

ホッキガイ種苗の量産技術について

中 島 幹 二

キーワード：ホッキガイ、種苗生産、量産

ホッキガイは、本道の二枚貝の中でホタテガイに次ぐ重要な水産物です。しかし、ホタテガイでは天然採苗により安定した生産を図っているのに対し、ホッキガイの生産は天然の力に全て頼っています。本種の発生量は年変動が大きく、地域によっては漁獲量に大きく影響しかねません。この変動により不足する部分を積極的に補うべく人工種苗生産の技術開発に取り組んでいます。本格的な試験は平成2年度から国費補助による「地域特産種増殖技術開発事業」として種苗生産技術開発に着手し、ここで開発された技術を基に、さらに同補助の下で「地域特産種量産放流技術開発事業」として、ホッキガイ種苗の量産化技術を開発するに至っています。ここでは、これらの事業により改良することのできた諸技術の紹介を中心に話を進めたいと思います。

ところで、量産とは言うまでもなく、大量生産の「量産」ですが、種苗生産の基礎的な技術ができたものの次の段階として位置付けています。これにはただ規模を大きくして量を作るだけでなく、常に「効率化」、「安定化」、「省力化」を目指した量産技術開発で、「楽」をして多く作ろうというようなことでしょうか。

本種の種苗生産技術の体系は大きく分けて次の5つになります。

- 1．親貝養成：天然より貝を搬入し、室内で成熟させる。
- 2．採卵・受精：必要なときに人為的に卵をとり、

受精させる。

- 3．幼生飼育：受精卵から発生した幼生を、沈着期まで飼育する。
- 4．稚貝飼育：底生生活に入った稚貝を砂床飼育する。
- 5．餌料培養：餌を作り、成長にあった量を常に確保する。

これら全てが量産の技術開発につながっていますが、この中で特に重要なのが3、4、5の技術開発です。数量的なことは別として、既に稚貝までの育成はできているわけですから、特に重点的に取り組んでみました。

1．親貝養成

水温の低い本道では、他県より産卵期が遅いため、天然で成熟した個体を用いることにしますと採卵から放流に適した時期までの期間が短く、大きな稚貝を作るには早期の採卵が必要となります。そのため、年明け早々から親貝を確保し、成熟を促進して親貝の成熟をコントロールすることを行います。前事業で水温を8～11℃に調節することで自然産卵期より1ヶ月早く採卵が可能となりました。しかし、放流サイズをできるだけ大型化するためにはさらに早く採卵する必要があり、親貝の搬入時期や飼育水の昇温開始時期を変えて早期採卵を試みました。表1は、産卵誘発に最初に反応した（放卵または放精があった）日、受精卵が採れた日、幼生飼育を開始した日を平成5年から平成9年までの年度別に示しましたが、年々早く

表1 年度別の誘発結果

	平成5年度	平成6年度	平成7年度	平成8年度	平成9年度
反応した日	5月10日	4月12日	3月27日	3月25日	3月10日
受精卵を得た日	5月10日	4月13日	4月25日	3月25日	3月11日
幼生飼育開始した日	5月13日	4月27日	4月28日	3月28日	4月9日

なっていることがわかります。もともと産卵期が6～7月ですから、稚貝の育成期間を天然と比べて3ヶ月ほど延長することができ、より大型の稚貝が生産できました。

また、この技術は、採卵する日をずらすことで数ヶ月間にわたり複数回受精卵を得ることが可能であり、施設の有効利用の観点からも「効率化」が図られました。

2. 採卵・受精

採卵には、生殖腺を切開する方法と、産卵を誘発する方法とがあります。切開法は、成熟した卵と精子を、貝を開けることにより取り出し、受精させるもので、非常に手軽な方法といえます。しかし、成熟した親貝が十分にある場合は有効ですが、親貝を殺してしまうことが欠点です。本種は外見では全く成熟の度合や雌雄の判断ができず、養成できる親貝の数には限りがあることから、誘発によって何度も採卵する技術が効率的です。他県でも誘発が主流のようです。

誘発には、水温を上げる、紫外線照射海水を用いる、昇温と紫外線を併用する、の方法がありますが、北海道ではの併用型を採用しています。具体的には飼育中の水温より約3～5℃上げた水に紫外線を照射しながら掛け流す方法です。写真1はその装置です。親貝が十分に成熟していれば、数時間のうちには反応し、精子、あるいは卵を放出します。多くの場合、雄の方がわずかに早く反応し、その後に雌が卵を産みます。精子は

水槽内を白濁させ、卵は小さい粒が肉眼でも確認でき、しばらくすると水槽の底に沈みます。1つの親貝は2,000万粒前後の卵を産み、これを別の水槽内で受精させ、発生させます。現在は、親貝は1個ずつ別々の水槽に入れ採卵していますが、大きめの水槽に複数個体収容してその中で放卵、受精させ、受精卵を回収する方法も可能だと思われます。反応した個体の区別はつかなくなりますが、単に受精卵を大量にとると言うだけならば装置も簡易で、よけいな手間がなくなるだけ「省力化」が図られるといえるでしょう。また、他の個体の反応により誘発されることもあり得るので、反応



写真1 産卵誘発装置

率も高まり「安定化」した技術として評価できます。

他にセロトニンという薬品を注射することによって誘発する方法もあります。

こうして採った卵は、洗卵し、余分な精子を取り除いた後静かに放置しますと約2日でD型幼生（写真2）まで変態します。

3. 幼生飼育

D型幼生になると餌を食べ始めますので、この時点から幼生飼育が開始となります。幼生飼育には0.5t、もしくは1tの水槽を用います。量産となりますと大きい水槽ということになりますが、センターでは0.5t槽を主体に行っており、施設に応じて考えればいいでしょう。

幼生の飼育方法は、平成6年度までは流水（連続通気・微注水）で行っていましたが（図1）、流水飼育は他の県でも採用しており、一般的な方法と

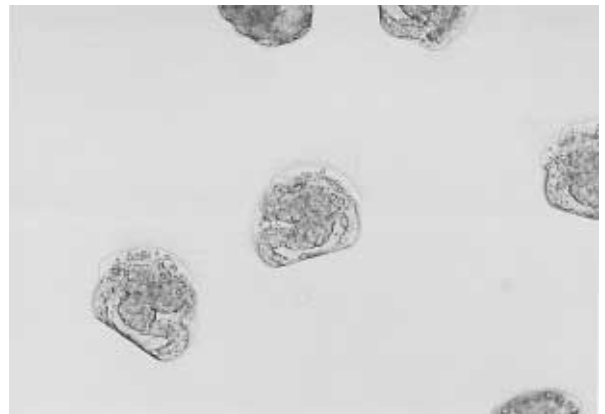


写真2 ホッキガイD型幼生

言えますが、飼育途中に幼生が沈降し原生動物の発生による大量減耗が多発しました。毎日注意深く観察をし、幼生が沈降するようだとその時点ですぐに飼育水を全部取り換える作業を行っていました。そのため幼生飼育は非常に手間のかかる工程であり、この部分が1つの大きな壁となっていました。

そこで、パカガイ幼生の飼育で良い結果が得られた、止水で強い通気を与える方法を応用してみました（図2、写真3）。表2は平成7年度の5月21日～6月4日の試験結果を示したのですが、流水飼育に比べ非常に高い生残が認められました。また、流水飼育では多くみられた原生動物の発生

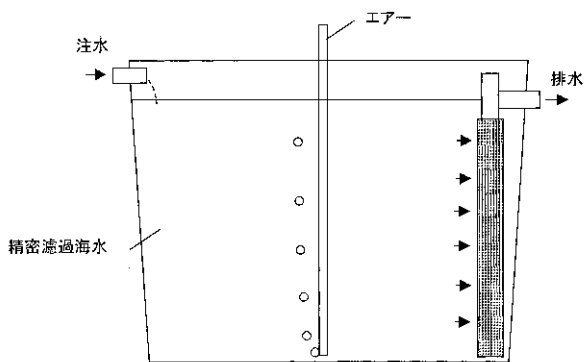


図1 幼生の流水飼育水槽

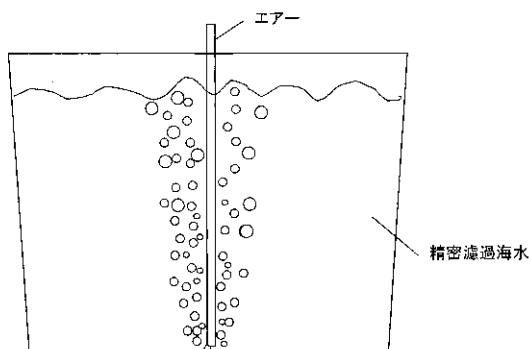


図2 幼生の止水飼育水槽



写真3 幼生の止水飼育水槽

表2 流水飼育と止水飼育の飼育結果

通気	流水飼育			止水飼育		
	微弱			強		
換水率(回転/日)	0.3~0.6	0.5	0.3~0.6	—	—	—
全換水	8日目	8日目	なし	8日目	なし	なし
給餌量(万細胞/ml)	1~2	1~2	1~2	1	1	0.5~1
生残率(%)	0	0.7	2.7	80.3	100	82

もなく、元気な幼生が得られることがわかりました。さらに、換水しなくても飼えること、餌は従来の濃度の半分以下ですむこと、0.5t槽、1t槽とも同じように飼育することができることなどが明らかになってきました。栽培センターでは、念のために1週間目で全換水を行うことにしていますが、半換水でも十分のようです。この方法により、量産化試験で求められる「効率化」、「安定化」、「省力化」を一気に達成できました。

幼生は、20℃で約2週間で250μm程になり、それまで泳いでいた個体が足を使って動き回るようになります。ここで砂を敷いた水槽に幼生を移し、底生生活に入ります。

4. 稚貝飼育

幼生の量産が可能になると稚貝飼育の体制も増やしていく必要が出てきました。水槽は深さ50cm程度の底面積の広い細長い水槽を用います。現在使用しているのは2.5×1×0.5m(1.25t)の水槽です。流水式のエアーカーテン方式による連続通気・微注水(図3、写真4)で飼育は可能です。しかし、このままの方法で量産に合うよう水槽の数を増やすと餌の量が間に合いません。餌の量は飼育水量あたりとしていますので、思い切って水位をこれまでの半分の深さにして飼育しましたところ、問題なく飼うことができました。こうすると今まで必要とされた量の半分の餌で十分となり、

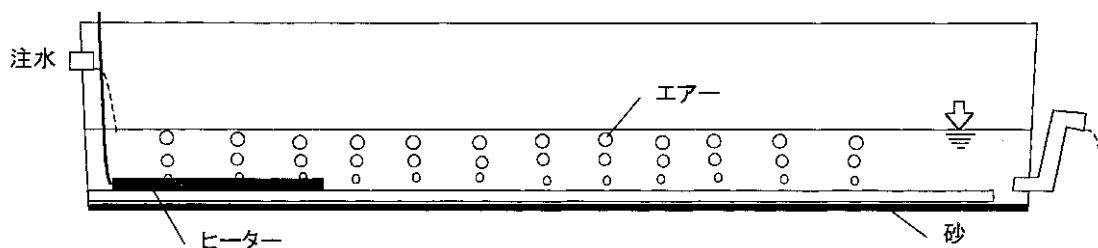


図3 稚貝の流水式飼育水槽



写真4 稚貝の流水式飼育装置の外景

その余剰分で稚貝の水槽数を増やしたり、給餌量を増やしたりできるようになります。他に連続給餌や止水給餌など給餌方法について検討しましたが、特に際だつものはありませんでした。

連続通気・微注水方式で飼育水の水位を下げることで2mm稚貝の効率的な量産はできましたが、この間の生き残りは非常に悪く、1水槽あたり30%程度でした。これが2つ目の大きな壁になりました。もっとも、生産過程でここを「30%」と

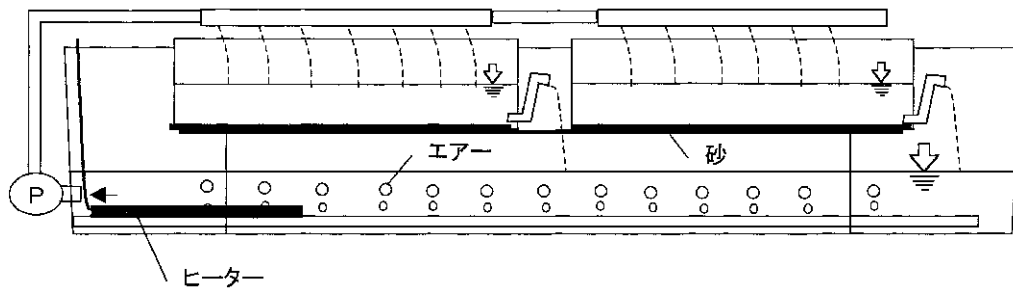


図4 稚貝の循環式飼育水槽

決めてしまえば、それに基づいて生産計画を立てればいいことですが、このロスは結構大きいものと言えます。この部分の生残を向上させれば量産技術の「効率化」がもう一步前進することになります。

そこで飼育の方法を全く変えて、1槽だけ止水式の完全な循環方式を実験してみることにしました（図4、写真5）。換水は1回/日、給餌も1回/日としました。表3は平成8年度の4月25日



写真5 稚貝の循環式飼育の様子

表3 循環式水槽と流水式水槽の飼育結果

	循環式水槽		流水式水槽
	20個体/cm ²	10個体/cm ²	10個体/cm ²
收容個体数	130,000	67,500	250,000
回収個体数	119,000	50,700	159,800
生残率	88.10%	75.10%	63.90%

～6月27日に行ったものですが、結果は、約80%も生き残りました。ものすごい生残率のアップです。毎日の換水で少し手間がかかりますが、この生き残りをもってすれば大したことはありません。

今年度もこの循環式を主体に試験しましたが、80%とまではいきませんでした。流水飼育より良い結果が得られました。「効率化」には近づいたようなので、あとはこれに安定化と省力化を加えれば完璧です。

こうしてできあがった約2mmの稚貝は、4mmと2mmのふるいによって選別し、大きさ別に次の飼育に移ります。ここまで成長するとその後の生き残りは良く、何かトラブルでもない限り、ほとん

ど生き残ってくれます。あとは多くの個体を目標の大きさ（平均5mm）まで成長させて出荷となります。

稚貝を大きく成長させるには餌の量も大切ですが、飼育密度（面積）も重要な要素の1つとなります。密度をできるだけ薄く飼うことがより大きくする近道と言えますが、その点で成長の悪い個体は間引く必要があります。間引くことによる効果は明らかにされていませんが、この思い切りも大切なことです。

5. 餌料培養

ここで忘れてはならないのが餌の確保です。種



写真6 フラスコでの培養

苗生産と言いますと、対象種の飼育数や生産数などが問題とされますが、これはあくまで餌があつてのことです。特に二枚貝は種苗生産が終了するまでずっと餌料培養が伴いますから、これに費やされる労力は大変なものです。言わば、「縁の下の力持ち」的仕事です。量産化で言うところの効率化、安定化、省力化は、餌料培養がその鍵を握っているとも言えるでしょう。

餌の種類は、植物プランクトンのパブロバ・ルセリを主体に使用しています。培養には、1、3、5ℓの丸底フラスコ（写真6）と20、100ℓの水槽を用いました。幼生期はフラスコで培養した餌を、稚貝期は水槽で培養した餌を与えました。幼生期は餌の量も少なく問題はありませんが、稚貝、それも沈着後2ヶ月（殻長2mm）あたりからかなりの量が必要となってきます。当然、1回の給餌量が多くなるわけですから、フラスコでそれを賄おうとすると、とても大変な本数になります。その



写真7 20ℓ水槽での培養

ため、餌料濃度は劣っても、一度に大量の餌が得られる方法の選択となります。平成5年度までは20ℓ水槽を多数並べ（写真7）稚貝の給餌に対応してきました。しかし、完全には対応しきれず、苦しい思いをしたこともあります。これを打開すべく、平成6年度にはこの20ℓ水槽に加えて100ℓ水槽を導入しました。ところが夏季に外気温が



写真8 ナトリウムランプ下で100ℓの水槽での培養

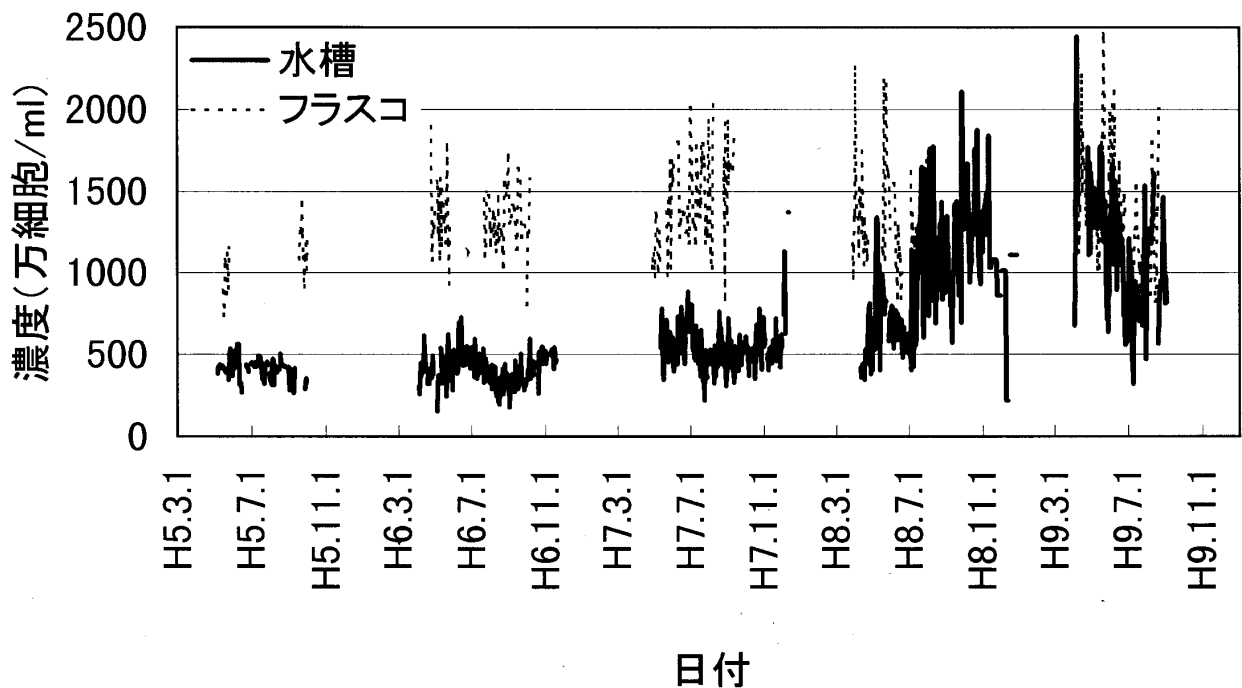


図5 平成5年から9年の培養濃度の推移

高くなるとうまくいかなくなり、ある程度の上乗せに終わりました。この反省を基に平成7年度は調温可能な部屋にナトリウムランプ（パナゴールド、660W）を取り付けやはり100ℓ水槽で培養してみました（写真8）。当初非常に調子良くスタートしましたが、夏季にはいるとこの部屋の冷却能力が低かったこととランプの発熱のために、室温が上昇し、なかなかうまくいきません。そこで、平成8年度には機械を交換し冷却能力を上げたところ、急激に培養濃度が増加し、100ℓながらフラスコ培養に匹敵するほどの濃度まで増殖しました。これにより餌料培養が飛躍的に進歩し、培養の効率化、餌の安定化につながりました。この5年間の進化は、図5に示すとおりです。

また、平成7年頃から水槽用の培養液としてノリ糸状体培養用として市販されているもの（たから培養液）を用いてみましたところ、これで十分培養できることが確認され、水槽培養の画期的な

改革となりました。培養液の原液を作成し、ストックしておく必要がなくなり、植え継ぎが楽で、かつ安価という、まさに願ったりかなったりの思いでした。

この培養液とナトリウムランプで餌料培養が大きく進歩し、培養液作成から給餌までの作業が大幅に軽減され、省力化を図ることができました。さらに餌料の安定化を図るために、本誌のトピックスでも紹介しています大量培養試験を行っています。そこで確保された時間的、体力的、精神的余裕は本筋の種苗生産とそれに関わる試験研究に向けることができ、一層の技術の進歩にもつながることでしょう。

こうして行ってきた技術開発事業は、本年度をもって最終年度となりますが、平成8年には目標である5mm・20万個体の生産をほぼ達成することができました。これら技術開発の成果を1つにま

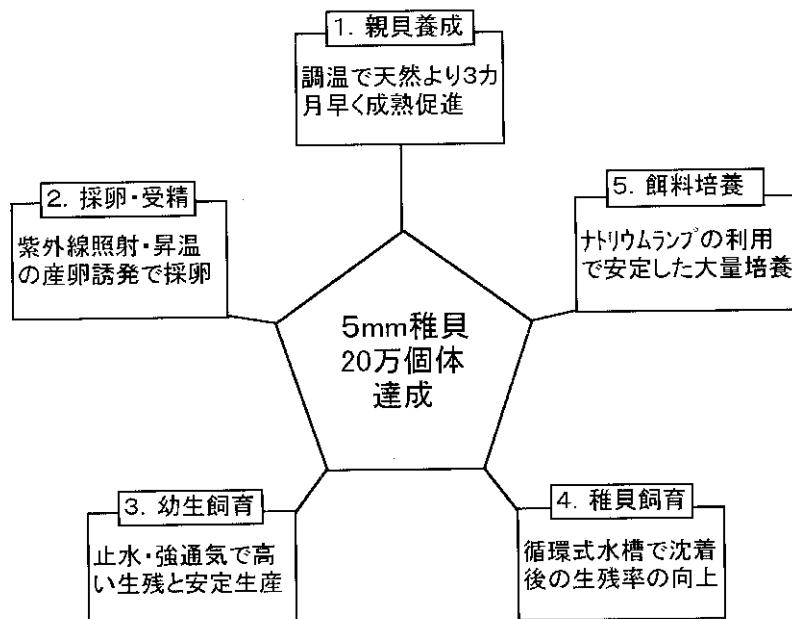


図6 ホッキガイ量産技術開発の成果

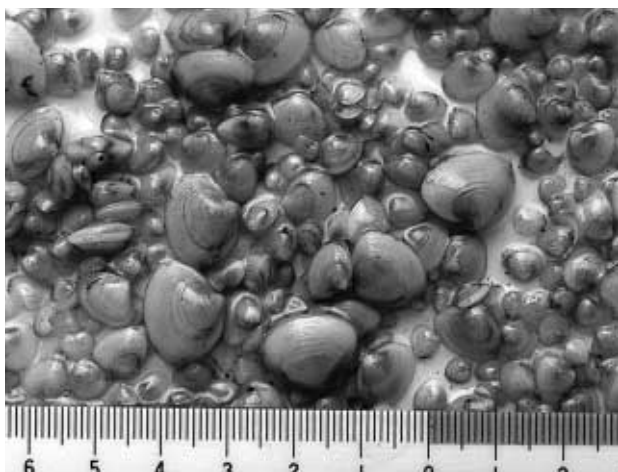


写真9 生産したホッキガイ種苗



写真10 生産した種苗と親貝

とめたのが図6です。1から5までの課題は、それぞれ独立して別の研究テーマとして成り立ちますが、どれか1つでも欠いてしまうと種苗生産は行えません。これらをつなぎ合わせることで種苗量産技術の大まかな工程を作り上げることができました。生産した種苗(写真9)は、一部は八雲町での中間育成試験に用いていますが、多くは道東の浜中湾へ試験的に放流されています。写真10は生産した種苗と親貝です。年々再捕される率も高まってきている様子で、技術開発に携わった者としてはいささかほっとしている次第です。量産と言っても放流する数としてはまだまだですが、次に進むステップにはなったことでしょう。今後この技術を企業化や他の種に応用するなど、いろいろ役立てたいと思っています。

(なかじま かんじ 栽培漁業総合センター

報文番号 B2122)

加工シリーズ

アメリカオオアカイカの加工技術開発について

キーワード：アメリカオオアカイカ、異味成分、調味くん製品、裂きいか

はじめに

中南米海域に生息しているアメリカオオアカイカ (*Dosidicus gigas*) は、「名は体を表す」と言われるように大きなものでは外套長が1 m以上にもなるアカイカ科のイカです(写真1)。このイカが注目されるようになったのは、1993年の公海アカイカ流し網漁業禁止による加工原料の不足からでした。アメリカオオアカイカの特徴や原料特性については、本誌26号(1994)で紹介していますが、特筆すべき特徴として、食べたときに通常のイカでは感じることはない塩味・酸味・エグ味などの「異味を感じる」ことが挙げられます。この異味は塩化アンモニウムという成分を含有することが原因とわかりましたが、アメリカオオアカイカを加工原料として利用する上で大きな障害にもなっています。このため、このイカをアカイカの代替もしくは補充原料として利用するためには、異味成分の低減化技術や加工適性に合致した加工品の開発が必要となりました。

ここでは、異味成分の低減化技術を取り入れた裂きいかと調味くん製品の製造マニュアルについてご紹介します。

原料サイズと異味成分の含有調査

アメリカオオアカイカは、ペルー産とメキシコ産4種(胴肉重量別に№1～№4)対照としてアカイカを調査しました。それぞれの胴肉1個体あたりの平均重量は、ペルー産はアカイカよ



写真1 アメリカオオアカイカ
(水産庁遠洋水産研究所 余川氏所蔵)

りも約100g軽い230gでしたが、メキシコ産は№1が1000g、№2が1240g、№3が1650g、№4が2380gと、ペルー産に比べ5倍から10倍の非常に大型の胴肉でした(図1)。

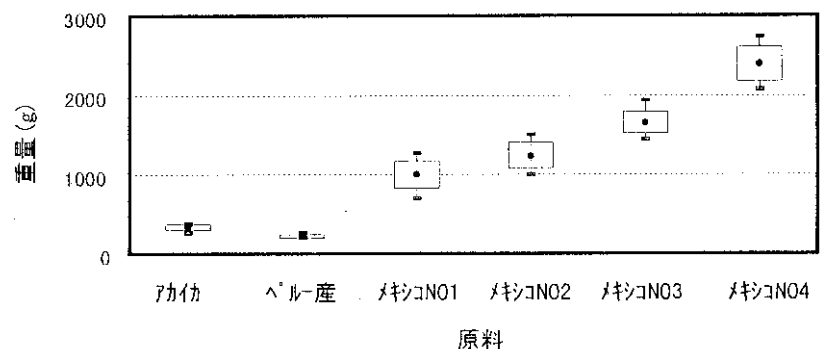


図1 原料別の重量

また、異味成分含有量の目安としてアンモニア量を測定したところ、ペルー産は可食部100g中に0.2gとアカイカの約2倍の含有量でしたが、食べたときに異味は感じませんでした。

メキシコ産のアンモニア量は胴肉重量の増加に比例する傾向がみられ、№4では可食部100g中に1.9gとアカイカの約20倍の含有量があり、これを食べると非常に強い異味を感じました(図2)。

加工品製造マニュアルの作成

北海道の代表的なイカ加工品である「裂きいか」原料としての利用を図るために、これまでの製法

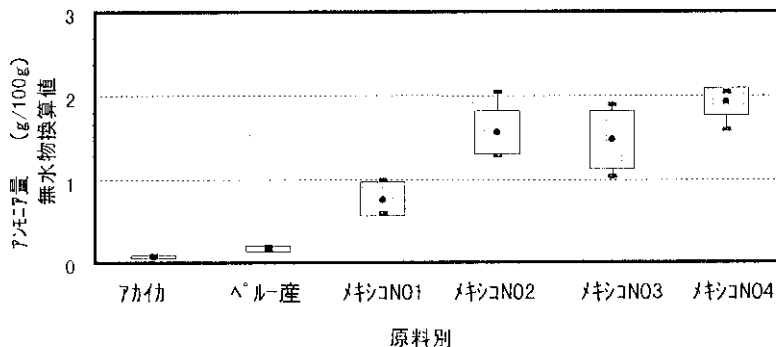


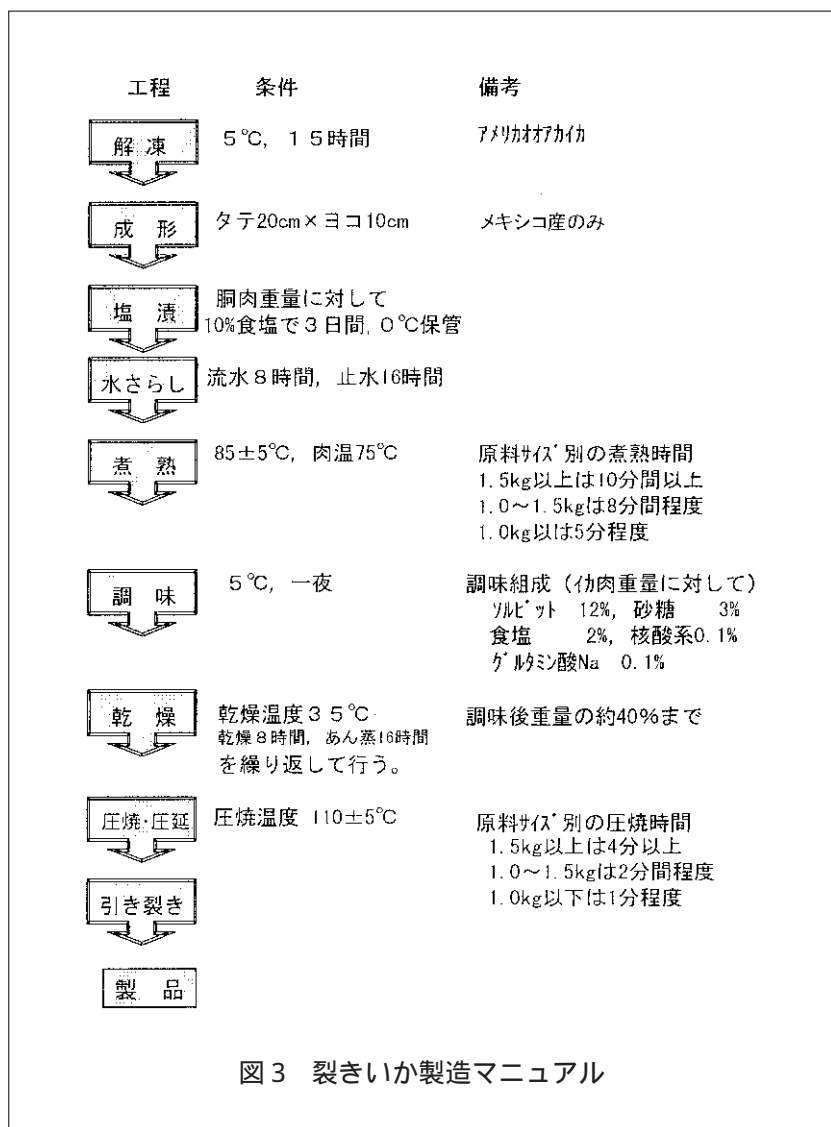
図2 原料別のアンモニア量

の改良と製造条件を検討し、異味成分を低減する方法として塩漬・水さらし処理を加えた裂きいか製造マニュアルを作成しました(図3)。

原料にはペルー産と異味分量が最も高いメキシコ産№4を使用しました。なお、メキシコ産についてはタテ20×ヨコ10cmに成形したものを原料としました。塩漬・水さらし工程では、塩漬は原料に対して10%の食塩で3日間行い、その後、水さらしを流水で8時間、止水で16時間行いました。この処理により、異味分量は原料の4割程度に減少させることができました。

メキシコ産原料については、肉の厚さが2cm近くあるため、煮熟処理で中心部の肉温を75℃以上にするためには、10分以上の加熱が必要でした。また、乾燥工程でも、連続乾燥では表面だけが乾燥し、内部は未乾燥状態になるため、乾燥8時間・あん蒸16時間を1サイクルとした操作を繰り返して行い、乾燥状態の均一化を図りました。なお、小型であるペルー産原料については、アカイカとほぼ同じ処理条件で製造することができました。

この製造マニュアルの作成により、「異味を感じる」アメリカオオアカイ



力からも「異味を感じない」裂きいかの製造が可能となりました。特に、ペルー産についてはアカイカ原料の裂きいかとほぼ同程度の裂きいかを製造することができました。しかし、メキシコ産のように肉の厚い原料では、毛羽立ちのない、いわゆる棒裂き状態の裂きいかになるため、加工適性としては裂きいか以外の加工品への利用が適切と考えられました。そこで、裂きいか製造マニュアルと同じように、異味成分の低減化処理を製法に加えた調味くん製品の試作試験を行い、製造マニュアルを作成しました(図4)。試作した調味くん製品は、既存製品に比べ、外観や食感のちょっと変わった面白い製品となりました(写真2)。

おわりに

本試験は水産庁の補助を受け、「水産加工新原料開発事業」の一部として、アメリカオオアカイカの利用加工技術開発を目的に青森県、岩手県、宮城県と共同で実施しています。

今年はアメリカオオアカイカを各種イカ加工品原料として活用するため、異味成分低減化技術などの得られた研究成果をもとに、北海道は裂きいか、青森県はイカフライ、岩手県はシーフードミックス、宮城県はイカすり身などの製造マニュアルの作成に取り組んでいます。ご期待ください。

(蛸谷 幸司 中央水試加工部
報文番号 B2123)

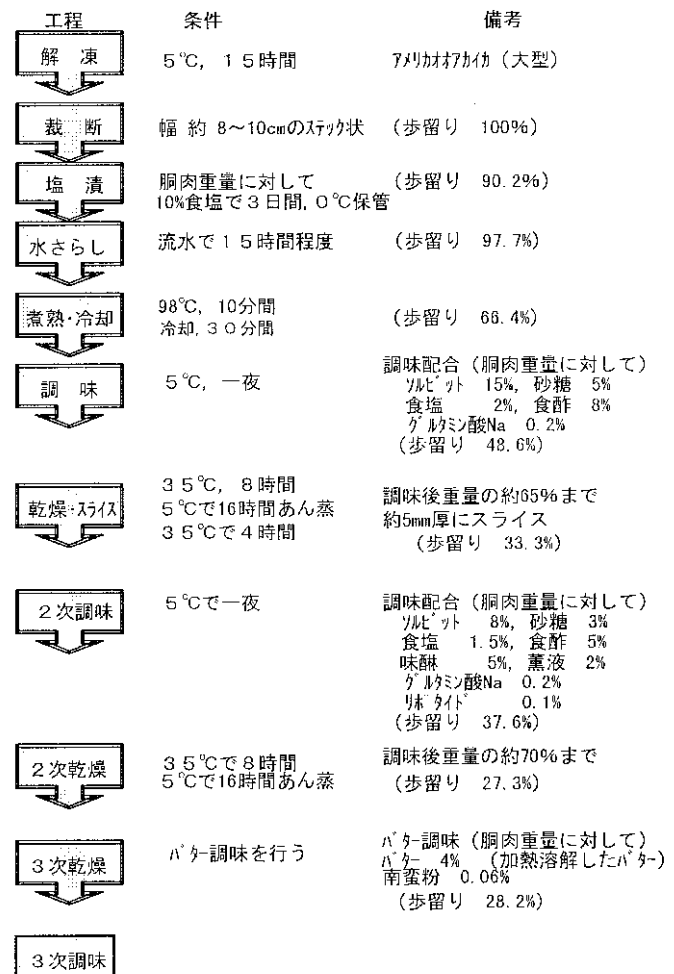


図4 調味くん製品製造マニュアル



写真2 アメリカオオアカイカ原料の調味くん製品

水産工学シリーズ

砂浜域の物理環境と漁場形成

3. アマモ場の波浪特性とホッカイエビの漁場形成

キーワード：アマモ場、波浪変形、ホッカイエビ、行動特性、流体力、漁場形成

はじめに

内湾や干潟域周辺など、比較的静穏な浅海砂泥域に広く分布する海産顕花植物（花が咲き、種子で増える植物）の、アマモを主体とする群落は、一般にアマモ場と呼ばれています。アマモ場は、再生産可能な天然の消波帯として、沖側より到来する波や流れを低減させるとともに、豊かな生態系を育み、有用魚介類の保護・育成場として資源の増殖に重要な役割を担っています。しかしながら、アマモ場は、水質汚濁や埋め立てなどの開発行為、更には他の漁業との競合の中で、全国的に減少の傾向にあり、保全・復元に向けた様々な取り組みが検討され始めています。

北海道では、特に道東の野付湾、サロマ湖、能取湖沿岸などにおいて、ホッカイエビの生息場として、アマモ場は重要な役割を果たしているとともに、野付湾の打瀬網漁は地元の風物詩・観光資源として地域振興に大きく寄与しています。

従って、当該域においてアマモ場周辺の環境整備を検討する際には、ホッカイエビの漁場形成に十分配慮した整備計画の策定が必要となります。

中央水試水産工学室では、平成7～8年度にかけて、アマモ場の天然の消波帯としての機能について検討するとともに、ホッカイエビの流れに対する行動特性を明らかにし、波浪・流動環境面よりホッカイエビの漁場形成のためのアマモ場の繁茂条件（繁茂密度や繁茂幅など）について検討しましたので、その結果を報告します。

アマモ場と波の変形

図1は、アマモ場内に波が進入した場合の、物理環境の変化を簡単に示したものです。

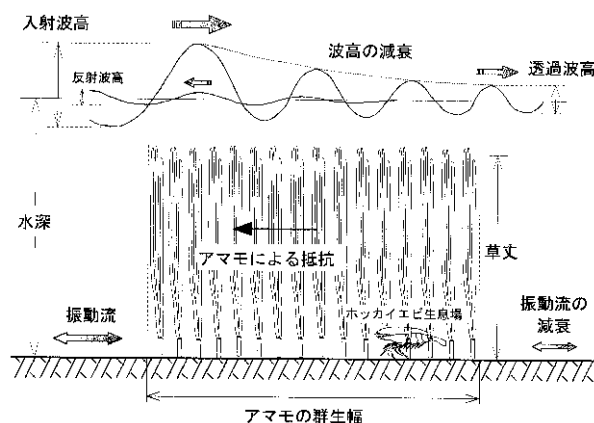


図1 アマモ場による波の減衰

アマモが群生している内湾や干潟域の沖合で、海面上を一定時間風が吹き続けると、周期の小さな風波が発生し、アマモ場が風下に当たれば、風波は発達しながらアマモ場内へ進入（入射）します。アマモ場内へ入射した風波は、その一部は、アマモにより反射され、再び沖方向に戻されますが、残りの波はアマモ場内を透過してゆきます。アマモ場内を透過する波は、進行方向の水面を上下動させるとともに、海中の水粒子に往復運動（振動流）を発生させながら伝播してゆきますが、海中に繁茂するアマモの葉や茎が振動流の抵抗となるため、透過波は、次第に波高を減衰し、これに伴って、波に伴う振動流も減衰してゆきます。従って、アマモの抵抗の大きさがわかれば波の減衰

の程度も推定することが可能となります。アマモの抵抗は、アマモの群生密度や一株当たりの葉の数、葉の幅、葉の長さなどの形状特性と、波に伴うアマモ葉の運動（揺動）特性をもとに推定することができます。アマモの形状特性は、対象海域においてアマモの分布状況や生態調査を実施することにより把握できます。

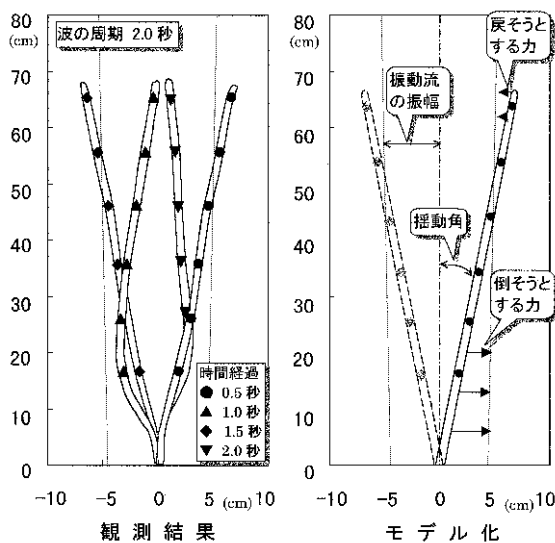


図2 アマモ葉の揺動状況

図2左側は、水深80cmの水底に着生している草丈70cmのアマモに、周期2秒、波高6.9cmの波が作用した時の、アマモ葉の揺動状況を時間経過とともに示したものです。また図2右側は、今回の研究で考案した、アマモ揺動状況のモデル化の考

え方を示したものです。モデル化ではアマモの葉を直線的に近似し、下端を中心に揺動するものとして簡単にしています。波の通過とともに発生する振動流によって、アマモ葉の表面には、流体による抵抗力（流体力）が作用し、次第に流れと同じ方向に押し倒されるように揺動を開始します。このとき、アマモ葉の先端付近は、下端が固定されているため、右図に示すように流れより速く回転運動し、その結果、流れ方向とは逆の、アマモ葉を押し戻そうとする方向に流体力が作用することとなります。従って、押し倒そうとする力と、押し戻そうとする力が、アマモの下端を中心として釣り合う条件より、アマモの揺動角を決定することができます。本モデルより計算される揺動角と、アマモ葉の揺動状況の観測結果はほぼ一致し、今回の研究により、アマモ場の抵抗や、アマモ場による波浪の減衰特性をモデル化することができるようになりました。

図3に示す波浪環境シミュレーション水槽を使用して、アマモ場の波浪特性について検討しました。波浪環境シミュレーション水槽は、全長27.5m、水路幅1.5mで、水路端に配置された造波板をパソコンで制御されたモータで振動させることによって、様々な周期や波高の波を起こす仕組みになっています。水槽の水路中央部の5mの区間に、深さ10cmまで砂（中央粒径0.3mm）を敷き、

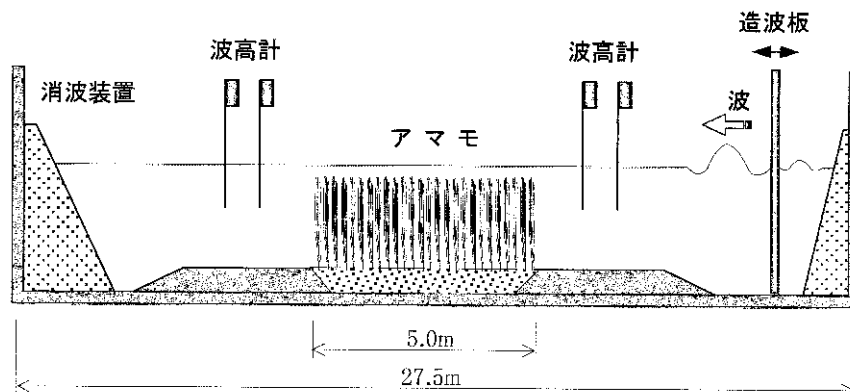


図3 アマモ場の波浪減衰実験

能取湖で採取したアマモ（平均草丈約80cm）を、1平方メートル当り400株の密度で造成しました。実験では、水槽の水深を60cm～100cmまで変化させ、各ケースについて波の周期を1秒～3秒まで0.5秒刻みで変化させて、様々な波高と周期の波をアマモ場に作用しました。アマモ場の前面及び背後に波高計を設置して波の反射や減衰状況を計測しました。

図4は、水深80cmの場合の、水槽実験より得ら

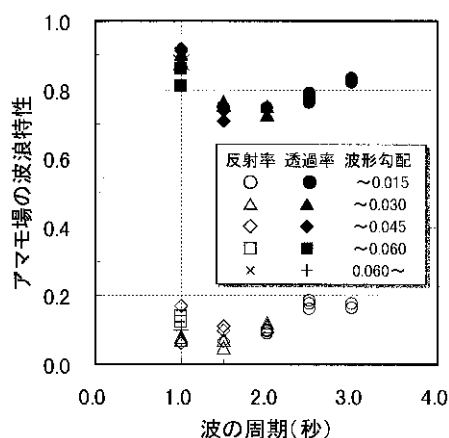


図4 アマモ場の波浪特性
(水深80cmの場合)

れたアマモ場の反射率（＝反射波高／入射波高、図1参照）と透過率（＝透過波高／入射波高）の波の周期による変化を、波形勾配（＝入射波高／波長）で整理して示したものです。これより、今回の実験条件では、アマモ場の反射率は、何れも0.2以下とかなり小さいことがわかりました。ま

た、透過率については、波の周期が1.5秒付近で最小の値0.7程度となりましたが、この値は、アマモの繁茂幅1m当たり、入射波の波高が約7%ずつ減衰することを意味しており、アマモ場は天然の消波帯として極めて卓越した波浪減衰能力を持っていることがわかりました。また、これらの実験結果は、今回開発したアマモ場の波浪減衰モデルによる計算値と良く一致しました。

ホッカイエビの遊泳特性

海中には、波浪や潮流などに伴う様々な流れが存在しており、このような流れの中を遊泳するホッカイエビには、図5に示すように様々な力が作用しているものと考えられます。

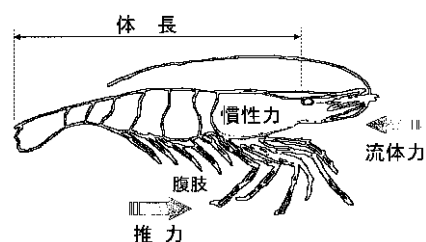


図5 ホッカイエビに作用する力

ホッカイエビは腹肢を規則的に前後させることにより推力を発生し、遊泳運動を行います。一方、海中を遊泳するエビには、波浪に伴う流れや、エビ自身の遊泳運動により新たに発生する流れに対抗して、流体抵抗（流体力）が作用します。また、

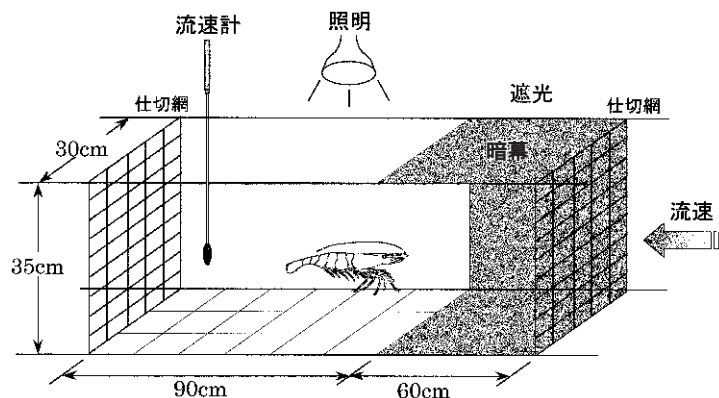


図6 ホッカイエビ遊泳能力測定実験

エビの運動に伴い、エビ自身の自重より慣性力が発生します。従って、これらの力を明らかにすることにより、物理環境面より波浪場におけるホッカイエビの運動特性を推定することができるようになります。

図6はホッカイエビの遊泳能力を測定するための実験状況を示したものです。実験で用いた水槽は、水産工学シリーズ1（北水試だより第37号）で紹介された鉛直循環式小型振動流水槽です。実験では、能取湖及び野付湾内で採取された、体長41～106mmまでのホッカイエビを、5、10、15、20 の4段階に調温した小型水槽内で約4ヶ月間水温馴致した後に使用しました。ホッカイエビは、水温馴致期間中に薄暗い環境をより好む傾向が認められました。そこで、実験ではこの性質を利用して、上流側より60cmの区間の水槽側壁及び底面を黒色に塗装し、上部をカーテン等で遮光した上で、残りの90cmの区間を照明してエビが一定方向に遊泳するように工夫し、エビの遊泳方向と逆方向より流れを作用しました。

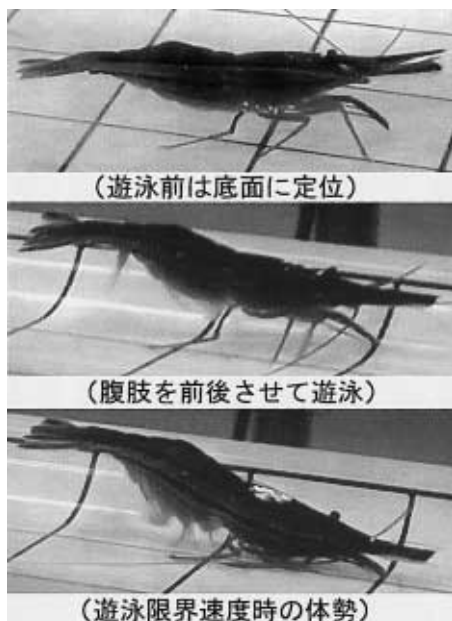


図7 ホッカイエビの遊泳状況

図7は流れに対するエビの遊泳状況の一例を示したものです。実験開始時、底面に定位していたエビは流速値の上昇で下流方向へ流され始めるとともに、徐々に遊泳を開始し、エビの遊泳限界速度に近づくと頭部を底面近傍に押しつけるようにして流水からの抵抗を極力避けるような遊泳体勢をとるようになります。更に、限界流速値を越えると、次第に下流方向に流されはじめるようになります。流れの強さを徐々に上昇させながらエビの流下が始まる直前の流速値（最大遊泳速度）を調べました。

一般に魚類の遊泳能力は、1秒間に魚体長の何倍の距離まで遊泳できるか（即ち、遊泳速度/体長で、以後流速体長比と呼ぶ）を目安として評価されています。図8はホッカイエビの流速体長比（＝最大遊泳速度/体長）の体長による変化を、水温条件毎に整理して示したものです。これより、ホッカイエビの流速体長比は、1.8～4.6の範囲をとり、体長の増大とともに減少する傾向が認められます。また、水温5 の条件下においては、体長によらず平均値で2.0程度と小さい値に留まり、遊泳行動をとらない個体も認められました。

一般にエビの害敵となる多くの魚類の流速体長

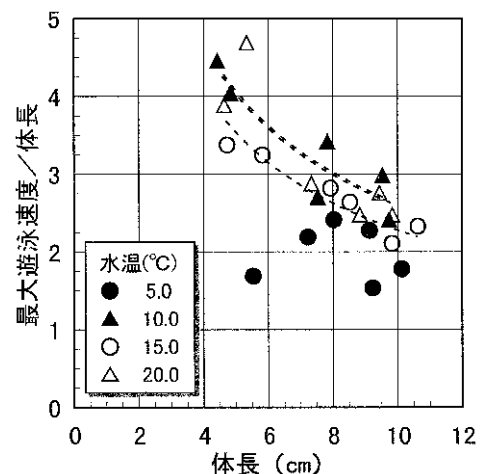


図8 ホッカイエビの遊泳能力

比が、約10程度であることと比較すれば、ホッカイエビは隠れ場であるアマモ場から一度流出してしまえば、特に水温の低下する冬季～春季にかけて害敵の格好の餌となりうるということが考えられます。

ホッカイエビの漁場形成条件

アマモ場に入射した、波に伴う振動流が、ホッカイエビの遊泳可能な流れまで減衰するために必要となるアマモ場の繁茂幅を、ホッカイエビの漁場造成のためのアマモ場の最低繁茂条件と考えれば、ホッカイエビの漁場形成条件を、今回開発したアマモ場の波浪減衰モデルと、ホッカイエビの運動特性より推定することが可能となります。

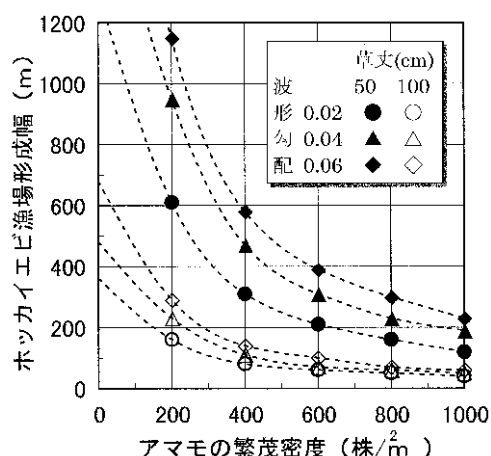


図9 ホッカイエビ漁場形成のための
アマモ場の繁茂条件の計算例
(水深3.0m、波周期6.0秒の場合)

図9は、水深3mのアマモ場帯（一株当たりの平均葉数4枚、葉幅4mm、水温15℃と仮定）に周期6秒の波が入射する場合、ホッカイエビの漁場形成のために必要となるアマモ場の繁茂幅と繁茂密度の関係を、アマモの草丈と入射波の波形勾配で整理して示したものです。これより、例えば、草丈平均50cmのアマモが、1平方メートル当たり400株程度繁茂しているアマモ場帯に、波形勾配で0.06（波高で約1.8m）の波が入射する場合には、

ホッカイエビの漁場形成のためには約600m程度以上のアマモ場の繁茂幅が必要となることがわかります。このように、アマモ場の生育状況及び波浪条件がわかれば、図9と同様にして比較的容易に実際の海域におけるアマモ場の保全計画が作成できることになります。

おわりに

今回、私達は、アマモ場が沿岸域の波を減衰し静穏な海域を形成する能力について検討するとともに、アマモ場内に生息するホッカイエビの遊泳能力を明らかにしました。そして、これらの結果をもとに、ホッカイエビの漁場形成のために必要となる、アマモ場の繁茂密度や繁茂幅などの条件を導きました。

今後、実際の海域におけるアマモ場の繁茂条件とホッカイエビ資源の分布状況などを調査し、今回開発された手法による漁場形成条件の適用性を検討することにより、生物・物理環境の両面からホッカイエビの漁場形成のための計画指針が確立されるものと考えております。

(瀬戸 雅文 中央水試水産工学室

報文番号 B2124)

トピックス

微小藻類の培養技術に関する共同研究始まる

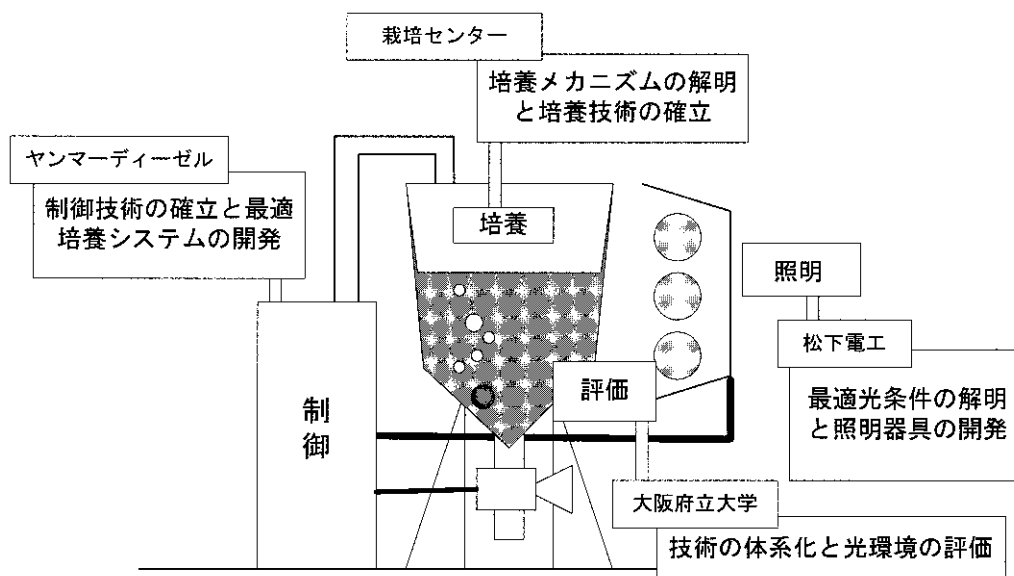
栽培センターでは、今年度から3年計画で、ヤンマーディーゼル(株)、松下電工(株)、大阪府立大学と大量培養技術に関する産学官の共同研究を開始しました。センター内にヤンマーディーゼルが開発中である餌料大量培養の試験装置(150ℓ)を設置し、大型容器での餌料培養に関わる通気量、光量などの諸条件を定量化して、安定的な高濃度培養を目指します。栽培センターはこの試験装置を用いて実際に培養実験を行い、ヤンマーディーゼルは培養装置のハードとソフト面の開発と改良、松下電工は光環境の把握と照明装置の開発、大阪府立大学は共同研究の方向性と評価をそれぞれ分担しました。

この共同研究はふとしたところから始まりました。餌料培養担当者の「もっと楽できる方法はないものだろうか」という思いが形になったのです。楽ができないかと考えるのは、餌料培養が多大な労力を伴うものとなっており、日々の業務の大半を占めるほどの作業量があるからです。餌料の安定的な高濃度培養方法の確立は、種苗生産を行う各施設にとって大きな朗報となり、大量化(大容量化)はこの大変な思いの軽減につながると期待できます。それでも、昨年度から100ℓパンライト水槽での高濃度培養(1,000万細胞/㎖以上)が軌道に乗り、この数年間で餌料培養の著しい進歩を見ることができました。しかし、これ以上の高濃度培養は現センターでは難しく、自動化も図れません。そこで、方々のお話を聞いて楽できる...いや、自動化しているところがあるとの話を耳にし、問い合わせをしたりお話を聞いているうちに「やってみないか」ということになって現在に至っているわけです。

写真は、共同研究で設置された大量培養試験装置です。なかなか大きくていかめしいモノですが、水槽まで1人で洗ってくれる優れモノです。そのうえ海水も自動でためてくれて、温度設定もボタン一つ、光量も思いのまま変えることができます。何とありがたい機械でしょうか。

現在までこの装置でパブロバを使って行った実験結果を図に示しますが、通常栽培センターで培養している濃度の2倍以上の高濃度でした。この濃度は、3ℓフラスコでの培養濃度をも上回り、これ位の規模では通常考えられない濃度です。さらにパブロバで実験を重ね、以降キートセラスへ実験を移行する予定でいます。いずれこれで増やした餌料でいろんな動物を飼育してみたいと思います。はたしてどんな結果が得られるのでしょうか。その時が楽しみです。

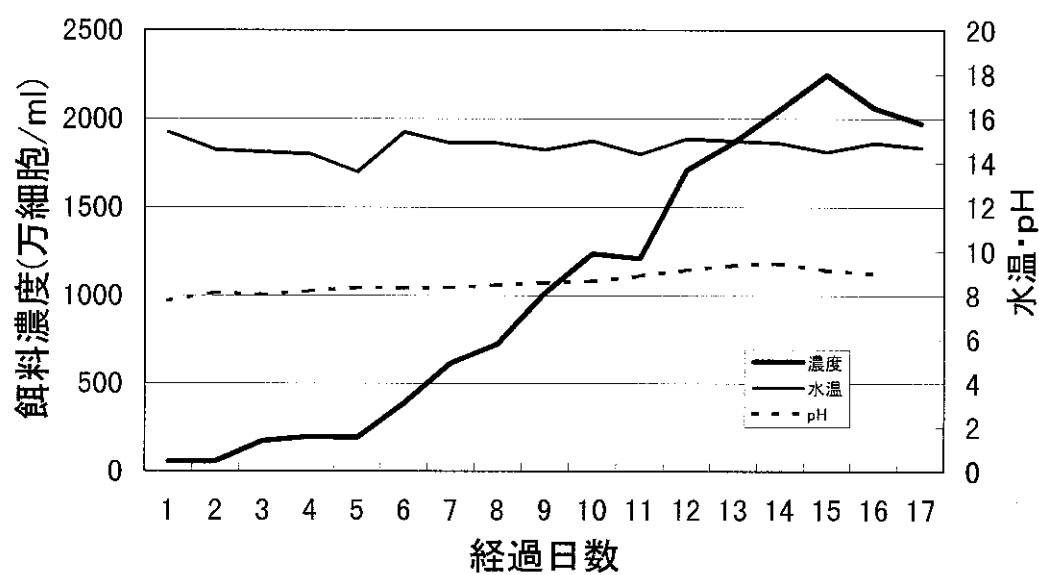
(栽培センター 奥村裕弥・中島幹二)



共同研究の模式図



餌料大量培養試験装置



試験装置での餌料濃度の変化

トピックス

97道立試験研究機関『おもしろ祭り』開催される

- 確かな未来へ - 科学探検、技術発見 -

平成9年9月3日(水)、サッポロファクトリーホールで「97道立試験研究機関『おもしろ祭り』」が道立試験研究機関実行委員会の主催により開催されました。

このイベントは昭和61年から始まり、平成2年度まで「試験研究機関公開講座」、平成3年度からは「試験研究おもしろ祭り」として催されています。

また、これらは、道内各地の試験研究機関が行っているそれぞれの地域に根ざした研究について地域住民の理解を得ることをねらいとし、道内各地を5圏域に分け、ローテーションを組み実施されています。

昨年は道南圏の函館市において開催され、函館水試が参加しています。今年は、札幌市において、道央・札幌圏にある工業試験場(事務局)、中央水試、水産孵化場、衛生研究所、環境科学研究センター、林業試験場、原子力環境センター、林産試験場、開拓記念館、工業技術センター、寒地住宅都市研究所、地下資源調査所、中央農業試験場、食品加工研究センターの14の研究機関が参加しました。

当日は、サッポロファクトリーホール入口前にて午前11時より開会式が行われました。主催者代表である工業試験場長の挨拶、札幌市立中央小学校5年生の児童6名によるテープカットの後、同小学校の児童45名をはじめ次々と一般来場者が訪れ、入場者数はおよそ860名に上りました。また、開会式にはテレビ局等の報道陣が詰め掛け、式の写真を撮るのも大変なほどでした。

中央水試からは、試験場のパンフレットを配布したほか、次の4つの内容について説明パネルと併せて展示を行いました。



開会式の様子(主催者代表挨拶)



テープカット

育てる漁業 - ニシン、ヒラメ、クロソイの放流用種苗を水槽に入れて展示し、「私たち、栽培漁業のホープです!!」という面白いタイトルをつけた種苗の説明パンフレットを作成して配布。(資源増殖部)

魚の体(年齢・成長)を調べる - 実体・光学顕微鏡を設置して鱗紋、耳石、水産微小動物などを顕微鏡で観察してもらう。(資源管理部)

ホタテの利用法を開発する - ホタテガイの加工品としてホタテフレークを試食。(加工部)

魚の住みかを増やす - ヤリイカ産卵礁などの魚礁模型を展示。(中央水試ギャラリーに通常展示しているもの)

会場に訪れた人々は、小学生から大人までパンフレットを手に水試研究職員の説明を聞きながら珍しそうに水槽の種苗を観察したり、顕微鏡を熱心に覗いていました。また、用意した試食用のホタテフレーク(1kg 詰め5個)も好評で終了時間前に全部なくなり、大変盛会のうちに午後5時をもって終了しました。

この「おもしろ祭り」では入場者にアンケート調査を行っており、460名の回答がありました。その中で「おもしろかった展示は?」の問いについては、第1位が食品加工研究センター、第2位が水産孵化場、第3位に中央水試が入りました。また、「試験研究機関にどのような研究をしてもらいたい?」の問いには、北海道の発展及び産業に役立つこと、環境問題、食料関係、バイオ関係の研究など、多数の意見が寄せられていました。

来年度の「おもしろ祭り」については道央圏(場所未定)で開催されるため、引き続き中央水産試験場が参加する予定です。

(中央水試企画情報室 対馬 幸輝)



こんな展示スペースでした



水試のお兄さんが、わかりやすく説明



たくさんの方が見学してくださいました