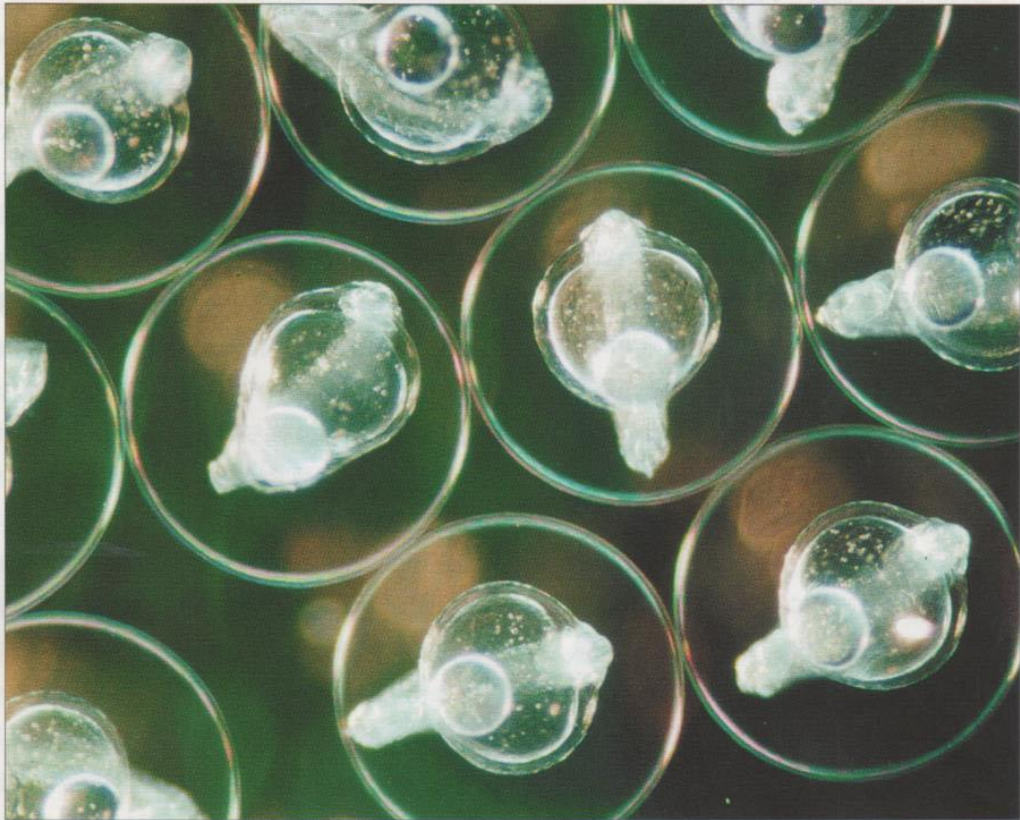


養殖研

ニュース

NO. 35

1997. 9



(ウナギの胚 受精30時間後)

マイワシの産卵を追う	2
ザンビアの養魚	6
色素生産細菌	9
フエダイ (海産養殖魚 6)	12
大野乾来訪	14
漁協研修	15
遺伝学国際シンポジウム	16
97年 (5~7月) の記録	17



マイワシの産卵を追う一飼育槽と野外

白石 學

世界のイワシ類のうち、日本のマイワシの漁獲量は、1988年には450万トンと記録した。ところがその後、資源量の激減に伴い漁獲量も減少し（図1）、過去最低となるのも時間の問題といわれている（史上最低は1965年の9千トン）。

1989年より大型プロジェクトが発足し、マイワシ資源の減少要因の解明に取り組んでいる。幸い筆者もこれに参加することができた。それまでマイワシには資源学の論文と夕食の食卓でお目にかかる程度で関心の薄い魚だった。論文などで、マイワシは産卵域と索餌域の間を回遊すること、資源の増大期には産卵場が黒潮流域に移動すること、天然魚の追跡調査が難しいため成熟・産卵過程の情報の乏しいこと等が解った。ここではマイワシの飼育により、垣間みることができた再生産の一部を紹介してみたい。

【マイワシを生きたまま手に入れ水槽で飼うこと】

著者の担当課題は「制御システムによる成熟・産卵過程の解明」で、制御システムによる・・・というからにはマイワシを飼育しなくては始まらない。そのころは、近くの定置網でもマイワシが多く漁獲され、購入には何の苦労もなかった。回遊性のマイワシは水温等に左右され回遊経路が異なるので数人の漁師に頼んでおけば数日後に連絡が入った。また時々、五ヶ所湾内（養殖研が隣接している湾）にも回遊し、釣り竿と運搬用生け簀を持つて駆けつけると桟橋で良く釣れ200尾程度はすぐ手に入った。12cm前後の当歳魚で小ぶりだったが、予備実験には充分だった。今は昔の面影はなく捕れる場所も遠くなり、しかも年1回定置で漁獲されるかどうかとなり、価格も高騰し苦勞しているが、昔のよしみなのか、今でも捕れると連絡をくれる漁師もいてありがたい。話しは少

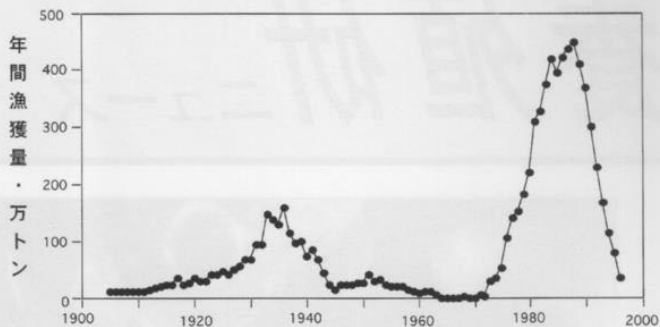


図1. マイワシ年間漁獲量の推移

し外れるが、マイワシの飼育を始めて、漁師気質や彼らとの付き合い方等を学ぶことができた。漁師は好き嫌いがはっきりしていて、気に入られると、自分が知りたい情報はどんどん教えてくれるし、魚も快く売ってくれ、無理も聞いてくれる。ただ困ったのは、彼らは朝が早く土曜も日曜もない。朝早く、電話で起こされたことも何度かあったが、みんな研究上では貴重な情報だった。

定置網で捕れたマイワシは活魚輸送車で養殖研まで運び、屋外に設置した25トン流水式円型陸上水槽2台で飼育した。購入した約3000尾のマイワシは18-20cm程度の体長で、餌付けは、釣りで使うオキアミと、アユ、マス、ヒラメ養殖用ドライベレットを混ぜて与え、徐々にベレットだけにし、1週間程度でベレットに餌付き、水槽壁にそって流れに向かい元気に回遊した（ドライベレットの原料である魚粉はマイワシで、人間を介しての共食いになるか?）。その後、水温調節ができた屋内の1トン流水式円型水槽へ運んだ。

室内に移して最初に行ったことは雌雄判別である。群を形成するマイワシは外見からでは雌雄判別が出来ないといわれていた。著者は生殖孔等の形が何か違うはずだと観察を試みたが判別できなかった。ので、免疫学的手法を用いた。まずマイワシを麻酔して筋肉中に、鮭鱒の個体識別用の磁気タグ（長さ10mm、直径1mm）を埋め込み個体

識別を行うと同時に、採血して血清中の雌特異蛋白の有無から雌雄判別を行った。

【成熟と水温・餌の関係を調べること】

天然海域で広い海域を回遊しているマイワシのような浮魚が、狭い水槽内で数年間も飼えるものなのか、さらに産卵させることが可能なのか、最初は全く先が見えていなかったが、著者自身は楽観的性格であり「何とかなるさ」位にしか考えていなかった（夢では産み出された卵で水槽が一杯になるのは何回かみた記憶があるので気にはなっていたのだと思うのだが・・・）。

天然海域では2-4月が産卵盛期で、産卵場は太平洋側では本州中部以南から九州南部にかけての沿岸域である。定置網で漁獲されるマイワシは北上する索餌回遊群だと思われ、産卵は終了していた。そこで、水槽内飼育でも生殖腺の発達が見られるのか、産卵しないのかを知るために、生殖腺の推移を追跡してみた。図2に生殖腺体指数(GSI, 生殖腺重量/体重 $\times 100$)の年周期を示した。屋外の水槽内のGSIは雌雄ともに10月から上昇を始め4-5月にピークに達した。生殖腺組織像からも卵母細胞、精巣の発達が正常であり、水槽内飼育においても生殖腺の発達が確認された。ただ6-7月でも、GSIが高く天然海域と異なる点が気になったが、この現象は放卵、放精の有無との関係であることが、後に明らかとなった。2-5月に水槽内で卵が採集され、念のため専門家に鑑定を依頼したところマイワシ卵であることが確認された。

一般に、魚類の成熟・産卵は環境要因の影響を受ける。しかし、広い範囲を回遊するマイワシのような魚類の成熟・産卵過程と環境要因の関係を野外において明らかにすることは追跡調査がたいへん難しく、どのような変化をたどるのかは不明であった。そこで、実験室内では水温と給餌量を変化させ、そのことが卵黄形成開始や成熟にどのような影響を与えるのかについて調べてみた。

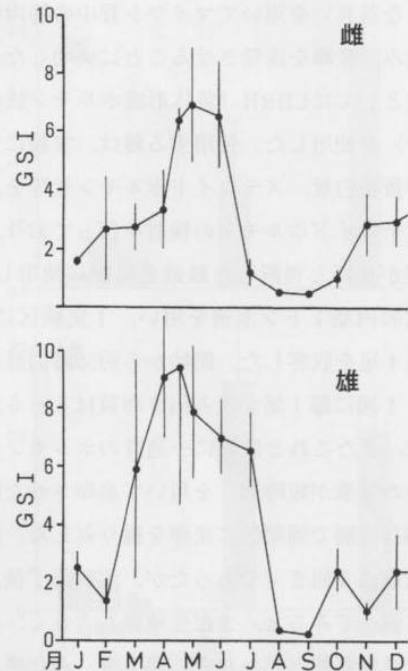


図2. マイワシ生殖年周期 GSI=生殖腺重量/魚体重 $\times 100$

先の予備実験で、マイワシの卵黄形成開始時期が9月頃と解っていたため餌の量や水温によりそれが変化するかを調べてみた。その結果、餌の量が同じだと肥満度は水温には影響されないが、9月に卵黄形成を開始する個体の割合は水温が低い群で高く、さらに雌特異蛋白量も低い水温で多い個体が出現した。このことはマイワシが吸収したエネルギーの使い方が水温で異なるためと推察された。また、卵黄形成開始のためには1日当たり0.5%/体重以上の餌量が必要である。餌が豊富で低水温であることがマイワシの卵黄形成にとっては好適環境と推察された。

【マイワシを産卵させること】

マイワシを産卵させ、そこから産卵数等の再生産情報を得ようとする試みが過去に行われたが何れも失敗に終わっている。著者らは、アユなどの産卵に用いられていた、生殖腺を刺激するホルモンが一定期間中放出されるように工夫されたペレットを作成した。ペレットの大きさは長さ約7mm、直径約1mmで、生検用の針（太い注射針

のような器具)を用いてマイワシ背中の筋肉中に埋め込み、産卵を誘発させることに成功した。ホルモンとしてはLHRH(黄体形成ホルモン放出ホルモン)を使用した。使用する雌は、実験に先立ち、卵黄蛋白量、ステロイドホルモン量等を、雄ではステロイドホルモンの検討を行っており、成熟状態が良好と判断した雌雄を実験に使用した。流水式の円型1トン水槽を用い、1実験区に雌1尾、雄4尾を収容した。開始から約50時間目に産卵し、1回に雌1尾が産み出す卵数は4-6万であった。またこれとは別に一過性のホルモン(ホルモンの効果が短時間)を用いて産卵させた雌は7-10日間隔で周期的に産卵を繰り返した。産卵回数は最高3回までであったが、実験終了後、開腹して調べてみると、まだ生殖腺も大きく、あと数回は産卵可能と思われた。浮上率、ふ化率は両実験ともに80%以上と良好であった。現在は累代飼育も可能になり、仔稚魚期の生存能力、器官形成等を調べる実験に使っている。

【夜間に産卵行動を調べること】

マイワシは大規模な産卵群を形成し、夜間に産卵することは、魚群探知機や受精卵の採集等により明らかにされてはいるものの、婚姻システム(mating system)や、産卵行動がどのようなものか全く不明だった。1991年3月上旬に現東京大学青木助教授らとともに白鳳丸に乗船した際、魚群探知機に記録される魚群がマイワシであることの実証も含めて、船より水中カメラを群に垂下し、照明を点灯しVTRに記録した。魚群はマイワシと確認され、その中に産卵行動らしき映像が記録されていた。本当に産卵行動なのか、翌年の春に現豊橋技術科学大学の東助手と産卵実験を行った。赤外線感知暗視野カメラを用い、魚に見えない赤外線(740nm以上)を照射して、全暗黒条件下で詳細な行動の観察をして、VTRに記録した。すでに著者は魚類の卵成熟に関与するステロイドホルモンの $17\alpha,20\beta$ -ジヒドロキシ-4-プレグネン-3-



図3. 野外におけるマイワシ追尾行動
前方を泳ぐのが雌、後ろは雄

オン(以下はDと略す)が夜間の20:00-24:00に増加することを明らかにしていたため、産卵はこの時間帯と考え観察した。産卵は雄による雌の感知から始まり、雄による雌の追尾、ついで放卵と放精という行動連鎖によって成り立っており、追尾前の雄同士の闘争や雌の確保は認められなかった。野外においては33回の、実験室では50回の追尾行動と産卵がVTRに収められた。追尾および産卵行動は雌雄1対で行われ、雄は吻端を雌の生殖孔の直後になる位置で保ち追尾した。この位置は、雌の生殖孔より放出されるフェロモンや卵を感知しやすいと思われた。また雄は雌の通った軌跡とは全く関係のない40cm以上離れたすれ違うような位置関係においても雌を感知した。これは個体認知および追尾の引き金が化学刺激ばかりではなく水圧や振動などの物理刺激にもよっていることを示していると考えられた。追尾時間はほとんどは15秒以内であった。遊泳速度は実験室においては、通常1秒間に約15cm程度であるが追尾時には90cm以上、また野外においても追尾時の速度は90-100cm程度であった(図3)。追尾中に放卵放精され、遊泳は停止せずに、水中に卵をばらまくように行われた。1対1での産卵は、野外の群密度および室内の水槽内密度、性比に関係なく強固であった。この理由は、まず産卵が夜間で、視覚情報がほとんど使用出来ないことがあげられる。高速遊泳で放出された卵の受精には、放卵と同時にすぐ近くで放精せねばならない。そのため雄は放卵を暗黒下で素早く感知しなくてはならず、雌の生殖孔直

後に位置する必要があると思われた。したがって、雄の繁殖成功 (reproductive success) は雌の直後に位置する場合と、その後方あるいは側方の場合では大きく違ってしまい、結局1対1となったのではないかと推察している。またマイワシ精子は、卵を探しているような巡回運動を伴った特殊な運動を示し、このことも雄の繁殖成功を高めるであろうと思われた。さらに、水槽内実験では産卵直後より親魚による卵食が確認された。この行動は、やはり夜間に産卵する北米産カタクチイワシでも確認されている。他方マイワシでは卵が分散した場合には、夜間よりも視覚による捕食が可能な昼間の捕食速度の方が高くなることが確認されている。したがって、夜間の産卵は、産卵親魚群による卵食を避けるために進化したものと思われる、それに伴い (あるいは同時に) 雌雄1対1の婚姻システムが発達したと考えられる。婚姻システムについてはなお不明なことが多い。

【天然海域のマイワシの産卵場を見に行くこと】

昔の資源学によれば、マイワシは資源増大期には産卵場が沖合いに移動するとされている。なぜ沖合いに移動するのか? マイワシ自身の生理的欲求なのか? 水温、海流などの物理的問題なのか? 未だにその理由は解っていない。著者も「本当に産卵場が黒潮にあるのか、この目で確かめたい」、「実際に野外で生きているマイワシをこの手で触ってみたい」と衝動に駆られ、1991年の白鳳丸航海に乗船した (著者は時として衝動で動いたりもする。その方が多い?)。見たい、触りたいという理由だけでは乗船させてくれない。目的を明記して乗船届けを提出しなくてはならない。そこで、「成熟・産卵に関与している血中ステロイドホルモンの性状を指標として、内分泌学的検討を行うことにより、黒潮域と沿岸域の成熟状態や内分泌学的な違いが分かり、主要な産卵場はどこなのか評価できる」と記述した。ついでに何十年ものマイワシ研究の中でも前人未踏の試みである、と

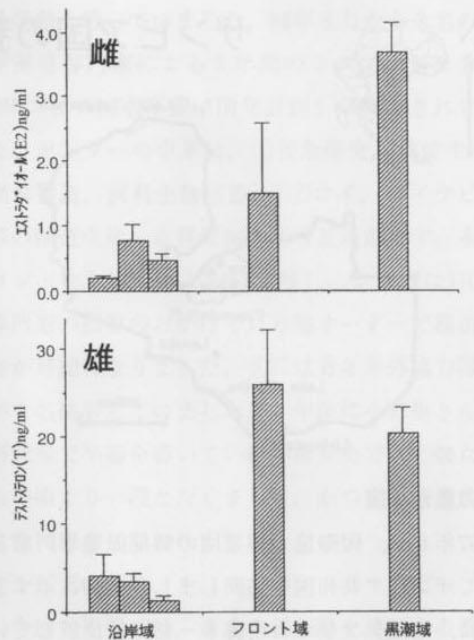


図4. 各水域における雌の平均血中エストラジオール17β量と雄の平均血中テストステロン量

付け加えておいたらすぐにO.K.が出た。後で聞いたら、乗船人数が少なく人手が欲しかっただけだったらしい。

測定したホルモンは、卵黄形成に関与しているエストラジオール-17β (以下E2と略す) と、精子形成に関与しているテストステロン (以下Tと略す)、および卵成熟、精子形成に関与しているDで、下船後にRIA法で行った。調査した薩南海域のマイワシ分布構造は水温17-18℃の沿岸域、19℃のフロント域と20-22℃の黒潮域に大別され、ステロイドホルモン量は各海域で異なっていた (図4)。E2は沿岸域では最大4.35ng/mlの個体が出現していたが、75%以上が1ng/ml以下の個体が占められていた。フロント域では、採集個体数の50%が1ng/ml以下の値を示していた。一方、黒潮域では、1ng/ml以下の個体は少なく、最大15.1ng/mlの高い個体も出現していた。雄のT量は雌のE2同様に沿岸域では低く、フロント域では最大61.35ng/ml、黒潮域では最大81.6ng/mlに達する個体も出現した。これらのことは、マイワシの卵黄形成、精子形成は沿岸域よりもフロント域、



ザンビア国の養魚と我が国の貢献

秋 山 敏 男

水の豊かな国

97年6月、国際協力事業団の短期派遣専門家としてザンビア共和国を訪問しました。図に示すように、南部アフリカの南緯8-18°に位置しているので、エキゾチックな南十字星も見られます。高原台地状の国土は叢林とサバンナからなり、広さは日本の約2倍。降水量は年間510-1270mm。ザンベジ川とその支流のカフエ川、そしてタンガニカ湖、カリバ湖（アフリカ第2の人工湖）と水資源には恵まれています。乾期（5-11月）と

雨期（12-4月）に分かれ、気温は15-24℃。24年に英国保護領に、64年に共和国となりました。公用語は英語で、小職よりも下手な英語を話す人は皆無。国の財政は世界銀行の管理下にあります。店頭の水産物は豊富で人々の暮らしが困窮して行くようには見えません。物乞いにも出くわさず、近づく者も必ず何か売り物を持っている。誠に健全です。ザンビア人の主食は、シマ（nshima；ベンバ語）といい、トウモロコシの粉を熱湯に入れかき混ぜて作る。おかずは、淡水イワシのカベントや獣肉の入った煮込みです。私が現地で食べた魚は、ティラピアとナイルパーチでいずれもフライ。後者は白身で淡泊。ケニアのビクトリア湖産のものが、日本にも輸出されファーストフード店で供されています。蛇足ながら、ザンビアのカレーはスパイシーで美味。この国No.1のインドカレーは、リビングストン（世界三大瀑布のビクトリア滝がある町）の New fair mountホテルで食

黒潮域において活発であることを示すものだろう。またD量も沿岸域よりも黒潮域で高い個体が相対的に多く、高い値のすべての個体は生殖腺の組織学的観察では、排卵後もしくは排卵中であった。雄においても雌同様に高かった。また夜間の受精直後の卵の大量採集等から調査期間中の主要産卵海域は黒潮域であることが確認された。現在は黒潮域の産卵場は消滅してしまい、研究上貴重な経験をしたと思っている。

【マイワシよ いずこに?】

あと1年あまりで、このプロジェクトも終わってしまう。マイワシ資源とともに去りぬといったところか。著者が今まで行ってきた研究から感じたことは、実験系におけるマイワシ研究は宝の山だったということである。誰もやったことのない

ことをやることは気持ちの良いことだが、とてみたいへんなことでもあった。どんな研究でもわくわくするような瞬間が必ずあり、その瞬間の恍惚感がたまらないのである。マイワシの仕事もそうだった。人前では平気な顔をしてヘラヘラ笑っていたけれど、気持ちは集中し真剣だったと思う。魚類を長期間飼育するには、ある程度の飼育設備がないと不可能であるが、養殖研はそれを満たしてくれた。著者の研究はマイワシの資源変動の解明には直接結び付かないかもしれないが、情報の不足していた、産卵親魚の成熟・産卵に関する基礎的知見の足しにでもなれば上出来だと思っている。いままで多くの研究者が行ってきた資源学的推察に加えて、これらの知見が将来有効に利用されることを期待する。

（環境管理部 技術第一研究室長）



落差100mのビクトリアの滝

べられる。カレー通の皆さん、カレーはザンビアに限る。

国立水産養殖開発センターと日本の援助

首都のルサカまでは、成田からロンドン経由で機内拘束時間計24時間、足かけ3日間の旅。到着後はまず農業省水産局を訪問。局長等の高官が執務する水産局本部は、ルサカ郊外のチランガ地区にあります。本部の下には、養殖センターが国内21カ所に配置されています。水産局の人員は、全国で約9百名となぜか我が水産研究所の人数とほぼ同数。94年から始まった世界銀行主導の農業5カ年計画では農業省の機構改革が進められ、水産局の公社化の話も出ていたとか。農業省全体で役人の数は約9千名ですが、大幅な削減を求められています。とても他人事とは思えない。役人はいずこも冬の季節か。任地のキトエへは、超小型プロペラ機で恐怖とともに運ばれて行きました。キトエの町はザイル国境から数十kmしか離れていないため、ザイル紛争時には緊張したようですが、今では落ち着いた平和な町に戻っています。国立水産養殖開発センターはキトエ近郊の林に囲まれたメケラ村にあります。総面積約30-35ha、コンクリート底池14面、土底池5面の総池面積11ha。近隣には、林業大学や機動隊訓練所もあります。5月に我が国の水産無償援助による実験池と実験棟の建設工事が始まり、しだいに国の中核研究所としての体裁がととのいつつあります。当センターには、81年から94年にかけて青年海外協力隊の養殖隊員やJICA短期専門家ら計10名が援

助活動を行っていました。94年8月から3名の長期派遣専門家による3年間のミニプロジェクト「ザンビア国水産養殖開発計画」が実施されました。センターの事業は、①養魚研究（種苗生産、飼料製造、餌料生物培養）、②コイ、ティラピア等の種苗生産・有料配布、③普及活動です。本プロジェクトは、①と②に関与し、コイではJICA専門家の指導のおかげで百万尾オーダーで種苗生産が可能になりました。③には青年海外協力隊員が1名従事していました。2年前に小野里さんの研究室で卒論を書いていた中前女史です。彼女はあの頃より一段とたくましく、かつ大変魅力的な女性に変身しておりました。

ザンビアの養魚

今回の出張では、多くの養魚場を訪問する機会を得ました。この国の養殖業は大きく三つに分けることができます。ティラピアの大規模施肥養魚、小規模施肥養魚と集約給餌養魚です。例えば、ルサカ郊外には英国資本のカフエ水産会社が経営する大規模施肥養魚場があります。総敷地面積1800ha。養豚、養魚、鯉釣り堀、宿泊用ロッジ等多角的な経営を行っています。ロッジ周辺の広大な土地にはアフリカの草食獣を放し飼いにし、宿泊客に見せ、自然公園でサファリするような興奮を味わわせています。ここでは、81年創業当初から畜産業とティラピア養殖の両立を図りました。最終的に養魚池の側に池1ha当たり豚40-45匹を収容した養豚施設を併設し、その尿尿を利用して植物プランクトンを発生させ、それをティラピアが利用するリサイクル型の養魚形態を完成させました。昨年は34haの養魚池から109トンを生産しました。福所部長や原室長がJIRCASで施肥養魚プロジェクトをタイ国と共同でやられましたが、その大規模な実践例をここザンビアで見ることができます。一方、ザンビア人の小規模な施肥養魚池を持つ農家も数軒訪問しました。ンドラ郊外のある農家は80年代に養殖を始め、少しずつ養魚池を増やしてきました。養鶏（200羽）を営み、得

られた鶏糞で豚を飼う。豚糞を池に施肥してティラピアを生産しています。他方で野菜やトウモロコシも栽培する。農場主はとても前向きな人で、養魚への情熱が伝わってきました。自家消費用の養魚池1面しか持たない農家まで、小規模施肥養魚の規模は様々でした。粗放的な施肥養魚の他に、キトエ近郊には英国人経営のティラピア集約給餌養魚施設もありました。コンクリート製水槽(15トン)25面で6-7ヶ月間養成します。魚の冷凍施設を持ち、年間28トンの冷凍魚を出荷しています。将来は増産し、隣国への輸出も考えていました。経営者は未だ30歳代くらいの男性で、自分のことをfarmerと言っていますが、我々の感覚ではむしろ起業家です。彼の家の庭には雄トラが二頭飼われ、牧場にはサラブレッドが牧草をはんでいました。こんな生活が彼の言うfarmerなのです。

この国では、農耕、家畜・家禽飼育、施肥養魚が合体した形が一般的です。補足的にトウモロコシ糠や米糠等を池にまくこともあります。コッパーベルト州のいずれの養魚場もカフエ川の近辺にあり、乾期でも水は枯れません。ティラピアの成長は、施肥養魚、集約給餌養魚ともに養成後半年で市場サイズの200g以上に達しています(あるいは達した魚だけを出荷)。コッパーベルト州全体では、ザンビア人による小規模な施肥養魚場が200-400カ所くらいあるらしい。一方、大規模養殖場は約10経営体でいずれもヨーロッパ人の経営。数こそ少ないが、その生産量は前者の比ではありません。多くは、ヨーロッパや南アフリカのコンサルタントの指導を受け、池の増設にも積極的でした。ティラピアの他に鯉、ザリガニ、錦鯉、金魚、草魚、鯉魚等多様な魚種にも手を出しています。このように、ザンビアは淡水養殖業の展示場のような国でした。

UNDPによればザンビア国民の食用魚の年間需要12万トンに対して、漁業・養殖業を併せた魚類生産量は7.4万トンです。また、養殖用種苗の需要は年間1000万尾ですが、全く足りない状況です。



魚の取上げ風景

採卵の効率化、稚魚用飼料製造、ティラピアの雄性化技術等の分野や資源減少種の放流事業に関して、水産養殖開発センターの研究や我が国の指導継続への期待が大変大きいように感じました。魚の小売価格は養殖・天然を問わずコイで1kg当たり2500-3000kw(クワッチャ、1円=10kw)、ティラピアで3500kw。これは、一般市民の日常のタンパク源であるカペンタの価格1000-1500kwよりもかなり高い。この高価格が養殖業者の生産意欲を刺激しています。ちなみに、センターの事務員の給料が5万kwです。

細くとも長く

「南米はアメリカ合衆国の裏庭のようなもの」とよく言われます。ここアフリカはまさにヨーロッパの裏庭です。歴史的にも文化的にもヨーロッパと太い繋がりがあり、アフリカに居住し働いているヨーロッパ人も多数います。日本はアフリカと絆の細い国ですが、ザンビア援助国の中では水産分野における最大のドナー国です。世銀の進めている国家機構改革に対して、水産局から積極的な働きかけを期待されるほど重要なパートナーとして認知されています。一方で、日本国内ではJICA予算10%削減の話が出るほど、ODAへの風向きが微妙に変化しています。このような状況の中で、援助国の自立可能な段階の見極めと援助継続・中止の判定は非常に難しい作業でしょう。「援助は細くとも長く続けることが肝要だ」とは、長年援助活動に携わってこられたある水研OBのお言葉です。なお、筆者のザンビア訪問は昨年につづいて2度目になります。(栄養研究室長)

色素生産からみた細菌の培養

徳田 雅 治

現在、種苗生産過程での細菌の利用性について検討している。おもな内容として、有用細菌やその代謝産物の探索ならびに保存培養をおこなっている。現在までに、数種の特徴ある細菌を分離し、その性質について比較検討しているが、同時にこれらの細菌を、保存培養中の死滅や活性の消失から守るために、設定可能なさまざまな培養条件を整理しておくことが大切になる。そのひとつとして、色素生産能を指標とした細菌の保存培養の条件設定について検討している。

色素生産菌の割合と生産能の保存性

沿岸海水を適度に希釈し、細菌培養用の平板培地に塗抹すると、数日後には必ずといって良いほど、いくつかの細菌性有色コロニーが認められる。その色調は、赤や橙、黄色がほとんどであるが、希に青色のコロニーを発見することもある。これらの有色コロニーの出現率は全数の約40%におよぶことも珍しくない。

平板培地上に形成した色素生産菌のコロニーを単離し、保存培養をおこなうと、月日の経過とともに色素生産能が消失することが比較的多い。すなわち、植え継ぎ培養中の色素生産能の保存性は低い。筆者のデータでは、3ヶ月ごとに植え継いだ1年間の培養において、色素生産能の保存率は約20%となった。培養は、ZoBell 2216E寒天培地により、室温25℃のもとでおこなったがこの値を低いと判断し、これを高める工夫が必要となった。もともとこの色素生産菌は海水に含まれていたものであるから、まず、保存培養を液体中でおこなうことを検討し、ついで、希薄培養液での保存を試みた。培養液濃度を通常の100分の1程度に希釈し、平板培地よりも液体培地で植え継ぐと比較的良好な保存率が得られた。約20%であった保存率は50%程度にまで改善された。

沿岸海水そのままの保存

天然海水を比較的長期間にわたり一定条件に保存し、海水の性質を安定化させようとする方法が

ある。その分野では、海水のエージングと呼ばれているこの方法を筆者も取り入れてみた。3リットル容の瓶に沿岸海水をそのまま満たし、25℃のもとで遮光保存するといった方法である。この間に、検出される色素生産菌のコロニーの割合は定期的な変動を示した。通常おこなわれる細菌単一(1種類)での保存法では色素生産能は保存期間の延長とともに消失する一方であったが、この方法によって、意外にも色素生産能が回復と思われる結果が得られたことは興味深い。ただし、これは、あるひとつの細菌の機能の消長なのか、それとも単なる細菌相の変化なのか、あるいはその両方なのかについてははっきりと示せるデータをもっていない。いずれにしても、検出される色素生産菌のコロニーは期間中に増えたり、減ったりと変動していることがわかった。

遠心分離による沈降性と色素の関わり

沿岸海水をかなり過酷な条件(10,000 rpm 5 min.)で遠心分離に供し、直後にその最上清を平板培地に塗抹すると、色素生産菌コロニーの出現率が通常よりも高くなるという結果がある。色素生産と細菌の比重との間には何らかの関係がありそうだが、これとは逆に単一で培養した色素生産菌のほとんどは、速やかに沈降することも確認している。一見矛盾するこれらふたつの結果は、細菌の単一培養か複合培養かといったようなほんのわずかのきっかけで、色素代謝そのものや代謝産物の効果にいくらかの違いが生じることを示しているのかもしれない。

細菌の保存培養に活かす

色素生産能の保存について得られたこれらの培養条件の項目は、その他の細菌の保存にも資するだろうという期待をもっている。簡単にいえば、「有用細菌の力を借りて、有用物質を効率よく安定的に生産する」ことなのですが。

(環境管理部餌料生物研究室)

8 年度農林水産技術会議緊急調査研究結果概要

アコヤガイの貝柱の赤色化と大量へい死に関する 緊急調査研究

平成8年8月以降、アコヤガイの大量へい死が西日本各地で相次ぎ、その被害が著しく広い地域で発生したことから社会的な問題となった。へい死率は50%以上に上り、その症状には貝の軟体部が著しくやせ、かつ、貝柱等が赤色化している貝が多く見られるという特色があった。

このような状況下で緊急調査研究が実施された。以下に得られた研究結果の概要を記す。

1. 赤色貝の疾病感染及び病理組織学的検討

赤色化した異常アコヤガイの死亡原因を病理学的に検討した結果、異常貝は健常貝に比して成長の停滞や疲弊が認められたが、国際獣疫事務局(OIE)で指定している重要疾病の病原体は認められず、細菌及び真菌が関与している可能性も低いことが判明した。異常貝からのウイルス分離を各種魚類由来株化細胞を用いて検討した結果、ウイルスは分離されなかった。また、組織学的観察結果から、貝柱、外套膜、消化盲嚢等に異常が認められた。病原体の検索結果及び組織学的観察等からウイルスが原因である可能性は完全には否定できないものの既知の感染症の可能性はほとんどないと考えられた。

(養殖研・病理部 中島・前野・三輪)

2. 貝柱の赤色化現象とへい死の関係の解明

へい死貝には貝柱が赤色化した個体が多いことから、色素成分の同定を試みた。赤色化した貝柱の拡散反射スペクトルは500~300nmに5つの極大を示した。化学分析では少なくとも2種類の色素が存在した。1つはカロテノイド系色素で3成

分認められ、多く含まれていたのはアロキサニンであった。他の2つについては量的に少なく、まだ同定されていない。また、カロテノイドを抽出した残渣にも多量の橙色の色素が残存しており、解析によりメイラード反応生成物(アミノカルボン反応)等の関与が疑われた。

(中央水研・加工流通部 中村)

3. 大量へい死原因究明に関する実態調査

養殖アコヤガイの県別へい死率の全国集計では、真珠養殖、母貝養殖ともに過去5年間の平均よりは高いものであった。平成8年挿核貝が7年挿核貝より高いへい死率を示し、平成7年採苗貝も8年採苗貝より高いへい死率の傾向にあった。また、真珠養殖において母貝産地によるへい死率の差は認められなかった。平成8年の沿岸環境の特徴とアコヤガイの生理特性から考えると、冬から春の低水温、夏から秋の高水温・餌不足が大量へい死の要因になった可能性が高いと考えられた。地域によっては、環境条件が平年と異なるにも関わらず同じ作業を行っている例がみられるとともに、不適切な漁場管理や過密養殖によるアコヤガイの疲弊が被害を拡大した可能性があると考えられた。

(中央水研・生物機能部 淡路, 南西水研・資源増殖部 石岡, 西水研・資源増殖部 梅沢, 海洋環境部 渡辺, 日水研・資源増殖部 松里)

以上の研究成果は、平成8年度農林水産技術会議緊急研究「アコヤガイの貝柱の赤色化と大量へい死に関する緊急調査」報告書として既に発刊されており、研究成果の詳細に関しては、報告書をご参考にいただきたい(報告会は7月28日農林水産技術会議委員室で開催)。現在、これらの研究成果を基に、原因究明のための研究をさらに進めている。

(病理部・中島)

真珠貝・植物プランクトンに対するホルマリンの影響

ごく最近、養殖魚類の寄生虫駆除剤としてホルマリンが養殖場等で頻繁に使用され、水域に排出されている。そのため養殖アコヤガイとその餌料源になる基礎生産系への悪影響が懸念された。そこで養殖研は水産工学研と

中央水研と共同研究態勢を組み、9年度に「ホルマリンの環境水中における挙動と真珠貝・植物プランクトンに対する影響に関する調査研究」を実験室およびモデル水域下で行っている。その結果、餌料用珪藻の*Chaetoceros*

8年度科学技術振興調整費緊急研究結果概要 (飼育実験の部)

アコヤガイ主要生産海域における異常へい死原因 の究明と環境予察に関する緊急研究

平成8年夏から秋にかけて西日本を中心に養殖アコヤガイの異常へい死が発生し、真珠養殖産業は今後数年にわたって深刻な影響を受けることを免れない事態となった。そこで、アコヤガイ主要生産地である宇和海をモデル海域とし、異常へい死原因の究明と環境予察に関する緊急研究が実施された(海洋環境等についての中央水研、南西水研、中国工業研(通産省)、新日本気象KKの検討結果が含まれる)。ここでは、我々が担当した「飼育によるアコヤガイのへい死と環境条件との関係の解明」の内容を紹介する。

まず、大量へい死で生き残ったアコヤガイ(以後、生残貝と呼ぶ)と、大量へい死が見られなかった三重県産の健康なアコヤガイ(以後、健常貝と呼ぶ)の体力の比較を行った。平成9年1月の実験開始時点では、肥満状態など外見的には差は見られなかったが、生残貝は健常貝に比べて貝柱のグリコーゲン含有率が著しく低かった。このことから、生残貝は活動エネルギー源の蓄積が少なく体力が劣っていることが明らかになった。つまり、生残貝は1月になっても大量へい死発生時に受けたダメージから十分回復していないと考えられた。

次に、高水温と餌不足の継続という悪環境が健常貝と生残貝に及ぼす影響の違いについて調べた。健常貝と生残貝をそれぞれ、アコヤガイにとって低水温である15℃、適水温である25℃および高水温である28℃の3種類の水温で、42日間無給餌飼

育を行った。

健常貝のへい死率は2～8%と低く、飼育水温による違いも見られなかった。一方、貝柱グリコーゲン含有率は15℃区に比べて25℃区と28℃区では著しく減少した。また、貝の軟体部のエネルギー量を測定した結果、無給餌条件での28℃における1日あたりのエネルギー消費量は25℃の値の2.5倍になり、高水温になるとアコヤガイの体物質の消耗は急増することが明らかになった。これらのことから、42日間の高水温・餌不足の継続という環境条件は、健康なアコヤガイに対して体力を著しく低下させるものの、貝のへい死を増加させるには至らないものと思われた。

生残貝のへい死率は、15℃区では0%であったが25℃区と28℃区では20～23%に増加し、また、同じ水温区の健常貝のへい死率より高かった。42日間の無給餌飼育後のアコヤガイの活力について比較すると、その指標の一つである端先形成活性で顕著な差がみられ、すべての水温区で健常貝よりも生残貝の方が劣っていた。これらのことから、当初から体力の劣っていた生残貝の方が高水温・餌不足の継続という悪環境の影響をより強く受けたと考えられた。

大量へい死によって平成9年に必要な真珠養殖用母貝が不足しており、地域によっては大量へい死で生き残ったアコヤガイを使用せざるを得ない状況にある。しかし、今回示されたように、これらのアコヤガイは体力が十分回復していない恐れがあり、このような貝が悪環境にさらされれば、再び高いへい死率がもたらされる可能性もある。したがって現状で考えられる対策としては、アコヤガイの体力の回復と増進を念頭に置き、漁場環境と貝の生理状態の推移を把握し慎重に養殖作業を進めることであろう。(栄養代謝部・黒川)

*gracilis*と*Nitzschia* sp.の増殖はホルムアルデヒドの0.5～1.0ppmの濃度で悪影響を受けた。またホルムアルデヒドに対するアコヤガイ1年貝の96時間半数致死濃度は20℃と25℃でそれぞれ7.7ppmと5.3ppm、2年貝ではそれぞれ

10.2ppmと6.4ppmであることが分かった。継続中の研究成果は後日公表予定。(ホルムアルデヒド:HCHOの37%水溶液がホルマリンである。)

(環境管理部・伊藤)

世界の海産養殖魚 (6) フェダイ類

福 所 邦 彦

東南アジアのマングローブ汽水域等で盛んに養殖が行われるようになったフェダイ類について紹介する。フェダイ類は、海産魚の養殖多様化の要望に応える魚種で、アカメやハタ類に続く養殖対象種として期待されている。なお、雨季と乾季があり、陸と海との境界が判然としない東南アジア諸国の海岸域の養殖では、1) 市場価格が高い、2) 需要が多い、3) 成長が速い、4) 飼いやすい等の特徴に加えて広塩性であることが養殖特性として求められる。フェダイ類はこれらの条件に合致した海産魚である。

1. 分類と形態

フェダイ類 (スズキ目, スズキ亜目, フェダイ科, フェダイ亜科, フェダイ属) は世界に65種 (インド・太平洋39種, 東太平洋9種, 西大西洋12種, 東大西洋5種) が知られ, 我が国にはゴマフェダイ, *Lutjanus argentimaculatus*, センネンダイ, *L.sebae*, ミナミフェダイ *L.johnii* 等計20種が南日本, 特に琉球列島に分布する。

体形はタイ型で側扁し, 背鰭は一基で欠刻はない。鰓条骨数は7本, 脊椎骨数は24, 両顎前部に犬歯, 側部に円錐歯がある。尾鰭後縁は分叉, とくに湾入する。名前は吻の角度が鋭角でややとがる特徴に由来する。鰭条数はDX~XI, 12~14; AIII, 8; P15~17, 側線鱗数は, 48~49 (46~54) が多い。前鰓蓋後縁は鋸歯状, 中央に欠刻がある



養殖したゴマフェダイ *Lutjanus argentimaculatus*

種が多い。

東南アジアでの養殖主要種はゴマフェダイ *Lutjanus argentimaculatus*, ミナミフェダイ *L.johnii*, *L.malabaricus*, マングローブ・スナッパ *L.altifrontalis* である。これらの魚種の中でもゴマフェダイは80~120cmに達し, 漁業資源としても重要で, 籠付けや延縄等で漁獲され, 市場価値も高い。そのため, 近年天然種苗を用いた小割生簀養殖が始まり, 人工種苗生産技術も確立されつつある。以下にゴマフェダイを代表種として述べる。

2. 呼称

ゴマフェダイ Mangrove red snapper / Red snapper (英名), ミナミフェダイ John's snapper / Golden snapper (英名), Ikan Merah / Bambangan (インドネシア), 紫紅笛鯛 (中国), ゴマフェダイ Ikan Jenehak (シンガポール), ミナミフェダイ Ungar (シンガポール), *L.malabaricus* Merah (マレーシア), ミナミフェダイ Jenahak (マレーシア)

3. 分布

フェダイ類は世界の熱帯・亜熱帯域に広く分布する。しかし, ゴマフェダイは東アフリカ沿岸のライン諸島から東は南太平洋のサモアまで。南がオーストラリア北部から北は琉球列島まで。

4. 生態

カンボジアに近いタイのラヨン, チャンタブリー, トラットの諸県では, ゴマフェダイの稚魚が沿岸水域や河口域に多く, 養殖用種苗として各種漁具で採捕される。時期は11月~1月で, 稚魚の全長は18~25mm。稚魚の採捕場から判断して全長200mmに達するまでは河川の下流域で成長するようである。

産卵場は沖合と考えられている。仔魚期は沿岸浅所で過ごし, 成長に伴い河川に生息場を移すらしい。天然での仔稚魚の成長は, 飼育条件下より

遅く、全長18~25mmに達するのにふ化後30~50日間を要する。そのため、産卵期は9月~11月で、水温が徐々に低下して降水量が最も多い時期と一致する。成魚は水深60m以浅に生息。肉食性。

5. 種苗生産

先に紹介したアカメ *Lates calcarifer* に比べるとゴマフエダイの種苗生産技術は十分に確立されていない。しかし、タイ、シンガポール、マレーシア等の諸国で鋭意研究が進められている。

親魚養成は小割生簀や素堀りの陸上池で行われ、親魚の自然産卵は、深夜早朝の1~4時にみられる。500㎡のコンクリート水槽に収容した年齢4~5歳(体重4~7kg)の親魚では、産卵は約2ヶ月続き、産卵量は1~10万粒/尾/日で、平均ふ化率は72.8%。2年魚(体重3kg)の親魚でも自然産卵による採卵ができる。なお、ホルモン処理による採卵も試みられている。

ゴマフエダイの卵径は0.80mmで、油球が1個ある。ふ化は、水温28~30℃および塩分33pptでは、受精後15時間で始まり、17時間30分には殆どがふ化し終える。ふ化仔魚の全長は平均1.8mm(1.6~1.9mm)で、ふ化後12~13時間後には約3mmに達する。仔魚は日齢3で摂餌を始め、その後日齢10では4mm、日齢33には31mmに成長する。

仔魚飼育では、小型槽より大型槽(100~200㎡)を用いる方が生存率が高い。しかし、大型水槽による飼育では、同日に産卵された卵の量的な確保が難しく、日齢が異なる仔魚群を飼育することになる。餌料系列は天然採集コペポーダ類幼生(日齢3~6)、ワムシ(日齢6~12)、*Artemia* 幼生(日齢10~20)。この間の生存率は低く最高が10%程度。初期飼育にはS型ワムシを用いるが、摂餌開始時には100μmのネットでふるった小型ワムシを与えると摂餌率が高くなる。

稚魚の飼育は小型水槽(2㎡)を用い、稚魚200~1000尾/㎡を収容して行う。主な餌料は*Artemia* 幼生。全長6~10mmから全長20mmまでの生存率は30~70%。この間の成長には個体差



マレーシアのマングローブ汽水域でのフエダイ養殖筏と番犬が著しい。全長20mmからは餌を魚介肉ミンチに替える。ミンチに餌付いてからの生存率が高い。

6. 養成

養成には大きさは2×2×2m、5×5×3m程の小割生簀網が用いられる。筏の材料は竹、木材にポリスチロール製浮で、耐用年数は5年以上。全長2cm(体重0.2g)の稚魚から全長7.5cm(体重7.5g)の幼魚までの養成には2ヶ月を要し、生存率は70%程度。餌料転換効率は約20%。養成開始時の収容密度は800尾/㎡。全長7.5cm(体重7.5g)から出荷サイズの全長28.0cm(体重500g)までの養成には1年を要し、生存率は約85%。この間の餌料転換効率は約15%。養成用餌料にはトラッシュ・フィッシュ(くず魚)が主。

7. 養殖生産量

各国の養殖生産量は年々増加しているがその統計資料は断片的である。マレーシアでは281t(1992)、シンガポールでは49t(1988)。

8. 料理法

全体を油で揚げたり蒸したものに、いためた野菜類を盛り合わせたり、あんかけで賞味される。

フエダイ類文献を検索して下さった情報係長の加茂氏にお礼を申し上げます。DOI, M. and T. SINGHAGRAIWAN, 1993: Biology and culture of the red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. The Research Project of Fishery Resource Development in the Kingdom of Thailand (EMDEC and JICA), Thailand, 51pp.のほかの引用文献は割愛しました。(繁殖生理部長)

大いなる思想 — 大野 乾 先生を囲んで —

大 原 一 郎

小林敬典氏の所へ、エイズの研究で名高い五條堀孝先生がお見えになったのがきっかけで、小林・中山・大原の三人が、国立遺伝学研究所のレクチャーシリーズに招かれ、大野乾（おおの・すすむ）先生と同席しました。中山氏はこの機を逃さず、先生の著書「大いなる仮説」（羊土社）を持参してサインしてもらったばかりでなく、先生が近々鳥羽まで来られることを聞き、養殖研究所でのセミナーを依頼しました。

大野先生と聞いて思い出すのは、昨年の日本分子生物学会・生化学会の合同年会で、公開講演（生化学 68, p519）をされた時の「アジビラ」です。その内容は、講演の要旨についての説明が全くなく、先生はとりわけラテン語が得意だとか、先生の家馬場には碧眼の馬がいるとか、乗馬でオリンピックの予選に出たとか、米国科学アカデミーの会員だとか、遺伝子の重複進化と音楽の作曲との間にアナロジーを見いだし、DNAの塩基配列から実験音楽を創ったとか、・・・いろいろ羅列した挙げ句、「およそ総ての科学者にとって、大野乾先生と酒を交わし歓談することは、最高の榮譽であり、一生の誇りとなる」とありました。

6月9日、ダンディーな大野先生は、70歳に近いとは思えぬかくしゃくとした足どりで、鳥羽水族館の階段を昇ってシーラカンスの映像やオウムガイの卵を観察され、メガマウスの解体計画などに耳を傾けられました。それから養殖研・南勢庁舎での「クローン羊」に関するセミナーで、両親によるゲノムの刷り込みなど、クローン作出に関わる未解決問題に関して独自の見解を示されました。続いて南勢・玉城両庁舎を見学され、夜は伊勢の居酒屋で、若手を中心とした研究者8名に囲まれ、スカンクの威嚇行動からユダヤ人の文化まで、幅広く閑談されました。

先生の「大いなる仮説」を要約すると、「今日



の生物が持つ多様な遺伝子は、すべて7塩基から10塩基程度の短い原始的な遺伝子が、重複を繰り返す過程で、冗長になったコピー遺伝子が変異して生まれた」ということです。この仮説に鼓舞された

東京大学の陶山 明（すやま・あきら）博士は、A, T, G, Cという4文字で書かれたDNAという文章の中に、特定の「ことば」が期待値以上に高確率で現れるかどうかを調べました。すると驚くべきことに、大野仮説から予想された、7, 8, 10といった特別な長さばかりでなく、3から10までの全ての長さで、特定の「ことば」が明らかに高頻度で使われていました。しかしそれらの「ことば」はせいぜい全DNAの20%しかカバーしないので、陶山博士の結果は大野仮説の検証とはいえません。これは当然で、今日の遺伝子には、原始時代の遺伝子重複の後に生じた変異が沢山蓄積しているのですから、原始遺伝子の痕跡はわずかしき観察されないはずです。従って、誰かが大野仮説に異議を唱え、「特定のことが多用されるのは、原始遺伝子の痕跡ではなく、何か別の事情によるのだろう」と主張しても、それを退ける方法がありません。こう考えてみると、大野仮説は、科学哲学者K.ポパーが唱える「反証可能性」の基準にそぐわないので、自然科学的仮説というよりは、むしろ「大いなる思想」と呼ぶのが妥当ではないでしょうか？ それにしても、大いなるという形容がふさわしい大胆な思想です。先生のくゆらすパイプのけむりを眺めながら、そんなことを感じました。

漁協研修

漁師の質問に緊張

釜 石 隆

漁協研修の初日はきれいに晴れ上がった良い天気であった。早朝に養殖研に近い迫間浦の漁協に行き挨拶をすると、最初に何か説明でもあるのかと思っていたが、いきなり漁船に乗るように言われた。到着したのはタイの養殖筏である。ここでは太陽の日をいっぱい浴びた逞しい海の男達が作業をしていた。私はろくに日焼けもしておらず、しかも普段着であった。私のような人間が養殖筏にいと妙に浮き上がった存在に思えてくる。この日は10人以上が集まって、ある漁師の飼っているタイの選別と網替えをしていた。私はタイ養殖の「た」の字も知らない素人で、ふわふわと波に揺られる養殖筏の上を立って歩くことですら一苦勞である。一方、先程から作業している人達は重い荷物を持ちながらも不安定な足場をさっそうと歩く。そんな姿を見ると畏敬の念すらわいてくる。平均台の選手も最初は漁協研修を受けた方がいいかなあ、などと余計なことを考えながら筏の隅で作業の様子をぼんやり見学していると、「おい、兄さん！手空いとるんやったら、その網の端を引っ張ってもらえんね？」と声が掛かった。多分、猫の手も借りたい状態だったのであろう。もしかしたら猫よりもいくらかましと認めてもらえたのかもしれない。ともあれタイの選別の手伝いを不慣れながらも始めた。選別と網替えが終わった後は、タイに給餌する作業を教わった。とり



あえずタイの餌やりを憶えた頃、ある漁師から「国研の兄さんよ、油ちゅうのはどんな時に酸化するんや？」との質問を受けた。餌の中に酸化した油があると魚の健康に良くない。そのため養殖の現場ではかなり神経質になっている。ちなみに私は教養部の食堂で揚げ物を食べるとどんな便秘もたちどころに解消した記憶がある。“油脂の酸化を促進する条件”，これを習ったのは大学の3年生で8年前のことである。一世一代の大失恋であつても1カ月も経てば相手の面影も薄れてくるものである（多分...）。しかし8年も昔の講義の内容ともなると相手の面影云々どころの話ではない。それでも何とか、うーん、高酸素分圧下，光，金属イオンの存在，熱，等々と絞り出すように答えると、「はあーそうか、だいたいそんなもんやろなあ」という返事であつた。そんなことは、先刻承知であつたのであろう。何といつても相手は魚のプロである。こちらもいい加減な発言は出来ない。現場でのちょっとした会話にも学会のような緊張感を覚えることがしばしばであつた。

火曜日から始まつた研修は金曜日までの4日間で終わりである。最後の日にある漁師から「兄さん、もう今日で終わりか。よう焼けて、わしらと同じ色になったなあ。」と言われた。短い間であつたが、一緒に働かせてもらった人達と同じような日焼けした肌になったのが何となく嬉しかった。

この研修では養殖業の現場を少しとはいえ体験することができた。お世話になった光永さんやその周りの人達には感謝の気持ちでいっぱいである。漁協研修を終えた今は、今回お世話になった人達を始め水産業に従事する人々が魚介類を売って豊かに暮らしていけるように、みながおいしい水産物をたくさん食べられるように、研究を通して何らかの貢献をしなければならない、とあらためて認識した。

(病原生物研究室)

第6回養殖関連遺伝学国際シンポジウム

中山 一郎

スコットランド中北部、エジンバラから車で1時間ほどの所にあるStirling 大学において、6月24～28日の期間標記シンポジウム (Inter. Symp. Genet. Aquac.) が行われた。当所からは、名古屋氏と私が、それぞれ自費で参加した。

特に印象に残ったものをいくつか挙げる。

—オーストラリアCSIRO (農水省の研究所に相当) 所属で、世界の牛ゲノム計画の中心人物の一人であるHetzel (2年ほど前に養殖研を訪れて講演した) らのグループによって、日本産のクルマエビ (英名でもkuruma prawn という) の成長に関しての選抜育種についての講演があった。これは後述の遺伝子マーカーを利用した選抜育種をするための布石であり、将来のQTL (Quantitative Trait Loci) 量的形質の遺伝に関する研究のための素材作りである。特に日本産の種を選んで使っているのは、日本への輸出を念頭においたもので、日本のこの分野での研究の出遅れを感じた。

—世界の潮流である遺伝子マーカーとその応用というセッションが3つもうけられた。これらを通して痛感したのは、各国において水産生物のゲノムマッピングがすでに盛んに行われているということである。前述のグループを含めたオーストラリアが、クルマエビでのゲノムマッピング計画を進めていて、すでにAFLP (Amplified Flagment Length Polymorphism) マーカーで、500以上の変異のある (遺伝子) 座が見つかった。これらの遺伝子座を手がかりに、高成長率、耐病性の育種をねらっている。他には、サケ・マス類でのゲノムマッピングをヒトゲノム計画や、ウシ/ブタゲノム計画同様、国際的に進めようという機関が設置されSALMAPと名付けられた。現在の参加国は、ノルウエー、ドイツ、イギリス、デンマーク、フランス、カナダ、そして日本の東水大の岡本先生のグループ (ニジマスで多くのマイクロ

サテライトマーカーを同定し、今回のシンポジウムでも注目を受けていた) である。アメリカは特許の関係からサケ・マスでは独自の路線を取っている。テ

ィラピア、カキ、ナマズ等でも、日本以外の国が中心となり、ゲノムマッピング計画が進展していて、マーカーの国際標準化の動きが見られた。

—遺伝子導入関係で、キューバのArenalらのティラピアの成長促進をめざした研究発表があった。キューバでは動物性タンパクの確保という国策から実用への強い要請があり、他の国が遺伝子改変食品に対して、市場の反応を慎重に検討して、どちらかといえば消極的であるのと対照的で、現在最も遺伝子導入魚の産業実用化へ強い意欲があるように見受けられた。しかし、成長ホルモンに関する遺伝子導入魚作出法自体は目新しいものではなかった。また、プロモーター (遺伝子を強制的に発現させるためのもの) 領域にヒトのCMV (Cyto Megalo Virus) のものを使用しているが、果たして、ヒトのウイルスのプロモーターを持った魚が食用としてどこまで受け入れられるのかは、今後の遺伝子導入魚の市場化に向けて大変興味深い。

我々養殖研からの2人は、名古屋氏がアマゴの雄性発生に関し、日本人でただ一人口頭発表し、私がサクラマスの雄特異的マーカーとブラジル産の高級魚 *Leporinus elongatus* の雌特異的マーカーと2つのポスター発表をし、多くの研究者と論議できた。魚類の染色体操作の世界のパイオニア的



スーツ姿の「釣やりの「おじさん」

存在であるThorgaardが大変気さくに話しかけてくれ、有意義な一時が過ごせた。

また、日本では現在、増養殖は、量より質の時代であるが、世界全体ではやはり量の方も大変重要であること、そして世界の食糧危機を見越した増養殖研究が各国で精力的に行われている、ということが印象に残った。水産国と言われる日本が人類の動物性タンパクを確保するといったことでも世界的な貢献をすることの重要性を強く感じた。

学会への通ridor、スコットランドの首都であるエジンバラには、生物系の有名な研究所が多く、私の大学院時代の同僚がMRC (Medical Research Council) に勤務しているので、見学する機会を得た。ここではあの、クローン羊のドリーを作ったロスリン研究所（割と近くにある）との共同研究も数多いとのことであった。MRCはイギリス全土13箇所に研究所を持つ、国立の医学研究機関である。特に我々の分野では、ケンブリッジのセンターがヒトゲノム計画とその中のフグゲノム計

画で名高い。エジンバラでは、ヒト染色体の構造解析をやっていた。最新のヒトゲノムマップを利用した、ポジショナルクローニング、カンディデート・ジーンについてのレクチャーを受けた。水産分野でも近いうちに、このようなゲノムマッピングを利用した、疾病や有用遺伝子の研究へと進んで行くであろうということを強く感じた。世界の潮流としての水産生物のゲノム計画（マッピング）が、国レベルの規模で進められ、国際的な機関SALMAPのようなものも作られていること、そして、DNAレベルでの仕事の基礎となる染色体操作による、クローンの作出や、計量遺伝学の重要性がますます増していること、日本人の発表でクローン研究や、雄性発生に関する基礎研究が注目を集めていたこと、が本研究会を通して印象に残った。せっかくな材料を持っている日本が早いうちに国家レベルでのゲノムマッピングを立ち上げる必要性をひしひしと感じた。

（細胞工學研究室）

97年（5～7月）の記録

1. 主な出来事

月 日	項 目	備 考
5 . 20	養殖研究所・（社）日本栽培漁業協会第2回共同研究検討会	養殖研究所と（社）日本栽培漁業協会とが、栽培漁業の推進に関する広範な諸問題について意見を交換し、問題解決の方向を探るとともに、研究ニーズの発掘に務め、緊密な連携を図るための標記研究会を開催した。日裁協からは古澤 徹常務をはじめ4名、養殖研からは上北征男所長ほか5 研究部から20名が出席した。梅津武司企画連絡室長の司会で議事が進められ、1）平成9年度における共同研究の進め方、2）日裁協における技術開発推進上の重要課題と最近の成果、3）平成10年度以降の共同研究等の候補課題について半日間の意見交換、報告、論議が行われた。検討会終了後には懇談会が開かれ、種苗生産技術開発に関する最新情報、特に日裁協奄美事業場におけるクロマグロ養成親魚の自然産卵等に話題が集中した。

2. 所員研修

氏 名	所 属	期 間	研 修 内 容	研 修 先
児山 文久	日光支所	9. 5. 7～6. 5	一般職員行政基礎研修	農水省
佐藤 良三	"	9. 5. 26～29	試験研究機関管理職員研修	技会
釜石 隆	病理部	9. 5. 27～30	養殖漁場研修	迫間浦漁協
加茂 正男	企画連絡室	9. 7. 17～18	ILLシステム地域講習会	学術情報センター

3. 一般研修受入れ

氏 名	所 属	期 間	研 修 内 容	対応研究部・室
景 崇洋	三重大学大学院	4. 12. 1 ~ 10. 3. 31	DNA多型によるコビレゴンドウの群構造の解析	遺伝育種部・細胞工学研究室
北川 忠生	"	7. 4. 25 ~ 10. 3. 31	ミトコンドリアDNAをマーカーとした魚類の集団構造研究	遺伝育種部・遺伝資源研究室
棟方 有宗	東京大学大学院	7. 4. 26 ~ 10. 3. 31	サケ科魚類の回遊行動に関する研究	日光支所・繁殖研究室
飯沼 紀雄	三重大学大学院	7. 8. 1 ~ 10. 3. 31	ウナギの種苗生産技術の開発に関する研究	繁殖生理部・繁殖生理研究室
大倉 正幸	"	8. 7. 1 ~ 10. 3. 31	マダイのGnRHの個体発生に関する研究	繁殖生理部・繁殖生理研究室
柳下 直己	京都大学大学院	9. 1. 6 ~ 10. 3. 31	ミトコンドリアDNAによるメジナ属魚類の分類学的再検討	遺伝育種部・遺伝研究室
馬淵 浩司	"	"	ミトコンドリアDNAによるササノハベラ属魚類の分類学的再検討	"
通山 哲郎	(財)阪大微生物病研究所	9. 4. 1 ~ 10. 3. 31	魚類ウイルス性疾病に関する研究	病理部・病原生物研究室
藤田 信道	近畿大学	9. 4. 1 ~ 10. 3. 31	内湾の海水交換に関する研究	環境管理部・環境制御研究室
石井 邦子	日本大学	9. 4. 1 ~ 10. 3. 31	サケ科魚類の繁殖に関する研究	日光支所・繁殖研究室
長澤菜穂子	"	"	"	"
Yoo Jin	東京水産大学大学院	9. 4. 16 ~ 6. 6	ヒラメ仔魚の健苗育成技術の開発	繁殖生理部・発生生理研究室
Hyung	院	9. 6. 30 ~ 8. 10	P C R産物のダイレクトシーケンス	遺伝育種部・遺伝研究室
小野 浩明	国立遺伝学研究所	9. 5. 1 ~ 10. 4. 30	"	"
梅原 由美	"	"	"	"
浜田 直人	九州大学大学院	9. 6. 1 ~ 7. 31	二枚貝幼生の種苗生産方法	遺伝育種部・育種研究室
沢田 寿子	九州大学	"	"	"
八板 将明	東京大学大学院	9. 7. 1 ~ 10. 3. 31	中禅寺湖におけるサケ科魚類の母川回帰生態	日光支所・繁殖研究室
杉山 俊介	三重大学	9. 7. 1 ~ 10. 3. 31	池原貯水池に生息するオオクチバスの遺伝的変異	遺伝育種部・遺伝資源研究室

4. 外国人の研修受入れ

氏 名	所 属	期 間	研 修 内 容	対応研究部・室
Douglas MacVey	米国・ノースカロライナ州立大学	9. 7. 22 ~ 8. 22	魚類の消化管ホルモンに関する共同研究	栄養代謝部・代謝研究室

5. S T Aフェローシップ

氏 名	国 籍	期 間	研 究 課 題	対応研究部・室
B. Senthilkumar	インド	8. 12. 1 ~ 10. 11. 30	魚類の生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン遺伝子の発現機構に関する研究	繁殖生理部・繁殖生理研究室
秦 啓偉 (チン チウエイ)	中華人民共和国	9. 2. 15 ~ 10. 4. 14	魚類におけるサイトカインの定量技術の開発に関する研究	病理部・免疫研究室

氏 名	国 籍	期 間	研 究 課 題	対応研究部・室
B. Sirikul	タイ	9. 5. 12 ~ 9. 6. 11	重要海産魚の稚仔魚期における栄養生理に関する研究	栄養代謝部・飼料研究室

6. 海外出張（研究交流促進法適用を含む）

氏 名	所 属	期 間	日数	出張先	目 的	経 費
井上 潔	病 理 部	9. 5. 9 ~ 24	16	エクアドル	エクアドル・国立養殖海洋研究センターフォローアップ巡回指導調査	JICA
秋山 敏男	栄養代謝部	9. 6. 2 ~ 21	20	ザンビア	ザンビア水産養殖開発計画短期派遣専門家の派遣	JICA
中山 一郎	遺伝育種部	9. 6. 20 ~ 7. 1	12	イギリス	第6回養殖における遺伝研究国際シンポジウム	研究交流促進法
名古屋博之	"	"	"	"	"	"
芦田 勝朗	病 理 部	9. 7. 20 ~ 27	8	タ イ	水産食品の安全性に関する国際会議	WHO
中西 照幸	病 理 部	9. 7. 20 ~ 28	9	米 国	第7回国際比較免疫学会	研究交流促進法

7. セミナー

月 日	発 表 者	話 題
1. 22	養殖研究所 中山 一郎 (玉城)	1. ブラジル産硬骨魚類 <i>Leporinus elongatus</i> およびサクラマスの性特異的DNAマーカーについて
1. 23	養殖研究所 (特別研究員) 玄 浩一郎	2. フランス滞在中に感じたこと 魚類生殖腺刺激ホルモン (GTH) 遺伝子の発現調節機構の解析
1. 24	養殖研究所 奥 宏海 (日光)	純系メダカのMHCクラスII β 遺伝子構成解析
2. 21	養殖研究所 岡本 裕之	ゼブラフィッシュ突然変異体を用いた初期形態形成遺伝子の解析について
2. 27	スウェーデン エーテボリ大学 動物生理学部 助教授 Lars Forlin 氏 スウェーデン ウメオ大学 Peter Kling 氏 スウェーデン ウメオ大学 細胞・発生学部 助教授 Per-Erik Olsson 氏	Studies of health effects in fish Metallothionein in fish Reproductive disturbances in fish
3. 3	東京大学理学部 和田 浩則氏	メダカの性染色体性遺伝子の単離
3. 11	STAフェローシップ研究員 夏 春氏	Molecular cloning and polymorphism of class I MHC genes of rainbow trout <i>Oncorhynchus mykiss</i>
3. 25	養殖研究所 豊川 雅哉	天然安定同位体比を指標とした養魚場由来有機物の環境影響評価の試み
	" 大原 一郎	アコヤガイの遺伝的多様性推定法の検討
	" 鶴沼 辰哉	ウニの卵黄蛋白質の動態の解明
	" 中島 員洋	マダイイリドウイルス病ワクチンの実用化に関する研究
3. 27	(財)大阪大学微生物病研究所 横山 憲一氏	マダイイリドウイルス病の不活化ワクチンの検討
	養殖研究所 中島 員洋	マダイイリドウイルスに対する抗体応答
	" "	各種魚類イリドウイルスの比較
	" 栗田 潤	マダイイリドウイルス主要外被タンパクをコードする遺伝子の同定

月 日	発 表 者	話 題
3. 27	養殖研究所 池田 和夫	ニジマス血清中に存在する2種類の亜鉛結合蛋白質について
	三輪 理	レチノイン酸によるヒラメ仔魚の成体型色素胞の発達促進
	鈴木 徹	ヒラメの胚における <i>Hoxd-4</i> および <i>sonic hedgehog</i> の発現パターンとレチノイン酸による影響
3. 27	養殖研究所 山本 剛史	ニジマス組織の遊離アミノ酸組成に及ぼす飼料のタンパク質、脂質含量およびアミノ酸バランスの影響
	" "	ニジマス組織の遊離アミノ酸組成に及ぼす飼料タンパク質の影響
	鶴沼 辰哉	ウニの配偶子形成にともなう卵黄蛋白質およびビテロゲン量の変化
	奥澤 公一	マダイにおけるタイ型 GnRH の分布と性成熟にともなう変化
	太田 博巳	希少種タイワンマス精子の凍結保存と凍結精子を用いたアマゴ卵との受精実験
	香川 浩彦	雌ウナギの成熟誘起に及ぼす海水馴致期間の影響
	太田 博巳	培養液のイオン組成によるウナギ精子運動能の制御
	(特別研究員) 玄 浩一郎	サクラマス生殖腺刺激ホルモン (GTH) II β 遺伝子の構造解析
	白石 学	マイワシ仔稚魚の死亡時期について
	オランダ Wageningen Agricultural University Hans Komen氏 (玉城)	Sex determination and sex differentiation in common carp
4. 10	養殖研究所 小林 敬典 (玉城)	アメリカ、カナダ水産バイオテクノロジーの現状
	養殖研究所 徳田 雅治 (玉城)	細菌の生産する有用物質について
4. 21	(財) 大阪大学微生物病研究所 横山 憲一氏	マダイイリドウイルス病の不活化ワクチンの検討について
4. 24	養殖研究所 和田 克彦	生物多様性外来種専門家会合報告
5. 19	S T Aフェローシップ研究員 Balasubramanian Senthilkumaran氏	Neuroendocrine regulation of gonadotropin secretion in the female catfish
"	S T Aフェローシップ研究員 Qi Wei Qin氏 (玉城)	Immunization against vibriosis in grouper, <i>Epinephelus awoara</i>
5. 21	養殖研究所 原 素之 (玉城)	JIRCAS プロ研「施肥養殖」が目指すもの (タイでの研究報告)
	白石 学 (玉城)	餌付け養殖の理論と問題点
5. 29	北里大学水産学部 鳥居 修氏 (日光)	太平洋サケの回帰行動についてのメカニズムと生態学原理
	東京大学大学院農学生命科学研究科 八坂 将明氏 (日光)	中禅寺湖におけるサケ科魚類の母川回帰生態
5. 29	日本大学農獣医学部水産学科 石井 邦子氏 (日光)	1. アウディナ川酸性水混合域における大西洋サケとブラウントラウトの回避行動 2. カワマスの産卵場選択における低pH回避
6. 9	アメリカ Beckman Research Institute of the City of Hope 大野 乾氏	大いなる仮説
6. 10	養殖研究所 (特別研究員) 金森 章	硬骨魚類の性分化と配偶子形成に関する遺伝子の単離と同定
	養殖研究所 原 素之	マシジミの遺伝的特性
	" 北村 章二	放流された種苗の天然環境への適応過程における特性変化
6. 12	日本大学農獣医学部水産学科 長澤 菜穂子氏 (日光)	ギンザケの記録時期の違い
	東京大学大学院農学生命科学研究科 棟方 有宗氏 (日光)	1. 河川の淵に生息するアマゴ個体群にみられる縄張り行動とその変化 2. 電気刺激実験によるヒメマスの性行動誘発の試み
6. 20	養殖研究所 釜石 隆	アユに寄生する微胞子虫類 <i>Glugea plecoglossi</i> の分子系統学的研究

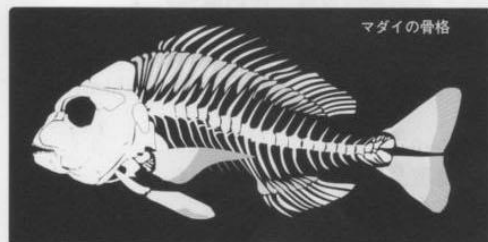
8. 主な会議・委員会

月 日	会 議 名	出 席 者	主 催 者	場 所
5. 30～31	水産研究業績審査委員会	上北 征男	水産庁	東 京
6. 4～5	水産バイオテクノロジー特性評価検討会	和田 克彦	水産庁	東 京
6. 4～7	所長懇談会、全場所長会議	上北 征男	農林水産技術会議事務局	東 京
6. 5～6	平成9年度春期東海ブロック水産試験場長会	梅津 武司	静岡県水産試験場	静 岡
6. 10～11	平成9年度内水面（中央ブロック）水産業関係試験研究推進会議	佐藤 良三	中央水産研究所	長 野
6. 10～11	第9回生態秩序検討委員会及び第9回生態秩序研究推進協議会	東 照雄	農林水産技術会議事務局	東 京
6. 11	平成9年度地域連絡会議・地方連絡会議合同会議	上北 征男	東海農政局	愛 知
6. 12	平成9年度第1回三重県資源管理型漁業推進協議会	上北 征男	三重県農林水産部	三 重
6. 12～13	平成9年度海洋環境調査検討会	梅津 武司	環境庁	東 京
6. 13	バイオテクノロジー先端技術シーズ培養研究（動物分野）選定委員会	中西 照幸	農林水産技術会議事務局	東 京
6. 24	野菜・茶葉試験場組織換えDNA実験安全委員会	和田 克彦	野菜・茶葉試験場	三 重
6. 25～27	第22回全国養鰯技術協議会	東 照雄	全国養鰯技術協議会	富 山
6. 30	中部地区安全対策会議	佐牟田 強	人事院中部事務局	愛 知
7. 2	農林水産省共済組合東海支部運営委員会	出口 安隆	農林水産省共済組合	愛 知
7. 2	水産研究推進体制検討会	上北 征男	水産庁	東 京
7. 3～4	水産用医薬品調査会	池田 和夫	水産庁	東 京
7. 9～10	企画科長会議	藤井 武人	農林水産技術会議事務局	東 京
7. 15～16	第34回水産研究所課長懇談会	出口 安隆	中央水産研究所	静 岡
7. 30	第15回中部地区官庁施設保全連絡会議	境 清	建設省中部地方建設局	愛 知
7. 31	平成9年度東海支部所属所事務担当者会議	川端 一行 南 尚子 前田 勝久	農林水産省共済組合	愛 知

9. 来客

本 所			日 光 支 所	
月	件 数	人数（内外国人）	件 数	人数（内外国人）
1	10	57（0）	3	3（0）
2	13	27（3）	2	5（0）
3	27	45（1）	6	14（0）
4	17	33（2）	3	8（0）
5	22	35（5）	1	2（0）
6	14	31（1）	4	61（0）

たな感染実験が計画されている。1959年の国の水産研究所の研究項目一覧をみると、資源・増養殖・水質汚濁・漁海況・漁具漁法と区分され、増養殖では116項目を46人で担当。その内真珠関係は52項目（12名）と国立真珠研究所（55年開設）の比重が大きいのが目立つ。現在国の研究所での真珠研究者数は潜在的な者も含め数人か。



表紙説明 ウナギ種苗生産をめざして

ウナギ受精卵がいつでも手にはいる時代になった。わずかに1ミリの卵の中に宝石のように輝く胚がある。正しく幾多の研究成果の結晶。1975年、まだ北大の学生だった頃、先輩が指さす水面に浮かぶウナギの卵と孵化仔魚を初めて見た。4年間に籍し数百尾のウナギを用いて実験したが、孵化仔魚が大量に採れたのはそれが最初で最後であった。なぜ、そんなに難しいのか。それは、ウナギは飼育下では卵や精子の形成が進行せず、それを得るには人為的ホルモン処理を行わなければならないからだ。しかし、すでに1973年には山本喜一郎教授により世界で初めて、ウナギの受精卵と孵化仔魚が得られており、ホルモンによる成熟誘起技術は完成しているかにみえた。

当時の技術は天然下りウナギにサケの脳下垂体懸濁液を毎週1回・8～15回注射して卵黄形成を促進し、成熟・排卵を待つものだ。この方法で卵黄形成は確実に誘導され卵は成長するが、ほとんどの場合、成熟・排卵することなく退行変性してしまう。正しく運を天に任せてひたすら成熟・排卵を待つ神頼みのところがあった。

天然下りウナギは青森県の漁師に捕獲を頼んでいて、ある程度数が貯まると、函館から夜行のフェリーで受け取りに行った。漁師の津軽弁が解らず、愛想笑いをしていたら、いつのまにか冷や酒を出され、朝から飲めない酒を無理矢理飲んで、ふらふらしながら重たいウナギを抱えて、とんぼ返りをした。サケの脳下垂体を採取するためにかり出され、サケの返り血を浴びながら、何百匹ものサケを捌いた。当時講座には学生が18人いたが、誰しも何らかの形でウナギにかかわっていた。これほどの労力と時間を使って、ホルモン処理をしている最中にウナギが病気で死んだり（学生はウナギにアイドル歌手や女優の名前を付けていたが、山口百恵や桜田淳子がばたばた死んだ）、やっと卵が成長しても成熟・排卵することなく退行変性してしまうのは非常に寂しい気がした。このまま同じことを続けても駄目だろうと言うあきらめにも似た気持ちもあった。その後、20年近く山本の技術を越えるものは出てこなかった。

なぜ、成熟や排卵がうまく行かないのか。当時、魚類の成熟・排卵のメカニズムについては全く不明で、論理的に説明できる基礎的な知見がなかった。答えはウナギの研究からではなく、サケの研究から見つかった。サケは自然条件下で成熟し、卵が大きいために生体外実験で操作しやすい。サケで、成熟・排卵をコントロールする物質、成熟誘起ステロイド（ $17, 20\beta$ -dihydroxy-4-

pregnen-3-one）が基礎生物学研究所の長浜嘉孝教授によって脊椎動物を通して初めて同定された。このステロイドはその後ウナギを含む多くの魚類の卵成熟を誘起することが判明した。これはウナギの成熟を意識したものではなかったが、長浜が山本の高弟であることはなかなかの因縁かもしれない。この研究がなかったなら我々がウナギの受精卵を得ることはできなかったかもしれない。

我々は山本の技術をもとに、長浜の知識を利用して、ウナギの受精卵がいつでも多量に手に入る技術確立できた。ウナギの成熟誘起にかかった長い年月と多くの研究者の努力を思うとき、感慨深いものがある。ウナギのシラスが減少し、養殖業はおろか、資源の枯渇までささやかれる時代になり、孵化仔魚の飼育技術の確立が急がれる。その実現には相当の困難が予想される。ウナギの成熟誘起の研究同様、基礎研究が重要だと思うのであるが、国の研究所には長年にわたって同じ分野の基礎研究を認める鷹揚さがあるだろうか。

（香川浩彦、繁殖生理研究室長）

養殖研究所 一般公開

日時：1997年11月8日（土）10:00～15:00
場所：養殖研究所（南勢町中津浜浦）
TEL 05996-6-1830

（玉城町より会場まで送迎バスあり）
玉城町役場駐車場 9時集合（9時15分出発）
定員25名（先着順）＜申込連絡先 0596-58-6411＞

編集後記 9月初旬現在、アコヤガイ斃死が愛媛県の模範的な漁場でおきている。ビルナウイルスによる感染実験ではネガティブな結果がでているようで、再度新

〒516-01
三重県度会郡南勢町中津浜浦422-1
水産庁養殖研究所
tel (FAX) 05996-6-1830 (1962)
<http://www.nria.affrc.go.jp/index-j.shtml>

〒519-04
三重県度会郡玉城町昼田224-1
玉城庁舎
tel (FAX) 059658-6411 (6413)

〒321-16
栃木県日光市中宮祠2482-3
日光支所
tel (FAX) 0288-55-0055 (0064)

養殖研ニュースNo.35 1997年9月30日発行