

魚類養殖試験の歩み

平成27年3月23日

元鹿児島県水産試験場長
荒牧孝行

「魚類養殖試験の歩み」のホームページ掲載について

本県では、昭和 35 年に牛根の溶岩池を利用して築堤式のブリ養殖が始まりましたが、その後、カンパチ養殖、クロマグロ養殖などが行われるようになり、現在では、ブリ、カンパチ、クロマグロの養殖生産量は全国一位を誇るまでになってきています。

しかしながら、平成 21 年と平成 22 年に、八代海で最悪のブリ被害をもたらす赤潮が発生するなど、魚類養殖をめぐる状況は未だ予断を許さないものがあるほか、安心・安全を求める消費者ニーズや世界的な健康志向への高まりなどから、人工種苗に対する要請や、より高品質の養殖魚の生産やコスト削減のための飼料開発など、新たな需要に対応した課題も出てきております。

このような中、もう一度原点に戻り、魚類養殖のあり方を勉強する機会として、私が水産振興課在職時に、私共の大先輩である元鹿児島県水産試験場長 荒牧孝行氏を講師に依頼して、県水産職員研修会を開催（平成 24 年 1 月 27 日、県社会福祉センターにて。参加者約 35 名）しました。荒牧孝行氏は、本県でブリ養殖が始まる頃の昭和 36 年に入庁し、その後魚類養殖が発展していく過程にある平成 9 年に退職されましたが、この間、魚類養殖研究や赤潮研究等に研究職一筋で勤務され、数々の功績を残されました。

この「魚類養殖試験の歩み」は、県水産職員研修会での講演内容をベースに、同氏が改めて整理・作成したものです。本県の魚類養殖の草創期やその後の発展、又同氏の研究に対する姿勢など、貴重な体験が綴られており、今日的な課題にも関連することから、今回、同氏の了解を得て、当センターのホームページに掲載することといたしました。

業務の参考にしていただければ幸甚に存じます。

平成 27 年 3 月 23 日

水産技術開発センター所長 柳原重臣

見出し

	頁
鹹水魚類養殖の始まり・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
付記1 採卵の糸口・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1) マダイ	
2) シマアジ	
金網生簀の開発と普及・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5
餌（飼料）と給餌機の変遷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
クルマエビの配合飼料開発試験・・・・・・・・・・・・・・・・	8
クロマグロの養殖試験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	9
付記2 散水器を使用したヨコワの1本釣り・・・・・・・・	12
付記3 生簀から逃げたクロマグロ・・・・・・・・・・・・	13
1) 漁船のあとについてきたクロマグロ	
2) これが海洋牧場だ	
赤潮に関する調査と試験研究・・・・・・・・・・・・・・・・	14
1) 赤潮発生原因調査	
2) 赤潮情報伝達事業と赤潮予察調査	
3) 赤潮被害防止対策試験	
付記4 溶出試験なしでは海上散布はダメ・・・・・・・・	15
付記5 モンモリナイトの謎・・・・・・・・・・・・・・・・	15
1) 入来の山林に無尽蔵	
2) 活性粘土が決めて	
4) 赤潮による魚類の斃死機構の解明	
その他の試験研究等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	17
1) 魚類養殖指導指針（案）の作成	
2) 魚類養殖多様化試験（水産庁委託試験）	
3) マグロ養殖システム開発試験	
最後に一言・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	19
魚類養殖試験等年表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20

魚類養殖試験の歩み

今回、柳原水産振興課長の依頼により、県水産職員研修会の講師を引き受けることになりました。水産試験場で私が携わったハマチ養殖やクロマグロの養殖試験等で得た知見や、周りに起きた出来事等について、思い出すままに説明してみたいと思いますが、何しろ退職してかなり時を経たOBの話です。どうか「温故知新」の心境でお聞きいただき、そして少しでも今後の水産業の発展にお役に立てば幸いです。

私は、昭和36年4月鹿児島県に入庁し、水産試験場調査部に配属されました。当場の沿革を見てもおわかりのように、調査部が新設されたのは昭和32年であり、初代部長は別府義輝さん、部員に漁業部出身の又木技師、製造部出身の弟子丸技師、養殖部出身の九万田技師以上4名で発足したとあります。

その業務は、他の部に属さない要するに漁業部、製造部、養殖部に属さないもの、あるいは場全体にわたるような業務、試験場の広報（例えば月刊誌「うしお」や年報の「事業報告書」の発行）や図書の管理、漁業公害を含めた漁場環境調査、魚礁調査、そして、かん水魚類（ハマチ・ブリ）の養殖試験です。昭和34年から牛根地先でブリ養殖試験（牛根地先）が決まるまで、連日のように夜おそくまで、今後の進むべき方向とか、取り組むべき業務等について話し合いが続いていたと聞いています。



昭和36年当時の水産試験場（鹿児島市塩屋町）

鹹水魚類養殖の始まり

本題に入りますが、事の発端は昭和32年、牛根漁協の中村万太郎組合長が、八田網で漁獲したマアジを牛根麓で網囲いによる蓄養を試みたことに始まっているらしく、この蓄養は台風による破網で失敗に帰しますが、これが、その後のブリ（ハマチ）の養殖事業に発展し、本県のブリ養殖発祥の地となっていきます。

一方、水試のブリの養殖試験は昭和33年度から牛根漁協と共同で牛根麓の溶岩入江で開始されます。

手本は、先進地である香川県安戸池におけるハマチ養殖（昭和5年に開始）です。昭和33年に大正3年桜島の大噴火で大隅半島と陸続きになった鹿児島湾奥の溶岩入江に約2haの築堤式養魚池を造成し、昭和34年からいよいよブリの稚魚「モジャコ」の採捕試験が始まるわけですが稚魚の同定等については鹿大水産学部の今井先生に、採捕等については既に養殖試験を始めていた宮崎県水産試験場の茂野邦彦養殖科長（後の鹿児島県水産



(昭和38年：牛根麓) 築堤式養魚場、投餌作業

取り上げ状況

試験場長)に指導をいただきながらスタートしたと聞いています。

モジャコの種苗採捕は、漁業調査船「かもめ」と「ちどり」2隻で実施され、約4000尾を確保し、牛根麓の溶岩入江で養殖試験(牛根との共同試験)が開始されたようですが、何しろ初めての試みであるし、共喰いによる減耗やデータを取るために魚体測定用のサンプリングも頻繁に行われたこともあって、年末には大きく成長したハマチはなく初年度は失敗に帰したと報告しています。



調査船「かもめ」

昭和35年には約9000尾の種苗を養成し、年末に約2,500尾のハマチを出荷することが出来たので、その成果を鹿児島湾漁業振興協会の中村万太郎会長(牛根漁協長)が漁村青壮年婦人活動実績発表大会で発表したところ、本県で初めて鹹水魚類養殖魚の生産と出荷実績に漁業者から大きな関心が寄せられたようです。

私は水試に入った昭和36年4月、辞令交付を受けた当日から、モジャコの生簀網作りに入り、3週間後には種苗管理基地の山川港に移動し、沖合で採捕し搬入されて来たモジャコの選別や餌付け等の種苗管理に当たる一方、上司の九万田さんと交代で調査船「かもめ」で種子島から黒島、甕島海域を探索しながら流れ藻の分布調査や採捕試験に従事しました。餌付出来たモジャコの大半は牛根の養魚池で養殖が行なわれ、この年、初めて単年度収支で黒字を出しています。

一方、牛根のブリ養殖事業もこの年3年目を迎えることから、他の地域にも普及する段階にあったようで、別府調査部長が事前に話をされていたのでしょう、垂水市海潟で八田網漁業の川畑水産と深見水産、山川町の大茂水産に種苗を各々2~3,000尾を提供し、この年から養殖は牛根を含めて県内4ヶ所となりました。

新規の3業者は、カタクチイワシの蓄養(カツオ一本釣り用生き餌)を本業としていますが魚の管理技術はある程度持っていたものの、網替えや成長に応じたハマチの分養をしないため、生簀網目の目詰まりと成長に伴う放養魚の密度が高まり、その結果ハマチの鰓に「アキシネ」が多数寄生し、貧血によるピンヘッド状態で斃死が続きました。そのため寄生虫駆除として、川畑水産に残っていた一部のハマチを桜島水族館の屋外池に移し、各種の駆除試験を行なった結果、5%の濃塩海水処理が最も効果のあることが解り、

生残していたハマチのすべてを濃塩海水処理して飼育を続けた結果、年末に鹿児島魚市場に出荷して見ると思わぬ収入が得られたことで、網元衆（八田網）の注目を浴びることになり、翌年から次々にハマチ養殖の希望者が出ることとなります。

昭和37年から水試にはモジャコの種苗供給依頼が殺到しますが、水試の試験船1隻ではどうしても対応できません。その為、養殖漁業者自身による自己採捕船が出漁するようになり、その後、さらに県内の養殖希望者が増加するにつれて、鹿屋の漁船のように、モジャコ種苗採捕専従船（後に香川県の種苗供給基地となる）が出現し、最終的には種子島や屋久島の離島の漁船もモジャコ採捕へと参入し、分業化してゆきます。

一方、県北に位置する長島（東町）の自己採捕船が操業する甌島周辺は、鹿児島湾の漁船が操業する種子・屋久周辺のモジャコより小型魚が多く、しかも出現時期がおくれることから毎年のように種苗不足が生じるため、これを補うようにバツジ網や吾智網等で漁獲されるマダイやチダイの養殖をする人が多くみられました。

なお、水試では業界の養殖魚種多様化の要望に応えるため、後述のハマチ配合飼料試験と同時に、各種の魚類養殖適種試験を開始していました。その魚種はマダイ・チダイ・トラフグ・イシガキダイ・カワハギ・ガザミ・イセエビ・マダコ・アオリイカ等でした。

しかし、この頃は台風が多く、杉丸太と200ℓドラム管を浮力にした手作りの筏（当時、県の財政はやっと再建団体を脱した直後で予算は厳しく節約の時代でした）はしばしば台風の被害を受け、ある時はイセエビ生簀（1m立方体の金網生簀）3台が落下した際は、貴重な供試魚の流失と歳入不足になるおそれもあったので、ボンベを背負い海底を探索した結果、やっと水深52mのところイセエビ生簀（1m³）3個を発見し回収したこともありました。

このように、専用海面を持たない水試では牛根・海潟・桜島や磯地先で養殖試験を行なう一方、各地の養殖漁業者から魚病対策等の指導依頼も多く、何処へ行くにも交通手段は国鉄や民営バス利用の時代ですから、東町等の遠隔地は交通機関を乗り継ぎながらの出張には多くの時間を終やしました。

今でも思い出すことは、現在は漁協等が大型冷蔵庫を持ち、つねに高鮮度の冷凍魚を確保していますが、当時、養殖をする人は餌を保管する冷蔵庫を持たなければ養殖業を営むことは不可能な時代でした。また、当時の冷蔵庫は性能が悪く、そのうえ漁業者はトロ箱に入った鮮魚を天井までぎっしり積み上げるので、餌の鮮度低下による餌料性疾病が多発するため、年中その対策と指導に追われていました。

付記1 採卵の糸口

1) マダイ

鹹水魚類養殖は、昭和30年代ハマチ・ブリの養殖に始まり、年々、各地で養殖希望者が急増するなか、ブリ以外の魚種の要望も寄せられるようになったものの、昭和50年代中頃まで殆どの養殖魚種（マダイ・チダイ・イシガキダイ・シマアジ・カンパチ等）は天然種苗でした。

その間、多くの研究者がマダイ等の人工種苗に挑戦していますが、まず熟卵を持った親魚の入手に苦労したようです。その一例を述べると次の通りです。

マダイの人工受精ですが、昭和37年、四竈安正氏（東大観音崎研究所）は瀬戸内海でマダイ釣りの漁船の中を成熟した親魚を求めて探し廻り、ようやく入手した雌雄から人工

受精を試みるも、僅かに生残した10～20mmの稚魚も正常なものではなく、すべて奇形魚であったという発表を聴き、淡水魚と違い海産魚の種苗生産は、まず、親魚をどのようにして確保するか、これが最も重要な課題ではないかと云う感想を持ちました（福岡県津屋崎の養殖会場にて）。

マダイの種苗生産技術のきっかけを作ったのは昭和42年、鳴門水族館で早朝、館内の見回りをしていた時、水槽内のマダイが水しぶきを上げながら追尾し、水面に無数の受精卵が浮遊しているのを見つけ、早速この受精卵を徳島県水産試験場等に提供したことから本格的なマダイ種苗生産の研究が始まったようです（野口利夫氏談）。

その後、マダイの採卵に陸上水槽が用いられるようになり、昭和40年代の後半には瀬戸内の日本栽培漁業協会によつて安定した種苗生産技術が確立すると、その技術は逐次各県へと波及し、マダイ稚魚は100万尾単位の生産が可能となり放流事業や養殖種苗に供されることになりました。



昭和55年：栽培漁業センター
マダイ親魚用の野外大型水槽

2) シマアジ

シマアジの養殖は昭和40年代頃から大分県を中心に行なわれ、主な市場は関西や福岡方面ですが魚価が良いため、早くから人工種苗に期待が寄せられていました。採卵技術が確立するのはマダイの産卵と同様に、水族館に展示されている水槽のなかで産卵行動を観察したのが事の始まりです。

人工種苗が入手出来るまでの間は、定置網に入網する小型魚が用いられており、本県からは内之浦や高山漁協では養殖種苗として大分県の養殖漁業者へ出荷をしていました。その後、種苗が不足すると大分県や宮崎県の小型漁船（2～3トン）は外海に面した大隅半島、不漁の時は屋久島や黒島からトカラ列島まで南下して種苗採捕していたようです。

漁法は最もシンプルで、ごく岸寄り（2～5m水深域）数ヶ所にポリ玉の下にオキアミ籠を垂らし、その仕掛けを順次、箱メガネで見回りしながらシマアジの稚魚を釣り上げ、集荷しては大分の養殖漁業者へ1尾800～1,000円で販売していたそうです（昭和54年・油津漁協にて日南地区水産業改良普及員談）。

一方、大分県別府市水族館マリパレスで展示のシマアジは、毎年春先になると腹部の膨満は見られるものの産卵はなかったそうですが、昭和52年の春、突然の停電のため揚水ポンプが止まり館内水槽の水温が2度程度低下したとき、電気が復旧し海水が注水されるとシマアジは暖かい海水の温度刺激を受けて産卵が始まったとのこと。受精卵は直ちに希望する各関係機関に配布されたと聞いています。

翌年から、同水族館はシマアジの養殖用種苗生産体制に入り、昭和50年代後半には古満目の日本栽培漁業協会が、昭和60年代になって本県の栽培漁業センターが種苗生産を開始しました。

金網生簀の開発と普及

昭和37年、垂水市海潟地先の養殖漁業者からハマチの小割生簀（漁網）をカタクチイワシの蓄養籠（竹製品）のように、台風時や冬季の荒天時は生簀を曳航して溶岩入江等に避難させることが出来るような生簀はないか相談を受け、畠山調査部長は海潟の砂浜で長さ約4mの孟宗竹12本を支柱にして正方形に組み立て、これに亀甲型金網（亜鉛メッキ#14～16線）を張って小割生簀を作り、これを養殖漁業者に提供したところ好評を博し、瞬くの間に普及してゆきました。

しかし、この生簀には大きな欠点があって、使用4ヶ月を経過してくると金網は電触作用で細くなり、ついに破網が生じてハマチが逃げ出す事故がしばしばあるため、漁業者にとっては気の休まる日はなかったようです。このようなことから水試では畠山部長を中心に生簀の移動の必要がなく、荒天時も安心して養殖可能な沈下式小割生簀（漁網）の開発試験のため、昭和40年には海潟地先で、昭和41年は磯沖合で固形配合飼料によるハマチの飼育試験と合わせて沈下式養殖施設の試験を行いました。側張りに広い面積を要したり、給餌の際は、そのつど天井網を開口するなど煩雑な作業を伴うため水試考案の沈下式養殖施設は普及するに至りませんでした。

その後、外海に面した大根占（染川水産）や内之浦地先（田畑水産）では県の補助事業で、水試の指導のもとに沈下式養殖施設による試験養殖が行なわれましたが、内之浦等の外海に面したところではサバブグによる破網被害が出るので、結果的には後述の菱形金網生簀にとって替わりました。

現在、各地で見られる鋼管筏による菱形金網生簀（例：10×10m 深さ8mの亜鉛引鉄線 #8）は、昭和42年鹿児島市の豊産業機械販売（有）によって開発されたもので10数年後には九州一円、遠くは四国まで普及しました。

この金網生簀が作られた経緯ですが、豊産業（有）はもともと、さつまいもを原料とした澱粉工場の機械を製造・販売していた会社で、大隅地方の仕事帰りに海潟の護岸に腰を掛け休憩していたところ、浜で5、6人の漁師が生簀の組み立て作業を目にしたことから始まっています〔豊産業機械販売（有）：木屋専務談〕。

これにヒントを得た豊産業は、自社製品で河川の護岸工事に用いる蛇腹式金網（亜鉛引鉄線）を鋼管枠に吊り下げ、発砲スチロールで浮力を持たせた養殖生簀（7×7m）を試作して海潟の養殖業者に提供したところ、生簀の曳航が容易であること、波浪への耐久性があること、給餌の時や潮の早い時でも金網は形状を保っていること、また、はだ虫（ベネデーニア）の寄生が無く、網ズレも生じないので魚は良好な成長を示すことから昭和45年頃には県内一円に普及していました。

一方、鹿屋市漁協では北西の風を強く受けることや、湾内の「とんとこ網」漁業も盛んであったことから、モジャコ採捕漁だけを専業としていましたが、八田網を営む網元の一人上船水産は、古江沖合に沈下式網生簀を設置し、しばしば台風や季節風の影響で破網し魚を逃がしたりしながらもブリ養殖は継続していたようです。

このような状況の中、鹿屋市漁協は牛根や海潟の菱形金網生簀の普及でブリ養殖ブームに沸いていることに刺激を受け、昭和51年頃、先進地視察先の高知県宿毛地先で半沈下式養殖施設（漁網生簀）の見学でヒントを得て、金網生簀の浮力となっている発砲スチロールを耐圧フロートに取り替えて、通常は水面に浮上させ、台風時は水面下5mまで沈下

させる半浮沈型の養殖施設を考案したことから養殖漁業者は急増し、昭和53年には古江から高須沖合にかけてブリの養殖漁場（側張の生簀繫留施設は県の補助事業？）が拡大し本県の主要なブリ生産地は、牛根・海潟・東町に続き鹿屋が加わり四大漁場が形成されました。

なお、鹿屋地先では昭和61年、地元の定置網で漁獲されたカンパチ約2,000尾を養殖して出荷したところ、ブリとは格段の高値を呈したことからカンパチ養殖が注目され始め、昭和63年、試験的に商社を通して香港産カンパチの稚魚を輸入し、カンパチ養殖を始めたところ、平成3年、ブリ価格の暴落で一挙にブリ養殖からカンパチ養殖へと魚種転換が図られこの現象は海潟等へ波及して現在に至っています。

餌料（飼料）と給餌機の変遷

牛根で、ハマチの養殖試験が始まった頃は、今と違い、養魚用の餌料というものは全くなく、本県においては低廉の冷凍魚さえ皆無の状況でした。そのような環境で、ハマチの養殖試験を開始した牛根では、餌を保管できる冷蔵庫は水試にあった中古を餅冷蔵庫（2,3坪）を移設し、高山漁協等の定置網で漁獲される鮮魚を仲買の業者から入手して使用していました。

このような状況のなか、昭和36年、別府調査部長は、カタクチイワシの蓄養技術を持ち、餌の自給も可能な海潟等の網元に、ハマチの養殖を奨励され、これが民間（個人）によるハマチ養殖の始まりとなります。

しかし、いざ養殖を始めて見ると、1kgのハマチを育てるために約7～8kg前後の餌が必要となり、養殖漁業が発展したとき餌料不足が生じることを懸念していた九万田主任技師は将来、安定供給できる餌は配合飼料以外になしと見て、ホワイトフィッシュミールを主体にしたハマチ用配合飼料をオリエンタル酵母工業（株）（日清飼料系列 当時）に依頼し、昭和38年、水試の試験地である牛根地先で配合飼料と魚肉ミンチの混合飼料を約6カ月間給餌したところ、まずまずの成果を納めることが出来ました。

（当時は養殖技術が最も進んでいた内水面のニジマス養殖でも、まだ配合飼料の完成品はなく大口の県内水面分場では、ニジマスの餌に雄雛をチョッパーにかけて投与していた時代です。ブリの飼料として配合飼料が陽の目を見るのは、約20数年も後の平成4～5年頃、マイワシの激減で冷凍魚が高騰した時、ブラウンミールを主原料とした「オレゴンモイストペレット」という形で登場してきます）

配合飼料の試験は、前述のように沈下式網生簀を用いて台風対策試験を兼ねながら、昭和40年に海潟地先において固形飼料だけで7ヶ月間にわたり飼育試験を行なったところ、1尾平均1kg級のハマチを育てることに成功しました。また、41年は鹿児島市磯地先で生餌と配合飼料半々で飼育し、年末で1.3kg前後に成長しました。

水産庁主催（担当：本間技官）の年度末報告会では、各県提出の報告書を入手するため多数の飼料メーカーが出席していたことには驚きましたが、本県の試験結果は、長期間にわたりしかも固形飼料による単一飼料で飼育された報告はこれまで皆無であったため、飼料会社にとっては貴重な参考資料となっただけでなく、その後の各メーカーの飼料開発に大き

な影響を与えたのではないかと自負しています。

しかし、肝心の県内漁業者はサバやマアジの給餌で年末には1尾1.5 kg以上のハマチを生産していた時代であり、それに比べ水試のハマチは、業者の魚と比べ小さいことから配合飼料に対する認識は極めて薄く、一部の漁業者が稚魚の初期飼料に用いた程度でした。

昭和40年代後半になると市場出荷魚は当年魚(1.5 kg前後)のハマチから2年魚(6~7 kg)のブリに替わり、給餌量も大幅に増加したことから冷凍魚の解凍は大仕事で前日から外に出したり、山鉾で凍結魚を割ったり、日光に曝したりで結果的にドリップが海へ流れて水質汚濁や悪臭が出て社会問題にもなっていました。

このような状況のなかで昭和55年鹿児島湾奥の福山養殖(池田清澄氏)は、餌からドリップを出さず、悪臭も出さない冷凍魚の調餌方法はないものかと豊産業(金網生簀の製造販売先)へ相談したところ、鹿大工学部(機械科)の考案により凍結魚を瞬時にバラバラに離して砕く試作機が造られ、これを改良して出来上がったものが「ブレイクダウン」後の商品名「クイックマシーン」という凍結餌料破砕機でした(池田清澄氏談)。昭和56年12月初旬頃と思いますが、このブレイクダウン処理の凍結餌料で飼育した福山養殖の魚を視察した石神副場長は、無選別に抽出したハマチと2年ブリ(越年魚)を各々10尾ずつ買上げ、水試で魚体測定したところ体型はカツオに似て丸々と太り、ハマチは1尾平均1.8 kg、2年ブリは平均7.3 kg、最大10 kgに達する見事なブリもいて感嘆したことを覚えています。



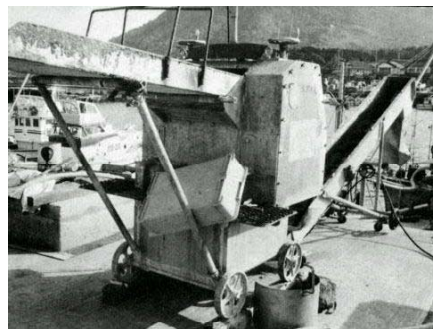
昭和40年：牛根麓

作業場からミンチ状にした餌の積み込み

その後、福山の養殖場には県内外の関係者が連日のように訪れたらしく、また、豊産業(有)には県外からも多くの引き合いがあって、全国に普及していったようです。

昭和60年当初、年間400万トン台の漁獲量を維持していたマイワシも、平成3年頃から減少傾向を示しブリ養殖にとって養魚用餌料の不足が懸念され始めましたが、ブレイクダウンとこれに対応して新型の造粒機が開発されたことにより、給餌船にこの造粒機を載せ配合飼料と冷凍魚を混合して造る新餌料「オレゴンモイストペレット(OMP)」の出現でした。

このOMPの特徴は、配合飼料が魚の水分を吸水して軟質のペレットが造れるため餌の溶出が少なく、生簀の外へ流失する餌は殆どないので飼料効率を高め、しかも海水を汚さない一石二鳥とも言える「優れもの」であることから、今日でも各地の養殖場で使用されています。



昭和58年：東町薄井漁港

東町漁協で最初のブレイクダウン



昭和63年：垂水市牛根イストレター

クルマエビの配合飼料開発試験

水試がクルマエビの配合飼料開発試験に取り組んだ経緯は次のとおりです。

昭和40年代に入ると、本県のハマチの養殖は一段落しますが、多くの沿岸漁業者はいろんな魚種の養殖に対して強い関心をもつようになり、なかでもクルマエビの養殖については多くの人々から要望が寄せられていました。

当時、全国のクルマエビ養殖状況を見ると、瀬戸内沿岸では、広大な廃止塩田を利用した粗放的な養殖、天草地方では天然の入江を利用した半築堤式の漁場であり、餌は近くの沿岸で多量に漁獲される「アサリ」をクラッシャーで砕いて夕刻に給餌する養殖法が採られていました。

本県には、瀬戸内や天草のような天然の地形に恵まれた場所がないため、昭和42年、桜島水族館の一角をお借りして、陸上では多段式箱型水槽、海上では砂を入れた二重底の生簀を設置し養殖試験を始めましたが、これまでの魚類とは勝手の全く



違うクルマエビの飼育には試行錯誤の連続でした。昭和48年：知覧三井農林[㈱] 養殖場

このような状況の中、水産試験場長は宮原水産商工部長が兼務されていましたが、同年の秋、金丸県知事の要請を受けて大分県姫島でクルマエビ養殖事業をされていた茂野邦彦氏が当場の場長に就任されたことにより、これまでの水試のクルマエビ養殖試験は仕切り直しとなり、まず本県では餌（アサリ）の解決を図ることが急務であるとして、アサリに匹敵する代替の配合飼料開発に取り組むことになりました。

茂野場長の考えは、クルマエビにとって嗜好性が高く、海水中で有効成分が溶出しにくい餌で、アサリに劣らない成長をしめす配合飼料の開発でした。主タンパク源となるものは、安価で、栄養価が高く、資源が豊富でしかも入手が容易であることが必須条件となるため、この条件を満たす良い原料はないか宿題を出され色々と考えていたところ、ふと酒のつまみでスルメイカの加工品「のしイカ」（上京の際、寝台特急列車の車内販売で購入していた酒のつまみ）を思い出し、分類上から見てもスルメイカはアサリと同様に軟体動物に属し、貝類と頭足類の違いだけなので、これなら諸条件に合致するのではと思い、スルメイカの頭脚部の利用を提案したところ、興味ある材料とすることで採択されたのが始まりでした。スルメイカの頭脚部を主原料とした試作品の製造（スルメイカの乾燥粉末にビタミンとミネラルを練合わせチョッパーから出る素麺状態のものを乾燥した簡易ペレット）は石神製造部長の助言と協力で完成することができました。

飼料試験は、アサリ肉を対象区として試作品の簡易ペレットを投与して飼育したところ摂餌も良く、アサリとほぼ同等の成績を挙げることが出来たことから本格的な試験に入りより飼料効率の高い、より安価な飼料開発に向けて改良試験を継続することになりますが水試には空き地も施設もないため、昭和46年錦江町に本場が新設されるまでは、垂水増殖センター（現在の栽培漁業センターの前身）の場内にビニールハウスを設置し（木製1t水槽20面）、ここに九万田主任研究員（途中から北上技師が配属されて交代）と1週間交代で土日なくセンターへ通勤し、試験期間は30日間単位でこれを約2年間、行な

ってきました。

水産庁主催の年度末報告会では指定研究を受け報告に来た各県水試の人数よりも飼料メーカーの傍聴者が数倍も多く、会場は満員の状態となっていました。その狙いは報告書の資料入手にあったようです。

その後、茂野場長の所には日本飼料協会の人々がやって来ては、鹿児島水試が研究したクルマエビ用配合飼料データは既にエビ研究に熱心な外国人の手にわたり、向こうで発明したかのように書き換え、特許申請される恐れがあるので、早く日本の業界の爲にも鹿児島県から外国へ特許申請してほしいと言う要請があったようです。

昭和45年3月、茂野場長をはじめ、畠山調査部長、九万田・弟子丸主任研究員、それに私の5名に「エビ類養殖用飼料」と「エビ・カニ類の養殖方法」について、県から職務発明の認定を受けると同時に、県へ特許権利の移譲手続きを済ませたのち、東京にある浅野特許事務所を通して鹿児島県知事名でアメリカやフランス等の5カ国へ上述の「えび類養殖用飼料」の特許申請を行ないました。

それから2、3年後、これで外国の特許問題は一件落着となったことから、今度は国内で特許を取得しようと特許庁へ申請をしたところ、これが特許公報で報じられると、これまで早く外国の特許をとってくれと急がせていた飼料メーカー側から「今回、鹿児島の特許申請の内容は既に水産庁の報告会等で公表しており、これは公知の事実にあたるため日本国内の特許として認めることが出来ないので異議申立をしたい」との連絡があったらしく、場長をはじめ県の上層部で検討された結果、裁判まで持ってゆくと、これに要する経費や時間もかかってしまうし、そのまま申請だけしておく鹿児島県の実権だけは残るため第三者が申請しても特許になることはない、その代わり国内ではどのメーカーも自由にイカミール等を配合した鹿児島タイプの餌は製造することが出来るようになりました。

その後、国内の飼料メーカー各社は鹿児島の開発した配合組成を基本に製造販売して行きますが、県の場合、瀬戸内の廃止塩田跡や遠浅の浜もないため垂水栽培漁業センター（瀬戸口勇場長）が二重底の大型陸上水槽を考案したことにより、まず隼人地先でMBC開発（株）が養殖事業に着手し、その後は知覧（三井農林）、坊津（坊津町公社）さらに冬季でも水温が高い種子島、屋久島、奄美大島へとクルマエビの養殖場が広がって行きました。

一方、本県の配合飼料は水試の石神製造部長達によって、伊集院で麺類の製造販売を営んでいたヒガシマル食品（株）に飼料製造の技術指導を行なったところ、西日本一帯はクルマエビ養殖の増産ブームに乗って配合飼料の生産量も増加し、その後は各種養殖魚の配合飼料の製造販売にも着手し、西日本では有数の養魚飼料メーカーとして発展し現在に至っています。

クロマグロの養殖試験

ここで、少し元へ戻り、クロマグロの養殖試験に取りかかった経緯について説明しますと、昭和48年の初冬の出来事になりますが、水試の次年度の予算要求書に目を通された川畑強水産商工部長は、茂野場長に、もうクルマエビ養殖の飼料特許も取得したのだから、エビの試験はここで止めて、もっと他にやるべき試験はないのかとの指摘があったよう

で、夜遅く九万田部長から電話が入り新規予算書を作り3日以内に提出するよう指示を受けたことに始まりました。

実は2、3年前から、本県に沿岸に来遊する魚あるいは漁獲される魚の中で養殖用種苗として有用な魚種がないか、県内の定置網漁獲物調査や市場の水揚げ状況調査を行なったところ、薩南海域で例年12月～翌年の3月にかけてクロマグロの幼魚「ヨコワ」（2～3kg）が引き縄によって漁獲され、枕崎港に数万尾の水揚げがあることに注目する一方、水産庁遠洋水産研究所主催の「マグロ類養殖技術開発企業化試験」の報告会にオブザーバーとして参加し情報収集を行い、昭和47年にクロマグロ養殖試験の予算書を提出したところ、財政課より50万円前後の内示があったもののこの額では到底試験は出来ないとして辞退していました。

そこで、九万田部長と相談のうえ、再度クロマグロの養殖試験を新規事業として予算要求をしたところ、財政課から3ヶ年で結果を出すことを条件に認めてもらいました。

このように、クロマグロの養殖試験を開始するに至った経緯は以上の通りですが、試験の大きな狙いは、果たしてコマーシャルサイズまで飼育出来るか、また、養殖クロマグロが市場でどのような評価を受けるのか、天然マグロが集中する東京築地に出荷して養殖クロマグロの真価を問うことも目的の一つでありました。

昭和49年の初め、年が明け財政課の内示を受けると、九万田部長と坊津町へ出向き試験の目的や内容の説明を行い、さらに坊泊漁業振興会、仁王崎漁業振興会、野間池漁業振興会へ引き縄によるヨコワの種苗採捕の依頼をしました。

同年4月、坊津町泊に養殖基地を設け、10m四方の金網生簀を設置すると同時に、毎朝夜明け前にブリ飼付け漁船「芙蓉丸」に川上水産課長・吉原船頭と私を入れて3名が乗船し、枕崎から野間池沖合で引き縄によるヨコワの釣獲試験を行ないました。幸いこの年はヨコワの来遊が遅くまで続いたので、約60尾を釣り上げ生簀へ40尾（1尾平均1.3kg）を放養することが出来ました。

各漁業振興会所属の漁船も4月当初は引き縄漁に出漁し協力をもらえましたが、漁獲したヨコワを活魚槽に入れても釣り針による出血ですぐ斃死したり、活魚槽の容積が小さいため3、4時間の操業中に体側部にスレが出来たりして種苗として適さないため、種苗採捕に出漁する船は皆無となりました。

夏季、薩摩半島に来遊する小型ヨコワ（400～500g）の種苗採捕は、笠沙漁業振興会（平八重登会長のち漁協長）の協力を得て約350尾を確保し、笠沙町片浦湾で餌付けした約110尾の供試魚（金網生簀：7×7m）を9月に養殖基地のある坊津町泊港まで移動（約35kmの距離）するため、小潮時に4トンの漁船で生簀の曳航を始めましたが、野間岬を廻り終えた正午過ぎから向い潮となり前に進むどころか、逆に潮に押流される有り様で、応援の漁船と2隻で曳航しても前進しないため投錨して、翌朝曳航出来るように一通りの作業を終えて笠沙へ着いたのは夕暮れ近くになっていました。

翌日、夜明け前に出航し投錨地点に来ると生簀はなく、アンカーロープが切れて流出したのではと不安になりながらも搜索していると投錨地点より約1,000m程、野間池半島寄りにアンカーがしっかり掛かった状態の生簀を発見した時は本当にホットしました。秋目沖の千貫瀬を迂回しながら北上研究員が待っている泊港に入港したのは午後2時頃であったと思います。

これから、いよいよ本格的な養殖試験を開始するわけですが、笠沙から曳航してきた種苗は野間池での強い潮流で生簀網が吹き上がり、ヨコワに大きなストレスを与えてしまっ

た結果、その後約1ヶ月間にわたり30尾程の斃死魚を出したうえ、その後も台風の接近や網替え作業の影響で斃死が出て飼育数は次第に減少して行ききました。

一方、昭和50年にはマグロ養殖の普及を図るため、笠沙町のブリ養殖漁業者（浜崎水産）と共同試験を始めていましたが、約20kg程に成長した昭和51年2月頃、季節風による大時化のため生簀が破損し、50尾前後の飼育魚すべてが逃げたしまい、笠沙沿岸の定置網で大半のマグロが漁獲されてしまう出来事がありました。

また、養殖試験2年目に入ると財政課では飼料費を計上している以上、生産物があがるはずだから幾らかの歳入はあげてもらいたいと云うことで、正確には覚えていませんが、2年目で約30万円、最終年度の3年目には確か200万円程度の歳入は課せられていました。

そこで、まず2年目（50年度）の歳入対策として、折角20kgの大きさまで成長したマグロを取り出すのはあまりにも勿体ないので、9月から始まった坊津沖合の「ブリ飼付け漁業」で釣獲される約1.5kg前後の痩せた「ヒラマサ」を安価な値段で集荷し、3カ月間育成して年末に市場へ出荷することにしました。

その結果、約2.5kg程度に育ったヒラマサを12月30日の夜明け前から地元の漁業者の手伝をもらいながら活けメ後、トラックに書かれた「県」の文字はすべて隠し荷主は「茂野水産」名で、朝6時頃には枕崎漁協へ、7時すぎには鹿児島魚市場に出荷しましたが、予想以上に高値がついたので2年目の歳入予算はすんなりクリアしました。ただ、県の会計規則によれば、売り上げ金を職員が1日以上保持することは出来ないことになっているらしく、しかも当日は土曜日のため正午までに銀行に納めなければならず、現金受理のためもう一度、枕崎漁協に引き返し次に鹿児島市場（県漁連）に立ち寄り、水試で待機していた北元出納員に売り上げ票と現金を渡した時は、鹿銀の閉店時間ギリギリであったような気がします（県水試名で出荷していれば荷受け機関から銀行へ振込がありますが、なぜ、このような面倒なことをしたかと言えば、荷主が「県」であると漁業者と違い「親方日の丸」だから安値にしてもと言う風潮があったため、少しでも歳入をあげたいと思った故の行動でしたが！！）。

さて、養殖3年目となり試験も終わりに近づいた昭和52年1月、体重測定と肉質検査を兼ね1尾を釣り上げ、サンプリング調査を行ないました。結果は次のとおりです。

(1) 年齢：満2.5歳 (2) 尾叉長：130cm (3) 体重：48.4kg 養殖クロマグロの品質評価は、鹿児島中央市場で仲買と卸業を営んでいる鹿児島市の山口水産へ解体と評価を依頼したところ、(4) 体型的には尾柄部が細く頭デッカチに見える (5) 魚肉は脂が乗っているせいか全体がピンク色、背に近い筋肉部でも赤身が薄い (6) 体重100kg級のトロの刺身は3～4切れ程度で満足するが、この養殖マグロの味は淡泊に感じるので沢山食することが出来そう (7) 市場出荷するのであれば、もう一回り大きく育てて60kg以上のマグロが望ましい。

以上ような評価と助言を受け、今後の対応を上司と協議した結果、折角ここまで来たのだからあと1年間飼育を続けてもらえる所があれば、マグロは活かしたまま施設ごと売却する計画があることを坊津町へ話したところ、マグロは町で養殖しても良いとの回答を得たので全数20尾を売却をしました。

水試は養殖指導を行う替わり、飼育データは利用させていただきたいと言う条件で継続試験が開始されたわけですが、その後、残念なことに台風等の影響で7尾の斃死（45～75kg）が出ましたが、同年（昭和52年）12月に出荷のため全供試魚13尾を取

り上げ、魚体測定したところ、体重は、40 kg級が3尾、50 kg級が3尾、60 kg級が1尾、70 kg級が3尾、80 kg級が2尾、90 kg級が1尾となり、1尾の平均重量は66.1 kgでした。雌雄別には♀7尾に対して♂6尾、生殖腺は未熟ではありませんでしたが、両者とも最大550 gとなっていました。

入札に11尾（内臓抜き1尾平均60.7 kg）を東京築地の**大都魚類**へ出荷したところ、当日は青森県から定置網に入網した24尾（50～60 kg）も入荷しており合わせて35尾がセリにかけられ、青森産の天然マグロが5,500円 / kgに対し鹿児島島の養殖マグロは4,600円 / kgでした。

後日、**大都魚類**から参考のためにと写真が送られて来ましたが、横2列に並べた両者のマグロを見比べると一目瞭然、青森産のマグロは傷跡一つないきれいなマグロの写真ですが、鹿児島から出荷した養殖マグロは、水揚げ時の網ズレの跡が一際目立ち、商品価値を随分低下させているように感じました。しかし、それでも予想以上の値がついたことには驚きましたが、市場では養殖クロマグロの初入荷と言うことで「お祝儀」相場になったのかもしれない。

これらの情報は報道関係者を通して、近大の原田教授のところへ伝わっていたようで、翌年の1月から3月にかけて12尾の養殖マグロを大東魚類へ出荷されたく、最も高値がついた時は、大時化で天然の活メマグロの入荷がないとき、近大から1尾だけ出荷した40 kgのクロマグロは、kg単価1万円の高値が出て大きな話題となりました。



昭和50年12月：サンプリング(坊津町)
試験開始1年4ヶ月後、平均12 kg



昭和52年：築地市場の養殖マグロ

付記2 散水器を使用したヨコワ一本釣り

曳き縄によるヨコワの種苗採捕は潜行板と両針の付いた疑似餌で釣獲するため、針が口腔の横向き（顎に相当する部分）にかかれば出血もなく申し分のない種苗ですが、針が上向きにかかると上顎付近からの出血がひどく、魚槽内では何とか生きていても、網生簀に放すと100%近く斃死しています。

そこで、ヨコワの歩留り向上のため、カツオ船のように散水器を利用した一本釣りが出来ないか笠沙の漁船「希昭丸」へカツオ船専用の散水器をとりつけ、チャンスがあったら試してくれるようお願いしていたところ、昭和52年9月（既にヨコワの種苗買い入れ終了のあと）沖合いでカタクチイワシを囲い込んだ魚群に遭遇し、このイワシの中に漁船を乗り入れてタモ網で抄い獲り、そのまま船縁にぶら下げ漁船を流していたところ、タモ網から海水中に拡散する鱗と網目から逃げ出すカタクチイワシに向かって、ソーダカツオ

は船を中心に水平に廻りながら、ヨコワは下から上昇して捕食をはじめたので、散水器をかけながら竿釣りを始めたところ、僅か12, 3分の間にヨコワ30数尾を釣り上げた体験談を聞くことが出来ました(平八重昭男氏のち仁王崎漁業振興会長)。

付記3 生簀から逃げたクロマグロ

1) 漁船の後をついて来たマグロ

笠沙町で共同試験していた20kg級の養殖マグロが大時化による生簀の破損で約50尾前後が逃げ出し、その大半が近くの定置網で漁獲されたことは先に述べましたが、実はこれには、その続編の出来事がありました。

生簀の破損事故から2週間程すぎた頃、坊津町の漁船が曳き縄漁に出て野間岬沖の鷹島付近まで操業して帰途に着き、秋目の沖を通過するころ船の後を見ると、船の後を黒っぽい大きな魚がついて来ていることに気付き、釣具を入れても食いつく様子もなくそのまま航行を続けたところ、ついに坊津町の泊港内に来て依然として後についており、船溜り直前でようやく離れて行ったそうです。

その後、泊地先のブリ養殖場付近で目撃されるようになったある日、坊泊養魚の給餌船から垂らしていた釣り道具に掛かり、糸を遣り取りしている間に切れてしまい、それ以来マグロの姿は見えなくなったとのことでした(恵洋丸 森健作氏と坊泊養魚の従業員 戸田氏 談)。

私の推測ですが、笠沙町片浦で浜崎水産と共同試験をしていたクロマグロは生簀の破損で逃げ出したものの、自前で獲物を取ることも出来ず空腹状態にある時、通りがかった曳き縄船のエンジン音が給餌船のエンジン音に似ていたため、餌を貰えるものと勘違いしてついて来たのではないかと考えていますが、果たしてクロマグロにそんな学習力があるのか未だに不思議に思えてなりません。

2) これが海洋牧場だ

漁船の後をついてきた笠沙のクロマグロの件から、約16年後のことになりますが、県は平成4年からMF21の「マグロ養殖システム開発試験」のグループに加入していた関係で、日本栽培漁業協会が沖縄県石垣島で種苗生産用として親魚養成中のクロマグロを視察する事になり、佐藤座長(元水産庁西海区水産研究所長)をリーダーに助言者や企業グループ約15, 6名が参加しました。

升間場長の案内で、凡そ10haはあるような広々としたリーフの内側にクロマグロの親魚生簀6, 7台が並び、この給餌作業が一通りすんだころ場長からもう一ヶ所給餌する所があるので案内しますと云うことで移動したところ、簡単な手作り様の浮棧橋(水面すれすれ)に乗り移ったものの、周りにはそれらしいマグロの生簀もなく全員げげんな顔をしていると、足元近くの水面へ冷凍イカ1尾を投げ入れた瞬間、水中から2m程もあるクロマグロがゆっくり浮上して来たのには全員びっくりしました。

マグロは頭部を5, 6cmほど水面に出し、馬のような大きな目で我々を確認するようにして餌をのみ込み、手を延ばすと背中に触れることが出来る程の近距離をゆっくり泳いでいる姿には二度びっくりでした。

升間場長の話では、5, 6ヶ月前網替え作業中に逃げ出した7, 8歳魚で、途中1ヶ月間ほど行方不明となったこともあったが、また戻って来たと言う説明でした。これらを見

聞されていた佐藤座長は、すかさず「これが海洋牧場だ」と大きな声で叫ばれた言葉はいまでも耳に残っています。

赤潮に関する調査と試験研究

(赤潮の試験研究については九万田調査部長(企画・調整・総括)・武田主任研究員(分析担当)それに私(生物担当)の3名が業務を分担しながら行ったものです)

1) 赤潮発生原因調査

昭和52年6月鹿児島湾桜島水道以北(西桜島～牛根全域)において海面が茶褐色に変色して、2年ブリやハマチ118万尾が斃死し被害額は約7億円に達しました。

県では、養殖魚の斃死が出始めた6月8日16時には水産商工部長を対策本部長とする「鹿児島湾赤潮被害対策本部」を設置し、海上自衛隊鹿屋航空群に依頼し、ヘリコプターによる航空観測や、県漁業取締船と県漁業調査船は、生簀の避難誘導や海洋観測を実施しました。

一方、水産庁は緊急に全国総点検調査委託事業の中から委託事業として鹿児島湾赤潮発生原因調査研究が開始されました。調査チームは、地元鹿児島水産学部野澤教授や香川大学農学部岡市教授それに鹿児島水試の茂野場長等、総勢11名で構成され、約6カ月にわたる調査を終えて、鹿児島湾赤潮発生原因調査研究報告書「昭和52年6月発生のHornellia赤潮」(昭和53年3月)を水産庁漁場保全課へ報告しました。特記すべき事項としては、野澤教授は今回、鹿児島湾で発生したプランクトンは、瀬戸内海の赤潮原因種とされるHornellia marinaの類似種とされるが、形態の細部に相異がみられることからHornellia sp.として扱うけれども、外国の文献等を調べるとChattonellaに属するのではないかと提唱されました。

この後、日本プランクトン学会等で検討されたと思います、翌年には瀬戸内海で発生しているプランクトンはChattonella antiqua、鹿児島湾で発生したプランクトンはChattonella marinaの学名が用いられるようになりました。

2) 赤潮情報伝達事業と赤潮予察調査

昭和52年シャットネラ赤潮発生以降、水産庁の補助事業として赤潮発生時期になると水試をはじめ各漁協は約2～3ヶ月間は連日、水温変動と有害赤潮生物の消長を把握するため定点観測を実施してその情報を各関係機関へ伝達すると共に、水試は鹿児島湾の赤潮予察調査を4月から7月にかけて24定点、八代海は6月から9月にかけて12定点について有害赤潮生物の出現状況や水質状況を観測しながら、赤潮発生注意報や警報を関係市町村や各関係漁協等へ情報連絡を行なってきました。

3) 赤潮被害防止対策試験

シャットネラやコックロデニユウム赤潮による魚類の斃死防止を図るため、水産庁の委託試験として、県工業試験場窯業部の藺田部長ほか多くの職員の方々には、各種粘土に関する情報や化学分析等の協力をいただきました。

シャットネラについては室内で大量培養し、1t水槽を用いてハマチ等の魚類への攻撃

試験で致死濃度を測定すると同時に、本県の入来に産するモンモリロナイトを散布して各濃度と魚類の生残率を求めました。

また、コックロデニウムについては培養が困難であることから、赤潮の発生した八代海（東町沿岸）において粘土の濃度と赤潮生物の除去効果を観測する一方、ハマチを1m四方の金網生簀に入れて赤潮に暴露し、モンモリロナイトの散布と供試魚の遊泳状況や生残率等の観測を行いました。その結果、赤潮に対する粘土の有効濃度は、鹿児島湾のシャットネラ赤潮に対しては約2,000ppm、八代海のコックロデニウム赤潮に対しては400ppmで魚類の斃死を防止する効果があることを明らかにしました。

なお、瀬戸内海に発生するシャットネラ アンティカに対してはシャットネラ マリーナに比べて約3倍以上の濃度でなければ効果のないことも明らかにしました。

以上のような研究成果から、一部、国の補助もあって長島町（東町）や鹿児島湾では赤潮対策用として常時、所定の倉庫には赤潮対策用粘土が保管されるようになりました。これらの結果については、水産庁の赤潮対策開発試験成果集（3）の「粘土散布による赤潮被害防止マニュアル」（昭和57年3月）として水産庁漁場保全課へ報告しています。



昭和54年5月：竜ヶ水沖
アドバルーンによる粘土拡散調査
上空から粘土の拡散状況を写真撮影



昭和55年4月：竜ヶ水沖
粘土散布機械の性能確認試験

付記4 溶出試験なしでは海上散布はダメ

昭和54年、水産庁の委託を受けて赤潮対策技術開発試験グループに初参加し、報告会の発表に際し、九万田部長がまず冒頭これから赤潮対策として海上散布をしようとする入来産モンモリロナイト（粘土）は、「海洋汚染防止法」に基づく溶出試験（第三者の分析）の結果、シアンや水銀等の9項目はすべて基準値以下のため海上散布が可能となりましたと言う説明から入りました。

そのため、前年度から委託試験を実施している三重県や大分県は、生石灰の散布をアコヤ貝養殖場の漁場改良材として、カドミウムやシアン等の九項目の溶出を全く確認しないまま散布試験を行っており、しかも報告会の助言者として出席されている大学や水研の学識経験者の方々も、このことは念頭になかったらしく、その後、生石灰等を散布していた県は委託試験を辞退されたのでしょうか、次年度からの出席はありませんでした。

付記5 モンモリロナイトの謎

1) 入来の山林に無尽蔵

鹿児島湾に突然、シャットネラ赤潮が発生し、瀕死のハマチやブリをどう救済すればよいか右往左往の状態の時、降水のため濁水が海へ流れ込むと、海水中の透明度が高くなる現象を調査し、その原因は濁水に含まれる粘土物質の1種モンモリロナイトであり、この粘土はプランクトンを凝集沈降する性質があると書かれている、西海区水産研究所代田邦彦赤潮部長の論文を見つけた九万田調査部長は、このことを県工業試験場窯業部菌田徳幸部長に相談したところ、入来町の山林に中越パルプで製紙にコーティングするカオリナイトを採掘していて（光来鉱業）、全く使いものにならないモンモリロナイトが混入しているので困っており、その量は無尽蔵に近いとの説明を受け、そのサンプルを頂いたのが事の始まりです。

2) 活性粘土が決めて

この粘土を、水試で培養した赤潮生物シャットネラ中にいれると、瞬時に細胞が破裂したり、丸く変形する現象を検鏡観察で確認しました。そこでモンモリロナイトを溶かし濾過液を添加しても同様な現象が見られるため、濾過液に含まれている物質が何であるか、分析担当の武田主任研究員が調べたところ海水に溶かすとpHは4前後、Alが70ppmと極めて高い含有量であることが判りました。

そこで、シャットネラの細胞を破壊する物質がAlであるかどうか確認する必要から、Alを含む化学薬品の塩化アルミニウムや硫酸アルミニウム等もモンモリロナイト液に含まれるAlの濃度と同じ濃度になるように希釈して実験しても同様の結果が得られました。

また、粘土の中にAlを含有していても活性化されていなければAlの溶出がなく、従って赤潮生物には全く効果のないことが分かりました。（例えば、塩酸等の熱水等で岩石が分解されて出来た粘土とか、入来町のように弱塩酸の温泉が出る所では、火山の噴火により塩酸の熱水で、モンモリロナイトが洗浄されると粘土は活性化するそうです。[菌田窯業部長 談]）

なお、Alを含有していても活性化されていない粘土に、人為的に酸処理するとAlの溶出が起り、シャットネラに効果のあることも確認できました。

このような機能を持った活性粘土を海面へ散布すると、海水のpHは瞬時に酸性を示し、海水中のMgイオンやKイオンが粘土のAlイオンとの間に置換交換が行われることでAlが飛び出し、これが赤潮生物の細胞にダメージを与えているものと思われます。

因みに、赤潮生物15種類について、モンモリロナイトの効果を*in vitro*試験を試みたところ、八代海に発生するコックロデニウムや鹿児島湾のシャットネラでは比較的低濃度で効果が認められるものの、瀬戸内海に発生するシャットネラ アンティカでは高濃度でなければ効果はありませんでした。また、鎧板を持ったプランクトン例えば貝毒の原因種で有名なプロトゴニョラックス カテネラ等には効果が有りませんでした。

4) 赤潮による魚類の斃死機構の解明

有害赤潮による魚類の斃死原因と斃死機構を究明して、養殖魚の斃死抑制技術の方向を見だし対策技術の確立を図るため、鹿児島大学野澤教授、尾上助教授、宮崎大学木村教授、黒木教授の方々の協力を戴きながら、培養した赤潮生物シャットネラをハマチに暴露し各種の試験をおこないました。

その結果、シャットネラは魚の体表粘膜や鰓粘膜に接触すると多くの細胞が破裂し、そこから細胞内容物（脂肪酸と燐糖質）が出て来ると、鰓粘液の異常分泌を促し粘液枯渇や

空飽化が起こり、組織的には二次鰓弁の浮腫等が起こってガス交換不能と浸透圧調整の異常をもたらし、窒息症状となって斃死に至ることを明らかにしました。

また、窒息症状を引き起こす側面的な要因として高水温、低酸素の環境では瀕死から死に至りますが、一般に低水温、高酸素条件では安静状態の魚は斃死することはありませんが魚が興奮状態であれば斃死に至っています。

以上、これらの研究結果は、水産庁の赤潮対策開発試験成果集（８）の「*Chattonell marina*による養殖魚のへい死機構と対策マニュアル」（昭和63年3月）として水産庁漁場保全課へ報告しています。

その他の試験研究等

1) 魚類養殖指導指針（案）の作成

海面養殖漁業の発展と共に、漁場の老化や魚の成長不良、魚病の多発等が懸念されるため県では昭和53年9月に更新される魚類養殖の特定区画漁業権の免許にあたっては、科学的根拠に基づき養殖魚の適正放養量を示すことが必要でした。

そこで、県漁政課の山下知昭技術補佐、九万田調査部長、武田主任研究員と私の4名は本県19ヶ所に及ぶ養殖漁場の潮流調査と環境調査を行い、海洋環境のスペシャリストである香川大学の井上教授指導のもと、免許漁場内の海水交換率から溶存酸素量の収支を求め、単位面積あたりの適正放養量と免許漁場面積内放養可能量を算出しました。

県はその結果を受けて「鹿児島県魚類養殖指導指針」（昭和53年4月）を定め、以後、免許更新時の指針として用いられています。

2) 魚類養殖多様化試験（水産庁委託試験）

鹹水魚類養殖はブリに代表されるように特定魚種へのみ集中し、過剰生産やこれに伴う魚価の低迷等が問題となっていることから、消費者ニーズに対応した養殖魚類の多様化を図るため、水産庁は平成元年から5ヶ年計画で「養殖魚種多様化調査（魚類養殖対策調査）」が開始され、外菌研究員を主担当に平成元年から2年までの2年間は福山の漁場でトラフグの養殖試験を、平成3年から5年の3年間は西桜島でハタ類（マハタ・チャイロマルハタ）の養殖試験を行いました。

その成果集として、「トラフグの養殖マニュアル」（平成4年3月）及び「ハタ類の養殖マニュアル」（平成6年3月）を水産庁振興課へ提出しました。



平成元年：長島町茅屋漁港

現在は施設の支柱だけが残っている



平成2年：県栽培漁業センター
試験用トラフグ種苗の取り上げ

3) マグロ養殖システム開発試験

(社)マリノフォーラム21は産学官によるマグロ養殖システム開発試験を開始するにあたり、実施県の公募を図ったところ、沖縄県、長崎県、高知県、愛媛県など約10県ほどが手を挙げているにも係わらず、マリノフォーラム21の細田専務は鹿児島県は実績があるので是非一緒に取り組んで欲しいと、本県の上層部に働きかけもあつたらしく仕方なく参加することになりました。

養殖基地は、漁協・漁業者の協力で種苗入手が容易な笠沙町片浦とし、平成4年から7年までの4年間は「マグロ養殖システム開発試験」を、平成8年から11年までの4年間はこれまでの成果を基に漁業者への定着を目的に「クロマグロ養殖技術高度化システムの開発」が実施され、水試は水野副場長をはじめ魚病担当の福留主任研究員や外菌研究員など生物部の職員全員参加で取り組んできました。

本事業の終了時は、養殖施設は笠沙町に譲渡され、生残したクロマグロは野間池漁協へ2年間の養殖試験を委託することで美代丸水産が飼育管理を受託し、最終的には黒字が出ますが、その後、美代丸水産は独自でヨコワを入手しクロマグロの養殖を行っています。

この成果は、マグロ類養殖システム開発グループによる「マグロ類養殖マニュアル」(平成8年3月)及び「マグロ類養殖マニュアル補足・改訂版」(平成13年3月)に取りまとめられています。



笠沙町での試験状況



釣り上げ状況

※写真は水産試験場 100 周年記念誌より

最後に一言

私は入庁から退職まで、水産試験場の研究職一筋で勤務し、広い視野と先見性で何事にも積極的に取り組まれた上司のもとで指導を受けながら、魚類の養殖試験や赤潮調査等の業務に従事して来ましたが、大きな課題に対してはチームを作り、各々が持っている専門分野を活かしながら取り組んで来ました。

また、私達水試だけではどうしても解決できない課題については、積極的に大学や研究所の専門家の意見を聴きながら共同研究の体制を組み、迅速に漁業者の要望に応えて来たつもりです。

私が在職した時代のように同じ職場で永く勤務することは出来なくなりましたが、どの職場においても与えられた職務に専念され、あらゆる分野の業務を体験されることで、漁業者は何を求め、水産技術者は何をすれば良いか自ずから判って来るものと思います。

本県の水産業発展のため皆様方の益々の活躍をお祈りいたします。