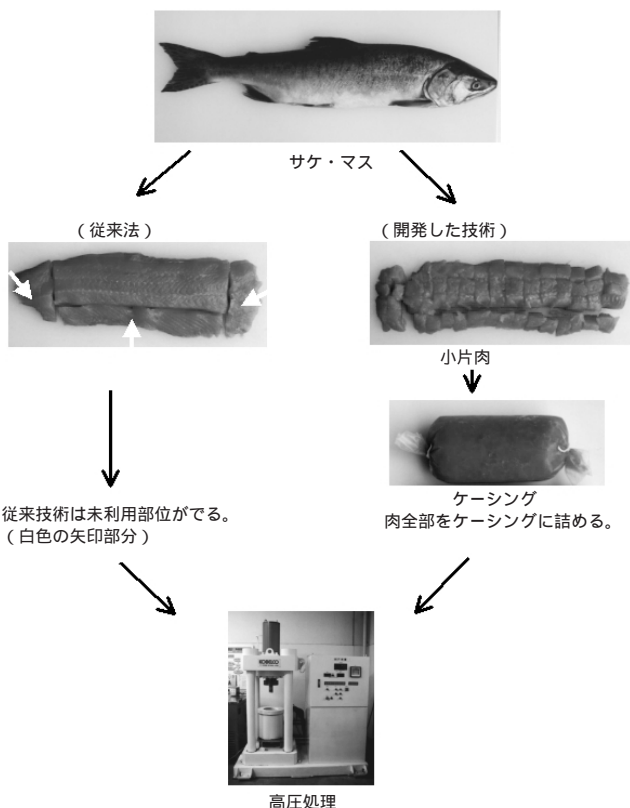


図2 従来法と開発した技術の概要

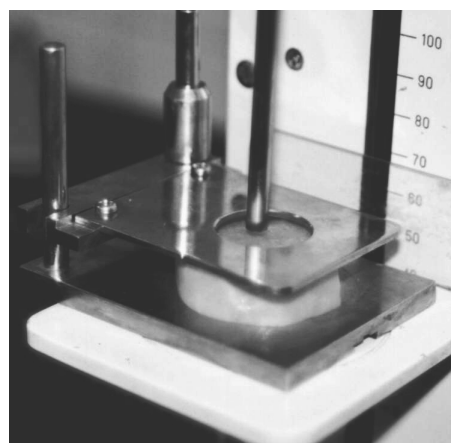


写真1 レオメータによる応力緩和試験

試験試料の調製は、次のように行いました。原料魚は、カラフトマスまたはサケを用いました。三枚卸にした後、フィレーの皮、骨、血合い肉を除き、この肉をミートチョッパー(プレートの目合い9.6mm)で挽肉としました。この挽肉に各種添加物を混合し、混合した挽肉を折径(幅)48mm

の塩化ビニリデン製ケーシングに1本当たり80～100 g になるように詰めました。ケーシングの両端を綿糸で結さくした後、5℃で4時間冷却して、各種添加物の挽肉への浸透を図りました。この後、挽肉を詰めたケーシングを1本毎に真空包装し、ケーシング内の挽肉の品温を加圧温度と同一にした後、高圧処理を行いました。

1) 加圧温度と硬さの関係

サケ・マス肉に食塩を2.5%添加、混合後、これを加圧温度5℃、圧力200 Mpaで高圧処理するとサケ・マス肉の硬さは200 g 台を示しました(図3)。この食感生の魚肉に近く、高圧処理による結着は不十分でした。次に、加圧温度を-15℃に変えて高圧処理を試みました。その結果、サケ・マス肉の結着がより強固になり、硬さが400 g 台まで増加しました。同時に畜肉ハム様の食感を得ることができました。200 Mpa 前後で食品に高圧処理を行う場合、氷点下の温度帯で高圧処理を行うことにより、微生物に対する死滅効果が高まることが知られていますが、サケ・マス肉の結着性についても増強効果があることがわかりました。

2) 食塩添加量と硬さの関係

食塩添加量と硬さの関係では食塩添加量の増加とともに加圧後のサケ・マス肉の硬さが増大し、2.0～2.5%の添加で最大となりました(図4)。この食塩濃度は魚肉の塩溶性タンパク質であるミオシンが溶出し易い濃度であることから、ミオシンの溶出が高圧処理によるサケ・マス肉の結着性に関係があると考えられました。

一般に、畜肉の挽肉やカット肉に食塩を添加し混合すると粘性が生じ互いに結着します。この結着する力は比較的弱く外力を加えると形が保持されませんが、熱を加えることにより結着する力は強まり外力に対し抵抗を示し形が保持されます。これが畜肉ハムの結着性と呼ばれるものです。今回の技術開発では、食塩を加えたサケ・マス肉を

加熱ではなく加圧することにより、強い結着性を得ることができました。

3) 塩化カルシウム添加量と硬さの関係

カルシウム塩は畜肉ハムの硬さを増す2価塩として知られています。サケ・マス肉の場合、塩化カルシウム0.3～0.4%を添加することにより、高圧処理後の硬さをさらに増加させることができました(図5)。しかし、塩化カルシウムは若干の

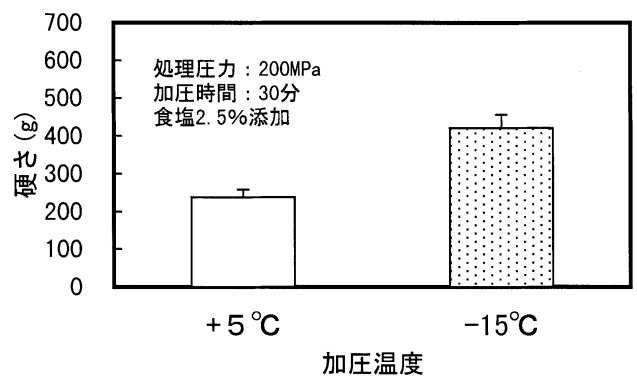


図3 加圧温度とサケ・マス肉の硬さ

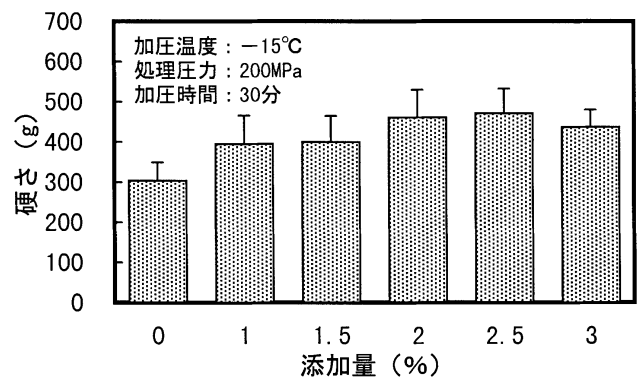


図4 食塩添加量とサケ・マス肉の硬さ

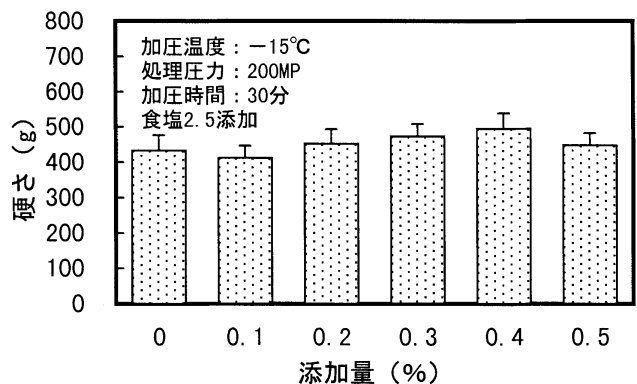


図5 塩化カルシウムの添加量とサケ・マス肉の硬さ

苦味を伴うと同時に0.5%以上の添加では「しなやかさ」に欠けた食感となりました。このため、0.3~0.4% (カルシウムとして0.08~0.1%) が味、食感の面から適切な添加量と考えられました。また、乳酸カルシウムでもカルシウムとしての含量が同じであれば、同様の効果が得られました。

4) ソルビトール添加量と硬さの関係

一般に糖類は食品に甘みを与えるとともに食塩、カルシウム塩等の塩類の味をまろやかにします。サケ・マス肉の場合も1~2%の添加により味が良くなりましたが、3%以上添加すると甘みが必要以上に感じられるとともに、高圧処理したサケ・マス肉の硬さが減少しました(図6)。これらはショ糖、トレハロース、オリゴ糖でも同様の結

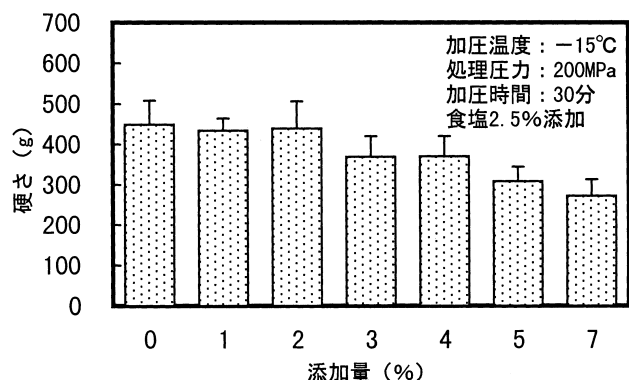


図6 ソルビトールの添加量とサケ・マス肉の硬さ

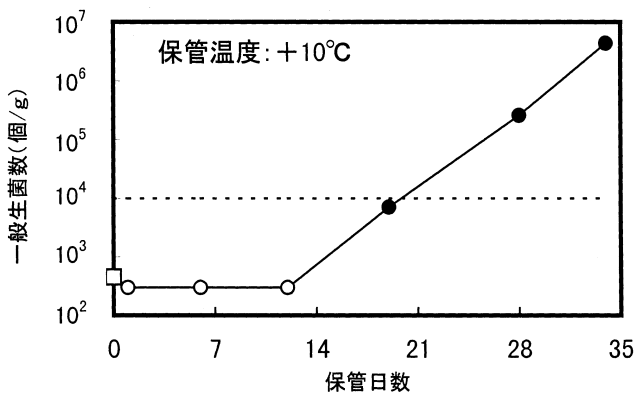


図7 保管日数と一般生菌数

□ : 加圧前
○ : 300以下
点線: 10⁴

果が得られました。糖はタンパク質の圧力変性に対して保護作用を持つことが知られており、サケ・マス肉を高圧処理する場合、糖を3%以上添加すると、硬さが減少することがわかりました。

5) 貯蔵試験

サケ・マス肉に食塩2.5%、ソルビトール2%、塩化カルシウム0.4% (カルシウムとして0.1%) を添加し、-15°C、200 Mpa で30分間高圧処理した後、10°Cで保管したときの一般生菌数の変化を調べました(図7)。

1 gあたり450個であった一般生菌数は高圧処理を行うことにより、300個以下に減少しました。しかし、12日目まで300個以下でしたが、19日目は7,000個に増加し、28日目に200,000個を超えました。品質保持期限の目安を10,000 (10⁴) 個以下とした場合、安全率を考慮して2週間程度がこの製品の品質保持期限と考えられました。なお、貯蔵試験中、ハム様食品の硬さは、ほとんど変化がありませんでした。

高圧処理により微生物が死滅することは知られています。サルモネラ菌、大腸菌、腸炎ビブリオ等のグラム陰性菌は圧力耐性が弱く、通常、100~200 Mpa で死滅します。しかし、耐圧性の強い菌も存在し、特に多くの耐熱性芽胞は600 Mpaでも死滅しないことがわかっています。

今回、開発した技術により、サケ・マス肉の小片肉を高圧処理により結着し、製品歩留りの向上と形状の統一化を図ることができました。さらに、圧力は畜肉ハム様の食感を得るのに必要とされていた400Mpaの半分である200Mpaで製造が可能になり、より実用化の可能性を高めることができました。

サケ・マスの特長のひとつは肉の赤色です。この赤色はカロチノイド系の色素で加熱により失われやすい性質があります。加熱を行わず高圧処理により赤色を保持したハム様食品を製造するこの技

術は、サケ・マスの加工適性に合致した加工方法の一つと考えられます。

開発したハム様食品は高たんぱく質、低脂肪食品で、畜肉に含まれていないドコサヘキサエン酸(DHA)を比較的豊富に含んでいます(表2、写真2)。

実用化に向けて

この技術開発は、平成10～12年度の道単独事業である「カラフトマスの付加価値向上試験」の中で行い、「サケ・マス肉を用いたハム様食品の製造方法」として平成13年8月に特許出願しています(特願2001-233449)。今後は水産加工業界は

かりでなく畜産加工業界も含めた各方面に技術内容の紹介と試作品の提供を行い、実用化を進めていきたいと考えています。

(なりた まさなお 網走水試紋別支場

報文番号B2204)

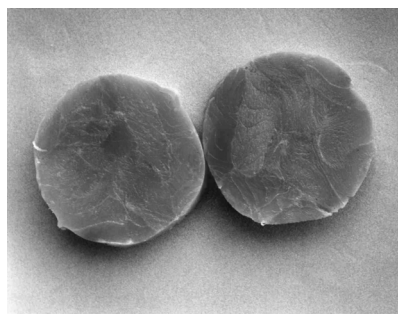


写真2 開発したハム様食品

表2 ハム様食品の一般成分とドコサヘキサエン酸

水分 (%)	粗タンパク質 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	炭水化物 (%)	ドコサヘキサエン酸 (mg/100g)
71.1	21.8	1.0	4.2	1.9	286

各水試発トピックス

栽培漁業は人づくりから

当センターで研修を行っていた2名の水産業改良普及員がマナマコと二枚貝の人工種苗生産に係る技術とノウハウを習得され、8月9日に浜に戻られました。今年度の研修生の受け入れは現在のところ、すでに4名になります。当センターでは漁協や部会、青年部などの要望により直接、研究員が浜に出向き、技術指導(通称プラザなど)を行うほか、積極的に研修生を受け入れてきました。私は4月に着任したばかりなので、1972年1月の開所以来、何名の方がセンターで研修を受けたのか興味を覚え調べて見ることにしました。

その結果延べ163名の方々の名前を確認出来ました。様々な技術やノウハウを習得された市町村、漁協、指導所などの方々が全道各地で水試、センターの職員と協力しながら、栽培漁業の第一線で働いていることを思うと心強く感じる次第です。

(栽培センター総務課 河野隆一)



資源・増殖シリーズ

スルメイカの標識放流調査で分かってきたこと ～ 日本海を中心に ～

キーワード：スルメイカ、標識放流、タグ、移動、回遊、速度、日本海

はじめに

スルメイカは北海道で一番多く獲れるイカのため、重要な水産資源として、古くからさまざまな調査研究が行われてきました。その一つ標識放流調査は、漁獲してすぐの生きているイカに標識をつけて放流し、そのイカが再び漁獲される（再捕される）までの移動回遊などを調べるものです。この調査によって、ある場所で漁獲されたイカの群がこれからどこへ行くのか、スルメイカは一生にどのような移動回遊をするのか、ということを知ることができます。

日本初のスルメイカの標識放流調査は、北海道立水産試験場が1927年に津軽海峡で行った調査だと言われています。それ以来、2000年までの70年余りの間に、北海道水試によって約25万尾のスルメイカが放流され、漁業者の方々などの協力で6千尾を超えるイカが再捕され、試験場に報告されました。放流したイカの約2.5%が報告されたこととなります。

ここでは、北海道立水産試験場が1927～2000年に行ったスルメイカの標識放流調査から、調査例の多い6～7月に日本海側で放流された調査結果を中心に紹介したいと思います。

スルメイカの回遊

標識をつけたスルメイカを放流した月と、再捕された月に分けて、月別の放流再捕図を作ることができます。これらの図から以下のようなスルメ

イカの回遊が分かります。

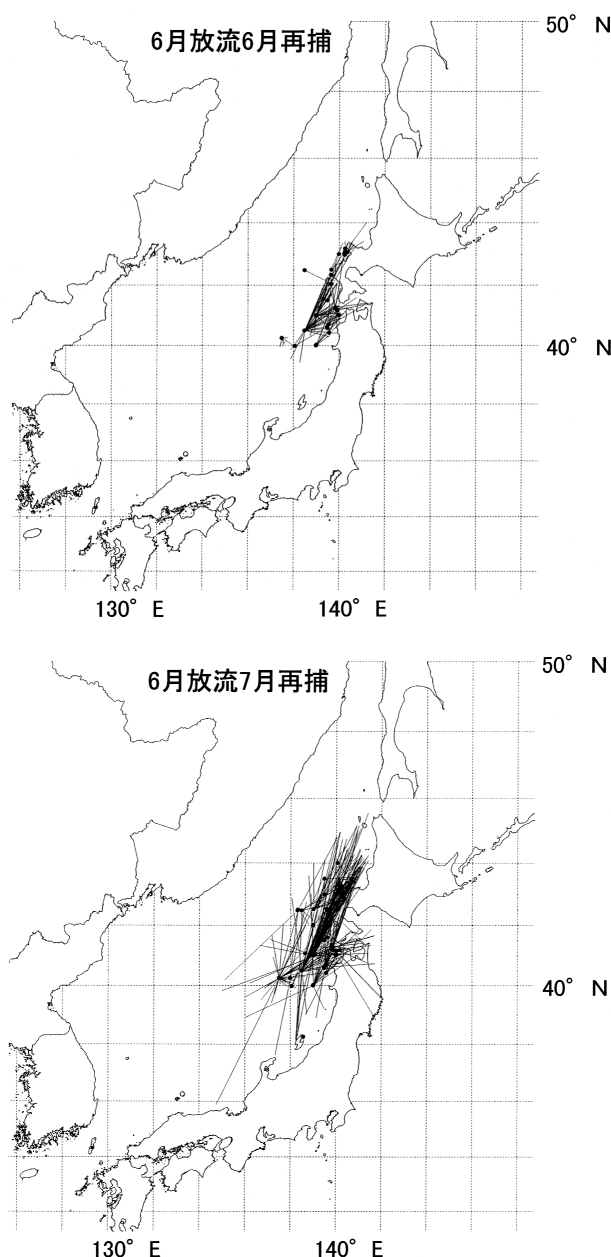


図1 北上回遊期のスルメイカの標識放流再捕図
(が放流点、一線の先端が再捕点を示す。)

1. 北上回遊

図1に北上回遊期の例として、初漁期の6月に放流され、6月および7月に再捕されたスルメイカの放流再捕図を示しました。図中の●印の位置で標識をつけて放流したイカが、一線の先端の位置で再捕されたことを示します。6月に津軽海峡の南西沖で放流されたイカは、6月中に津軽海峡西口周辺から檜山・後志地方の沿岸寄りに北上するものが多く、津軽海峡の中に入るものもありま

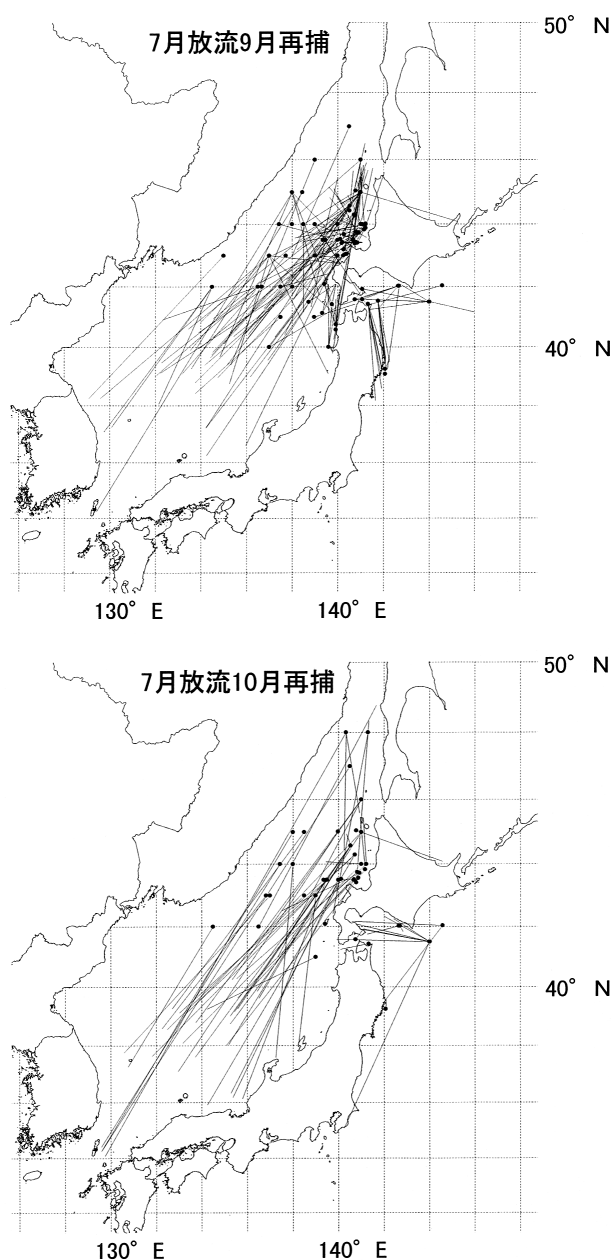


図2 南下回遊期のスルメイカの標識放流再捕図
(●が放流点、一線の先端が再捕点を示す。)

す。7月には、積丹半島周辺など6月よりも北方海域での再捕が多くなっています。津軽海峡周辺での再捕も増加し、わずかながら三陸沖でも再捕されています。この時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いことが分かります。

2. 南下回遊

図2に南下回遊期の例として、7月に放流され、9月および10月に再捕されたスルメイカの放流再捕図を示しました。7月に積丹半島周辺で放流されたイカは、9～10月には放流点の北西から南西の日本海沖合で再捕されるものが多くみられます。また、北海道の西方沖合の日本海で放流されたイカのほとんども、日本海中央部の沖合や山陰から九州北部の沿岸寄りへ南下して再捕されています。以上から、この時期のスルメイカは道西日本海沿岸から沖合へ移動し、日本海の沖合を南下回遊するものが多いことが分かります。

その他、少ないながらも、日本海からおそらく宗谷海峡を通してオホーツク海や根室海峡で再捕されるものや、道東太平洋から津軽海峡周辺・三陸沖・関東地方沖へ移動して再捕されるものもみられます。なお、6月に放流されたスルメイカは早いものでは7月に南下していることも分かります(図1)。

3. 日本海での回遊パターン

今回は紹介できないその他の月の放流再捕図も合わせて北上回遊と南下回遊のパターンをまとめると、図3のような回遊想定図ができます。ここでは標識放流調査のデータがたくさんある6～9月に道西日本海に來遊する群についてのみ示しました。初漁期の6～7月に本州北部日本海に來遊してきたスルメイカは、津軽海峡西口周辺から一部が津軽海峡へ入り、その他の多くは7～8月に

かけて檜山・後志地方の沿岸寄りに北上します。積丹半島周辺へ来遊してから、さらに北海道より北の日本海へ北上するものや、一部オホーツク海へ移動するものもあります。8～9月には道西日本海沿岸から西方の日本海沖合へ移動し、日本海沖合を広く南下回遊します。北海道より北の日本海へ北上したのも続いて日本海沖合を南下し、9～12月に産卵場と考えられている山陰から九州北部の沿岸寄りへ戻ります。これらの回遊パターンはスルメイカの漁場が形成される時期・海域とよく対応しています。

北水試だより52号の「なぜスルメイカは年によって大きさが異なるのか」で紹介したように、6～8月に道央日本海に分布するスルメイカは、前年の11～12月に生まれたものが多いと推定されています。このことから、スルメイカが生まれてから北上・南下回遊を行い、約1年で産卵場に戻って産卵する様子が良く分かります。

なお、太平洋での移動例が少ないのですが、これは太平洋での標識放流調査例が日本海に比べて少ないため、決して太平洋のイカ資源が少ないわけではありません。

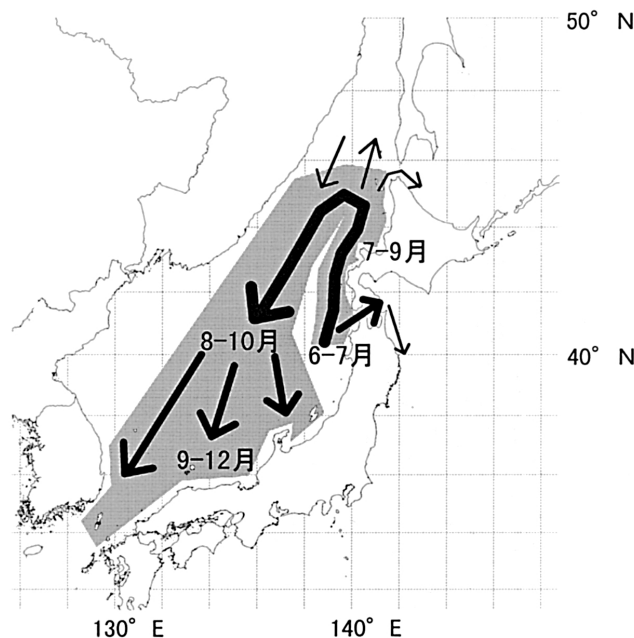


図3 6～9月に道西日本海に北上してくる群の回遊想定図

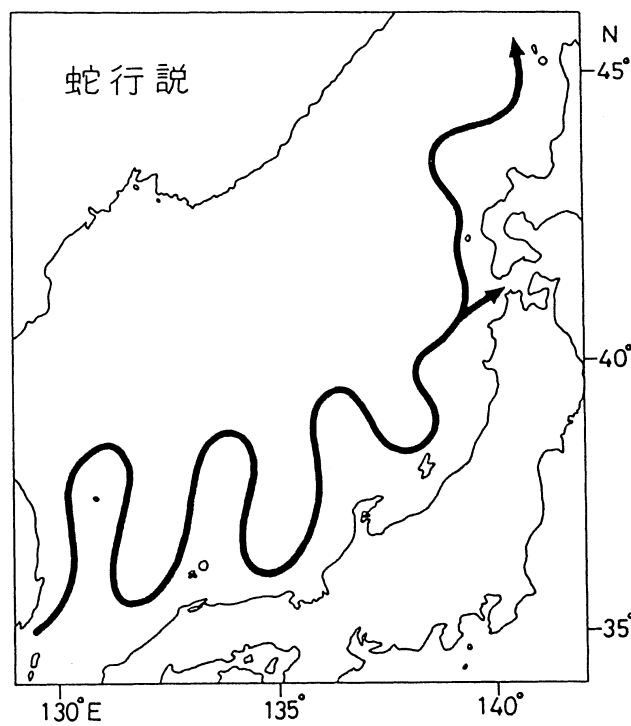
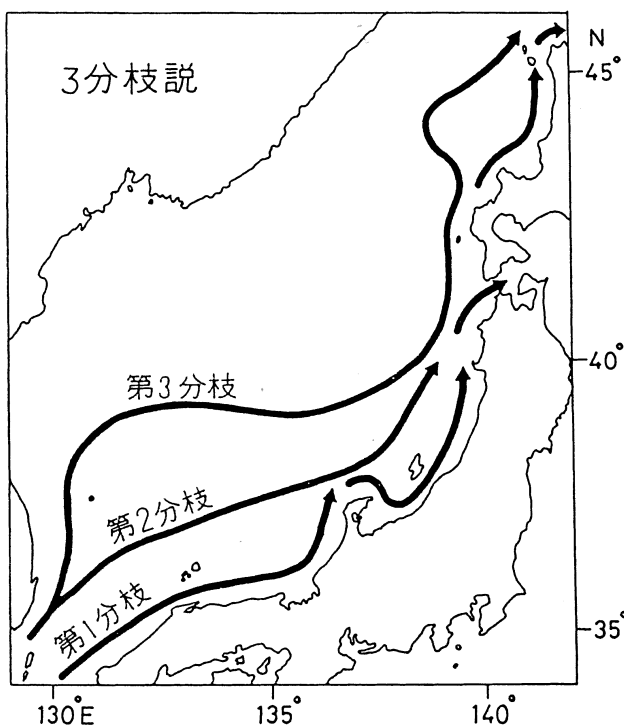


図4 日本海の流れ模式図(長沼、1973より)

4. 回遊と海流の関係

次に、スルメイカの回遊と日本海の海流の関係を見てみます。図4に日本海の海流模式図を示しました。日本海の海流はこのように3つに枝分かれして流れている時と蛇行して流れている時があると考えられています。いずれにしてもスルメイカの北上回遊はこの海流の流れの影響を強く受けていると考えられます。一方、南下回遊は海流の影響が少ない沖合の海域を南下していることも分かります。

スルメイカの移動速度

標識放流調査では、放流から再捕までの移動距離と経過日数から直線距離での移動速度を計算することができます。そこで本州北部日本海から道西日本海の沿岸寄りでの北上回遊と、日本海沖合での南下回遊の移動速度を計算しました(図5)。

北上回遊の移動速度は1日に1~11km(約0.5~5.9)が多くなっています。一方、南下回遊の移動速度は北上移動に比べ速く、1日に5~21km(約2.7~11)が多くなっています。また速度の範囲が広く、1日に40km(約22)という速度まで広がっています。実際には、イカは直線的に移動しているとは限らないので、放流点と再捕点の直線

距離よりも長い距離を泳いでいると考えられます。従って、南下回遊のときには1日40km(約22)以上のスピードで泳いでいるのかもしれませんが。

さいごに

標識放流調査で分かったことについて、日本海側を中心に紹介してきました。これまで多くの標識放流再捕のデータを集めることが出来たのは、漁業者、漁協職員、水産普及指導所など水産関係者の協力があったからです。今後は、これまであまり調査のされていない10月以降の日本海側や太平洋・オホーツク海などを中心に調査を行っていく予定です。引き続きご協力をお願いします。

なお、今回紹介できなかったその他の月の標識放流再捕図は、マリネット北海道のホームページで公開しています。今回の話と合わせて、少しでも効率的な漁場選びなどの参考になればと考えています。

◎ホームページアドレス

http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/exp/central/kanri/Surume_tag/surume_tagu.htm

(坂口健司 中央水試資源管理部

報文番号B2205)

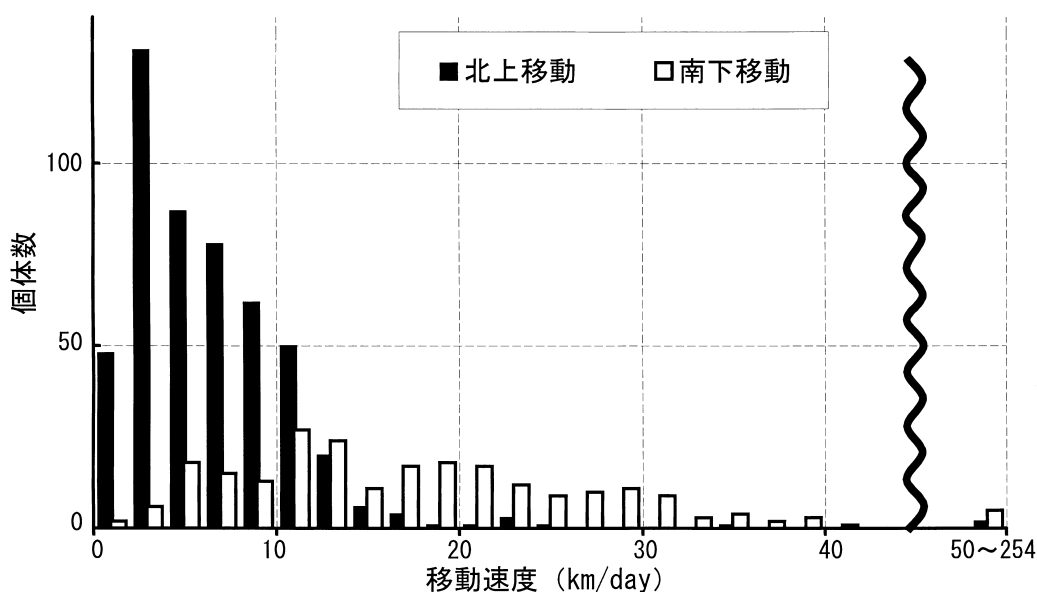


図5 スルメイカの北上回遊と南下回遊の移動速度

水産加工シリーズ

市販いくら製品の分析結果から

キーワード：いくら、卵径、塩味、コク

はじめに

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、地域水産加工業界としての主要な製品です。しかし、醤油漬けいくらにおける病原性大腸菌 O157 の食中毒事件が発生し、北海道産サケ卵加工品の需要の停滞が懸念されています。より品質の高い製品を安全に消費者に供給するための品質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、釧路水試では、サケ卵加工品について、原料の鮮度保持、加工処理および保存時における最適条件を明らかにするための試験研究をおこなっています。今回は、市販いくら製品の官能評価と製品分析結果の関連についてお話ししたいと思います。

分析に用いた市販いくら製品と製品分析の方法

釧路および根室管内の加工業者より、表1、表2に示した市販の塩いくら製品（10種、A～Jとする）および醤油漬けいくら製品（8種、a～hとする）を購入し、官能評価をおこなうまで-20℃で冷凍保管しました。各製品を5℃で一晩かけて解凍し、外観（卵の張り）、風味（香り）、食感（塩味、コク、舌触り（卵膜の残り具合））を中心に官能評価をおこない、次に製品分析として、卵径、破断強度、水分、塩分、脂質、および一般生菌数を測定し、官能評価結果との関連について検討しました。

表1 分析に用いた市販塩いくら製品の概要

製品	製造年月日	賞味期間	主な原料購入地
A	H12. 11. 17	1年6か月	標津
B	H12. 11. 11	2年	〃
C	H12. 9. 18	2年	〃
D	H12. 11. 15	1年6か月	〃
E	H12. 11. 14	1年	〃
F	H12. 10. 31	1年	〃
G	H12. 11. 10	1年	〃
H	H12. 10月中旬	2年	標津、網走、根室
I	H12. 11. 4	1年6か月	十勝、尾岱沼
J	H12. 10月上旬	3か月	釧路～根室(太平洋)

注)賞味期間は冷凍時のものです。

表2 分析に用いた市販醤油漬けいくら製品の概要

製品	製造年月日	賞味期間	主な原料購入地
a	H12. 11. 13	2年	標津
b	H12. 11. 9	1年	〃
c	H12. 9月中旬	1年6か月	標津、網走、根室
d	H12. 9. 16	1年	十勝、尾岱沼
e	H12. 10. 5	1年	十勝～釧路、オホーツク
f	H12. 10. 12	2年	昆布森、白糠
g	H12. 9月中旬	3か月	釧路～根室(太平洋)
h	H12. 10月上旬	1年6か月	標津、日高～釧路

注)賞味期間は冷凍時のものです。

市販塩いくら製品の官能評価と製品分析結果との関連

表3に各製品の官能評価結果を示しました。塩味の評価は製品によりばらつきましたが、卵の張りでは4製品、香り、コクでは7製品の評価が良好でした。また、卵膜の残りが感じられたのは3製品でした。この他の問題点としては、割れ卵や潰れ卵、卵のう膜や血液など夾雑物の残存が挙げられ、総合的には製品A、B、Cの評価が良好で

表3 各市販塩いくら製品の官能評価結果

製品	張り	香り	塩味	コク	舌触り	その他、所見
A	●	●	●	●	●	
B	●	●	●	●	●	
C	△	●	●	●	●	
D	△	△	×	△	×	・卵に透明感がある
E	△	●	○	●	×	
F	△	●	○	●	×	・割れ卵が目立った
G	●	●	□	●	△	・割れ卵が目立った
H	△	△	●	●	△	・血液、卵のう膜残存
I	●	△	△	△	△	・卵のう膜が残存
J	△	●	△	●	●	・潰れ卵もみられた ・卵のう膜が残存 ・卵の大きさ不揃い

凡例	張り	香り	塩味	コク	舌触り(卵膜)
□	—	—	弱い	—	—
○	—	—	やや弱い	—	—
●	ある	良好	丁度良い	ある	卵膜が残らない
△	小さい	やや気になる	やや強い	少ない	卵膜がやや残る
×	ない	気になる	強い	ない	卵膜が残る

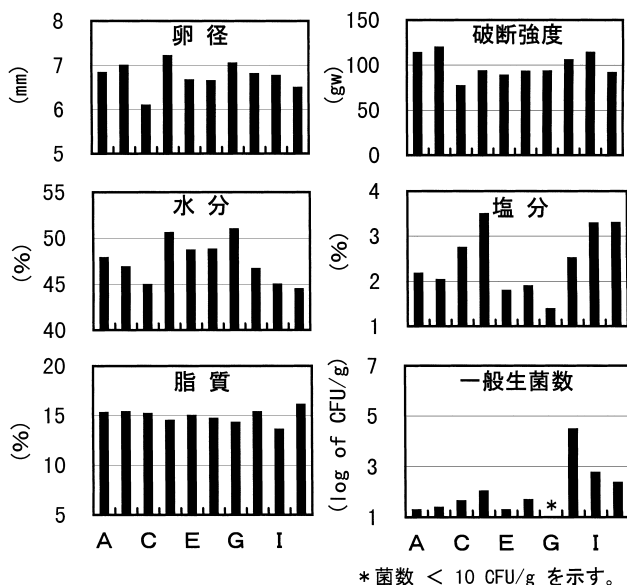


図1 各市販塩いくら製品の成分等分析結果

した。図1に各製品の物性や成分などの分析結果を示しました。卵径は6.1mm(製品C)~7.1mm(製品D、G)で、6mm台後半のものが多く、破断強度は77gw(製品C)~120gw(製品B)で、100gw前後のものが中心でした。水分は製品D、Gで50%を超えたほかは40%台でした。塩分は1.4%(製品G)~3.5%(製品D)と製品で差があり、官能評価の結果と一致していました。脂質は13.6%(製品I)~16.1%(製品J)で、15%前後のものが中心で

した。一般生菌数は製品Hで 3.1×10^4 CFU/gとやや高かったほかは 10^3 CFU/g未満であり、血液や卵のう膜の残存との関連が推察されました。

次に、官能評価と分析結果の関連性について調べた結果、図2、3に示すように、塩味が良好であった製品の塩分は2.0~2.5%、コクを感じた製品の脂質含量は14.7~16.1%でした。図4に製品ごとの卵径分布を示しました。官能評価の良かった製品A、B、Cは分布の幅が狭く、6.4~7.4mm(製品Cは5.6~6.6mm)の間に全体の90%以上が集中し、粒揃いが良好であることも示しました。一方、製品F、I、Jは分布の幅が広がっており、肉眼観察でも、製品Jは卵径の不揃いが認められました(表3)。

以上のことから、今回用いた塩いくら製品では、塩味と塩分、コクと脂質含量について関連性が認められ、さらには夾雑物の残存、卵の粒揃いなども、一般生菌数や卵径分布などの結果に反映されていました。

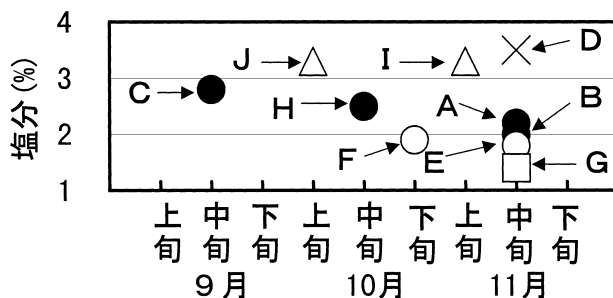


図2 各市販塩いくら製品の塩味と塩分 (塩味についての凡例は表3に同じ)

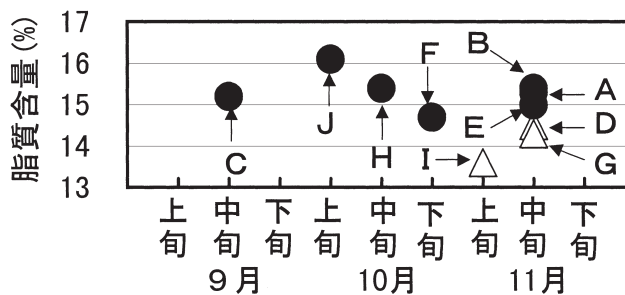


図3 各市販塩いくら製品のコクと脂質含量 (コクについての凡例は表3に同じ)

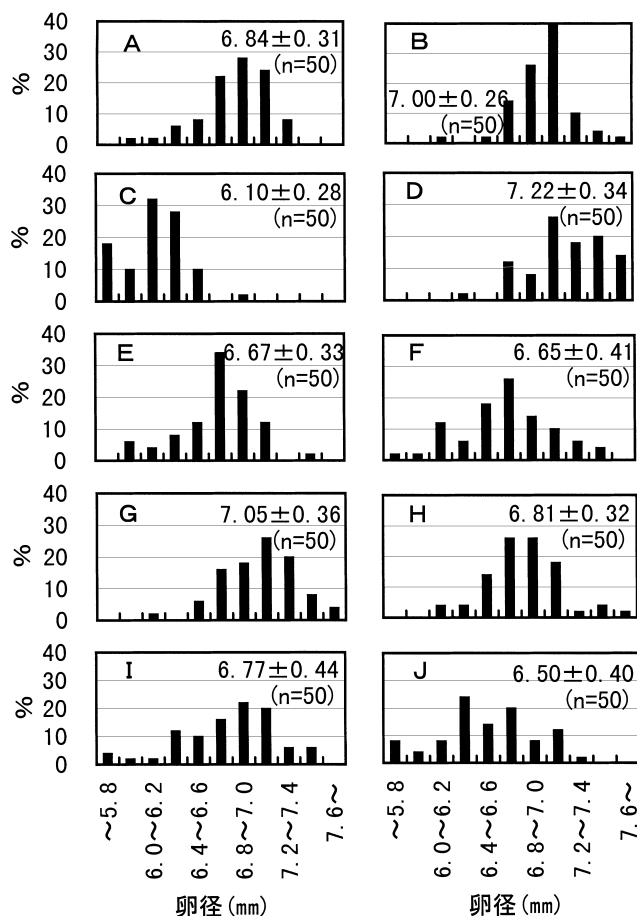


図4 各市販塩いくら製品の卵径分布

～89gw (製品 f) で100gwを超えた製品はありませんでした。水分は製品 c、e で47%台と塩いくら並みでしたが、ほかは50%を超えていました。塩分は製品 h で1%台とやや低い他は2～3%の間でした。脂質は11.9% (製品 b) ～15.3% (製品 e) で、水分が高い分塩いくら製品より低めでした。一般生菌数は製品 f で 7.0×10^3 CFU/gとやや高かったほかは 10^3 CFU/g未満でした。次に、官能評価と製品分析結果の関連性について調べた結果、図6～8に示すように、卵の張りがあると感じた製品の卵径は6.6～7.1mm、塩味が良好であった製品の塩分は2.3～3.0%、コクを感じた製品の脂質含量は14.4～15.3%でした。ただし、醤油漬けいくらでは、卵膜が口に残らないで、水分が少なく、卵の張りが小さい方が好まれました。そのため、時期的には秋サケ漁期の前半(9月～10月中旬)に製造されたものの評価が良好でした。なお、図には示しませんでした。製品ごとの卵径分布はいずれも分布の幅が広く(標準偏差で0.4前後)、官能評価との関連性は見られませんでした。

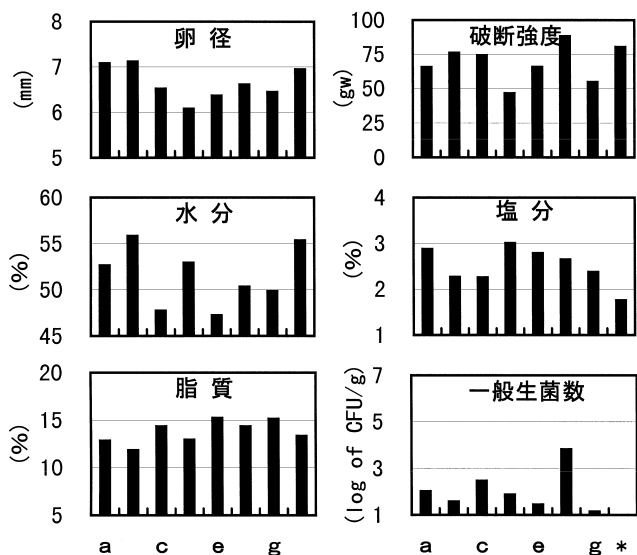
市販醤油漬けいくら製品の官能評価と製品分析結果との関連

表4に各製品の官能評価結果を示しました。卵の張り、香り、コクでは各4製品、塩味では7製品の評価が良好でした。また、食後、卵膜の残りが感じられたのは2製品でした。このほかの問題点としては、化学調味料の味が強い、割れ卵や潰れ卵の残存、解凍ドリップが見られたことなどが挙げられました。なお、総合的にみると、卵膜の残り具合と卵の成熟度を反映した水分含量(図5)から製品 b、h の評価が低くなりました。図5に各製品の物性や成分などを分析した結果を示しました。卵径は製品 a、b、h が約7mmでしたが、ほかは6mm台でした。破断強度は47gw (製品 d)

表4 各市販醤油漬けいくら製品の官能評価結果

製品	張り	香り	塩味	コク	舌触り	その他、所見
a	●	△ (醤油臭)	●	△	△	
b	●	△ (生臭い)	●	△	×	・化学調味料の味が強い
c	△	●	●	●	△	・化学調味料の味を感じる ・割れ卵が気になる
d	△	△ (生臭、脂焼)	●	△	△	・割れ卵、ドリップが気になる
e	△	×	●	●	●	・鮮度落ち感がある
f	●	● (醤油臭)	●	●	△	・やや化学調味料の味が強い
g	△	●	●	●	△	・やや化学調味料の味が強い
h	●	●	△	△	×	・潰れ卵がみられた ・あっさりした味

* 凡例は表2に同じ。



* 菌数 < 10 CFU/g以下を示す

図5 各市販醤油漬けいくら製品の成分等分析結果

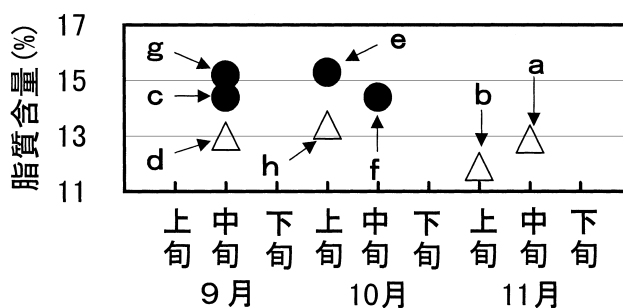


図8 各市販醤油漬けいくら製品のkokと脂質含量 (kokについての凡例は表3に同じ)

以上のことから、今回試験に用いた醤油漬いくら製品では、卵の張りとお卵径、塩味と塩分、kokと脂質含量について関連性が認められました。また、製造時期では、漁期前半に製造されたものの評価が高くなりました。

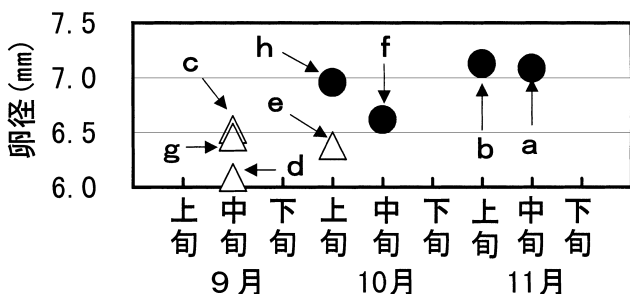


図6 各市販醤油漬けいくら製品の張りとお卵径 (張りについての凡例は表3に同じ)

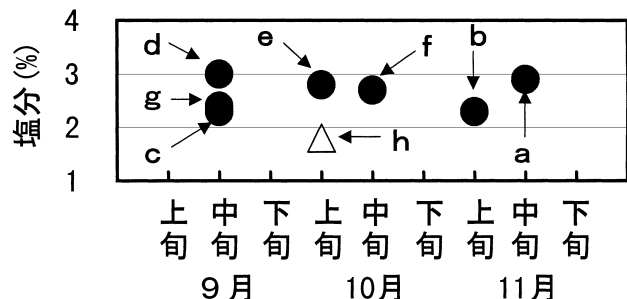


図7 各市販醤油漬けいくら製品の塩味と塩分 (塩味についての凡例は表3に同じ)

おわりに

今回の塩いくらと醤油漬けいくらについての試験結果では、塩味が良好であった製品の塩分は2.0~2.5%と2.3~3.0%であり、調味による塩なれ効果のためか、後者の塩分量がやや高めでした。しかし、kokを感じた製品の脂質含量は、14.4~16.1%の範囲にあることがわかりました。市販いくら製品の分析で得られた結果をもとに、良質で安全なサケ卵加工品を製造する条件の把握を目的として原料鮮度の影響や塩漬け条件を中心に、ひきつづき検討をしていきます。なによりも、食の安全性の確保と、信頼の回復のために。

(白杵睦夫、小玉裕幸、佐々木政則)

釧路水試加工部 報文番号B2206)

水産工学シリーズ

ホタテガイの増養殖に適した環境条件

3. 養殖貝の成長に及ぼす流れの影響

キーワード：ホタテガイ、垂下養殖、成長、流れ

はじめに

北海道におけるホタテガイの養殖生産量は、平成8年度の16万トンをピークに年々減少しており、平成12年度には10万トンまでに落ち込みました。また、生産額の低下も顕著にみられ、ホタテガイの養殖経営は極めて厳しい状況にあります。このような生産量低下の背景には、出荷貝の小型化が年々顕在化している問題が指摘されており、大型貝を生産するための養殖技術の見直しが早急に求められています。

ところで、ホタテガイが属するイタヤガイ科の二枚貝では、潮流の変化に伴う餌の供給量や摂食効率の低下が貝の成長を阻害する要因の一つとして知られています。また、一方向からの流れが卓越する漁場の貝は、流向の変化が顕著な漁場の貝に比べて良好な成長を示すことも明らかにされています。さらに、耳吊養殖におけるホタテガイの成長と流れの関係を実験的に調べた結果では、流れに対する垂下の向きによって貝の成長量や生存率に差が現れることを前回の当シリーズ（本誌第48号）で紹介したところです。

今回は、大型貝の生産に向けたホタテガイ養殖技術の改良を目的として、貝の成長と流れおよび垂下の向きとの関係を野外で検証しましたので、その結果について解説します。

試験の概要

今回は、鹿部町のホタテガイ養殖場を試験海域

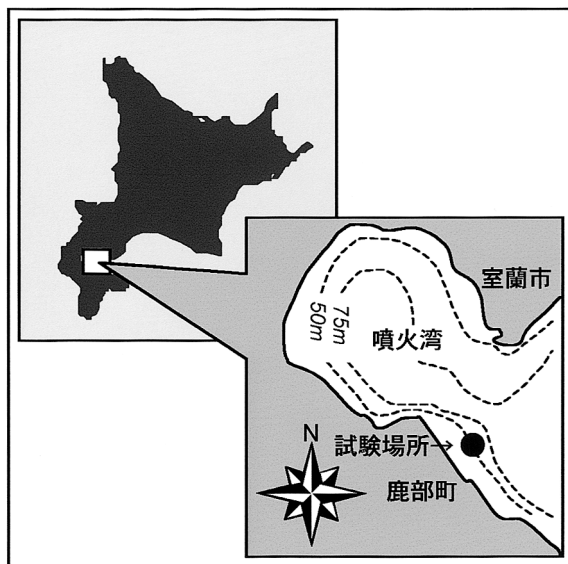


図1 試験海域



図2 ホタテガイの各部位

として（図1）、以下の方法により貝の成長に及ぼす流れの影響を調べました。まず、試験用施設として縦横1.2m×高さ0.6mの方形枠（ステンレス製）を作成し、各面に2本のテグスを30cm間隔で結び付けました。そして、ホタテガイの耳状突起部（図2）に耳吊養殖用の穿孔機を用いて孔を開け、この孔に後縁が外側（すなわち前縁が内側）

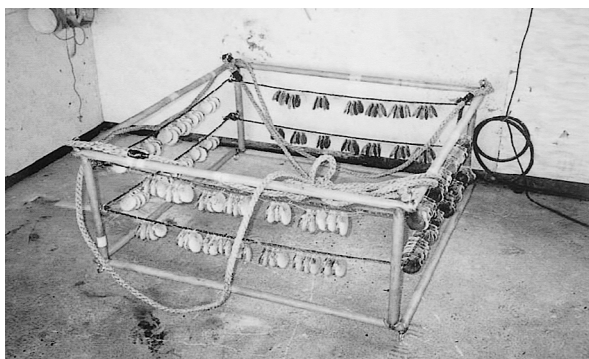


図3 方形枠の概要

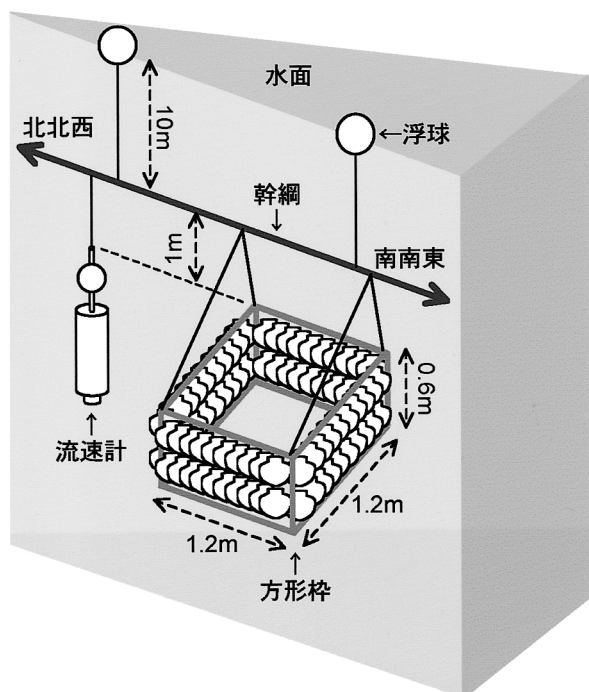


図4 施設設置の概要

を向くように先述のテグスを通すことによって、方形枠の各面に貝を吊しました(図3)。その後、方形枠をホタテガイ養殖場の深度10m層に設置された養殖用の幹綱に取り付けるとともに、方形枠の横に流向流速計を併設しました(図4)。なお、鹿部町は噴火湾の湾口部南側に位置しており、試験に利用した養殖用幹綱は海岸線に沿って北北西から南南東の方向に張られています。したがって、垂下した方形枠の各面は、それぞれ東北東、南南東、西南西および北北西の方向に面して固定されたこととなります。

以上の設定により、1999年6月8日～2000年2月14日(1回目)と2000年6月17日～2001年2月14日(2回目)に試験を実施しました。試験には鹿部町沖で採苗・育成されたホタテガイを使用し、方形枠の各面に1回目の試験では殻高55.3～77.8mmおよび重量18.0～53.0gの貝を40個体ずつ、2回目の試験では殻高51.5～72.9mmおよび重量23.0～42.0gの貝を20個体ずつ取り付けました。そして、両試験とも開始時と終了時に貝の殻高と重量を計測するとともに、2回目の試験では2000年8月と11月に殻高を計測し、各計測期間に認められた殻高および重量の増加量をそれぞれ1か月当たりの殻成長量および増重量として計算しました。また、試験期間に合わせて、試験海域の流況を20分間隔で連続的に観測しました。ただし、流況については観測の途中、機器に不具合が生じたため、記録できた期間は1回目の試験では1999年6月8日～8月4日、2回目の試験では2000年6月17日～8月8日と8月29日～10月30日に限られました。

流況

噴火湾沿岸の流況に関しては、1)湾口部の流速は通常20cm/秒程度であること、および2)外海水は常に湾口部の北側(室蘭側)から流入するとともに、湾内の水は湾口部の南側から流出することが推定されています。したがって、噴火湾の湾口部南側に位置する鹿部海域では、南南東流が卓越すると予測されます。

今回の試験で観測された鹿部海域の流況を、流向・流速の散布図として図5に示しました。1999年と2000年の6月～8月の流況は南南東流が多く観測されており、流速は概ね20cm/秒以下でした。また、2000年8月～10月についても流速20cm/秒以下の南南東～南流が高い頻度で観測されており、今回の観測は上述の予測を裏付ける結果となりました。

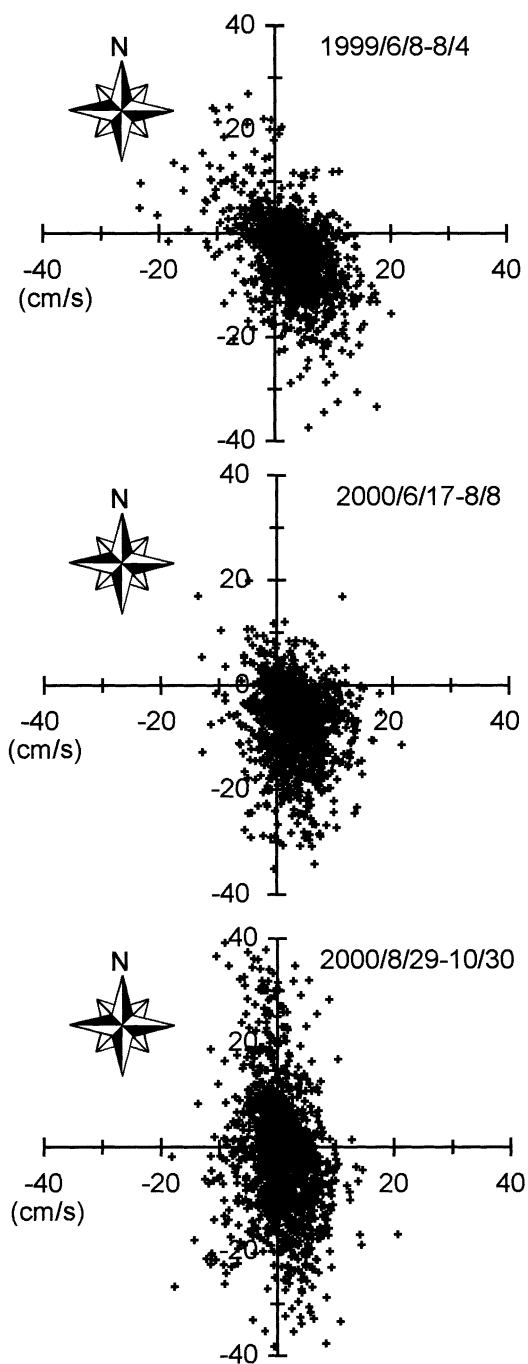


図5 流向・流速の散布図

なお、今回は機器の不具合により流況を周年観測することができませんでしたが、後述するように、ホタテガイの殻成長量が最も高くなる6月～8月の流況については把握できたことから、貝の成長と流れの関係を検討するには十分なデータが得られたと考えています。

成長

ホタテガイの殻成長量と増重量の平均値を方形枠の面ごとに示したのが図6です。殻成長量と増重量は、1回目および2回目の試験とも北北西に後縁を向けた貝が他に比べて有意に低い値を示しました（危険率は5%以下）。また、南南東に後

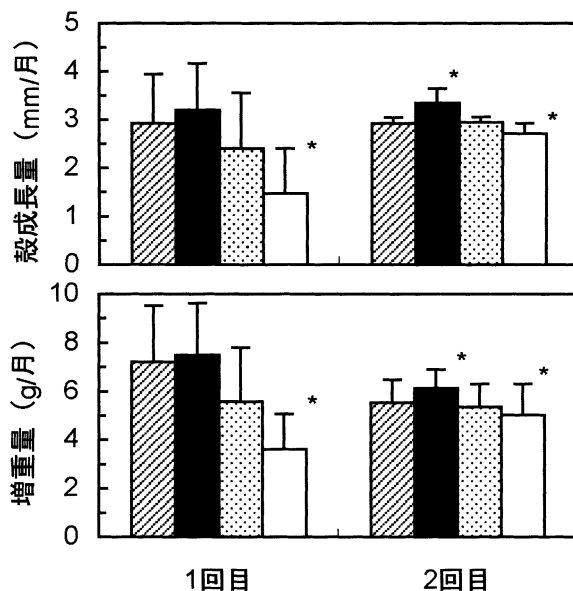


図6 各試験時の殻成長量（上）と増重量（下）後縁が対面する方向は以下の通りである

: 東北東 : 南南東
 : 西南西 : 北北西
 *は危険率5%以下で有意差あり

縁（すなわち北北西に前縁）を向けた貝の殻成長量と増重量は、他の貝に比較して、2回目の試験では有意に高く（危険率は5%以下）、1回目の試験でも統計的な差は検出されませんでした。さらに、2回目の試験において時期別に殻成長量を比較したところ（図7）、6月～8月は南南東に後縁（すなわち北北西に前縁）を向けた貝の値が最も高くなり、8月～11月と11月～2月は北北西に後縁を向けた貝の値が最も低くなりました。

一般に、海中に懸濁する粒状有機物を摂食する二枚貝は、餌を効率よく摂取するために摂食器官(鰓や口唇、水管など)の流れの上流方向に向けることが知られています。例えば、欧州や北米に生息するホタテガイは、鰓や口唇が位置する前縁～腹縁を上流側に向けていることが観察されています。また、これらのホタテガイは、流速5～10cm/秒の条件下では上流側に前縁～腹縁を向けた時に餌を最も効率よく摂取できることが実験的に示されています。日本のホタテガイでも、流速5～10cm/秒の条件下では上流側に前縁を向けて飼育した時の殻成長量が後縁や殻面を向けた時の1.9～4.4倍になることが明らかとなっています。

一方、欧州や北米のホタテガイでは、肛門が位置する後縁に流速5～15cm/秒程度の流れを受けると、その水圧によって排泄が阻害され、結果的に摂食効率の低下を招くことが報告されています。また、日本のホタテガイでも、流速20cm/秒の条件下では後縁に流れが当たるのを避ける行動を示すとともに、流速15cm/秒程度の流れを後縁に受けると、排泄障害による成長の停滞や死亡を引き起こすことが判明しています。

これらのことから、今回の試験において北北西に前縁を向けた貝の成長量が最も高くなったのは、前縁に高い頻度で南南東流を受けたことによって餌を効率よく摂取できたためではないかと推察されます。反対に、北北西に後縁を向けたホタテガイの成長量が最も低くなったのは、卓越する南南東流を後縁に頻繁に受けたことによって貝が排泄障害を引き起こしたことが原因と考えられます。

おわりに

以上のように、ホタテガイを耳吊養殖する場合、後縁が卓越流の方向を向かないように貝を設置するとともに、年によっては前縁を卓越流の方向に向けることによって、良好な貝の成長を期待でき

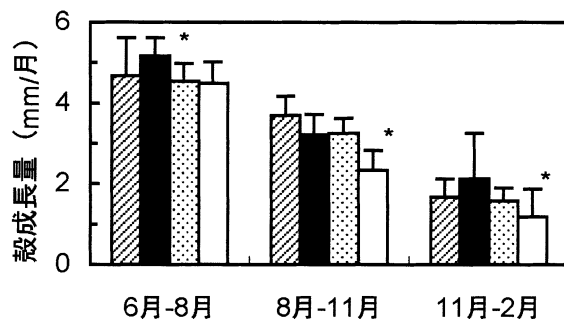


図7 時期別の殻成長量(2回目試験時)
棒グラフの様子が示す後縁の対面方向は図6と同じである
*は危険率5%以下で有意差あり

る可能性が示唆されました。

現在、鹿部町を含む噴火湾沿岸のホタテガイ養殖では、耳吊方式が主流となっています。また、この方式には、穿孔したホタテガイ数個体にテグスを通し、その両端を養殖用のロープに結び付けるループ方式と、長さ10cm程のピンをロープに挟み込み、ピンの両端に穿孔した貝を装着するアゲピン方式の2種類があります。しかし、両方式とも流れに対する方向性を考えて貝を垂下することは不可能です。少なくとも、貝の後縁が流れの卓越方向を向かないような構造上の工夫を垂下連に施すことができれば、現状よりも成長の良い貝を生産することが可能と考えられます。私たちは、ホタテガイ養殖の経営安定化を図るためにも、このような垂下連の改良に取り組む必要があると認識しており、その実現に向けた実証試験をすでに実施したところですが、詳細については次回に紹介したいと思います。

(櫻井 泉 中央水試水産工学室)

報文番号 B2207)

試験調査船シリーズ

「うしお丸」

- 50年ぶりに発見された写真 -

うしお丸と言うと「潜水艇くろしお号」の母船であった北海道大学水産学部の船をイメージする方が多いと思いますが、北海道立水産試験場の前身である「北海道水産試験場」が所有した官庁船の中にも同じ名前の調査船がありました。

うしお丸は、1945（昭和20）年7月に戦災で消失した北海道水産試験場根室支場所属調査船「茶々丸」の代船として、1947（昭和22）年10月17日に根室造船会社で竣工しました。

本船は西洋型木造船、長さ14.92m、幅3.31m、深さ1.45m、総屯数16.60t、純屯数10.37t、石橋式無注水船用（焼玉機関）2気筒40馬力、速度8ノット、航続距離500マイル、無線設備・音響測深機無し、総経費60万円でした。

根室支場庁舎も戦災で焼失し、道立水産練習所内に移転していたこともあり、北海道水産試験場は根室支場を廃し、釧路支場を設置する方向で組織改革を進めていました。しかし、地元根室の反対運動もあり、根室支場は存続させるが、釧路支場も設置（1949年）するという折衷案の中での「うしお丸」建造でした。

1950（昭和25）年に、北海道水産試験場は、国立水産研究所と道立水産試験場に分かれて併立する新機構となりますが、うしお丸自体の所有者は北海道、乗組員は国の職員という体制になりました。

後志支庁に保存されていた漁船原簿によれば、1950年11月10日に使用者（北海道水産試験場）と根拠地（余市）の変更が行われています。同日に

調査船大雪丸の所有者（農林省）と使用者（北海道区水産研究所）の変更も行われていることから、うしお丸の使用者の「北海道水産試験場」は「道立水産試験場」を意味しているようです。そして、1957（昭和32）年11月25日「転用により漁船原簿閉鎖」となっています。

建造から10年少しということですが、戦前の20トン程度の木造調査船と比べても、決して短い寿命というわけではありません。

2001（平成13）年10月の北水試百周年記念式典に合わせた記念誌発刊に向けて、グラビア作成を担当していた私は、期限切れが迫る中、OB会や根室造船所への問い合わせもむなしく、戦後の調査船のうちうしお丸の写真だけが見つからず、途方に暮れていました。

たまたま、2001年6月23日にニッカ会館（余市町）で開催された「北水試友の会（OB会）」で、「北水試百周年記念誌」に特別寄稿をされた、調査船三洋丸（1944年沖縄県那覇港で撃沈）の通信長であった鈴木七郎氏から「宮古船長なら写真を持っているかもしれない。大川の小学校の前で商店を開いていたから搜してみると良い。」との情報を得ました。

既に商店はありませんでしたが、電話帳をみると「宮古政蔵」と同姓同名の方がおりました。ひょっとしたらと思い電話をかけてみると、奥様の宮古ハナさんをご健在でした。今は娘さんと同居しているが、旦那さんが亡くなられた後も、電話の名義はそのままにしておいたとのことで、早速



- 写真1(左) 発見されたうしお丸の写真(未修整)。修正された写真が「北水試百周年記念誌」のグラビアに載せられている。撮影年月日と場所は不明。
- 写真2(右) うしお丸のブリッジ上での記念写真。後列左端が宮古政蔵船長。前列中央で浮き輪を持つのは、のちのうしお丸船長新井田佐一郎氏。撮影されたのは1950～1952年頃と思われる。

写真を捜し出して下さいました。

おそらく、現存するうしお丸の全体写真としては唯一のものと思われます(写真1)。舳先近くの★印は、昔の北海道のマークです。また、宮古家のアルバムからは、うしお丸のブリッジ上での乗組員らの記念写真(写真2)も発見され、当時の調査船の雰囲気を感じることができました。船の写真は複製を作らせていただき、アルバムの写真は画像データとして保存させていただくことになりました。

撮影年月日は不明ですが、北海道区水産研究所の記録では、宮古船長は、1950(昭和25)年4月1日から1952(昭和27)年8月31日までうしお丸の船長をしていたことから、この頃の写真と考え

られました。

「水産研究所要覧(1952)」によれば、うしお丸の職員数は4名となっています。

さて、うしお丸はどのような調査に従事したかと言いますと、北海道水産試験場業務行程(昭和22～24年)と北海道立水産試験場事業成績書(昭和25～32年)によれば、1947(昭和22)年5～7月に花咲港を根拠に「時不知(トキシラズ)流網漁業試験(本場)」を9名乗り組みで釧路～納沙布沖合で実施し、8～12月には調査船大雪丸や白鷗丸と共に「イカ漁業試験(函館支場)」を行い、漁況速報を「ラジオ放送」を使って発信するための試験操業をしています。1948年8月に松前小島付近で、「スルメイカ生態調査」を行い、繁殖習

性究明のため、スルメイカの人工授精の可能性の有無を試みたが失敗したとの記述も見受けられません。

1949～1951（昭和24～26）年度は、5～8月に「大サバ流網漁業指導（本場・釧路支場）」を松山、後志、石狩及び太平洋で実施し、8～12月には函館近海で「イカ漁業指導（本場・函館支場）」を実施したほか、1950年3～4月には、魚群の移動・分布状態究明を目的に積丹半島で「雑漁業指導」としてタラ延縄漁業を行っています。

このように当業船に対する先達船的な漁況情報を提供しながら、収入予算獲得のために漁獲収入をあげていたようです。1950年9～12月の渡島・胆振沖での「イカ漁業指導」時には、漁日数42日、4,639貫（17.4トン）の水揚げと記されています。1950年当時の胆振支庁管内の「いか」年平均単価（30円/貫）で換算すると、約13万9千円の水揚げとなります。

日本海のニシンの終焉時期である、1952～1954（昭和27～29）年度には、他の調査船と共に、「春ニシン調査」に参加したようで、役割分担としては、「後志海域で、刺網30反で魚群を採集し、国費部門の調査と併せて速報指導」との記述があります。

1955～1956（昭和30～31）年度には、5～7月に「対馬暖流調査」の「魚卵、稚魚、プランクトン調査」や「漁場環境論的調査」で石狩湾で水温・比重・水色・透明度の一般海洋観測やネット採集調査に、「北上サバ、サンマ調査」と合わせて参加しています。

しかし、無線設備や音響測深機など近代的な設備を持った、より大型の北鷗丸（北海道立水産試験場稚内支場）やおやしお丸（北海道区水産研究所）が1951、1952年に相次いで建造されるに伴い、旧式で小型船のうしお丸の調査船としての役割は少なくなっていくものと考えられます。

最後のうしお丸船長である新井田佐一郎氏の在職期間は1953年12月1日～1956年4月30日（北海道区水産研究所による）ですが、これが事実とすれば、1956年度の調査はどのように実施されたのでしょうか。

また、「北水試80年の歩み—北海道立水産試験場80年史—（1982）」では、焼失して船が存在しない1947年8月31日に宮崎由太郎氏が茶々丸の船長に就任し、また、1950年8月5日にはうしお丸の船長に就任したことになっています。このように国と道の資料によると、うしお丸では同じ時期に二人の船長がいたことになります。

「うしお丸命名進水式」を紹介した北水試月報4巻11・12号（1947）の大島幸吉場長式辞には、「永年使用した茶々丸は、相当腐朽して使用に堪えない状態になった」との記述があり、船の無い中で、代船建造のために、人事発令が行われたのではないかという推理も成り立ちますが、真相は不明です。

また、うしお丸の漁船登録が閉鎖されるのと合わせるように、1958（昭和33）年度の北海道立水産試験場「事業成績書」の「北水試機構図」から根室支場が消えてしまうのは偶然の一致なのでしょうか。

根室支場の存続問題を含む50年前の組織機構の大変革時代の色々な出来事が、うしお丸に絡む謎の中に含まれているようです。そして、うしお丸の写真の発見は、再び混沌とした時代を迎えている50年後の現在へ、何かを問いかけているのかもかもしれません。

最後に、貴重な写真を提供して下さった、宮古ハナさん（余市在住）に感謝致します。

（吉田英雄 中央水試海洋環境部

邦文番号 B2208）