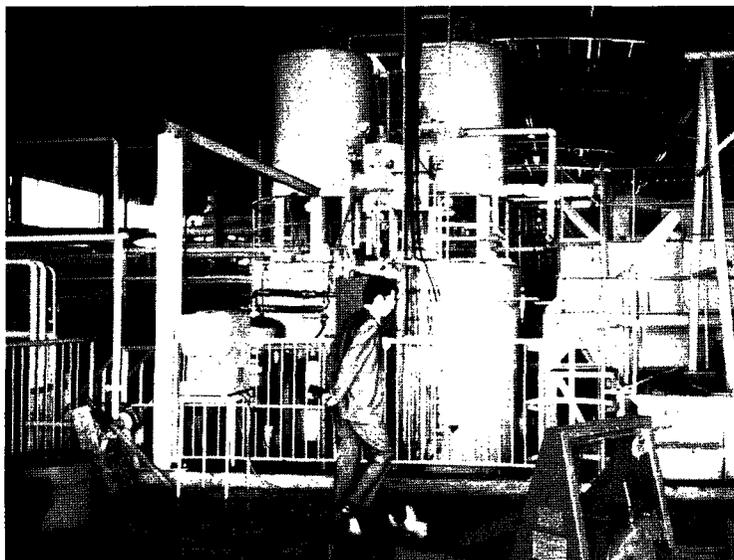


うしお

第241号

平成元年7月



残さい処理施設

節製造過程中に非出される内臓，骨，頭等の残さいは処理施設に集められ，魚粕，ソリュブル，魚油に加工され，家畜用飼料等の素材として有効利用されている。

目次

魚群の行動は制御できるか……………	1
ツキヒガイ種苗生産試験に 取り組んで……………	3
最近のトビウオ漁業……………	5
海外研修を終えて……………	6
平成元年度事業概要……………	7

魚群の行動は制御できるか

— その意義と実験経過 —

1. 条件反射の応用

ソ連邦の生理学者I. P. パブロフによる「条件反射」の発見は有名である。それは、犬が飼育者の足音を聞いただけで唾液を出すことから、実験的にメトロノーム（音楽の拍子をとる機器）の音を聞かせて食物を与える操作を数回続けると、メトロノームの音を聞くだけで唾液を出すという結果をもとに理論化されたという。

社団法人マリノフォーラム21*では大分県と共同でマダイの音響馴致システムの開発を実施中である。これは、新聞、テレビ等でご承知のことと思うが、特定の音を水中に出して投餌することにより、囲いなしの海中でも放流マダイの滞溜効果を高めて、マダイの牧場化を図ろうとするものである。

このように、魚の生理的条件反射を利用して、網囲いなしで魚群を人為的に誘導したりまたは逃げるのを遮断することはできないかといった研究が盛になってきた。

本県でも昭和63年度から(社)マリノフォーラム21と共同で、魚群行動制御に関する実験を開始したところである。

動物には一般に五感があり、魚類でも触覚視覚、聴覚、臭覚、味覚等がある。これらの感覚はある刺激条件に反応する。われわれ人間を例にとると、食物を口に入れると唾液が分泌される、熱いものに手を触れると、自然にすばやく手をひっこめる、暗い所から明るい所に出ると目の瞳孔が縮小するなど「生れつきもっている反射」がある。これに対し前記の犬やマダイでは、ある条件刺激を与え教

育して反射を起こさせることになっている。この条件反射は、その後ほおっておくとやがてその効果がなくなっていくという。

生れつきの反射はその点いつまでたっても刺激に反応するから、魚を集めたり、追っばらったりするのに適した刺激条件が発明されれば、魚類資源の管理に利用できるものと思われる。

2. 実験経過

このような実験はいきなり実際の海中では無理で、陸上の条件設定された水槽で基礎データを積み上げてから、焦点をしばった成果を実海域で応用実験する、というすすめ方をとることになる。

昭和62年度、阿久根市栽培漁業センター内の一隅を借用し、この実験目的に沿った施設を建設した。施設は鉄骨スレート平屋建、175.5㎡で、中央に直径8.5m、水深0.5mの九角形のコンクリート水槽を設置してある（図参照）。この水槽には刺激装置として、電気、閃光、レーザー光、音響、磁気の5種類が取り付けられ、それぞれ制御室のパソコンへ連結されている。パソコンには各刺激毎に、刺激の強度別・断続間隔の長短等各種組合せのパターンが組み込まれており、設定刺激条件でスイッチを入れるとそのパターンだけが繰り返し水槽に負荷されるようになっている。

水槽には魚群が回遊する水路をもうけ、この水路を刺激が横断するようにセットされている。この刺激スクリーンに魚がどのように反応するかどうか、天井に3基のモニターテレビを据え付けて録画される。実験終了後、

* (社)マリノフォーラム21：日本の200海里水域内の漁業振興を目的に、新技術開発研究を推進するため、漁業団体、民間企業、地方自治体、国等のいわゆる産・学・官を結果した組織。昭和61年設立。所管窓口：水産庁開発課。

モニターテレビを再生し、魚の反応行動を数値化して効果を判定している。

63年度の実験は、マダイ（体長7cm）で4種の刺激、アワビでは磁気刺激について実施した。その結果の要旨は以下のとおりである。まず、マダイの実験では

- 1) He-Neレーザー光刺激は24時間で100%の通過阻止効果を確認した。しかし、その後の時間経過等による魚群の馴化の傾向もみられた。
- 2) 閃光実験と音響実験では、今回の刺激パターンでは顕著な制御効果は得られなかった。しかし、より有効な刺激パターンのある可能性を見いだした。
- 3) 電気実験では海水中に通電する問題点として、消費電力が多くなること、電極の溶出が著しいこと、海水の電気分解によるガスの発生が見られることなどの知見が得られ、実海域化までに検討すべき課題を抽出した。
- 4) アワビについての磁気実験では、アワビの行動に対する明確な影響は見いだせず、磁気の発生方法等について再検討すべき必要性が提起された。

平成元年度の実験計画では、マダイを対象に各種刺激パターンの改善、レーザー光を主とした、他刺激との組み合わせ実験を実施し、有効な刺激の検索を続けることにしている。

3. 実用化への期待

鹿児島県ではハイテクマリン構想推進調査事業の一環として、鹿児島湾海洋牧場構想を策定し、マダイ、ヒラメを中心とした栽培漁業の振興を図ることにしている。現在までにマダイ100万尾放流作戦を展開し、効果を確認しているところであるが、それには種苗生産後の中間育成、放流等の多くの労力と費用が必要であった。将来は種苗を直接実海域の保育場に放流し、刺激により誘導して大量に省力的に育成する。さらに成長段階によって至適漁場へ誘導し、十分に成長してから生産する……といった、システム化した海洋牧場を実現することが、さし当って目標となっている。

本県をはじめ、この実験に参加した12企業のマリノフォーラム21の研究スタッフ達は、この夢を正夢にするため、全知能を結集して基礎実験に取り組んでおり、その成果を期待しているところである。（生物部 新村）

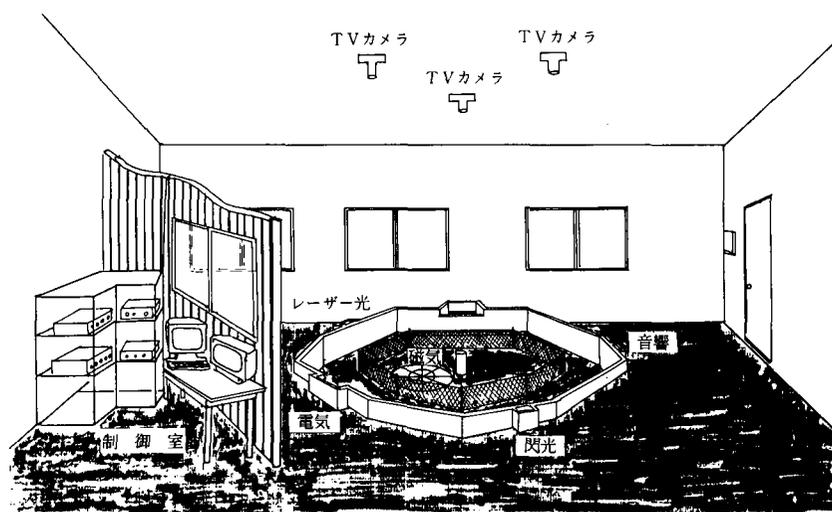


図1 鹿児島県水産試験場、阿久根陸上実験施設

ツキヒガイ種苗生産試験に取り組んで

私は本年4月に採用され、栽培漁業センターに配属になりました。栽培漁業という言葉は知っていましたが具体的な内容についてはほとんど無知な新米の私は、広大なセンターを見て大いに戸惑いました。水槽の数や扱われている魚種の多さなど驚くことばかりです。このような私ですがツキヒガイ種苗生産試験の担当となり、毎日試験や飼育に悪戦苦闘しています。そこで、この欄では今までの試験の結果を紹介いたします。

ツキヒガイは暖海細砂泥底に生息する殻長10～12cmの比較的大型の二枚貝で、左殻は赤褐色（月）、右殻は黄色（日）であることから、“月日”の名があります。本貝では主に薩摩半島西方沖合などで漁獲されます。大変美味しい貝ですが天然資源の豊凶の差は著しく、数年に1度といわれる“異常発生年”を除けばその漁獲は近年特に低迷しています。こうした背景から、ツキヒガイ種苗の安定生産供給を望む声が高まっています。

ところで栽培漁業センターでは、生産事業や試験業務、調査事業などの仕事があります。生産事業はアワビ、トコブシ、アカウニ、シマアジ、ヒラメ、トラフグなどの種苗を生産し、放流用や養殖用として供給する事業で、試験業務は新しい魚種の種苗生産技術を開発する仕事です。ツキヒガイ種苗生産試験は試験業務にあたります。ツキヒガイ種苗生産試験は昭和59年度より行われてきましたが、いくつかの問題をかかえまだ大量生産をするところまではいっていません。

昨年度までの試験結果では、2～7mmの幼生を数千個程度しか得られていません。その原因として卵はたくさんとれるのですが、ふ化幼生は少ししか得られず、また浮上期から

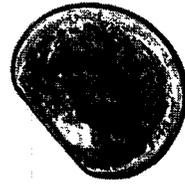


図 ツキヒガイD型幼生。殻長約150μ

付着期の歩留りが悪いということがあげられます。そこで本年度は、(1)ふ化幼生をたくさん得るためのふ化適正水温を調べる、(2)浮上期から付着期にかけての適正餌料種と給餌密度を調べる、(3)大量生産に向けて幼生の飼育水管理法を調べる、の三つです。

さて、ツキヒガイ種苗生産試験に用いる親貝は4月13日東市来町江口漁協から貝桁網で漁獲されたもの雄83個、雌73個の計156個（平均殻長106.8mm）を搬入しました。はずかしながら私はツキヒガイを見るのはこの時が初めてで、形や色のたいへん美しい貝だと思いました。この親貝を栽培漁業センターでFRP水槽（750ℓ）2面に雌雄別に収容し、アクリル板の蓋で暗黒にして流水で飼育しました。餌はキートセロス、グラスリス（珪藻）と海産クロレラを定量ポンプで連続給餌しました。親貝を収容する水槽の設置、注水や排水のための塩ビ管の配管、餌料の培養など、どれも私にとっては初めてのことで、戸惑うことばかりでした。

ふ化適正水温を調べるために5月1日に第1回の採卵を行いました。親貝の殻をすこし開け、雌は鮮やかなピンク色のよく発達した卵巣をもっているもの、雄は白い精巣が大きい

く発達しているものを選び、個別に30ℓ水槽に入れます。屋外に水槽を出し直射光下に置くと、照度と加温が刺激となり1時間から2時間で産卵、放精を始めます。卵はピンク色の直径約0.08mmのごく小さな粒ですが、親1個あたりおよそ400万个産卵するため水槽の水がピンク色に見えます。精子は乳白色に濁り、大量に放精すると泡が立ちます。こうして得られた卵に初回はひしゃく1杯の精子を加えたところ、精子が多すぎて卵が溶解してしまいました。そこでひしゃくに $\frac{1}{4}$ の精子を加えると今度はうまく受精したのですが、12時間後にはほとんどの卵がくずれてしまいました。これは卵質に関係があるのではないかと考え、なにげなく精子をかけずに予備にとっておいた卵を顕微鏡で見たところ、なんと大変きれいな発生をしていました。精子をかけない卵が受精をしていたので、ツキヒガイは雌雄同体で自家受精したのか、などと冗談で話をしながらいろいろと考えました。その予備卵は雄貝を入れた水槽のすぐそばに置いてあり、泡立った精子がその水槽に飛沫したのでした。そこで正常発生は精子濃度によりかなり左右されるものと考え、適正精子濃度を調べました。

1ℓビーカー8本に卵を10万个ずつ収容し、

卵1個あたり精子が1, 10, 25, 50, 75, 100, 500, 1,000尾になるように加えました。4時間後の受精率、1日後の正常発生率、2日後の生残数（目視による観察）を表に示します。

受精率は70～97%でさほど大きな差はありませんが、正常発生率と生残数は卵1個あたり25～75個の精子をくわえた区で最も良くなりました。この結果から以後の採卵では、卵1個あたり精子が25個の割合になるように精子をくわえ大量の幼生を得ています。

偶然に飛沫した精子で受精した卵がきっかけとなって、ふ化幼生を高い割合で得るという今までの課題を解決することができました。しかし大量生産をするまでには浮上期の歩留りの向上、餌料種や給餌密度、付着器の構造などの解決しなければならない問題がまだまだたくさんあります。これらの点についても、日々の試験や飼育のなかに解くヒントが潜んでいると思います。そのヒントを見逃さないように、謙虚な目をもちつづけたいものです。

いつの日にか私どもが育てた種苗を海へ放し、漁獲されて店頭にならぶようになることを楽しみに仕事にはげみたいと思います。まだまだわからない事ばかりですので、皆様の御指導のほどよろしく願いいたします。

(栽培漁業センター 服部)

表 精子数と受精率、正常発生率、生残数

卵1個あたりの精子数(尾)	4時間後の受精率(%)	1日後の正常発生率(%)	2日後の生残数
1	97.7	60.0	++
10	94.7	20.8	+++
25	80.4	71.4	++++
50	84.9	70.0	+++
75	81.7	69.2	+++
100	88.1	45.5	+
500	86.2	0	-
1,000	70.8	0	-

最近のトビウオ漁業

日本近海に生息しているトビウオ科の魚類は28種類と云われるが、本県で漁獲されるのは、ツクシトビ（トッピー、時期トビ）、ホソトビ（ヘイジロ）、アヤトビ（ガタ）、ハマトビ（カクトビ）、アリアケトビ（アゴ）トビウオ（マトビ、秋トビ）、ツマリトビ（サガマ）、マトウトビが主なものです。（ ）内は方言名です。

トビウオ類は春から初夏に産卵のため本県沿岸に来遊した魚群は水温の上昇につれて、日本列島を北上します。トビウオ科の魚はほとんど1年で成熟・産卵し、2歳になるまでに死亡すると考えられています。本県海域の産卵期は、ハマトビが12～2月、ツクシトビ、ホソトビは5～6月、アヤトビ、アリアケトビが6～7月、トビウオは8～10月でその時期がその魚種の盛漁期です。

近年の本県漁獲量は1,000～2,500トンの間で増加傾向です。海区別漁獲量は種子島、屋久島の熊毛海域が62～82%を占め最も多量に漁獲されます。内之浦、佐多岬などの鹿児島海区が5～15%、笠沙、秋目の南薩海区が3～7%、沖永良部、与論島の大島海区が4～10%となっています。

トビウオ類の主な採捕漁具と対象魚種は別表のとおりです。昭和30年頃まではトビウオ類の採捕漁具は浮敷網を使用した伝統漁法でしたが、現在はロープ曳きトビウオ浮敷網を使った漁法となっています。この漁具漁法の改善が漁獲高増加に大きく寄与しています。

次に近年佐多岬沖合で操業されている、タモ抄い網でトビウオを獲る漁法も注目されています。

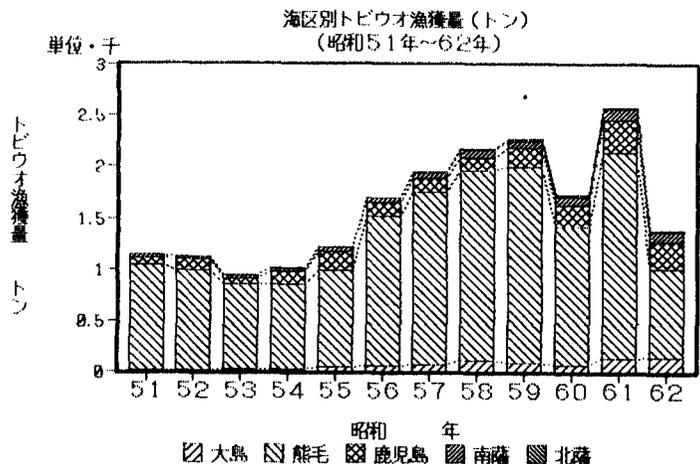
この漁法は2～3トンの船に1～2名乗組み、500～1,000wの集魚灯で魚群を集めタモ（別表）

漁 期	魚 具	対象魚種	漁 海
12月～3月	刺 網	ハマトビ	熊毛海域
4月～6月	ロープ曳 浮 敷 網	ツクシトビ ホソトビ アヤトビ	熊毛海域
8月～11月	ロープ曳	トビウオ	熊毛海域
8月～10月	タモ抄い網	トビウオ	佐多岬
4月～7月	ロープ曳 浮 敷 網	ツマリトビ マトウトビ アヤトビ	大島海域
5月～7月	定 置 網	アヤトビ アリアケトビ	南薩海 鹿児島海

（経50cm位のテグス網使用のもの）で抄い獲るもので佐多岬漁協では45～99トン（年間）の水揚げがあります。

トビウオ科の資源生物学的知見が未だ乏しいので漁業資源の動向など定かなことは言えません。分布域が広く表層魚であるから本県の離島などでは有用資源と思われます。

（漁業部 肥後）



海外研修を終えて

東南アジアにおける甲殻類の増養殖 - 2

フィリピンのエビ養殖概況

前報に続き「海外研修を終えて」のフィリピン編を報告します。

当国は大小7千の島からなり、海岸線は35千kmに及び、淡水水域は6千km²、湖沼60カ所2千km²が分布する豊かな資源と好漁場に恵まれている。

約30万haの総面積でミルクフィッシュ、エビ、貝類が養殖されている。塩田跡地を利用したミルクフィッシュの生産で開始されたが、これに代わりサトウキビ畑をウシエビ養殖に変換する傾向にあり、この生産量が伸び約4万トンの生産となっている。当国ではセブ、ネグロス及びパナイ島のエビ養殖を中心に視察研修した。

セブ島：首都マニラから空路1時間の距離にあり種苗生産場100カ所、50経営体の養殖場が総面積2千haでウシエビを中心に生産されている。1経営体の池面積は1～100haの範囲にあるが、10ha前後の規模が多く、平均50ha程度である。大規模養殖場は中国華僑が多くを占め、開放的な見学を許さない施設が多々存在する。

種苗生産から養殖生産までの一連の生産会社（近代的な規模）の一例を記すと、天然親ウシエビを6千円/尾で購入、眼柄処理後、産卵ふ化した稚エビは植物プランクトン（主に珪藻）及びアルテミアを餌料とし、P₁₅前後まで種苗槽で育成される。

種苗は中間育成槽で2週間、P₂₅前後まで養成され、側面コンクリート素堀池（3～5千m²）に放養し、3カ月後市場へ出荷される。養成池は底砂が30cm程敷いてあり、水深1.5m以上を維持し、水質管理、酸素供給のためのパドル式水車が稼動し、周囲に残餌チェック用の1m角カゴが入れている。池水は20%に調整した汽水を用い、年2回の生産が実施される。

生産密度はタイと同じ300～500g/m²である。生存率は概略ふ化～P₁₅、30%、P₁₅～P₂₅、50～90%、P₂₅以降80%以上となっている。採算的に種苗費の占める割合は低く、飼料費と電気料が80%を占めるとのことである。

ネグロス島：ここでの養殖も殆どがウシエビで280経営体が総池面積2.5千haで実施されている。種苗生産場は18カ所あるが、不足のため他の島から購入している。ここは、サトウキビの主産地であるがこれの経営が悪いためエビ養殖に転換している業者が近年増加している。

養殖方法はセブ島とほぼ同じであり省略するが、民間種苗生産場においてゾエア期から配合飼料を利用し、好成績を収めている機関も見られ注目された。

パナイ島：当国のエビ養殖は東南アジア漁業開発センターの指導によりミルクフィッシュ池を利用した養殖が北端ロハスで始められたのが最初である。養殖については他の島と同じであるので省略し、イロイロ市にある開発センターについて紹介します。御存知のとおり、福元・元場長が次長として勤務され、技術開発の中心で活躍されています。ここは600名の職員が飼料栄養、養成、種苗生産、魚病の各分野に分かれ、シーバス、エビ及びハタ類が研究されている。養殖場規模での実験は40haの池を保有する近くの分場で実施できるように組織されている。

以上2回に亘り視察概要を記し、両国の必死に生きている様子を見たが、目先の生産に追われ近い将来の養殖業についての配慮は未だ不十分と感じられた。今後の開発センター及び行政面での指導・普及が不可欠なものでしょう。（化学部 黒木）

平成元年度 事業概要

漁 業 部

1. マグロ類漁場調査……北太平洋のビンナガ漁場及び南西諸島周辺海域の漁場調査。
2. 沿岸、近海漁業資源調査……モジャコ、アジ、サバ、ヨコワ、底魚等の分布調査。
3. 人工衛星利用開発研究……衛星情報による漁況、海況の予測システムの研究。
4. 奄美海域幼稚魚分布調査……資源管理や適切な栽培漁業の展開をはかる資料を得る。
5. 栽培漁業関係……放流技術開発事業（ヒラメ）。広域栽培パイロット事業（マダイ）。
6. 元年度新規……浮魚礁魚群集機構調査。資源培養管理対策推進事業（天然資源）。

化 学 部

1. 特産品加工開発研究……新製品開発、既存製品の改良、指定工場育成・技術指導。
2. カツオ新製品（バイオ利用）開発研究……固定化酵素、バイオリクター、膜利用による、カツオ煮熟水からタンパク質回収技術の開発とエキス利用調味素材化研究。
3. 赤潮対策技術開発試験……有害赤潮防除実用化、赤潮毒性、低酸素の試験と、新たに、AGP試験等を実施する。
4. 漁場環境保全対策研究……魚類異常へい死事故、農薬剤の影響、漁場汚染の研究。

生 物 部

1. 赤潮関係……赤潮調査事業（鹿児島湾、八代海）、赤潮情報伝達事業、貝毒モニタリング調査（中飯、山川）。
2. 魚類養殖関係……魚病総合指導、混合感染症対策研究、国外種苗防疫検査、外海養殖技術開発共同試験（佐多、里漁協）。

3. 浅海資源増殖関係……藻場造成試験、貝類（バカガイ、ツキヒガイ）資源増殖研究、イセエビ保有技術試験、イトモズク養殖技術開発研究。
4. 資源増殖新技术開発研究。
5. 温排水影響調査（川内）。

栽培漁業センター

1. 種苗生産供給事業……インダイ10万尾、ヒラメ12万尾、トラフグ59万尾、アワビ50万個、トコブシ50万個、アカウニ25万個、クルマエビ1,250万尾の種苗を養殖用あるいは放流用として生産供給する。
2. 特産高級魚生産試験……新魚介類の採苗技術の開発研究を行う。(1)量産技術と健苗育成技術の確立（インガキダイ、ガザミ）(2)親魚の安定確保と採卵技術の開発（シマアジ）(3)採卵・育苗技術の開発（ツキヒガイ）

指宿内水面分場

1. 種苗生産供給事業……河川放流や養殖業に必要な種苗の生産供給（コイ、テラピア）
2. 種魚特産化促進事業……外来のジャイアントグラミー、ベヘレイ、マロン等の種苗量産化技術の開発研究。
3. 淡水魚のバイテク開発研究……染色体操作によるテラピアの全雄生産技術及び3倍体の特性比較。
4. 魚病総合対策……魚病診断、防疫対策指導、医薬品使用指導及び残留検査。
5. 薬剤防除安全確認調査……松くい虫航空防除薬剤の水生生物に対する影響調査。