

うしお

第277号

平成10年7月



「旬のさかな」(夏): アナゴ

アナゴは数種類いるが、一般に出まわっているのはマアナゴ。全国各地に分布し、内湾の砂泥底にすむ夜行性の魚である。体側に銀白色の斑点が二列に並んでいるのが特徴で、全長90cmぐらいになる。肉は白身で、脂肪分が多くて独特のうまみがある。ビタミンAも豊富。背開きにして天ぷらやかば焼きにし、また、かば焼きを茶碗蒸しや箱ずしなどに用いている。

目	次
海藻の生活史	1
魚類の放流種苗と種苗性	3
定期船観測による鹿児島県 海域の水温変化について	5
魚粉の代替物質としての焼酎粕利用	6
平成10年度各部事業計画	7

鹿児島県水産試験場

海藻の生活史

海藻類の試験研究では、現在、外海域における藻場造成試験やトサカノリ、オゴノリ類の増養殖試験を行っているが、このとき対象となる藻類の生態を十分に把握することが必要になる。中でも生活史は重要で、これを無視しては藻場造成も増養殖も成り立たない。今では大規模に行われている海苔の養殖は、1940年代後半に、イギリスの女性海藻学者キャサリン・メアリー・ドゥルー博士が、夏場の海苔が糸状体となって貝殻の中に入り込んで過ごすことを明らかにしたことから人工採苗技術が確立され安定的な生産が可能になった。海藻類の生活史は複雑でわかりにくいものが多いが、基本となるタイプは数種類で、今回はなじみの深い海藻の生活史について、できるだけ簡単にまとめてみた。

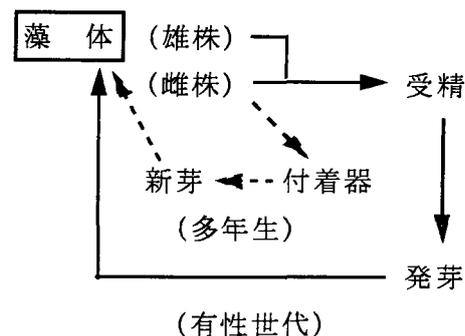
1 無世代交代型

ホンダワラ類に代表される生活史で、世代交代はせず、主に卵と精子の受精による有性生殖で繁殖する。生活史は陸上の種子植物によく似ているが花は咲かず、ホンダワラ類では藻体の先端付近に生殖器床と呼ばれる卵と精子を造る器官が形成される。藻体は雌雄異株のものや雌雄同株のものがあり、いずれも雌の生殖器床で造られた卵に精子が侵入して受精する。生殖器床の形状は、雌はややずんぐりした形で、雄は細長い。卵は肉眼では見づらいが、顕微鏡で40倍程度で見ると、生殖器床に8核を有する卵が付いているのが確認できる。ホンダワラ類の中でもアカモクの卵は肉眼でもよくわかり、その花をつけたような様子は「なのりその花」として万葉集にも歌われている。

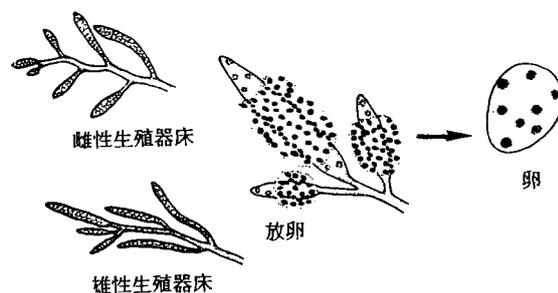
受精卵の発生後1~2日で海底に沈み、仮根(付着器)を発達させて岩などに付着する。

この仮根とは藻体を岩などに固着させるための付着器官で、陸上植物のように水分や養分を吸収する役目はない。その後冬から春にかけて生長して成体になる。単年生では、一般に春から夏には成熟し、生殖器床を形成して付着器を含めて藻体は枯死・流失するサイクルを繰り返す。

多年生では単年生と同様に生殖器床を形成して藻体は流失するが付着器は残り、これから新芽が出て生長するもう1つのサイクルがある。この新芽は、受精によるものより早い時期に出現する。ヒジキでは卵よりもこの付着器での繁殖によって群落が維持されているといわれている。



世代交代しない型の生活史

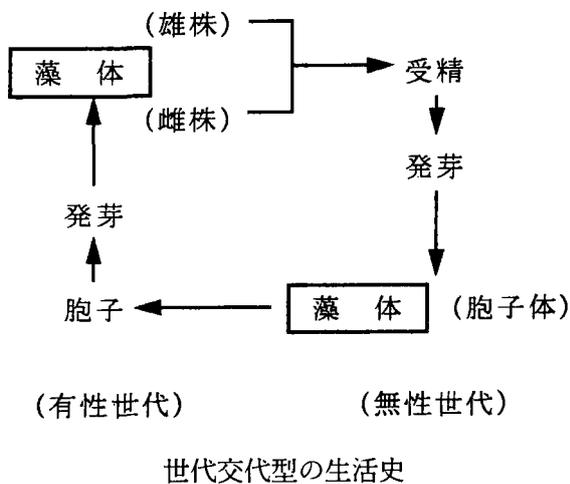


(藻類の生活史集成 寺脇より)

- ・単年生：ホンダワラ類 (アカモク) など
- ・多年生：ホンダワラ類 (ヤツマタモク, マメタワラ, など), ヒジキ

2 世代交代型

海藻の中には前述のホンダワラ類や一般的な陸上植物のように受精により生殖を行うだけでなく、次の世代は受精によらず胞子を作って子孫を残すタイプの藻類がある。前者の世代を有性世代（配偶体）、後者が無性世代（胞子体）で、このように有性世代と無性世代を交互に繰り返すタイプは世代交代型と呼ばれる。このタイプには、配偶体と胞子体の藻体が異なった形態を取る異形世代交代と藻体がほとんど区別がつかないくらい似ている同形世代交代がある。



1) 異形世代交代型

身近な藻類としてはワカメがこのタイプで、大型の褐藻であるアラメ、カジメ、クロメもこのタイプである。ワカメの場合、食用になるのは無性世代の藻体（胞子体）で、基部のひだ状の「めかぶ」と呼ばれるところから鞭毛を持った胞子（遊走子）が放出される。アラメ、カジメなどはこの「めかぶ」は形成されず、葉の部分に肉眼で見るとやや黒ずんだ子嚢斑が形成され、ここから遊走子が放出される。放出された遊走子は岩などに付着して発芽し、雄性配偶体（雄株）または雌性配偶体（雌株）になる。異形世代交代型ではこの配偶体は胞子体とは形態が異なり、小さいため肉眼での観察は困難である。配偶体では

卵と精子が形成され、受精、発芽して胞子体となり生長して通常目にするワカメになる。

2) 同形世代交代型

紅藻のトサカノリ、オゴノリなどがこのタイプで、配偶体→受精→胞子体→胞子→配偶体というサイクルは変わらないが、配偶体と胞子体の形態がほとんど同じで区別が付きにくいタイプである。トサカノリでは、漁場に配偶体の雄と雌及び胞子体の3種類の藻体が混在して生育しており、雄の配偶体と胞子体は見た目には区別できない。雌の配偶体は成熟すると葉の縁辺に粒状の突起（のう果）が形成されるため他の2種とは区別がつくようになる。のう果が形成された雌の配偶体は「おにくさ」と呼ばれ、単価も3割ほど下がるようである。こののう果の中には、受精した果胞子と呼ばれる卵が詰まっており、のう果から放出され、発芽、生長して胞子体になる。胞子体では成熟すると葉の表層に4個に細胞分裂した胞子が形成されることから、この藻体は四分胞子体と呼ばれる。顕微鏡で見ると、成熟した藻体では、葉面に周囲の細胞より大型の赤桃色の胞子を観察することができ、成熟が進んだ個体では4つに分かれた四分胞子も観察できる。四分胞子は発芽、生長して配偶体になり1サイクルが完結する。

一般的にトサカノリの成熟期は春から夏にかけてで、6月～7月が最盛期となり、その後枯死して9月～10月頃には藻体はほとんど観察されないが、平成7年度からの調査では、水深の浅いところでは11月末から12月にはもう成熟した個体が観察されている。また、12月頃には数cmの小さな藻体に不釣り合いな大きな付着器が付いている個体もある（残った付着器からの発芽か？）など、潜水して観察していると教科書どおりにはいかない事例に度々出くわしている。興味はつきずおもしろい。

（生物部 中村）

魚類の放流種苗と種苗性

現在、マダイとヒラメは種苗生産技術の開発、改善によって1機関で100万尾から400万尾の大量の種苗生産ができるようになってきました。種苗生産の大きな目的の一つは放流事業です。大量に放流されるが、満足のいく放流効果が表れている実例はそんなに多くないようです。

人工種苗が、放流直後に食害にあいやすい事がその一つの要因として考えられます。それが大量に放流されるが期待どおりの増産に結びつかないと考えられるようになりました。

このような状況から、現在、種苗生産は「量産」に加えて「質」も問われる時期にきており、健苗性、種苗性という概念が考えられるようになりました。

よい種苗とは、1「成長と発達が順調」、2「機能的に十分に発達」、3「種に特徴的な行動をとる」このうち1と2が健苗性、1、2、3を満足するものが種苗性と定義されます。種苗性の高い稚魚ほどより放流効果が上がりやすいと考えられます。生産現場では種苗性を考慮しながら種苗を生産する事が必要と思われれます。

養殖用と放流用種苗

人工種苗の用途は、養殖用と放流用のふたつに分けられます。養殖用は人の手で餌料を与えられ、小割生け簀、陸上水槽で外の世界と隔離され、自分の力で餌を探し回ることもなく、害敵から守られています。

一方、放流種苗はいままで環境と全く異なる自然界に、人の保護から放たれて、自分の力で餌を探し回り食べ、その間自分も狙われる弱肉強食の世界です。

このような条件を考えると、養殖種苗は成長が良く、病気に強い、人になれやすく、ハンドリングやストレスに耐えうることなどが必須条件となります。種の特徴的行動（ヒラメの潜砂能力など）は持たなくていいと考え

られます。

放流種苗は形態的異常が無く、基礎代謝が低く、機能的な発達、生理・生化学的に健康で、その種の持つ特徴的行動を示し、逃避行動、自主的な摂餌行動を持つ必要がある。養殖用種苗と放流用種苗は求められている性格は相当異なっています。

つまり養殖用か放流用か用途を考えて種苗生産を行う必要があります。

親魚養成

良い種苗を作るには、まず健全な親魚を養成して質の優れた卵を取ることです。

マダイの親魚養成餌料の研究で産卵直前から産卵期間中にオキアミを給餌すると浮上卵率、ふ化率、正常なふ化仔魚の割合が高くなり、種苗の生産性が30%から80%近くまで向上した研究結果があります。この成果解析からアスタキサンチン、ビタミンE、リン脂質がマダイの卵質改善に有効なことが解りました。このように投餌する餌料によって卵質が改善される事は、今後、魚種ごとの親魚の成熟・産卵に関係した栄養要求、物質代謝を明らかにして、どんな餌料を与えると良い卵が得られるか、魚種ごとに解明する事が必要と思われれます。

卵質の評価

卵質の評価法としては様々な方法があります。

最も簡単な方法として、ふ化仔魚を無給餌状態にして生残率を見る無給餌生残指数(SAI)があります。SAIの高い群が給餌飼育でも高い生産歩留まりを示します。このことは卵黄仔魚期の生残率が卵質の良否を表していることとなります。

SAIは魚類、甲殻類等にも用いられ卵質を評価する有効な方法であり、SAIの高い仔魚を種苗生産に用いる事はよい種苗をつくるスタートと考えられます。

仔稚魚の評価

仔稚魚の強さ、活力の評価方法として様々な刺激に対する耐性試験がなされています。

一例として人工種苗で空中干出耐性の強い稚魚が活力の高いことが解りました。

今ではワムシ、アルテミアに二次強化でEPA、DHAを取り込ませて稚魚に与えることは殆どの海産魚類の種苗生産技術として定着しています。この強化したワムシ、アルテミアを摂餌させた稚魚が空中干出耐久力がより強くなり活力が向上する事も解りました。

空中干出耐性試験は最も簡単で、かなりの精度で仔稚魚の活力を示すので餌料試験の効果判定にしばしば用いられています。

行動から見た種苗性の評価

魚類人工種苗は放流直後に食害で大量に減耗する事が知られています。人工種苗がどのような行動をするかが詳しく観察され、その放流直後の行動が放流効果を左右するらしいことがわかった。その例をマダイ、ヒラメの例で紹介します。

マダイの人工種苗が横臥行動をする事が観察されました。横臥行動とはマダイ幼稚魚が新しい環境にさらされたとき体側面を水槽底面に付けて静止状態で横たわる行動です（小型水槽のみで起こる）。

この横臥行動をするマダイが食害にさらされにくくまた放流後の再捕率が高いことも実証されています。横臥行動の高い群は強い警戒心を表すものと考えられ、速やかに潜降、着底し放流場所から動かないため捕食されにくく、横臥傾向の弱いマダイは警戒心が弱く放流後すぐに遊泳分散して行く過程で捕食されやすいものと推定され、横臥行動の強いマダイほど初期歩留まりが高く放流効果も表れると推定されます。マダイの場合は横臥行動が種苗性の指標行動として使える可能性があります。

また、飼育密度の低いマダイほど横臥行動が強くなる傾向が有るので、種苗性を高める為に中間育成の適正密度の研究も必要と思わ

れます。

マダイ稚魚にぶり幼魚を捕食者として捕食圧下にさらすと横臥行動が多くなる、つまり学習効果の有ることも解ってきました。

ヒラメ人工稚魚と天然稚魚摂餌行動の比較試験で、1回の摂餌行動が人工稚魚は天然稚魚と比較して離底時間が約4倍ほど長く、遊泳コースは反転傾向（元の位置に戻る）が少ないことが判明し、この差により人工稚魚が食害に会いやすいものと推定されました。

この試験に用いられたヒラメの飼育密度は面積比（飼育魚接地面積／底面積×100）は約155%であった。

同様な試験を1.2%から150%の面積比の飼育密度で7日間飼育したものでは、変曲点（面積比20%から50%以下）あるが、それ以下の飼育密度であれば低いほど離底時間、反転傾向、潜砂行動はより天然稚魚に近づく傾向があった。つまり短期間の低密度飼育で種苗性の強化が図れる可能性があります。低密度飼育稚魚ほど実際の放流試験でも食害は少なかった。

また、摂餌時にヒラメをなるべく脅かさない静置区と給餌時に水槽を棒でかき混ぜて稚魚を脅かす阻害区の試験では、阻害区が離底時間、遊泳コースともに天然稚魚に近づき学習効果が現れた。

マダイの横臥行動、ヒラメの離底時間の短さが捕食されにくく、放流効果を左右するらしいことが解ってきたが、今後はさらにこのような種苗性を示す指標行動性を見つけ、それを応用して放流効果を事前に予測可能になる時がくることを期待したいと思います。

また、魚には種苗性を高める学習効果も有り、種苗性を発現、促進させる手法を見つけることも今後の種苗性研究の上で不可欠な事と思われれます。

参考資料

放流後の健苗性と育成技術（厚星社厚生閣）

（栽培漁業センター 平原）

定期船観測による鹿児島県海域の水温変化について

今年の冬は、暖かいと感じられた方が多いと思いますが、さて、海はどうでしょうか。

水産試験場では、沖縄-鹿児島間や甑島-串木野間に就航している定期客船に水温計を取り付け、水産庁西海区水産研究所との共同研究により昭和54年から黒潮流域や甑海峡の水温分布をモニターしています。

図1に本県沿岸の5海域における昨年からの水温変化を過去10年間との偏差で示しています。各海域とも、今年に入ってから全域的に平年より大幅に高め傾向となっています。

なぜこのように水温が高くなったのでしょうか。昨年春から発生しているエルニーニョとの関係を見てみましょう。図2の'83年冬、'88年冬、'91年春、'98年冬を見るとエルニーニョが発生している冬～春には黒潮の水温が高くなっていることがわかります。必ずしもその発生に併せて高くなっているわけではありませんが、黒潮に大きな影響を与えていると思われる。

トカラ海峡を横断する黒潮は、本県沿岸に影響を及ぼしています。薩南沿岸の水温平年偏差の変化は、ほぼ黒潮のそれと同期しており、振れ幅もほぼ同じとなっています。

では、甑海峡ではどうでしょうか。図3を見ると、黒潮の水温変化にはあまり関係なく、図4の気温の変化に近い動きをしていることがわかります。

このように本県海域の水温は、黒潮の変動や気象の影響を受けながら複雑に変化しております。また、海況は魚の動きや獲れ方あるいは操業そのものにも影響を及ぼしているため、その変動特性に関する調査研究がますます重要になってくると思います。

(漁業部 西野)

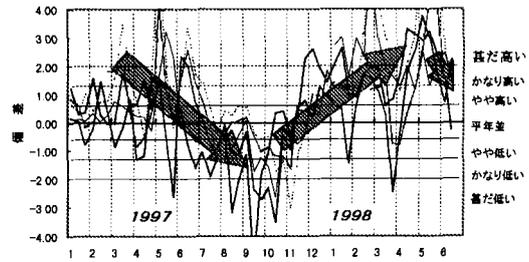


図1 鹿児島県近海の水温変化

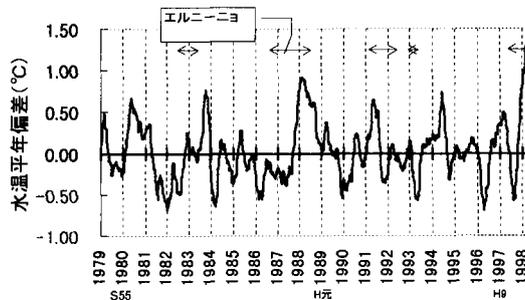


図2 黒潮水温平年偏差の推移

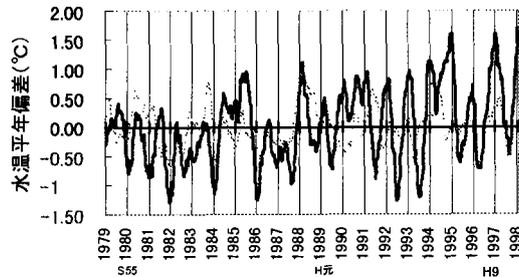


図3 甑水温平年偏差の推移

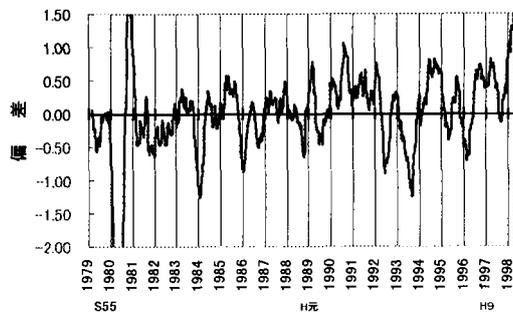


図4 鹿児島気温偏差の推移

魚粉の代替物質としての焼酎粕利用

私は、今年4月の定期異動に伴い、水産試験場の化学部にて勤務することになりました。

県職員として入庁してからようやく今年で3年目になりますが、以前の勤務地といろいろな意味で異なる環境に戸惑いつつも、恵まれた先輩方の指導のもと、3ヶ月もあっという間に過ぎ、現在はすっかり自分が化学薬品にとけ込んでいるようです。

さて、私の主に担当するいろいろな業務の中の一つに「代替飼料実証化試験研究」というのがありますが、このことについて若干触れたいと思います。

この試験は、平成8年度より、高騰する魚粉の代替資源の探索というのが目的でスタートしました。

そもそも、養魚用飼料として、昭和30年代は、北洋のスケトウダラを原料としたホワイトフィッシュミールが主原料でしたが、その後スケトウダラのすり身が蒲鉾の原料としてシフトが進み、次には、イワシを主原料としたブラウンミールがメインとなりました。

ところが、周知のとおり過去には、日本沿岸で400万トン以上もの水揚げがあったイワシ類は、近年減少を続け、最近では30万トンも満たない漁獲量に激減している影響で、現在は輸入魚粉が主な供給源となっており、主な輸入先はアンチョビーで有名なペルーやチリで、こちらもエルニーニョなど地球規模の気候変動や乱獲などで今後の安定供給という面から考えると先行きは決して明るいものではないと誰もが思うようになりました。

そこで、水産試験場では、当研究によりハマチを供試魚として実証化試験を行い、これまでのところ魚粉の代替物質としてカツオ荒粕の有効性と経済性を確認してきました。

では、カツオ荒粕以外ではどのような代替物質が考えられるのでしょうか？

一例を挙げると、大豆から油を抽出した後、脱胚芽したトウモロコシを微粉碎した後、脱水乾燥させたコーングルテンミール、畜産廃棄物を利用したミートミール、家畜の血液を乾燥粉碎した血粉などがあります。

現在、私達が最も注目しているのは、鹿児島県の主要産業の一つである焼酎の製造工程中に生じる焼酎粕です。

特に芋焼酎は、鹿児島県でそのほとんどが製造され、その過程で生じる焼酎粕は、タンパク質、糖質、ビタミン類などの栄養源に富むため、一部生のまま家畜用飼料に添加されているものの、一方では、水分が多いこと、腐敗しやすいこと、排出時期に季節変動があること、固液分離が困難なことなどから、そのほとんどが海洋投棄されているのが現状です。

しかし、海洋汚染防止に関するロンドン条約をはじめ、近年の環境問題に対する関心の高まりの中、今後、海洋投棄は困難と予想され、県内だけでも年間約10万トンもの海洋投棄分の今後の処理方法、利用方法など関係機関が模索しているのが現状です。

残念ながら、養魚用飼料中の焼酎粕利用についての報告例は、一部の淡水魚を除いてほとんどありませんが、鹿児島県の特産である芋焼酎粕をマダイ等の養魚飼料として用いることができれば、漁業者の収益性向上はもとより、全国的にも例を見ないエコ型養殖の実現、また、「環境にやさしいかごしまの魚」として全国にPR出来るのではと、意気揚々と今後の研究方針を練っている今日この頃です。

スーパーの鮮魚コーナーに「本場鹿児島！芋焼酎仕込み！」とかいうネーミングの魚が並べば、焼酎好きにはたまらないかもしれませんね。

(化学部 和田)

平成10年度各部事業計画

漁業部

- 1 200カ村水域内漁業資源総合調査等：200カ村水域内漁業資源の高度利用を図るため、漁業実態調査や海洋観測等の基礎調査
- 2 漁海況予報事業：漁海況情報の迅速な収集と加工システムを開発し、精度の高い漁海況予報技術の開発研究並びに速報技術開発
- 3 沿岸近海漁業資源調査：モジャコや浮魚類、底魚類等の漁場、資源調査及び漁場環境調査
- 4 マグロ漁場調査：ビンナガ漁場の探索、クロマグロやヨコワの来遊状況調査
- 5 奄美海域有用資源開発研究：タチウオ等の資源調査や新規漁場の開発
- 6 資源管理、栽培関係調査：マダイ、ヒラメ、シマアジ、ヒゲナガエビ、クルマエビ等の放流効果調査、資源管理対策
- 7 熊毛海域振興調査：周辺海域の漁業用海底図作成及びイカ類資源調査

化学部

- 1 代替飼料実証化試験：マイワシにかわるカツオ節加工残滓の魚類養殖用飼料実用化試験
- 2 高品質配合飼料開発試験：ブリを対象とする安定した固形配合飼料の開発のための飼育試験
- 3 魚類養殖施設開発研究：新養殖魚種の逸散防止対策の研究及び飼育試験
- 4 新魚種飼料開発研究：新魚種の基礎的栄養要求の解明及び適正配合飼料組成の開発研究
- 5 水産資源高度利用開発研究：新製品の開発及びカツオ残滓処理に伴う液汁の食品素材化の検討
- 6 サメ利用技術開発研究：サメ類の加工原料としての利用能調査及び未利用資源の有効利用
- 7 水産物高鮮度保持技術開発研究：安全な水産食品を供給するための品質保持技術の開発研究
- 8 漁場環境保全対策研究：魚類のへい死事故原因調査及び漁場環境調査

生物部

- 1 漁場調査関係：赤潮調査事業（鹿児島湾、八代海）、赤潮情報伝達事業（九州各県及び県下の赤潮情報収集伝達）、貝毒モニタリング調査（山川湾）、赤潮予察技術開発試験（八代海コックロディニウム赤潮調査）、温排水影響調査（川内）、環境情報ネットワーク開発試験（鹿児島湾奥部の環境観測データの収集、情報提供のためのネットワーク化）
- 2 魚類養殖試験関係：魚病総合対策事業、マグロ養殖技術高度化試験（クロマグロの養殖技術及び飼育生質の開発）
- 3 浅海増養殖試験関係：外海域藻場造成基礎試験（外海域での藻場拡大方法の検討）、トサカノリ増養殖技術開発試験、藻類増養殖技術開発研究（奄振事業：オゴノリ）

栽培漁業センター

- 1 種苗生産供給事業：アワビ、アカウニの生産供給
- 2 特産高級魚生産試験：イシガキダイ、カサゴ、ガザミ、カンパチの種苗生産技術の開発
- 3 放流技術開発事業：奄美の特産種シラヒゲウニの種苗生産及び放流技術の開発
- 4 アサヒガニ種苗生産技術開発：アサヒガニの種苗生産技術基礎試験
- 5 シマアジ種苗量産化対策試験：シマアジのウイルス性疾病の予防対策とその生産実証試験
- 6 養殖新魚種導入試験：カンパチ、スズキ、ホシフエダイの新魚養成試験
- 7 奄美群島栽培漁業調査：ヤコウガイの種苗生産・放流調査及びスジアラ、シロクラベラの親魚養成・種苗生産試験

指宿内水面分場

- 1 種苗生産供給事業：放流、養殖用魚類種苗の生産供給
- 2 内水面魚病総合対策事業：魚類防疫対策、魚病診断、薬剤適正使用指導等
- 3 新品種養殖技術開発試験：新魚種（ペヘレイ、チョウザメ、大型ザリガニ、ピラルク）の養殖技術開発
- 4 外国産ウナギ養殖技術開発試験：外国産シラスウナギの養殖技術開発