

養殖研 ニュース

新潟県立水産試験場

No.21 1991.3



世界の海産養殖魚(2)大西洋サケ	2
サケ科魚類のクローン作出とその問題点	9
インドネシアのエビ養殖	16
養魚と栄養研究	21
玉城庁舎屋外池の水温変動と地下水の起源	26
The Asian Interchange Program ワークショップ	
—餌料生物大量培養システムの構成と操作—参加報告	29
海産魚類の変形症と粘液胞子虫	33
中禅寺湖のヒメマスは何故「華厳の滝」で投身自殺するのか??	36
長崎県における真珠養殖の変遷(下)	44
平成2年(7~12月)の記録	53
表紙の写真 ヒラトゲガニのメガロバと変態直後の稚ガニ	



世界の海産養殖魚(2)大西洋サケ

福所邦彦・細谷和海

世界で最も古くから養殖され、生産量も最も多いサバヒーは既に紹介した(本ニュース, №19: 6-11, 1990)。今回は、近年北欧・北米・南米等で急速に養殖産業が振興され、多くの人々にその高度の養殖技術と経営方法が驚嘆されている大西洋サケを取り上げた。

大西洋サケ *Salmo salar* Linnaeus (図1)

1) 分類と形態

硬骨魚綱 Osteichthyes, サケ目 Salmoniformes, サケ亜目 Salmonoidei, サケ科 Salmonidae⁷⁾。
D12~14; A9~10; LL120~130; GR20²²⁾。

我が国にも導入され、増養殖が行われているブラウンマス *Salmo trutta* は近縁種である。なお、最近の分類学的研究によれば、大西洋サケ属 *Salmo* は文字どおり大西洋に分布する魚種だけを含み、従来同属とされたニジマスは太平洋サケ属 *Oncorhynchus* に移された²³⁾。さらに、集団遺伝学的な分析によりニジマスはカムチャッカマスと同種とされ、*Oncorhynchus mykiss* の学名が与えられた¹⁹⁾。

体は長く流線形で、尾鰭はわずかに二又する²²⁾。若魚では尾鰭は明確に二又する。背面および側面は緑色に近い銀白色である。体側には少数の黒斑が散在するが、この黒斑の数は雄より雌の方が多い。雄は最大全長が150cm(体重40kg)、雌は120cm(体重20kg)に成長する。寿命は4~6年でまれに10年の個体もみられる²²⁾。

2) 名称²²⁾

Atlantic salmon, Common Atlantic Salmon, Knennebee salmon, Black salmon (アメリカ, イギリス, カナダ), Лосось (ソ連), Laks (ノルウェー, デンマーク), Lax (スウェーデン), LohiまたはLoahi (フィンランド), Losos(ポーランド), LacksまたはSalm (ドイツ), Zalm (オランダ), Saumon (フランス), Salmón (スペイン), Salmão (ポルトガル), Somon (ルーマニア), Salmone (イタリア)。

3) 発育段階別の名称

大西洋サケの発育段階別の名称を表1に示した。これらの名称は他のサケ・マス類にも使用されるが、元来は大西洋サケに用いられたものである²²⁾。

4) 分布

欧米人の感覚からは本種は淡水魚である。ソ連、スカンジナビア、バルチック海、アイスランド、グリーンランド南部、北アメリカ大陸東岸の沿岸域河川(ハドソン川以北のほとんどすべての河川に昔は沢山みられたが、現在はメイン州東部の8つの河川にわずかに生息するのみである)に分布し、フランス西部とスペイン北部の河川でも量は少ないが生息する²²⁾。しかし、ポルトガルの河川ではほとんどみられない。イングランドの河川では昔は沢山生息していたが、今は姿を消したと言う。一方、スコットランドでは保護政策により生息している²²⁾。

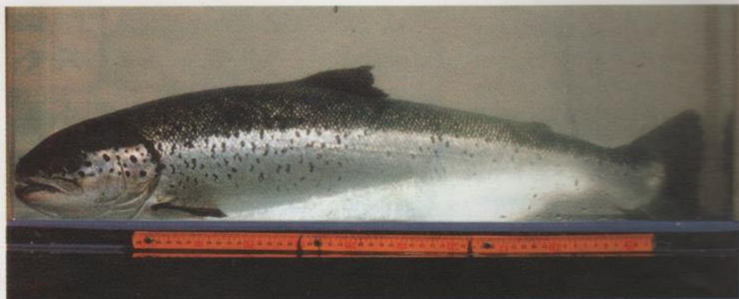


図1. 養殖した大西洋サケ *Salmo salar* (青森県内水面水産試験場提供)

表1. 大西洋サケの各発育段階の名称²³⁾

名	称	発 育 段 階
アルビン	Alevin	卵黄がまだ吸収されて いない仔魚
フライ	Fry	卵黄が吸収され、餌を 摂り始めた仔魚
パー	Parr	バーマークが顕著な稚 魚
スモルト	Smolt	降海直前のグアニンが 沈着し、銀白色化した 若魚
ジャック	Jack	性的に早熟したサケ、 通常海で1年以内過し た雄
グリルス	Grilse	まる1年と夏の間海で 生活し、初めて川に返 る若魚
サーモン	Salmon	成熟し河川に回帰して きたサケ
ケルト	Kelt	産卵後のやせ衰えたサ ケ(ホッチャレ)
メンデッドケルト	Mended Kelt	産卵後死亡せず海に戻 り大型化したサケ

海においてはグリーンランド付近と白海に集中して分布し、上記の生息河川を溯河回遊する²²⁾。なお、北米では本種の資源管理の一環としてふ化放流事業が古くから行われた⁹⁾。

5)生活史

清流の水深0.5～3mの砂利底の産卵床(Redd)に産卵(主に11月と12月)された卵は直径が6～7mmで、70～200日(平均110日)後の4月から5月にふ化する²²⁾。ふ化に要する平均積算温度は440℃である。ふ化仔魚の全長は約13mmで、ふ化後45日前後で餌を摂り始める。秋頃までには全長75～100mmに成長し、Parrと呼ばれるようになる。翌年の秋には全長10～20cmのYearlingに成長する。淡水

域での生活は1～5年で、高緯度程長い傾向がある²²⁾。Parrの大部分は全長10～19cmで銀色のSmoltになり、淡水から海水の環境に移るための生理的変化が起こる。海に下った後のサケの回遊については不明な部分が多いが、標識放流試験によればグリーンランドのデービス海峡に集まることがわかった¹⁰⁾。つまり、ヨーロッパ沿岸から2000kmの旅をする。この習性は15,000～20,000年前に北海のほとんどが陸地であったため、西部ヨーロッパの大きな河川が直接大西洋に注いでいた時の性質が遺伝的に引き継がれているためとも考えられている¹⁰⁾。

海洋生活は1～6年(多くは4年)で、親魚は

再び生まれて育った川に戻り産卵する²⁰⁾。降海した Smolt の河川回帰率は2～3%である。河川回帰は冬から初春の群と夏から秋にかけての群がある。大西洋サケは冬は5km/日、6月頃は30km/日の速さで川を溯上する。河川溯上中はほとんど摂餌をしない。溯上につれて雄サケの下顎は上側に反り、長くなって鉤状となる²¹⁾。

大西洋サケの興味深い習性や生態について、一般向けに易しく書かれた単行本もある^{8,18,22)}。また、本種は北欧・北米では重要な水産資源生物であるため、数多くの学術論文があり、その文献目録も

出版されている¹⁰⁾。

6)食性

仔稚魚期には動物プランクトンを摂るが、川を下るにつれて甲殻類やヨコエビ類を食べ始め、成長するにつれて魚食性にかわる²³⁾。海洋生活中はニシン類やイワシ類の捕食者である²⁴⁾。

7)養殖の歴史

大西洋サケの養殖産業は1970年代に入ってからノルウェー・ベルゲン地方を中心に急速に発展した²⁵⁾。その後スコットランド、ファロウ諸島、アイルランド、アメリカ、カナダ、アイスランド、オース



図2. 大西洋サケの取り上げ。ノルウェーの高名な写真家 Helge Sunde 氏撮影 (Tromsø 大学の Kjørsvik 博士提供)

表2. 世界の大西洋サケ生産量(1987)⁴⁾

国 名	生産量(トン)
Norway	47,418
UK Scotland	12,721
Faerose Is.	3,193
Ireland	2,300
Canada	1,000
Iceland	490
Sweden	224
Spain	150
USA	113
Australia	62
Chile	41
UK England Wal.	20

計

67,732 (トン)



図3. タモ網で容易に掬うことができる大西洋サケ。米国 NOAA, NMFS, Northwest Fish. Center, Manchester Marine Experimental Station の海上飼育実験施設

トラリア、ニュージーランド、チリ等で養殖が行われるようになった。ノルウェーでは1973年の生産量が275トンであったが、1974年では800トン、1975年950トン、1976年1500トン、1976年にはノルウェー沿岸水域の天然魚漁獲量(1600-1800トン)とほぼ同量が養殖によって生産されるようになった²⁾(図2)。その後、スコットランド等北欧諸国、北米、南米チリ等でも養殖されるようになり^{3,5)}、生産量も短期間に飛躍的に増加した(表2)。この

ような急速なサケ養殖の発達の理由として、1)生産者の全国的な組織化、2)適正な経営規模、3)徹底した品質管理、4)種苗生産体制の整備、5)ワクチンの開発等による魚病コントロール、6)飼料の改善、7)養殖環境の保全等が指摘されている¹⁰⁾。また、大西洋サケは「大陸的」で、人に慣れやすく、人為環境下でも容易に飼育できる等の特長も特筆すべきであろう(図3)。

8) 養殖方法

サケの養殖が最も盛んなノルウェーでは9月頃採卵し、その年にふ化した仔魚が年を越して体重30gのスマルトになるまで陸上淡水池で飼育される。この間の飼育方法は我が国で養殖されているニジマスや放流用に中間育成されるシロザケと大差はない。スマルトは種苗として海面小割生簀に収容され、体重3～5kgで出荷される。養殖期間は約2年間である。餌は配合飼料が用いられ、成長につれてマッシュ、クランブル、ドライペレットが与えられ、給餌作業の省力化のため各種の自動給餌器を用いることが多い(図4)。サケの生産量コストは700～800円/kg、市場価格は約1,800円/kgなので、1kgの生産に対して1,000円程度の利益がある¹²⁾。そのため、入江が多く2,650kmの海岸線を有するノルウェーでは、メキシコ湾流(4～17℃)により結水がないこともあって、サケの養殖産業が発達した¹²⁾。養殖のライセンスは政府が個人に対して発行し¹⁶⁾、1986年のノルウェーにおける経営件数は750前後で¹²⁾、一企業当りの海面占

トが与えられ、給餌作業の省力化のため各種の自動給餌器を用いることが多い(図4)。サケの生産量コストは700～800円/kg、市場価格は約1,800円/kgなので、1kgの生産に対して1,000円程度の利益がある¹²⁾。そのため、入江が多く2,650kmの海岸線を有するノルウェーでは、メキシコ湾流(4～17℃)により結水がないこともあって、サケの養殖産業が発達した¹²⁾。養殖のライセンスは政府が個人に対して発行し¹⁶⁾、1986年のノルウェーにおける経営件数は750前後で¹²⁾、一企業当りの海面占



図4. ペレット用自動給餌器。米国ワシントン州 Puget 湾におけるノルウェー資本の養殖場



図5. ノルウェー西部の養殖場で採用されている水路型浮生簀(Ocean River System)。Tromsø大学のKjorsvik博士提供

有許可水量は8000～9000 m³ (12×12×5 mの小割生簀10基)である¹³⁾。1経営体の年間生産量は160トン前後である¹³⁾。

近年、従来の小割生簀に代わる水路型浮生簀が開発された(図5)²¹⁾。浮生簀の構造は閉鎖型循環方式で一つの水路は幅7m、長さ50m、深さ5mである。水路は強化PVC布製で、ポンプの作用により海水を循環させる仕組みになっている。この生簀を用いると、深層からの低温水あるいは少し離れた水域からの清浄な海水を利用できる。水路内の流速は可変で、通常は0.2～0.5m/秒である²¹⁾。北米西岸の Puget 湾等ではノルウェー資本の大規模なサケ養殖が行われ、フォークリフトによる餌や取り揚げ魚の運搬ができる構造になっている(図6)

9)品種改良

ノルウェーでは大西洋サケの選抜育種が積極的に行われ、選抜形質は1)耐病性、2)飼料効率、3)成長、4)成熟(遅らせる)、5)体形と色、等である^{19,20)}。成長では、1世代(4年)の選抜で10～20%程度成長が促進され、現在では天然魚より約26%成長が速い系統が作られている¹⁶⁾。

10)出荷と品質管理

ノルウェーの場合人口は約400万人と少なく、内需は限られている¹⁶⁾。そのため、生産されたサケの80～90%量は輸出される(フランス、アメリカ、デンマーク、ドイツ、スウェーデン、スペイン、イギリス、日本等)。輸出促進のため、1)航空輸用コンテナの開発、2)魚の等級付け(優良品80%、通常品16%、加工用品4%)、3)薬物

使用の管理と残留薬の検査、4)輸出検討委員会の設置等が行われている¹⁵⁾。大西洋サケの品質検査のため、政府は専門の検査官を育成し、その数は100名に及ぶ¹³⁾。

11)生産量

世界の大西洋サケ生産量(1987)は約68,000トンで、主要生産国はノルウェーである(47,000トン)(表2)^{4,17)}。ノルウェーにおける生産量は数年間で急激に増加し、1979年には約4,000トンであったものが、1988年には80,371トンに達した(表3)⁶⁾。1989年には125,000トン、1990年には140,000トン、

表3. ノルウェーにおける
大西洋サケ生産量の推移⁶⁾

年	生産量(トン)
1979	4,142
1980	4,152
1981	8,422
1982	10,266
1983	17,000
1984	22,300
1985	28,655
1986	45,675
1987	47,417
1988	80,371



図6. フォークリフト等が通行できる網生簀筏構造(図4に示した養殖場)

1991年には150,000トンの生産が見込まれ^{1),12)},我が国のブリ生産量より多くなるような情勢である。

我が国においても、水産庁が日ソ漁業協力種苗交換事業の一環として1980年にソ連産のサケ発眼卵を4年にわたって導入し、青森県に再生産、海中飼育試験を委託した¹³⁾。また、試験的に導入し、日本における養殖の可能性について検討している民間企業や大学もある。しかし、まだ産業規模の生産は行われていない。

大西洋サケ養殖の写真を提供下さったノルウェー、University of TromsøのDr. Elin Kjorsvik、青森県内水面水産試験場の松坂 洋氏、文献について御教示いただいた養殖研究所図書資料係長加茂正男氏にお礼を申し上げる。

文 献

- 1) Aiken, D., 1989. Salmon farming in Canada. World Aquaculture, 20(2): 11~18.
- 2) Brown, E.V., 1983. World fish farming: Cultivation and economics (Second edition). 84-89, Avi. publishing Company, Westport, Connecticut, USA.
- 3) Egan, D. and A. Kenney, 1990. Salmon Farming in British Columbia. World Aquaculture, 21(2): 6~11.
- 4) FAO, 1989. FAO Fish. Circular, No 815, Rev. 1, Aquaculture Production, P.27.
- 5) 平沼 泰三 1988. 外国産サケ・マスの供給状況. 養殖, 25(9): 76~78.
- 6) Fuji Technology Press, International Journal of Aquaculture and Fisheries Technology, 1988. 1(1): 108.
- 7) 岩井 保, 1985. 水産脊椎動物Ⅱ. 魚類, 273-278, 恒星社厚生閣, 東京.
- 8) ジョーンズ J.W., 1974. (松井 宏明訳, 水口 憲哉 解説) サケ. 思索社, 東京, 235pp.
- 9) Kincaid, H. and J.G. Stanley(eds.), 1988. Atlantic salmon brood stock management and breeding handbook. U.S. Department of the Interior on Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., U.S., 42pp.
- 10) Maritimes Regional Library, 1974. Atlantic Salmon References, Vol.2. Environment Canada, Halifax, Canada, 428pp.
- 11) 丸山為蔵・藤井一則・木島利通・前田弘也, 1987. 外国産新魚種の導入経過. 水産庁研究部資源課・水産庁養殖研究所, 157pp.
- 12) 緑書房編集部, 1988. シンポジウム「内外サケ・マスの養殖技術生産, 消費動向」開催. 養殖, 25(7): 100-101.
- 13) 同上, 1989. 北欧サケ・マス養殖事情(上). 養殖, 26(11): 24-30.
- 14) Miller, J.C., 1978. Fishes of the British and Northern European Seas. 61, Penguin Books, Middlesex, England.
- 15) 村井武久, 1989. 急成長する海外の養魚とその背景. 養魚タイムス. 平成元年6月25日号(503号)
- 16) 永井康豊, 1988. ノルウェーの海面養殖観察記. 養殖, 25(1): 92-96.
- 17) Nash, C.E. and C.B. Kensler, 1990. A global overview of aquaculture production in 1987. World Aquaculture, 21(2): 104~112.
- 18) ネットボーイ A., 1978. (松下友成監訳・今村弘二訳), ザ・サーモン. 33-40, 同文書院, 東京.
- 19) Okazaki, T., 1984. Genetic divergence and its zoogeographic implications in closely related species *Salmo gairdneri* and *Salmo mykiss*. Japan. J. Ichthyol., 31(3): 297-311.
- 20) Smith, G. and R.F. Stealeg, 1989. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trout. Fisheries, 14(1): 4-10.
- 21) 田口喜三郎, 1988. ノルウェーの水路型浮生養殖. 養殖, 25(3): 111-113.
- 22) 吉安克度, 1981. 跳ねる巨魚・大西洋サケー絶滅にひんする *Salmo salar* Linnaeus の紹介. 淡水魚(淡水魚保護協会機関誌), 7: 96-104.
- 23) ウィリアムスン H., 1968. (海保真夫訳), 鮭サラの一生. 至誠堂, 東京, 289pp.

(企画連絡室企画連絡科長・

遺伝育種部育種研究室長)

サケ科魚類のクローン作出とその問題点

小野里 坦

産業上極めて優れた個体が見いだされたとき、遺伝的にこれと寸分違わない個体を大量に作出したいという夢は、人類が長い間持ち続けてきたところである。子供が親の遺伝のコピーであることは、とりも直さず子供同士も遺伝的に同じクローンを成していることになる。クローンは、実験動物として重要であるばかりでなく、肉質、形、サイズ、体の模様や色調に至るまで遺伝的に支配されている形質は個体間で非常によく揃っているもので、一定の規格の個体を大量に生産する上で重要である。植物では、地下茎や挿し木等の栄養生殖で増やせるものが少なくなく、農家は古来、特に意識することなくクローンを作って栽培して来た。種子以外による繁殖が困難な種についても、組織培養によって作り出されたカルスから個体まで分化させることが出来ることが分かったのは、それほど耳新しいことではない。更に最近では細胞壁を除いた裸の細胞、プロトプラストを試験管内で大量培養しそれぞれの細胞から個体が作出できるようになった。この技術は、クローン個体を得ようとする目的よりも蘭のように増殖の極めて遅いものの繁殖や、ウイルスフリーの植物を作出する目的で実用化されつつある。話はちょっと脱線するが今日日本で栽培されているトウモロコシの種子の殆どはいわゆるハイブリッドで、アメリカから輸入している。それを栽培して種子をとっても遺伝的分離が生じ親のような優れた形質を次世代で発現させることが出来ないことが、毎年毎年種子を輸入せざるを得ない理由である。しかしプロトプラストをもとに人工種子が出来るようになると、輸入した個体のコピーがいくらかでも作れるので、ビデオやコンピューターのソフトのように著作権の保護の観点から複製を規制する制度が早晚必要となつてこよう。とはいってもこのような先端技術の適用できる種は植物と言えども現在のところまだ限られている。

クローン動物の作出

さて動物特に高等動物のコピー作出はというと

植物にだいぶ遅れをとっている。しかし動物にも雌性発生フナのように天然でクローンを作りながら増えているものがある(小野里, 1983)。雌性発生による繁殖を全うするためには二つの問題を解決しなければならない。一つは精子のゲノムを受け入れなくとも染色体数を減らさず親と同じ数を維持すること。もう一つは、卵子に進入した精子を遺伝的に不活化させておくことである。前者の問題点は、第一減数分裂をスキップすることによって(小林, 1976)、第二の問題点は、精子の核膜を消化せず結果として精子が雄性前核になるのを防ぐことによって解決している(Yamashita, et al. 1990)。このような繁殖法がフナでどの様にして始まったのかはきわめて興味あるところであるが、ここでは本筋から外れることになるので省略する。このようにフナはれっきとした卵子を作り、しかも精子の授精を受けて発生を開始するので、種子を介さない植物の栄養生殖とは本質的に異なっているようにみえる。しかし減数分裂を欠き(言ってみれば体細胞分裂によって卵子が形成されるようなもの)かつ母親の持つゲノムがそのまま子供に伝わり、子供は母親の遺伝のコピーとなる点を考えると、植物の栄養生殖と全く変わらない。従ってフナの雌性発生機構が十分解明されると、魚類において個体を複製することがいとも簡単に出来るようになるかも知れない。

最近コピー牛がときどき新聞紙上を賑わしている。多くの場合それは、受精卵分割によっている。すなわち発生を開始してある程度の細胞数になったところで外科的に胚を二分してそれぞれから個体を作成するもので、遺伝的には一卵性双生児の關係に相当する。しかしこの方法で多数のコピー牛を得ることは難しい。

さらに進んで、割球を分離してそれぞれの割球から個体を出す試みもなされている。この場合何細胞期の割球まで個体になり得るかがコピー牛を何頭作れるかの鍵となる。先日新聞によると8細胞期の一割球から子牛を誕生させることに成功したと報じていた。

アフリカツメガエルでは、除核卵へ体細胞の核を移植することによってコピーを作る試みがすでに Gurdon (1968) によって成され、成功している。一般に発生が進むほど核は全能性を失って一つの核から個体まで発生させることが難しくなる。Gurdon がオタマジャクシの腸の細胞核を使って個体まで発生させたのはむしろ例外に近い。カエルでも、多くの場合もっと早い時期すなわち胞胚期の細胞核でも全能性を失っており、遅くとも桑実期初期の胚の核を使う必要がある。ほ乳類の場合はさらに早くに全能性を失う。しかし全能性を失った胞胚期の割核の核を除核した卵に移植して桑実初期まで発生させ、その核を再び除核卵に移植するということを繰り返すことによって全能性を回復させる例もカエルで知られている。この方法は、コピーの数を増やすのに役立つと同時に、全能性を回復させる機構を解明するのに役立つであろう。

魚類のクローン作出

さて我々はこれまで述べてきた方法と全く発想を異にした方法でクローンを作ることを試みている。それは単為発生と染色体の複製による倍数化を組み合わせたものである。1980年代に入って水産においても染色体操作が目ざされ出し、今日では、全国の水産試験場で染色体操作の研究が行われ大きな成果が上がってきている。しかしそれらのほとんどは、雌性発生による性の統御と三倍体による不妊化に限られている。この場合染色体の倍数化はいずれも第二成熟分裂を阻止によっている。この他に、染色体の倍数化法としてもう一つ卵割阻止による方法が考えられる。卵割阻止法をつかうと四倍体や雄性発生個体が作出できる。いずれも産業上きわめて重要であるが、技術的に困難なためにまだ実用化にはほど遠い段階にある。これから述べようとするクローンも卵割阻止によって初めて作出が可能になる。

染色体操作によるクローン作出

卵子及び精子はそれぞれ一セットの染色体を持っていて受精によって再び親と同じ二セットの染色体を持つことになる。受精の際一方の配偶子の染色体を放射線照射等によって遺伝的に不活化しておき他方の配偶子の持つ一セットの染色体を基に

発生を開始させることが出来る。これが雌性発生あるいは雄性発生と呼ばれるものである。卵割に先立って各染色体は複製され一時的に二つのゲノムが一細胞に存在する時期がある。この染色体の分離を抑えて卵割を阻止すると二倍体となる。次の卵割の時にはそれぞれの染色体が複製され等分に分配されるので、その後いくらか細胞分裂を繰り返して各細胞は二セットの染色体を持つことになる。こうして作られた個体は全ての遺伝子が同型接合体となる。この個体が配偶子形成を行う過程で各相同染色体は対合し、減数分裂時にそれぞれ対を成している染色体が分かれて別々の配偶子に取り込まれる。通常の個体は相同染色体の一方は母親由来、他方は父親由来であるので、配偶子が相同染色体のうち、どちらの染色体を受け取るかによって配偶子の持つ染色体の組合せが変わってくる。n対の染色体を持つ生物の場合、配偶子がもらう染色体の組合せは、2のn乗通りとなり、一番(つがい)の両親から生まれる子供の染色体の組合せは、2の2n乗通りである。ちなみにサクラマスの染色体は33対あるので、子供の染色体の組合せは2の66乗=10の20乗=1該通りと天文学的数字になってしまう。実際には交叉による染色体の組換えも頻繁に起こるのでその組合せは無限と言ってもよい。ところで単為発生卵の卵割阻止によって作出した個体の相同染色体は互いに相手のコピーであるから、減数分裂時に配偶子が相同染色体のどちらを受け取っても同じである。従って染色体が何対あろうとも配偶子に配分される染色体の組合せは一通りということになる。たとえ交叉が起こったとしても染色体の相同部分で組換わる限り遺伝的には変わらない。すなわちクローン卵あるいはクローン精子が産生される。次世代でも再び単為発生を繰り返すとクローン個体が得られることになる。こうして得られるクローンはさきに述べたクローンといくつかの点で異なる。第一点は前者が通常の個体と同じヘテロ個体であるのに対し後者は全ての遺伝子がホモ接合となる。すなわち兄妹交配を無限に繰り返した純系に相当する。但し二つのクローン間で一方を性転換して両者を交配することにより、この方法でもヘテロ接合体を持ったクローンを作ることもできる。第二点は初代では遺伝的に分離し決してクローンにはならず第二代目に初めて遺伝的に等しい個体

精子染色体の遺伝的不活化

精子に紫外線やガンマー線を照射すると、適正な線量の範囲では精子の運動性を失わずに遺伝的不活化できることが知られている。雌性発生を誘起するための適正線量を知るための研究は広く行われているが、照射によって何故遺伝的不活化が起こるかについての研究は少ない。遺伝的不活化についてはいくつかの予想が立つ。①あらゆる遺伝子に突然変異が起こって遺伝的に機能しなくなる。②染色体が破壊され染色体としての機能を失う。③フナにみられるように精子核が正常な前核化を起こさず雌性前核のみで発生を開始してしまう。雌性発生個体の染色体を調べてみると明らかに半数体であるので、遺伝的不活化が単に遺伝子機能の消失によるものでないことは容易に想像できる。従って①の可能性はまず否定される。次に②または③の可能性を検討するためにイトウの精子に種々の線量の紫外線を照射した後正常な卵子に媒精し、そこから発生してきた胚の染色体を調べた(小野里・澤田, 1989)。紫外線強度は約40 ergs/cm²/secであるが、正確な線量は測定していないので照射時間(秒)をもって表した。染色体数は4秒間照射ですぐに染色体数を明らかに減らした細胞が見いだされ、30秒以上の照射でほとんどの細胞がほぼ半数になっていることが分かる(表1)。照射によって父親由来の染色体は断片化し、照射量の増加と共に断片は小型化する。同一胚から得られた核型を詳細に調べると、染色体数の異なる核型を示す細胞がそれぞれの核型につい

て複数見いだされた。このような多型は4秒間照射から30秒間照射までいずれの照射群にも認められた。この結果は、発生初期に持っていた染色体がそのまま維持されるのではなく発生過程でも父親由来の染色体の脱落が起こることを意味している。脱落の原因は、照射による動原体の破壊の程度によるとと思われる。すなわち破壊が不十分であると分裂を繰り返していくうちに分裂に加われない染色体が出現し、その染色体を持つ細胞と持たない細胞がモザイク状に個体内に存在することになるであろう。30秒照射群ではほとんどの個体で半数体になっているにも関わらず、父親由来の染色体断片を一個持っている細胞が半数体細胞と混在して少数見いだされた。この結果は雌性発生が誘起される線量でも雄性前核形成が起こり雌性前核との融合も起こっていることを意味する。この限りでは先に立てた仮定の内②が妥当と思われる。但しさらに高い線量を照射したときにも前核形成や両前核の融合が起こるか否かはこの結果だけでは分からない。60秒照射群で明らかに二倍体の胚が見いだされた。雌性発生実験中に特に倍數化処理をしなくとも二倍体の出現して来ることはしばしば経験するところである。この場合染色体倍化が成熟分裂をスキップしたものが卵割をスキップしたものを示す報告はない。本研究で見いだされた二倍体細胞が、半数体細胞と混在する形で見いだされれば倍數化が体細胞分裂をスキップすることによって生じたことが証明される。しかしこの胚では半数体細胞が見いだされなかった

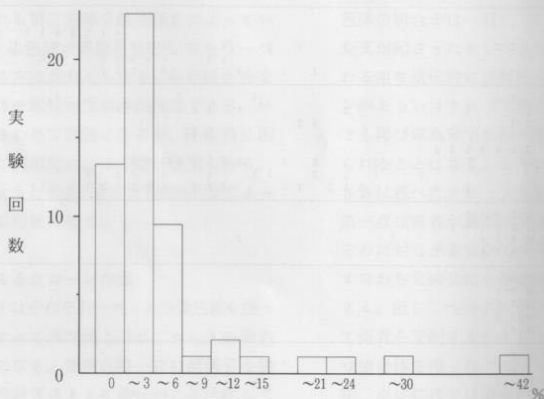


図1. 卵割阻止型雌性発生二倍体作出率

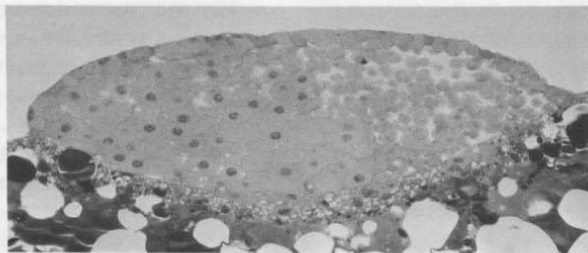


図2. 胎胚期の第一卵割阻止処理卵. 胚盤の右半分が
無核細胞によって占められている

ので、第二成熟分裂時か卵割のきわめて早い時期に倍数化が起こったのであろう。

クローン作出上の第一の難関：第一卵割阻止

魚卵の倍数化には、温度処理または水圧処理が広く使われている。ではこれらの処理がどの様にして倍数化を引き起こすのであろうか。細胞分裂中期の細胞に水圧処理を施し、その直後に細胞を固定して組織切片を作成して顕微鏡観察すると紡錘糸が完全に消失しているのが分かる。従って細胞分裂に先だって複製された染色体が紡錘糸の消失で両極へ移動できずそのまま一細胞に残るため倍数化が起こると考えられる。受精後倍数化処理開始時間と倍化個体の出現頻度との関係をグラフにとってみると、最適時間を示す明瞭なピークは見いだされず、分裂の前期から後期にわたってだらだらと倍化個体が出現する。これまでに筆者が行ったサケ科魚類の卵割阻止実験の結果を纏めたものが図1である。この図から分かるように倍数化処理によって正常個体として生まれて来る個体の割合はきわめて低い。倍化個体が全く出現しないこともしばしばであるし、出現してもほとんどの場合数パーセント以下である。しかしながら稀に10～40%という高率で倍化個体が出現することがある。何故このようにロットによって差が出て来るのか、また卵割阻止が困難なの全く分かっていない。成功率が低くとも処理を重ねることによって僅かながらも必ずホモ個体が得られることをこの結果は意味する。実験動物のように遺伝的に均一であるだけでも意義のある場合は、労さえ厭わなければ必ずクローンが得られるはずである。また稀であっても高率で倍化個体が出現するということは、手法の改善の余地のあることを示唆し

ており、希望は決して捨てたものではない。

卵割阻止が困難な理由を思い付くままに列挙し検討してみたい。

1. ホモ化に伴う悪性劣性遺伝子の発現

近親交配を繰り返していくと必ずやホモ化に伴う近交弱勢が現れ、奇形、虚弱、繁殖力の極端な低下等が現れることはよく知られているところである。卵割阻止型雌性発生個体は近親交配の極たるものなので、ホモ化に伴う障害の為に生存できない個体の出現していることは疑いない。実際筆者は明らかにホモ化によって生ずる奇形を観察している。しかし卵割阻止処理が困難な理由がホモ化にのみ起因するのではないこともまた確かである。その理由は、四倍体を得るために、正常な受精によって発生を開始した卵に卵割阻止処理を施した場合も雌性発生卵と同様生存率がきわめて低いことから分かる。

2. 紡錘糸の再生

サケ科魚類の卵を用いて第一卵割のための細胞分裂中期に高水圧処理（650kg/cm², 6分間）を行うと100%紡錘糸は消失することは確かめている。しかしその後の分裂装置の動向を注意深く追跡すると、処理30分ぐらいから中心体を核に紡錘糸の再生が始まるのが観察される。しかも90分後には染色体の移動まで観察される。染色体が完全に分離すれば再び半数体に戻ってしまうし、不完全であれば異数性の細胞が出現することになる。いずれもきわめて重度の奇形を伴い致死となる。

3. 無核細胞の出現

卵割阻止処理をした後桑実胚あるいは胎胚の切片を観察すると、胚盤の半分が無核細胞で占められ残り半分が有核となっていることを何回か経験している（図2）。これは多分第1卵割時に核分

を伴わない細胞分裂が起こったためと考えられる。胚盤が半分でも胚体形成にはさほど支障がないはずである。と言うのは、双胴胚は必ずしも珍しいものではないからである。従って無核細胞が分裂しなければ胚体は形成できた可能性がある。しかし無核細胞も有核細胞と同じように紡錘体が形成され細胞分裂を繰り返していく。これらの胚は囊胚期以上に進むことができずに発生を停止するものと思われる。

4. 染色体の破損

高水圧処理後の卵の切片を組織観察すると染色体は決って団子状になってヘマトキシレンに濃染している。処理によって染色体が部分的に破損していることは容易に想像できる。しかし筆者はこの点を確認していない。山崎・Goodier (1990) は、高水圧処理後の染色体に切断、融合等の異常を観察している。

クローン作出上の第二の難関

完全ホモ型個体から生み出された卵の持つ姉妹染色体は交叉のあるなしに関わらず全ての遺伝子座に於てホモ接合になっている。従って次世代では卵割を阻止しなくとも第二成熟分裂阻止でクローンが得られるはずである。第二成熟分裂阻止はさほど困難ではないしこれまでに十分な実績がある。しかも極端に悪性度の強い劣性遺伝子は、初代で致死遺伝子として取り除かれているはずである。さらにこれから作ろうとする子供は親の遺伝的コピーであるからして、少なくとも親と同じだけの生存力を持った子が得られるはずである。クローン作出には、完全ホモ型個体を得るまでが問題で、その後はいとも簡単に作業が進む筈だと期待に胸を膨らませて二代目に挑戦したのが86年の12月末から翌年の正月にかけてであった。83年に北大時代作出したニジマスの卵割阻止型個体で大事に飼っていたのがついに成熟したのである。北海道から自分を含め家族6人は、沢山の荷物と一緒に軽自動車アルトに詰め込まれて、三重までエッチラエッチラやって来たのに、彼女らは航空便で一飛び、そして名古屋空港まで出迎え付きという優遇ぶり。運賃も我々は数万円で済んだのに彼女らは十萬を越した。

処理卵の多くは、うまく発生しなかったり重度の奇形で孵化にいたらなかったが、何個体かの卵

は、順調に発生し発眼期に観察すると明らかに倍數化していた。毎日孵化水槽をのぞき込んで胚の成長を胸をときめかせながら観察していた。しかし浮上期近くなっても一向に浮き上がってこない。仔魚はできるだけいじりたくなかったが、思い切って数個体を取り上げ実体顕微鏡で観察したところ、一瞬信じられないような醜い頭部が浮き上がってきた。口器はひどくねじ曲がりほとんどの個体が片目または両眼を欠落していた。このときは対照として別々の正常な雄と交配したものを二群作ってあった。驚いたことにこの内の一群は、実験群(成熟分裂阻止型雌性発生二倍体)と同様ほとんどの個体の目が一方または両方とも痕跡的であった。異常が単なる後天的な発生異常ではなく遺伝的なものであることを強く示唆している。このロット以外も順調に倍加した個体は大なり小なりの奇形をとまねっており餌付けに成功したのは僅か三ロットであった。この悪夢は、その後4年たった現在も拭われていない。これまでニジマスの他にアマゴやサクラマスでも二代目作出を試みたが、いずれの魚種でも一般に卵質が悪く受精率も低い。幸い受精率が高く倍化個体が相当数得られても、同様の傾向が認められ、満足な結果は一向に得られない。かと言って全く二代目が得られないわけではなく、ロットによっては100個体近く得られている。さて三代目ではこのような問題は解決するかと思いきや、それでも思うように子供がとれていない。子供は親のコピーである筈なのに何故遺伝によると思われるこのような異常が出るのであろうか。この原因を思い付くまに列挙し検討してみたい。

1. 精子由来の突然変異遺伝子の影響

精子に紫外線を照射すると精子由来の染色体が著しく断片化することはすでに述べた。これらの断片化した染色体は、断片化だけでなく多数の突然変異を伴っていることは疑いない。断片化した染色体のうち動原体を持たないものは細胞分裂に加わることが出来ず、卵割初期にいずれかの細胞に取り残されてしまうが、動原体が不完全に破壊されたものはある程度細胞分裂に加わることが出来、母親由来の正常な染色体にトランスロケーションする可能性もある。この場合この染色体を脱落させた細胞と、トランスロケーションによって持ち続ける細胞とがモザイクになる。この染色体を

持った細胞が体細胞に分化した場合、突然変異の悪性度が高いと生存不可能である。しかし生殖細胞に分化した場合は生存には全く影響なく卵を生産する。そしてその遺伝子が次世代で発現するという説明である。しかしこの仮説では、三代目でも生存率が低い理由を説明できない。

2. 卵質の遺伝的劣化

初代の完全ホモ個体が発生するときの卵は、母親が通常個体であるのでその卵質は通常個体と変わらない。ホモ化に伴う卵質の劣化の影響は二代目以降に現れることとなる。これは大いに有り得ることと考えている。しかし雄性発生二代目も発生率が改善されないのはこれでは説明がつかない。なぜなら雄性発生は代々正常個体の卵を使うからである。

ついにクローンが得られた

これまで悲観的なことばかり書き綴ってきたが、卵割阻止型雌性発生個体から次世代も得られている。ではクローンであることをどうしたら証明で

きるであろう。養殖研のように小規模で代々飼育していると、どうしてもホモ化が進みヘテロ接合を示す遺伝子座が非常に減少している。クローンと思われる個体のいくつかのアイソザイム遺伝子を調べ全ての座でホモ化していて変異がなかったとしてもクローンである証明にはならない。そこで威力を発揮するのが組織適合性である。組織適合遺伝子座はかなりの数が存在することが知られており、ランダム交配で全ての対立遺伝子が一致する確率はきわめて小さい。ところでフナのように鱗の大きな種では鱗移植により容易に組織適合性を調べることが出来る。しかしサケ科魚類は鱗が小さく移植には向かない。皮膚移植も試みたが、柔らかな組織を移植することは意外と困難でしかも移植後脱落し易い。そこで思い付いたのが鰓蓋移植である。鰓蓋はある程度の硬さを持っていて扱い易く移植後の脱落も殆どない(小野里・中西, 1987)。ランダム交配の場合兄弟間の移植でも全ての移植片は拒絶されたが、雌性発生二代目の姉妹間では全く拒絶がなかった(図3)。この結果



図3. 鰓蓋移植によるクローンの証明

左端は自家移植片, 2, 3 番目はクローン内の個体, 4 番目は別のクローン個体からの移植片。活着した移植片は白く光っている。クローン内の個体の移植片は自家移植片と同様活着しているが、他のクローンの移植片は拒絶され吸収されている

は雌性発生を繰り返すことにより、得られた子供は理論通りクローンとなることを示している。このようにクローンは作出し得たものの、残念ながらクローンの系統を確立したとは言い難い。というのは三代目に至っても依然として卵質が悪く生存率がきわめて低いからである。しかし近い将来必ずや実験動物として他の研究機関に自信を持って分譲できる系統を確立出来るものと確信している。

おわりに

魚類は一般に体外受精で発生も体外でおこる。発生の為の特別な培養液を開発する必要もなく、ただ水の中に放って置くだけで発生が勝手に進んでくれる。しかも発生過程は胚を殺すことなく外部から実体顕微鏡を通して逐次観察できる。その上一個体当りの卵数がきわめて多い。兄妹交配を繰り返して純系を作る際、折角継代してきたものがホモ化による弊害のために突然子供が採れなくなってまた振り出しに戻らざるを得なかったという話はよく聞けるところである。100系統も200系統も同時に維持することは出来ないからである。しかし魚類の場合は一万粒の卵子を使って実験するのはそれ程困難な事ではない。このことは一万系統を一度に扱ったことに相当する。ほ乳類では決

して真似の出来ないところである。この様な材料を扱えるのは我々は非常に恵まれた立場にあると言える。

参 考 文 献

- Gurdon, J. B. 1968. Transplanted nuclei and cell differentiation. Scientific American, 219, 24.
- 小林弘, 1976. 3 倍体ギンブナの卵形成における成熟分裂の細胞学的観察 魚類学雑誌, 22, 234
- 小野里坦, 1983. クローンブナの話 淡水魚9, 33.
- 小野里坦・中西照幸, 1987. サケ科魚類の鰓蓋移植について 昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 155.
- 山崎文雄, Goodier, J. 1990. 高水圧処理による染色体の切断と動態異常 平成2年度日本水産学会春季大会講演要旨集 59.
- Yamashita, M., Onozato, H., Nakanishi, T. and Nagahama, Y. 1990. Breakdown of the sperm nuclear envelope is a prerequisite for male pronucleus formation: direct evidence from the gynogenetic crucian carp *Carassius auratus langsdorffii*. Develop. Biol., 137, 155.

(遺伝育種部細胞工學研究室長)

インドネシアのエビ養殖

矢 野 勲

はじめに

大小約1万5千の島々からなるインドネシアは、赤道直下にあり、年間を通して気温は高く魚介類の養殖に適した国である。この国では、現在、ウシエビを始めとする熱帯性の海産エビの養殖が盛んに行われており、筆者は今回後述するように、国際協力事業団（JICA）のプロジェクトに関連してインドネシアの国立水産研究所に約1カ月間滞在し、その繁栄ぶりをかいま見る機会を得たのでここにその現状と問題点、さらに安定化を求めた技術開発の状況をここに紹介したい。

伝統的な粗放養殖から集約養殖への発展

インドネシアでは、1964年以来、天然の稚エビを採捕して、これを施肥した汽水養殖池に低密度にいれ、天然の餌料のみで育てる粗放養殖が行われていた。しかし、1975年から1980年までの、トロール船による乱獲によって、インドネシア海域の天然エビ資源が激減したため、政府は、海産エビの増産を図るため、民間の海産エビ養殖場並びに孵化場を財政的に援助し、粗放養殖から人工種苗を利用して投餌下で中・高密度飼育するより効率的な半集約養殖並びに集約養殖に転換を図ってきた。このこともあって、1987年にインドネシア

では、ウシエビの生産量は約5万6千トン、生産高は約730億円の規模に達し、国内での重要な産業の一つとなっている。もちろん、その規模は台湾を追い抜いて世界一を誇っている。しかし、集約養殖の普及は、疾病の多発、エビ自体の成長の鈍化ひいてはしばしば起こる生残率の極端なまでの低下など新たな問題を引き起こし、その解決のために数多くの技術的改良を迫られると同時にこれまで見捨てられてきた伝統的な養殖法を再度見直すことも必要とされている。

集約養殖によってもたらされた新たな問題

インドネシアの集約養殖法は、台湾、日本、欧米のクルマエビ類養殖技術を直接導入したものである。その、養殖技術の一つ種苗生産技術は、一言でいえば加温装置を用いての高温下での高密度飼育、その結果起こる様々な疾病に対処するための薬剤の多用を特徴としている。このような種苗生産技術のもとでは、生残率は平均して20%前後と極めて低く、当然の結果として種苗生産コストは慢性的に高くなっている。このため、インドネ

シアはこれまで用いてきた一連の種苗生産技術の見直しを進め、幾つかの民間の孵化場では、種苗の高密度飼育や飼育水の加温、薬剤の多用をやめ、適正密度下での自然水温飼育によって、種苗生残率の向上に成功している。この方式は、現地ではインドネシア方式或はハワイ方式と呼ばれ、現在孵化場の多くがこの方式を採用しつつある。もう一つ、集約養殖によってもたらされた新たな問題に青エビの出現がある。ウシエビは、別名ブラックタイガーとも呼ばれるように、体表は黒い縞模様からなっている。ところが、このウシエビに青い縞模様を持つエビが出現し問題となっている。この青いエビは、成長も遅く市場での価格も正常なものに比べてやや安いことから、原因の解明とそれに基づく体色の改善策が望まれている。青いエビは、カロテノイドを多く含む餌飼料を与えても、出現することから、カロテノイドの不足が原因とはなっていないようである。青いエビの体表を顕微鏡で観察すると、青い色は、体表直下の筋肉部に沈着した多量の青色色素に起因していることがわかる。もちろん、正常なウシエビでは、このような多量の青色色素の沈着は認められず、明らかに色素の異常沈着と言えよう。一方、体表下での青色色素の分布を注意深く観察すると、色素は均一に分布しておらず、剛毛や外皮の一部が崩壊しその内部に原生動物やバクテリアが侵入した部分に限って認められる。これらの観察結果から判断して、ウシエビ体表下の青色色素の異常沈着は、何等かの理由で体表の一部が崩壊した時、異物が体内に侵入し、その結果引き起こされる現象と思われる。青色色素の異常沈着は、エビ自体が例えば生体防御の一つとして行っているのか、或は侵入した異物によるものなのかは、現在不明である。一般に、青いエビは、底質が悪化した集約養殖池でしばしば出現することが知られている。集約養殖池で底質が悪化した場合、当然のことながら多発する疾病や擦れによって、エビの体表は損傷を受け、その結果、青色色素の異常沈着の原因となる原生動物やバクテリアの侵入をもたらすものと考えられる。この改善策としては、過密養殖を避け、適正な密度でエビを養殖するとともに、養殖池の攪拌に有効な伝統的なミルクフィッシュとの混養法などを含む、底質の悪化を防ぐ様々な方法の採用が考慮されよう。

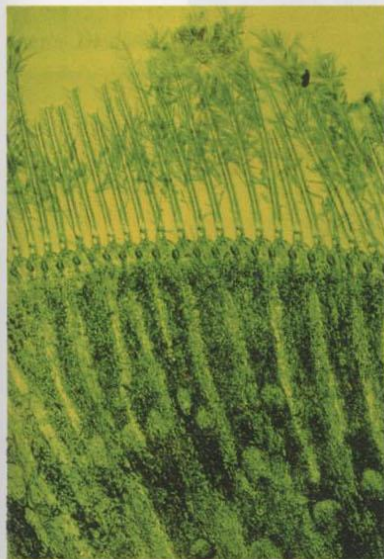


図1. 青い縞模様を持ったウシエビに認められる青色色素の異常沈着

親エビ養成技術の現状と問題点

インドネシアはもちろん、東南アジアを含む世界の国々では、ウシエビ養殖が始まってから今日に至るまで、種苗生産に不可欠な親エビの養成は絶えず養殖上の大きな問題となってきた。ウシエビ養殖の生産規模はここ10年間で急速に伸び、現在年間20万トン前後が東南アジアを中心として世界各地で生産されている。この生産規模に必要な親エビの数は年間3～4万尾に達する。このことに加えて、現状では池中養成エビが、親エビとして使えず、親エビの使用は天然のエビに限られていることが、慢性的な親エビ不足をもたらす原因となっている。インドネシアでは、雌親エビは抱卵の有無に関わらず120～180gのサイズで1尾が、40000～80000ルピア、この金額は円に換算すると4000～8000円に相当する。物価や賃金が大変安いことで知られるインドネシアでは、メイドさんの

1カ月の給料は日本円にして、3500～5000円であることからみても、いかに親エビの値段が高いかが分かる。このような値段の高い親エビを種苗生産に使うと、当然のことながら種苗の生産コストが高くなり、ひいては孵化場の経営を圧迫する要因の一つとなっている。このため、インドネシアでは海産エビ養殖を安定させるためにも、親エビ不足の解消と共に、親エビ価格の低減を目的として、親エビ養成技術の開発研究をゴンドール水産研究所の主要な課題としている。現在、親エビ養成技術開発に際して、計画されている方法の大略は、半集約養殖池で養成した大型サイズのエビをさらに別の池で肥育して100g以上とし、これを成熟に適した光周期、水温、塩分、照度に調整された人工環境下で成熟させるというものである。この計画を成功させるには、人工成熟技術の開発、成熟用配合飼料の開発、さらに雌雄の交尾促進技

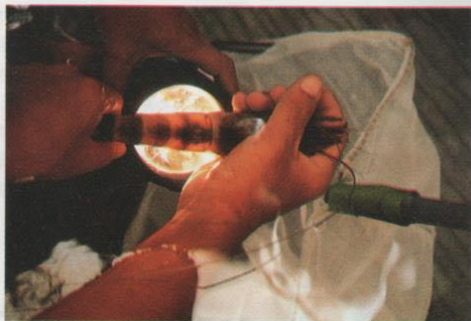


図2. 長日に調整された人工照明下で成熟したウシエビ



図3. バリ島北西岸に位置するゴンドール国立水産研究所

術の開発等まだ幾つかの仕事が必要であるが、その実現はそう遠くない日になると思っている。一方、現在種苗生産に使用されている、天然の親エビは一部を除いて、抱卵しておらず、そのため性腺抑制ホルモンを分泌する眼柄を切除するか摘出して成熟させた後、産卵に使用している。この時、何故か真っ暗にした水槽で親エビの催熟を行っている。このように親エビを真っ暗にした水槽で成熟させる光景は、他の東南アジアの国々でもよく見られるが、その効果については筆者はいつも疑問に思ってきた。何故なら、他のクルマエビ類の催熟は、長日に設定された適度な明るさの照明下で行われることが多いからである。今回、筆者は、ゴンドール水産研究所の研究者並びにJICA専門家と共同で、この疑問を解くための実験を行ったのでここに紹介したい。眼が慣れればエビの動きを観察出来る程度の明るさである3〜4ルクスの照度のもとで、光周期を明期13、14、15時間に調整し、片側眼柄を摘出したウシエビの成熟と産卵を調べた結果、15時間の長日にした水槽内のエビが最も早く成熟・産卵し、その割合は100%に達した。従って、今後、ウシエビの親養成に際しては、やみくもに水槽を真っ暗にするのではなく、長日に設定された適度な人工照明のもとで成熟させることを薦めたい。

海産エビ養殖研究体制に対するわが国の援助

インドネシアにおいて、海産エビ養殖のための技術開発に必要な研究体制は、民間の一部の孵化

場や養殖場で認められるものの、その中心は国公立の研究機関にある。ここでは、インドネシア政府機関の研究体制を紹介したい。農業省の農業研究開発庁の下に中央水産研究所がある。この中央水産研究所の下に、海面漁業・加工を統括するジャカルタ水産研究所、内水面漁業・増養殖のためのボゴール水産研究所、さらに沿岸増養殖を担当するマロス水産研究所がある。汽水・浅海域の魚類・甲殻類種苗生産のための技術開発研究は、マロス水産研究所の支所の一つであるゴンドール水産研究所においてなされている。今回筆者が滞在した、このゴンドール研究所は、バリ島北西岸に位置し、世界銀行からの借款により、1987年に完成した新しい研究所である。現在、職員60余名を有し、インドネシアの重要産業の一つである海産エビ養殖発展のための、技術開発を行っている。わが国の政府機関である国際協力事業団（JICA）は、このゴンドール水産研究所の研究体制を援助するプロジェクトを2年前から行っている。このプロジェクトの内容は、インドネシアの海産エビ養殖産業の安定に欠かせない、親エビ養成、種苗生産、並びに餌飼料の開発等に必要の研究を進めるための施設、機器の充実を図るとともに、これらの研究を通して次代の研究を担う若い研究者の教育と指導を行うものである。このため、ゴンドール研究所では、5名のJICA派遣専門家が現地に長期滞在し、若い研究員と共に様々な問題に対処するための技術開発研究を進めている。また、これらの5名の専門家に加えて、幅広い分野のエキスパー



図4. 国際協力事業団がゴンドール研究所内に新たに付設した研究施設、内部には最新の機器が整備されている

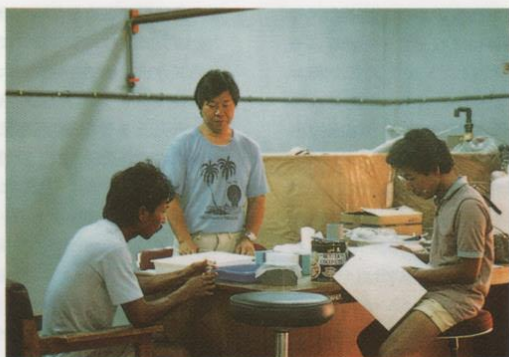


図5. ゴンドール研究所内において、論議する若い研究者と筆者

トが、わが国の研究機関から1~2カ月間派遣されて、現地の協力体制を強化している。このプロジェクトは、残り3年に満たないが、日本・インドネシア両国関係者の公私にわたる協力と熱意もあってすでに多くの成果を出している。インドネシアは、ここ数年のうちに、国の重要な産業となっている海産エビ養殖を将来にわたって安定させるために必要な様々な技術開発を自らの手で進めることになる。この結果、これまでどちらかと言えば外国からの技術導入に直接依存してきたインドネシアの研究体制は大きく変わり、自国の国情や風土に適した様々な新しい海産エビ養殖技術がインドネシアの研究所から生まれることになるものと期待される。

おわりに

インドネシアの海産エビ養殖技術は、他の東南アジアの国々と同様、日本や台湾それに欧米等の外国によってもたらされてきた。そして、その技術はインドネシアのみならず東南アジア全体の海産エビ養殖の普及とその規模の拡大に多大の貢献してきたことは言うまでもないことである。しかし、これまでの高密度下での高い飼育水温の使用、その結果多発する疾病に対処するための薬剤の多用による種苗生産技術は、しばしば種苗の大量斃死を引き起こし、種苗生産コストの上昇を生む大きな原因の一つとなってきた。また、過密ともいえる集約養殖は、伝統的な粗放養殖や半集約養殖では認められない幾つかの新たな疾病とエビ自体

の成長の鈍化をもたらしてきた。一方、インドネシアでは、これまでウシエビ養殖の常識の一つと考えられてきた、半鹹水での養殖を真っ向から否定する全鹹水養殖を地下水や河川水の少ないバリ島北西岸で試み成功を納めている。この全鹹水養殖法は、単に養殖場の拡大に貢献するばかりでなく、これまで半鹹水養殖のため地下水が大量に汲み上げられ、地盤沈下という深刻な社会問題を引き起こしている国々にとって、何よりの解決策になると思われる。この様に、インドネシアは、これまでの技術に問題意識を持ち、可能な限り自然な方法で養殖を行う伝統的な方法に回帰しつつも、海産エビ養殖を将来にわたって安定した産業にするために必要な新たな技術開発を自らの手で進めようとしている。まさに、生産量が世界一となったインドネシアのウシエビ養殖は、世界的な海産エビ増産の結果起きた市況低迷のもとで、自らの努力によって、産業の安定化を求める転換期に入ったと言える。

最後に、インドネシア訪問の機会を与えていただいた関係各位に厚くお礼を申し上げると同時に、1カ月間にわたるインドネシア滞在中に、筆者に示されたインドネシア水産研究所の職員並びに若い研究者そしてJICA職員と専門家の方々の熱意とご協力に感謝の意を捧げたい。

(繁殖生理部繁殖技術研究室長)

養 魚 と 栄 養 研 究

秋 山 敏 男

1. 栄養研究の流れ

すでに紀元前4世紀には医学の始祖といわれるヒポクラテスが生命の維持には食物中の特別な成分が必要であると考えていた。しかしながら近代栄養学は、1783年にモルモットの呼吸熱の測定からエネルギー代謝の基礎を明らかにし、栄養学の父と呼ばれたラボアジェに始まったと言われている。一方、日本における栄養学研究はドイツのフィッシャの下に留学した鈴木梅太郎に始まり、1910年のオリザニン（ビタミンB₁）の発見を契機に世界的なレベルまで発展していった。日本ではまず農芸化学の分野で栄養学が扱われた。当時の研究目的は、米食民族である日本人の体格が劣る原因を追及し改善することにあった。これらの研究の中で実用的な貢献と同時に栄養学の基礎そのものに寄与する成果も生まれてきたが、その後、研究の基礎分野と応用分野は次第に分化を遂げていった。研究は本来人間の栄養学が対象であった。しかし、人間自体を直接実験に供すると種々の問題が生じるため、いわゆる実験動物、特に管理の容易なラットが主として使用されることになった。スクリーニングの手段としては、当初から体重増加が使われた。これが最もシンプルでわかりやすく、評価方法としては最も合理的であると考えられていた。

日本においてはその後、1940年代に戦争に伴う食糧危機に端を発した未利用資源の食糧化が課題となり、特に消化吸収率測定を中心とした研究に精力が注がれた。しかし、残念ながらこの時代には栄養学の基礎に貢献するような成果はほとんど得られなかった。なお一方で、軍事研究との絡みで、栄養要求や代謝と環境条件との関連についても研究が行われ、例えば環境温度とビタミン、炭水化物および脂質との相互作用等についての研究がなされた。これらは、栄養学研究に新しい視点を付け加えた点で評価されている。さらに、戦後は食糧不足による栄養失調の生理について、主として医学分野で研究が行われた。その後、動物にとって必須な栄養素がほとんど解明されると、

次には栄養素の組合せが動物に与える影響が研究されるようになった。例えば、炭水化物あるいは脂質の蛋白節約作用、蛋白質と熱量の比率、炭水化物とビタミンB₁要求量、不飽和脂肪酸量とビタミンE要求量との相互関係等のような研究がある。そして、現在は飽食の時代となり、日本では平均的な食生活を基準にするとカルシウムと鉄以外は全て充足されており、これまでとは逆に栄養の過剰摂取が重大な問題となっている。食物は生命維持に必須な栄養素を補給する物から、美味しさを味わうための物、あるいは長生きのための物へと変化していった。このように、栄養学は時代によってその目的や対象を大きく変化させ、社会と密着しながら発展していった学問であることがわかる。

全体を通して眺めると、栄養学はエネルギーの研究に始まり、蛋白質、脂質、炭水化物、ビタミン、アミノ酸、脂肪酸、ミネラルといった具合に次第に繁雑で微細な研究へと進展しているようである。

2. 家畜の栄養研究

わが国で畜産業が本格的に始まったのは明治中期から大正時代にかけてである。大正時代末には日本における飼料会社の草分けである日本家畜飼料株式会社が創立されている。1871年にドイツ人W. レーマンの「家畜飼養学」が紹介され、1880年にその弟子のO. ケルネルが駒場農学校（現東大農学部）に招へいされ、日本の家畜栄養学がスタートすることになった。ケルネルに薫陶を受けた沢村真の弟子が前述の鈴木梅太郎であり、彼は家畜にも蛋白質、炭水化物、脂質等のエネルギー源の他、ミネラルやビタミン等の微量要素が必須であることを解明し、家畜栄養学の進歩にも大きな貢献をした。家畜栄養学は人のそれと表裏一体となって進歩したが、特に1960年以降には家畜・家禽の栄養要求量に関する研究が著しく進展した。さらに、一般的となってきた高エネルギー飼料等の高効率飼料を用いて栄養要求量の再評価が行われた。また、動物の発育段階における各ステージ

ごとの要求量も細かく決定された。これらの研究の目的は動物の持つ最大成長のポテンシャルをいかにして引き出すかにあり、従ってその内容は経済的効率をも加味しながら増重に力点を置いていた。一方、疾病や肥満等の発生も経験し、このようなやり方はカロリー中心の機械論的栄養学であるとの批判的な見方も現れた。ビタミン添加栄養学を経て、現在では抗生物質、精神安定剤、合成ホルモン剤等の薬物の添加さえも行われるようになった。いずれにしても陸上動物の栄養学には非常に長い研究の積み重ねがある。

3. 養魚の栄養研究

魚の栄養研究は1940年代米国のA. V. チュニソンのマス類の栄養、B. マクラレンのニジマスのビタミン要求やL. E. ウルフの試験用飼料の開発研究に始まった。50年代にA. M. フィリップやJ. E. ハルバーらによって研究の基礎が固まり、かれらの研究はわが国の魚類栄養研究者へも大きな影響を及ぼした。

日本では、古くからコイが養殖されていた。明治時代初期からはニジマスの養殖が、後半からはウナギの養殖が本格的に行われるようになった。しかし、魚の餌としては、サナギや多獲魚を使った生餌、そして麦類や糠のような植物性素材を原料として経験的に自家配合した飼料が用いられていたにすぎなかった。1960年頃からニジマスの栄養研究が大学、国公立水産研究機関、民間の共同で行われ、ニジマスにおける各種栄養素の飼料中の適正量が解明され、1960年のペレット製造装置の導入とあいまって配合飼料の作出に成功した。これらの研究手法や技術はさらに他の魚種にも転用され、各魚種専用の飼料が次第に開発されて行き、栄養飼料研究の成果は増養殖の発展に大きく寄与することになった。例えば、コイに多発していた背こけ病が油脂の酸敗で生じること、そしてビタミンEの投与で予防できることが解明された。また養鰻場で発生していたニジマスの彎曲症がビタミンCの欠乏で発生することも証明された。これらのことから、各種ビタミンやミネラル類の微量要素の重要性が認識されて飼料中に添加されるようになり、栄養性疾病の減少によって養殖業が企業として成立するようになった。さらに、サケの本邦への回帰数の増加が1966年の放流用稚魚へ

の配合飼料給餌飼育の開始時期と一致しており、放流事業の成功に少なからぬ影響を与えたものと考えられている。現在では、淡水魚のウナギ、ニジマス、ギンザケ、アマゴ、コイ、アユ、ティラピア、スッポン、フナ、鑑賞魚（錦鯉、金魚等）専用の配合飼料が各種販売されている。

海水魚に関しても、1960年代にまずハマチ用の配合飼料の研究がモイストペレットを主体として水産試験場や民間で進められた。1979年から始まった全漁連を中心とした研究でモイストペレットの実用化に目処がつき、現在養殖の現場に広まりつつある。最近では全く生魚を必要としないドライタイプの完全配合飼料が各社から販売されている。現在、ハマチを始めとして、マダイ、アジ、トラフグ、ヒラメ、イワシ、アワビ、クルマエビ、イセエビ、ウシエビ、ウニ、ゴカイ、ガザミ専用の配合飼料が各々市販されている。

4. 栄養研究への取り組み方法

魚類も脊椎動物であり、その代謝は基本的には陸上動物の人や家畜類と大差はない。しかし、水中に生息する変温動物であるという特殊性に起因したいくつかの違いも認められている。魚類の天然餌料には炭水化物は少量しか含まれていないことから、魚類の蛋白質の要求性は一般的に家畜に比較して高い。また、消化管の形態は比較的単純で体重に対する消化管の長さの比が哺乳類に比べて小さく、腸内細菌の働きは大きくない。さらに水中に生息することから、直接水から無機イオンを吸収できるため、ミネラルの要求性や代謝は陸上動物とはやや異なっている。研究に際しては全てが水を介して行われるため、取り扱いの困難さ、飼餌料の栄養成分の水中への溶出、溶存酸素量や水温等の種々の環境条件の相違といった問題点を常に考慮しておかねばならない。

ここでもう一度、原点からオーソドックスな栄養科学的考察法を眺め直してみると、以下のよう

- ① 成長、生命の維持および繁殖に必要な物質はなにか？ その必要量は？
(必須栄養素の探索及びその要求量)
- ② これらの要求量が満たされないとどうなるか？ 必要以上摂取されるとどうなるか？
(栄養素の欠乏及び過剰)

(3)これらの栄養素の生物学的役割は何か?

(4)それが欠けると、どのような機序で欠乏症が発現するか?

(5)どのような食物(飼料素材)で要求性を満たせるか?

(飼料素材の探索及び実用飼料の製造)

従来の魚類栄養学では(1),(2)については一部の魚種で早期に解明されている。しかし、(3),(4)が後回しにされ、(5)へ移行してしまったため、栄養学上の諸問題が発生したときにその解決に手間取る場合もあった。近年、(3),(4)への取り組みも次第に行われるようになった。例えば、ビタミンC欠乏由来の脊椎彎曲症がアミノ酸の水酸化阻害による熱に不安定な異常コラーゲンの蓄積に起因する骨の脆弱化によって発現することを明らかにした京都大学の研究がある。また栄養代謝部で行った、必須アミノ酸のトリプトファン欠乏性脊椎側彎症とトリプトファン代謝産物であるセロトニンの脳内レベルの低下との相関に関する研究等もこの例に入ろう。その他、必須栄養素の代謝関連の研究も大学を中心とした栄養研究者によって精力的に行われており、魚の、あるいは魚種ごとの特性が解明されつつある。

周知のように、これまで養殖生産物は主として体重当りの単価による価格形成が行われていたため効率的な増体重を目的とせざるを得なかった。そのため栄養素を体構成成分やエネルギー源として捉える考え方がこれまで主流であった。しかし、栄養素は生体の円滑な機能を司る酵素、ホルモン、神経伝達物質の前駆体であることにも注意をはらう必要がある。また最近問題となっている、養殖魚の品質向上の観点からも飼料の中身は改善されて行かねばならない。これらの視点からの養魚飼料の見直しにより、従来の栄養要求量は生体の恒常性の維持、品質、エネルギー要求等の指標を含めた総合的な再検討の段階に入ることになる。

5. 水産における栄養研究の課題

淡水魚、海水魚を問わず多くの市販配合飼料が各社より販売されている現状ではあるが、以下に述べるようないくつかの課題も残されているのではなからうか。

1)飼料中の栄養要求量の再検討

要求量は正確無比の絶対的な値ではない。一定

の実験条件下で決定された要求量は他の条件下で一般化することはできない。我々が言っている要求量とは大体の推奨量であることを認識しておかねばならない。しかし、少しでも合理的なガイドラインを得るためには、要求量に影響を与える要因を明らかにし、常に要求量にフィードバックしていく努力が必要である。

これまで要求量を決定するためには、体成分を基準とする場合もあったが、主として増重を指標とした試験が行われてきた。そして、その取扱いの容易さ、施設や再現性の問題から、若い成長段階の比較的小型の試験魚を使用し、小規模に行うことが多かった。しかし現在、養殖の現場では大型魚の生産が増加している。例えば、サケマス類の海中飼育やヒラメ養殖での出荷サイズは1-3kgのサイズを対象としており、小型魚の要求量と比べてエネルギーや蛋白要求量等では異なっている可能性もある。飼料蛋白質の節約や水域の汚染防止の観点からも要求量の再検討が必要であろう。また、この後の項目で述べる各種の条件等も加味し、増重以外の指標を用いた要求量の決定が今後重要になってくるはずである。

現在、飼料安全法に基づき市販配合飼料には飼料中の成分量の表示が義務づけられているが、将来は生産性をより予測しやすい可消化エネルギー量や可消化蛋白量等も表示するようになればより便利になるであろう。そのための基礎となる研究も、地味ではあるが大切な仕事である。

2)代替蛋白源の探索と実用化

目下、水産業界の最も緊急な問題の一つにマイワシ資源の減少への危機がある。1988年のイワシ生産量481万トンの内の8割は漁業用飼料や飼肥用料に供給されている。申すまでもなく資源の減少は生餌の入手難や魚粉価格の高騰につながり、養殖業に極めて重大な影響を与えることになる。このような危険性を少しでも軽減させるためには蛋白源となる飼料原料の多様化が図られなければならない。以前から新飼料素材の探索は続けられていたが、今後人間の食物とは競合しにくい植物素材や食品産業廃棄物に注目して行かねばならない。植物性素材の長所は安価で大量に入手可能なことであるが、一方短所としてアミノ酸バランスの悪さ、消化吸収率の低さ、生理阻害物質の存在そして魚類には利用されにくい炭水化物含有量

の高さがあげられる。栄養代謝部では以前からこのような欠点を補うため、植物素材への不足アミノ酸の添加や阻害物質の除去等の処理が素材の品質向上に及ぼす影響に関して研究を行っている。また産業廃棄物に関しては、従来のようにそのままの形で飼料原料として用いると用途が限定される場合が多かった。そこで不用部分の除去や有用部分の抽出等の処理を行い、蛋白質等の重要な成分の含有率向上を図ったり、さらには飼料向け以外の用途をも開発するなどの工夫をし、質的にも経済的にも飼料原料として使いやすくすることも考えられる。この分野では特に廃棄物源となっている食品産業界との協力関係が必須である。

3) 養殖魚の品質と栄養

従来の増重中心の生産方法に対して、今は消費の用途やニーズに合ったサイズや肉質の魚を生産することが要求される時代である。魚種によっては外観、脂っぽさや日持ちの悪さ等の難点が指摘されている。

栄養素の中で最も魚体成分に影響しやすいのは脂質である。飼料中の脂質の含有量や脂肪酸組成はかなりストレートに魚体に反映され、テクスチャーや今評判のEPAやDHA等の高度不飽和脂肪酸に影響する。配合飼料を使用して主要なエネルギー源の一つである脂質の添加量を調整すれば、脂っぽさに関してはコントロール可能である。体色や肉色の改善にもアスタキサンチンのような色素がすでに使用されている。

一方、この仕事の中で最も問題となるのは品質評価の基準と評価方法である。食品の好みは地域や世代、個人の食歴で異なっており、ターゲットの選定によって当然基準を変えねばならない。また判定方法として一般的な官能検査にしてもパネラーの選択は容易ではない。信頼性のある官能検査と同時に物理・化学的検査によるデータの集積は客観性のある数値を得るためにもぜひとも必要である。この点に関しては現在、試験場の協力で水産庁によるプロジェクトが走っており、研究の成果が期待される。最終的にはこれらの技術を確認した上で、多様なニーズに合わせて飼料の調整、飼育環境、養魚の遺伝的要因を総合した品質制御技術を開発しなければならない。

4) 再生産と栄養

重要ではあるが最も取り組みにくいテーマであ

る。これまでも魚類で脂溶性ビタミン、ミネラル及び必須脂肪酸の欠乏と卵質との関係の仕事が散見されたが、その報告はあまり多くない。これは研究対象魚がサイズの大きな親魚であることから必然的に生じる、取扱いの困難さ、試験魚尾数の制限や飼育施設規模の大型化等による。また効果の指標となる卵質の評価方法も、現段階では栄養以外の諸要因が加わりやすい孵化率や仔魚の生存率が使用されており、再現性に欠ける場合もある。信頼性の高い評価方法を見つけることが肝要である。

魚類の繁殖学は内分泌学を中心に良く進展しているが、栄養学の視点から研究されたものは少ないように思われる。陸上動物では、絶食条件下の産卵鶏においてLH-RHの下垂体での感受性低下で下垂体からのLHの放出量が減少し、血漿中のエストラジオール量の減少や卵巣萎縮が生じることが明らかになっている。また、人ではある種の不妊症と卵巣中のビタミンCレベルの関係等が報告されている。成熟・産卵のメカニズムは非常にデリケートで複雑な分野であるので繁殖学の研究者との共同研究を前提とすべきであろう。

産卵後の魚卵内での栄養素の代謝に関して、近年報告が見られるようになった。胚発生中のブリ卵内におけるアスタキサンチンからのビタミンAの生合成や、ニジマス成魚では必須であるナイアシンの卵中での生合成の証明等は、その役割の解明も含め大変興味深い。胚発生に伴う魚卵の栄養生理は卵質解明の観点からももっと注目されるべきである。

5) 生体調整物質の利用

現在、食品の分野では機能性食品なる物が注目を浴びている。食品には3つの機能がある。生命維持のための栄養、五感を総合したおいしさ、そして最後が生体調節機能である。天然資源の中からは生体にとって有用な微量成分が続々と見つかり、中でも、抗体産生や食作用等の生体防御系、成長や熱産生等のホルモン系、鎮静や食欲の神経系、そして消化系等の機能に関与した種々の成分に関心が集まっている。これらの物質を添加した、効果効能を唱えられる食品として、昨年厚生省で制度化されたのが「特定保健用食品」である。これらの物質は同じ脊椎動物である魚類でも同様な効果を発揮する可能性がある。栄養代

謝部でも免疫機能に関与しているレクチンの研究がすでに行われている。

微量及び必須栄養素についても、これまでに知られていた役割以外の作用について注目していくことが肝要である。ビタミンAには従来の視覚や生殖への関与の他、免疫機能や細胞分化に関する働きもある。ビタミンAの形態形成因子としての機能については栄養代謝部でも研究が行われている。ビタミンCでは、これまでもコラーゲン合成、鉄の吸収促進や抗酸化性に関する役割がよく知られていたが、免疫系、白血球の機能にも関与している。すでに本ニュース No.19で森飼料研究室長が述べたように、栄養代謝部でもビタミンCの大量投与によりクロマグロ幼魚の血清や諸臓器中のリゾチーム活性が増大する傾向を認めている。また、成長にとって必須なアミノ酸の一つであるトリプトファンは、哺乳動物の中枢神経系内でセロトニンに転換後、食欲、攻撃行動や性行動の制御、成長ホルモン、プロラクチンや性ホルモンの分泌調整、抗ストレス等の諸作用を示すことが報告されている。魚類においても我々の研究の中で、トリプトファンの経口投与により脳内のセロトニン合成を調節できることや鎮静作用等が観察されており、実際の養魚の現場の中で役立つ可能性が示唆されている。

この分野での研究の種はまだまだ多く見いだせるはずである。実用飼料の製造に際して、このような研究成果がフィードバックされるよう常に努力して行かなければならない。

6)汚染等の環境要因と栄養飼料

通常、栄養要求試験は比較的理想的な一定の飼育条件下で行われており、突発的な環境の変化を前提としてはいない。水温の急上昇や高密度飼育等のストレス条件下では、エネルギー要求や種々の栄養素の要求性が高まっていることが予想される。また、農薬等有毒物質の養魚池への流入の際には、それ自体の毒性もさることながら、解毒のため大量のビタミンCが体内で消費されたため欠乏症状である彎曲症が発現したアメリカナマズの例も知られている。環境要因による栄養要求の変化については、安全な養魚のためにもさらに研究する必要がある。

給餌養魚が特定の水域内で人間の消費に適さない低級蛋白質資源の高級化という宿命を背負う営み

である限り、周辺水域への有機物負荷は避けられない。しかし、自然環境を可能な限り清浄に保つ努力をすることは、国民のためだけでなく養殖業自体にとっても重要なことである。そのためには、すべきことは、従事者にとっては、規則や漁協内の申し合わせ等の種々の約束ごとの遵守は当然として、適切な給餌により可能な限り残餌によるロスを少なくすることである。研究サイドからは、窒素や磷源になる蛋白質、ミネラルさらに脂質について無駄のない要求量を決定し、栄養素の環境水への溶出率がいかに低く消化吸収率がいかに高い飼料を工夫するかにつぎ。そのためには、未だ研究の遅れている海産魚のエネルギー代謝を解明すると共に、飼料中の可消化エネルギー等も地道に調べ上げておく必要がある。環境管理部では残餌や排泄物の回収システムに関するアイデアが色々考案されており、この方面との情報交換は大変有意義である。

7)資源研究と栄養

これまで栄養研究者は養殖魚にのみ目を向けてきた。最近、飼育条件下のカタクチイワシで餌料摂取量の減少によって産卵期のインターバルの延長、群成熟度の減少そして卵径の変化が誘導されることが証明され、資源研究に大きなインパクトを与えた。将来的には栄養研究者も資源的に有用な魚種を対象にエネルギー摂取量と産卵量の関係といったテーマからこの分野に参加していくことも大切であろう。

6. 水研での研究

以下は小生の私見である。研究を極めて単純に(A)群レベル、(B)個体レベル、(C)細胞・遺伝子レベルに分けてみる。栄養の分野から眺めれば、さしずめ(A)は4章の(1)(2)及び(5)に相当する実用的な飼料研究に当たる。見かけ上、仕事としてはかなり表面的で、学問的にも深みに欠け、地味であり評価も低い。その割には、生きている多数の魚を相手にするので神経は休まらず苦勞が絶えない。飛沫を浴びながら、何時間も魚を観察しつつ立ちっぱなしで給餌しなくてはならずきつい。水槽の掃除や糞取りまでやるので汚い。まるで巷でささやかれる3Kの世界である。基礎的研究を指向する養殖研では最も人気のない仕事に属する。しかし、群を対象とした飼料研究は我々に

とっては養殖の現場との接点であり、基礎的研究の応用の場でもある。産業研究所の一員として、個々の研究者は当然この分野への興味と関係を常に保っておかねばならない。しかし、どっぷり漬かりすぎても問題が生じてくる。ここが辛いところである。(B)は(3)、(4)に相当する、いわゆる基礎的研究に属する分野なのかも知れない。生化学、内分泌学や神経学を混ぜ合わせ、生命現象の捉え方次第では研究者の意欲をそそる課題にもなるし、研究者の意識次第で産業界との距離を短くすることも可能である。つまり、個人単位あるいは部単位であってもよいが、我々には(A)と(B)の二足のわらじが必要となる。(C)の分野は目下最先端の技術と若い頭脳が最も集中しやすい場所であるが、栄養飼料研究の中では最も応用面からは遠くに位置するかも知れない。ともすれば、重箱の隅に頭を突っ込むことにもなりかねない。しかし、意外とこの辺からいわゆる先導的研究なる物の素地がひょっこり産まれてくるかも知れない。ある民間企業の経営者が言っていた、「企業は営利に直結する研究しかやれないのだから、せめて国ぐらいは何の役に立つかわからない様な研究もやって欲しい」。このような意見が経済効率重視の今の世の中でどれほど受け入れられるかは心許ない

が、良き研究が余裕の中から産まれてくることもまた一つの事実である。

7. 終わりに

今後増大する輸入魚との価格競争に耐えて行くには、生産のみに専念するだけでなく、常に流通や消費者ニーズを考慮した養殖を心がけていかねばならないことは自明の理である。また、発展している観光産業との共存共栄を図って行くことも重要である。そうなれば、養殖魚の品質のコントロールや環境への汚染防止は最重要視されねばならない。さらに後継者確保のためにも作業の軽減化にも取り組まねばならない。以上の点を考慮して行くと、生餌の使用には地先で獲れる雑魚の有効利用という側面はあるものの、養魚用飼料の完全配合飼料化は時代の要請になろう。

養殖業を取り巻く情勢には極めて厳しいものがあるが、ある大学の仲間の「21世紀は養殖の時代だよ」という言葉を唱えながら、我々は研究を通して養殖業の維持・発展を図るという気概を持ち続けたい。

(栄養代謝部栄養研究室長)

玉城庁舎屋外池の水温変動と地下水の起源

前田 弘也・杜 多 哲

玉城庁舎屋外池の水温変動

養殖研究所玉城庁舎では、実験用魚類の飼育用水として、構内に4本ある井戸のうちの3本から供給される日量3000 m^3 程度の地下水を利用している。この地下水の水質は、アルカリ度がやや低い他は魚類飼育上問題がないことがわかっている(杉山ら,1989)。しかし水温が夏季に低く冬季に高いため、アユの生育やニジマス卵果の最終成熟に影響するといわれている。

そこでこの水温変動をより詳細に把握するため、屋外池のほぼ中央にあるチョウザメ飼育水槽の注水口にU字状の配管を接続し、上方へ噴出するよ

うにしたパイプの中に水温計を固定し(写真)、1988年7月から1990年12月までの30カ月間、2時間間隔で水温を測定した。用いた水温計(RMT水温計; 離合社)は、設定された時間間隔ごとに水温を自動計測し、ICメモリーに記憶する形式のものである。

図1は日平均水温の季節変化である。12月から1月に17.3～17.7℃の最高値を、7月に12～12.2℃の最低値を示し、気温変化とは半年近くのずれがみられる。新聞(1987)は1983年から1984年にかけて屋外池の水温を毎日8時から9時の間に測定し、そのデータから月平均水温を求めている。

そして6月に最低水温(12.1~13.2℃)となり、
12月に最高水温(16.4~16.8℃)になることを報

告している。今回の結果もほぼ同じ傾向であり、
この水温変動パターンが年によらず安定したもの

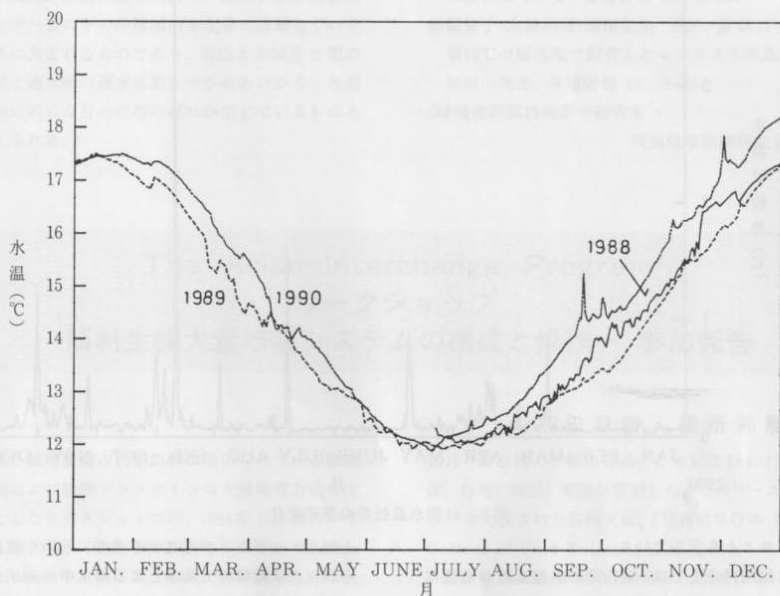


図1. 日平均水温の季節変化



写真. 水温計の設置状況(藤井一則技官撮影)

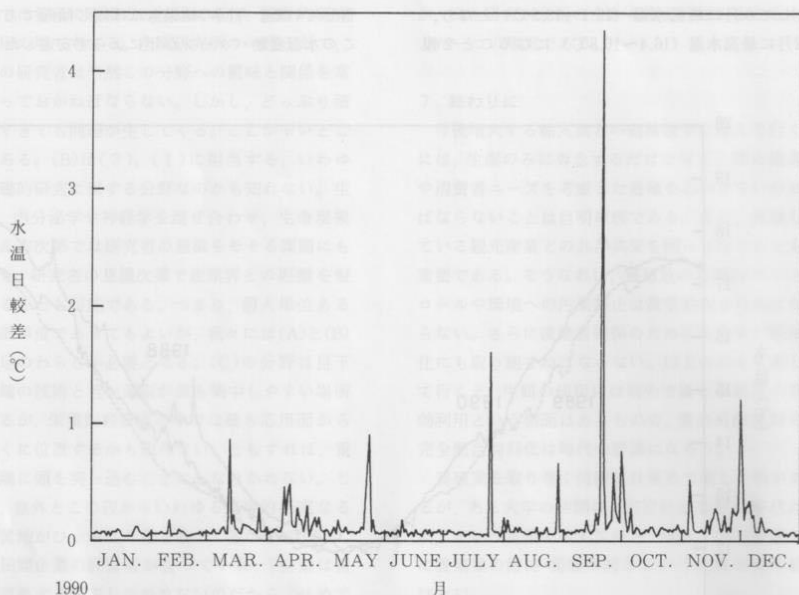


図2. 日水温較差の季節変化

であることを示している。

魚類飼育の上では、短時間の水温変動が重要な意味を持つ。図2は1日のうちの最高水温と最低水温の差を、1990年についてプロットしたものである。9月20日には4.4°Cの日較差がみられるが、これは台風19号による停電のため水が止まり、水温計を設置してあるパイプ内の水温が上昇したためである。これを除くと1日の間での水温変動は、ほとんどの場合きわめて小さいが、間欠的に1°C前後の大きな変動がみられている。この原因については明らかではない。

地下水の起源

水温の6カ月の位相のずれは、井戸から汲み上げられる水が地下に浸透した時の水温に関係していると考えられる。それでは玉城庁舎の地下水は、どこに起源をもつのだろうか。このことを明らかにするために、地形・地質・地下水系に関する資料を収集するとともに、農業工学研究所地下水資源研究室の小前隆美室長に、地下水の年齢の同定をお願いした。地下水の年齢を同定するためにトリチウム (^3H , 半減期12.3年) 濃度を測定したところ、 $7.3 \pm 0.4\text{TR}$ (1 TRは 10^{10} 個の水素原子の中に

1個のトリチウムが存在する濃度) という値が得られた。年齢解析で基準となる降水中のトリチウム濃度は、大規模な大気核実験が行われていない今日では10TR前後に落ち着いているが7TR程度の低い値を示すこともあり、これだけで年齢を同定することはできない。しかしこの値および玉城庁舎のすぐ南を北東に流れる宮川周辺の地形・地質から総合的に考えると、玉城庁舎で用いている地下水の起源は、宮川沿いに1.4kmほど上流の岩出付近で、宮川の表流が伏流した水と考えると最も無理がない。この推定は宮川下流域の地下水系に関する従来の調査結果とも矛盾しない。河川水はよく知られているように、降水の直接流出と山体の地下水が湧出した基底流出で構成されており、7.3TRという若干低めの値はこの両者の混合によってもたらされていると考ええると無理なく説明できる。また浸透位置を岩出と仮定し、地下水温と河川水温との位相のずれを約6カ月とすると、この地下水は平均的には 0.01cm/sec 程度で移動していることになる。地下水面勾配を $1/200 \sim 1/500$ 程度とし、礫層中の有効空隙率を10%前後とすると、透水係数は $0.2 \sim 0.5\text{cm/sec}$ となり、従来

この地区で求められている値とオーダー的に一致し矛盾がない。

これらのことから養殖研玉城庁舎の地下水は宮川の表流が岩出付近で伏没し、玉城庁舎を含む宮川左岸一帯の下の中層層内を北東に流動していく水系に含まれるものであり、岩出と玉城庁舎間の距離と透水層の透水係数とのかねあいから、水温変動に約6カ月の位相の遅れが生じているものと考えられる。

文 献

- 杉山元彦・藤井一則・前田弘也・丸山為威・熊田弘、1989. 宮川下流域周辺地下水の養魚用水としての適性について. 養殖研報 15: 29-36.
- 新聞脩子・木島利通・前田弘也、1987. 夏期12℃、冬期17℃の屋外池で飼育したニジマス1年魚の生殖腺の発達. 養殖研報 12: 9-16.
- (環境管理部技術第一研究室・

同部環境制御研究室長)

The Asian Interchange Program ワークショップ

—餌料生物大量培養システムの構成と操作— 参加報告

前田昌調・福所邦彦

魚介類増養殖の初期餌料に用いられている微細藻類および動物プランクトンの大量培養方法を主題としたワークショップが、1991年1月28日～2月1日の間、ハワイ海洋研究所(The Oceanic Institute)の主催により、ホノルルで開催された。このワークショップは、1988年よりはじまったAsian Interchange Programの一環として行われており、アジア諸国と米国間の水産増養殖の情報交換を主目的としている。第一回は、1989年

10月「耐冷性エビ類の養殖」について行われ、中国、台湾、韓国、米国が参加した。このワークショップで発表された各論文は、215頁の単行本「The Culture of Cold Tolerant Shrimp」としてThe Oceanic Instituteより1990年に出版されている。

The Oceanic Instituteは、非営利私立研究所として、1960年に設立され、水産養殖の様々な技術の開発を行っている。予算は年間約10億円、56エーカーの敷地において、60名のスタッフが研究



The Oceanic Institute の建物の一部と飼育水槽

The design and operation of commercial - scale
live feeds production systems

プログラム (午前の部)

January 28

A review of the research status of zooplankton production in Japan. K. Fukusho, National Research Institute of Aquaculture, Japan.

Improving the design of mass culture system for the rotifer *Brachionus plicatilis*. S. Terry, University of Tampa, USA.

Practical approach to high density production of the rotifer *Brachionus plicatilis*. D. Kent, Hubbs Marine Research Center, USA.

A review of automation and mechanization used in the production of rotifer in Japan. T. Morizane, Ehime Prefectural Fish Farming Center, Japan.

Improving the larval rearing of Striped mullet (*Mugil cephalus*) by manipulating quantity and quality of the rotifer *Brachionus plicatilis*. C. Tamaru, The Oceanic Institute, USA.

January 29

Commercial production of microalgae and rotifers in China. J-F. Chen, Institute of Oceanography of Qingdao, P. R. China.

Design and operation of a large-scale rotifer culture system at a Sung-Ji Industry Farm, South Korea. G. G. Pi, 63 Sea World, Korea.

Various methods for the culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* in Texas. C. Arnold, University of Texas, USA.

Environmental management for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. M. Maeda, National Research Institute of Aquaculture, Japan.

Mass culture and utilization of live feeds in Taiwan. H-M. Su, Tungshang Marine Laboratory, Taiwan.

January 30

The nutritional improvement of baker's yeast for the growth of the rotifer, *Brachionus plicatilis*. K. Hirayama, University of Nagasaki, Japan.

The selection of optimum phytoplankton species for rotifer culture during cold and warm seasons and their food values for marine finfish larvae. S. B. Hur, National Fisheries University of Pusan, Korea.

An overview of live feeds production system design in Thailand. H. Kongkeo, AADCP Co-ordination Office, Thailand.

Research and production of live feeds production design in Singapore. L. C. Lim, Ministry of National Development, Singapore.

The application of expert systems to aquaculture. A. Padala, Umecorp, USA.

January 31

Development of a micro-computer automated algal chemostat: Overview from bench to production scale. R. Kelly, Texas A. & M. University, USA.

The status of phytoplankton production as food organisms in Japan. M. Okauchi, Seikai National Fisheries Research Institute, Japan.

Development of a phytoplankton production system as a support base for finfish larval rearing research. V. Sato, The Oceanic Institute, USA.

Heterotrophic microalgae production: potential for application to aquaculture feeds. R. Cladue, Martek Corporation, USA.

Status of mass production of live feed in Korean hatcheries. M. S. Park, National Fisheries Research & Development Agency, Korea.

に従事している。運営費は、プロジェクトの規模に応じて政府関係機関より得ており、米国の開発途上国の技術援助の一環として、東南アジアにおける水産増養殖の技術指導も行っている。

今回の初期餌料のワークショップは、日本、中国、台湾、韓国、タイ、シンガポール、米国から参加した22名の講演者と、10数名のオブザーバーによって構成され、日本からは、平山和次教授（長崎大学）、森実庸男事業部長（愛媛県栽培漁業センター）、岡内正典主任研究官（西海区水研）の諸氏と、福所邦彦、前田昌調（養殖研）、およびオブザーバーとして福田雅明氏（芙蓉海洋開発）が参加した。ワークショップは、午前と午後とで異なった形式がとられ、午前中は、講演が主体となり、午後は、特定の課題をもとにした、グループによる討論、およびその総括が行われた。午前の講演内容は表に示した。各講演者に同時通訳の補助がつけられたこともあり、しばしば時間を超過するほどの議論が行われた。

午後の討論課題は、ワムシおよび微細藻類の大量培養における問題が中心となり、ワムシでは、今後の研究課題として、次の項目がとりあげられた。

(1) ワムシ大量培養における細菌の果す役割

- (2) バン酵母、クロレラに替る新餌料（例えば乾燥藻類）と補強添加物（マリンオイル、ビタミンB₁₂生産菌等）
- (3) 連続培養あるいはバッチ培養装置の改良
- (4) 大きさの異なるワムシ株の収集保存と遺伝子操作の可能性
- (5) ストレス下のワムシの早期モニタリングとその対策
- (6) 耐久卵の生産
- (7) プロトゾアの除去
- (8) ワムシ病害菌の生態とその対策
- (9) ワムシ生産データの標準化

微細藻類については、以下のようにまとめられたが、培養過程の合理化、省力と省エネルギー化についての項目が多かった。

- (1) 急落現象の解明と対策（プロトゾアによる摂食被害が多く報告された）
- (2) タネ株より大量培養にいたるスケールアップ過程の合理化
- (3) 混合栄養塩培養基の改良
- (4) 栄養塩とともに添加する栄養補強剤の探索、開発
- (5) 藻類株の冷凍保存

- (6) コンピュータ制御による培養過程の省力化
- (7) 施設の合理化と連続培養等の採用による設備占有面積の縮小
- (8) 自然光のいっそうの利用と、各温度段階に適した株の採用による、加温、冷却過程の省エネルギー化
- (9) 藻類の養殖現場への供給体制の確立

餌料生物の培養過程、あるいは供給過程の整備には、いまだ多くの問題点があり、今回のワークショップでの研究発表、討論は、その解決にむけての一つのステップになると考える。これらの内容は、単行本として、The Oceanic Institute に

より出版される予定である。

夜の会食は、日本、韓国、中国、ハワイ系の料理屋で順に行われた。また、最後の1日には、島内2ヶ所の養殖施設を見学した。ちょうど、湾岸戦争がはじまった時期で、観光客も2割減といわれ、我々の搭乗機にも空席の多い状況であったが、ワークショップの間、戦争の影を感じることもなく、のびやかな雰囲気が出たことは、主催者の尽力、配慮によるものと思われた。

終りに、本ワークショップへの参加の機会を与えていただいた、The Oceanic Institute の Cheng-Sheng Lee 博士と Kevan L. Main 博士にお礼を申し上げる。



午後の部として行われた、微細藻類
ディスカッショングループ

(環境管理部餌料生物研究室長・
企画連絡室企画連絡科長)

海産魚類の変形症と粘液胞子虫

前 野 幸 男

今から20年ほど前、1970年代前半に本州中部太平洋沿岸のブリ養殖場で、変形のブリ一体が背面からみて“く”の字形、さらにはS字形に曲がる—いわゆる側湾症のブリがみられた（写真1）。発生する養殖漁場は比較的限られているが、地域によっては20～30%にも達するところもある。このような変形ブリは当時原因として、養殖生簀網に使われた防汚塗料成分のトリブチル錫オキシド(TBTO)が強く疑われ、産業的にも大きな問題となった。しかしながら防汚剤を塗布した網とそうでない網で幼魚期から飼育した養殖業者の魚を一年以上追跡し、側湾症魚の出現状況を調べたところ、いずれにも側湾症魚はみられず、漁網防汚剤の使用と側湾症魚の出現との間に関連は認められなかった。

一方でこのような側湾症の養殖ブリの内臓諸器官の細菌、寄生虫の有無を調べた結果、病原細菌

は検出されなかったが、いずれの個体においても脳内に0.5mm～3mm程度の白い粟粒状の小塊が存在し、その粒状物は寄生虫の一種である粘液胞子虫のミクソボルス属のシスト（粘液胞子虫の胞子を多数被覆しているもの）であることが明らかにされた。この粘液胞子虫は脳のいろいろな場所に寄生するが、側湾症状のみられる養殖ブリでは必ず第四脳室に寄生してシストを形成し（写真2、矢印）、粘液胞子虫の脳内寄生と変形の発症との間に強い因果関係があることが示唆されている。養殖ブリへの粘液胞子虫の寄生は、いわゆるモジャコと呼ばれる稚魚期に始まり、その年の暮れから軽度の側湾を示すものが出現し始め、魚の成長とともに症状が進行し、肉眼的にも顕著となる。また側湾魚の出現率も時間経過とともに上昇し、商品価値を大きく損ねることから産業的にも大きな問題となった。そこでブリの変形症と大きな関連

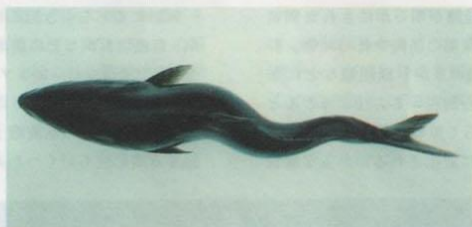


写真1. 側湾を呈する養殖ブリ



写真2. 側湾症の養殖ブリの脳内のシスト（矢印）

を持つ粘液胞子虫とはどういう生物なのかを以下に簡単に説明する。

粘液胞子虫は原生動物の一門ミクソゾア類の一綱を構成している。すべて寄生性で、魚類のあらゆる臓器、組織に寄生する。胞子は胞子原形質と一個ないし数個の極嚢をもっており、各極嚢はその中にらせん状に巻いた一本の極糸を内蔵する。胞子はいくつかの殻が合わさってできているが、殻の形および数は粘液胞子虫の属、種によってさまざまで、円形、楕円形、紡錘形など左右相称形のものが多いが、時には左右不相称、さらには歪曲した形のものもあり、その数も二個から多いものでは七個というものもある。前述のミクソボルス属は正面からみると、円形あるいは楕円形で、殻の中には洋梨形をした通常二個の極嚢をもっている（写真、3）。側面からみると凸レンズ状をしており、二枚の殻からできていることがわかる。

これら粘液胞子虫の魚への感染経路はよくわかっていない。一般的には、魚の皮膚や鰓の組織内に形成された胞子は直接水中へ、泌尿器に形成された胞子は排泄口を経て、また胆嚢に形成された胞子は胆管、消化管を経て魚体外へ排出されると考えられているが、排泄経路が明らかにされた例はきわめて少ない。また深部の筋肉や骨の組織、肝臓実質組織、腎臓、脾臓のリンパ様組織などに形成された胞子が宿主から離脱する方法はほとんどわかっておらず、おそらく魚の死後、魚体が崩壊することによって水中に放出されるのが主な離脱

法であろうと考えられている。環境水中あるいは底質に存在する胞子は鰓とともに魚に摂取されて消化管に入り、消化液の影響によって極糸から極糸を弾出して消化管の粘膜面に懸着し、殻を開いて胞子原形質が離脱する。胞子原形質はアメーバ状で移動性を有しており、上皮組織に侵入したのち循環系を介して寄生に適した場所に着し、そこで組織内あるいは細胞内に入り込み、核分裂を主とした増殖生殖を行ない、ついで胞子形成を行うものと考えられている。ただし、胞子を実験的に魚に経口投与しても感染に成功した例は知られてなく、中間宿主あるいは媒介者を必要とするものも考えられている。

粘液胞子虫は感染実験が困難なこと、*in vitro*での培養ができないこと、生化学的性状にも乏しいことなどから主として胞子の形態学的特徴によって分類を行っているのが現状である。1000種を越す粘液胞子虫も宿主に致命的影響を及ぼす種類は多くない。しかし特定の器官や組織に寄生し、前述のブリのように変形をもたらし、あるいは成長を阻害し、商品価値を損なわせ養殖業に被害を与えるものもいくつか知られている。

魚類に変形を引き起こす原因として、有機リン剤、有機塩素剤などの農薬、カドミウムなどの重金属、ビタミンC、トリプトファン欠乏症などの栄養障害、連鎖球菌などの細菌感染症が知られている。寄生虫特に粘液胞子虫の脳内寄生が原因で起きる変形症もいくつかあり、著名な例ではニジ

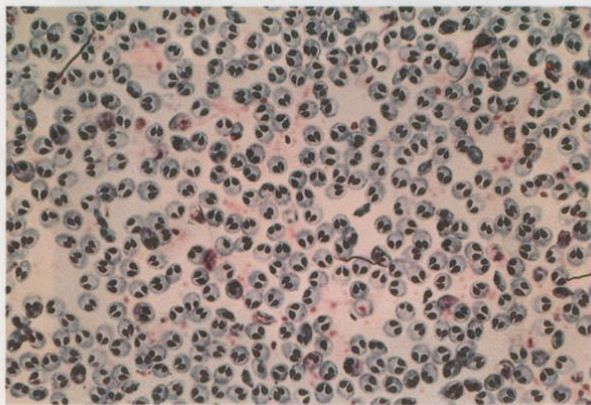


写真3. ミクソボルス属の粘液胞子虫（ギムザ染色）

マスの頭骨などにミクソボルス属の一種が寄生することで起きる旋回病がある。またオーストラリアの淡水性スズキ類にも他属の粘液胞子虫による変形が報告されている。筆者の研究室では養殖ブリの粘液胞子虫による側湾症の研究を発端として、数年来海産魚類の変形症と粘液胞子虫の脳内寄生との関連について研究を進めている。その結果、天然で採捕される変形魚の中に、粘液胞子虫の寄生が原因と考えられるものがあることが数種の魚種にみられた。ここではそれらについて若干触れてみたい。

1988年に三重県下の定置網で顕著な変形を呈するムツが採捕され、X線撮影によって詳しく調べると、すべての魚に共通して脊椎骨全般にわたり背腹方向に数カ所の著しい湾曲が認められた(写真4)。この原因を解明するために細菌、寄生虫あるいは環境要因などを詳細に調べた結果、脳内には、数mm程の乳白色をした小塊すなわちミクソボルス属の粘液胞子虫のシストがみだされた。このようなシストは脳のいろいろな部位にみられたが、変形したムツのいずれにも第四脳室にシストが認められ、側湾症の養殖ブリと同様にこれらの粘液胞子虫の寄生と変形との間に強い関連があることがわかった。変形したブリおよびムツの脳内にみられるミクソボルス属の粘液胞子虫の胞子を比較したところ、胞子の形態の特徴などから両

者は同一種であることが判明した。

同海域で採捕される天然魚の中には多数の正常魚に混じってごく少数ではあるが、ムツのほかにも、ボラ、ホウボウ、キタマクラ、アジ、サバ、コトヒキなどさまざまな魚種の変形魚も認められ、それらの中には細菌の連鎖球菌の感染によって変形したものもあったが、ボラ、ホウボウ、キタマクラの変形魚の脳内にはミクソボルス属の粘液胞子虫がみられた。そして興味深いことには養殖ブリ、ムツと同様にいずれも共通して脳の第四脳室に粘液胞子虫が認められたことであった。

また変形四魚種には変形症の原因の一つの連鎖球菌も検出されなかったことから、これらの変形症は粘液胞子虫の脳内寄生で起こると考えられた。

ではなぜ曲がるのだろうか。変形の過程は体側筋を支配する神経に障害が生じ、その結果体側筋の継続的な活動異常が起こる。そして成長にともなう通常の骨形成とあいまって徐々に変形が進行、固定化するものと推測される。シストの存在と神経障害が起こることとの関連はおそらく確かであろう。脳の特定位の物理的な圧迫によって発症するともいわれ、いろいろな可能性が考えられるが、シストが変形症にどのように関わっているのか、今後明らかにすべき課題である。変形の発現機序および感染経路を明らかにするためにこれらの粘液胞子虫の生活環の解明が急がれている。



写真4. 変形ムツの軟X線像

(病理部病原生物研究室)

中禅寺湖のヒメマスは何故「華厳の滝」で投身自殺するのか??

生 田 和 正

中禅寺湖のヒメマス釣り

日光支所のある中禅寺湖は、ニジマス、ブラウントラウト、レイクトラウトなど様々なサケ・マス類が生息しており、日本でも有数のスポーツフィッシング天国です。ここでのスポーツフィッシングの歴史は古く、明治時代に欧米各国の大使館員たちが、中禅寺湖畔にある別荘に避暑にきた際に広めたものと言われています。中でも、ベニザケの陸封型であるヒメマスはその美しい姿と味覚のため、釣り人達に大変人気が高く、シーズン中湖面はいつもヒメマス釣りのボートで賑わっています。中禅寺湖では昔から、ヒメトロ（ヒメマスのトロリングという意味）と言って独特の釣法でヒメマスを釣ります。これはリール糸の先に錘を付け、その先糸に魚を誘き寄せる為のキラキラ光る金属の板を付け、さらにハリスを結び、針にはゴムで出来た疑似餌や紅サシという赤く染めたウジ虫を付けて釣るという方法です。釣り人は4本の竿をボートから出して、仕掛を沈めて船外機付きボートをゆっくり進め、それぞれの仕掛のたな（深さ）を変えて、ヒメマスが回遊している層を探し出さなくてはなりません。ヒメマスの遊泳層は季節や、時刻や、天候によって刻々と変わるので、見つけるのは難しく、釣果にも大きく影響するのですが、これがヒメマス釣りの一つの大きな醍醐味でもあるのです。以前カナダのバンクーバー島にあるナナイモの研究所に行ったとき、そこの研究者にキングサーモン釣りにつれて行って貰った事がありますが、彼らが使っていた仕掛はヒメトロ仕掛と寸分違わぬものを一回り大きくしたもので、やはり中禅寺湖の釣りのオリジンは欧米から導入されたものなんだと確信しました。

華厳の滝を飛び降りるヒメマス

元々中禅寺湖のヒメマスは、1906（明治39）年に北海道の支笏湖から移殖されたもので、日光支所の前身である日光養魚場と中禅寺湖漁業協同組合による増殖努力の結果、現在では完全な再生産体制が整っており、毎年150万尾前後の種苗が放

流されています。ところが近年になって、やっかいな問題が起きました。中禅寺湖唯一の流出部である「華厳の滝」は、風光明媚なその姿とともに投身自殺の名所として有名になってしまいましたが、6月から7月にかけてヒメマスが群れになってこの滝を降下してしまうことが観察されたのです。約100mもある滝を落ちた後、さらに滝の下流には発電所があるので、流下したヒメマスはすべて死んでしまいます。発電所のタービンの防御ネットにかかった何千というヒメマスの死体は、そのほとんどが放流してちょうど1年過ぎた1才魚のものでした。この様な幼魚の流下は、中禅寺湖のヒメマス資源にとって大きな痛手となります。この事件が起こって以来、漁協が湖水の流出口に流下防止のためのネットを張ったのですが、今でも6月頃になるとネットの前には、自殺志願(?)のヒメマスの群れがウロウロと遊泳するのが観察されます。

ヒメマスの降海性

陸封型とされるヒメマスが、初夏のある時期に何故このような流下行動を示すのでしょうか。文献を調べてみると、実は元々の支笏湖においても以前からヒメマスの流下に関して報告がされております（大東ら1948、徳井1970）。中禅寺湖でもたぶん以前からこのような現象は起こっていたのではないかと思います。これらが事実とすると、ひょっとするとヒメマスは陸封型とは言いながら、未だにベニザケの降海性を保持しているのではないだろうかと言う疑問がわいてきました。降海性があるなら当然海水適応能も持っているはずですが、そこで、日光支所で孵化したヒメマス稚魚を用いて、海水適応能の季節変化を調べてみました。図1は、ヒメマスを0才の4月から1才の8月までにかけて、30% 海水に24時間投入したときの血中ナトリウム量の変化を示したグラフです。淡水中での血中ナトリウム量は150~160mM程度ですので、0才魚でも1才魚でも春から初夏にかけて、つまり流下の季節には海水に投入しても血中ナト

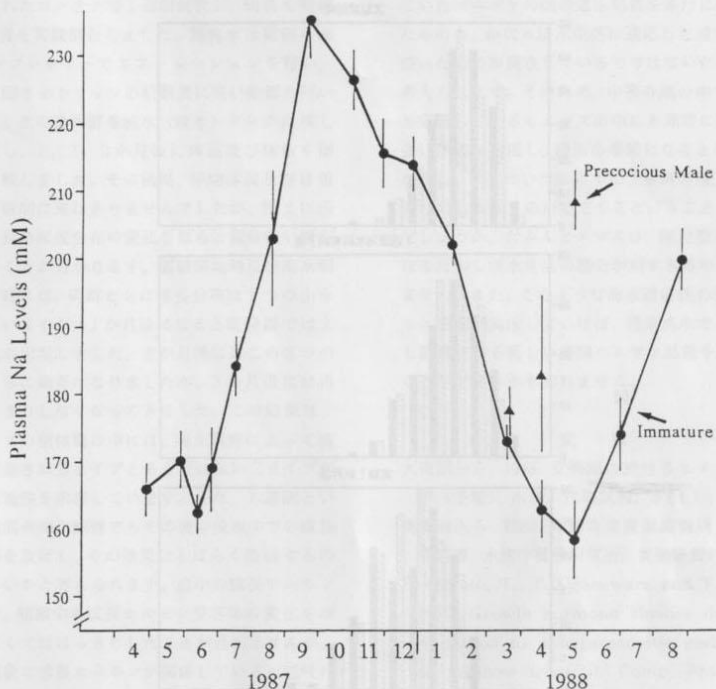


図1. 30‰ 海水投入24時間後のヒメマス血中ナトリウム量の季節変化。

●未成熟魚。▲1才の3月より出現した早熟雄。

リウム量は増加しない、つまり海水適応能が亢進していることが分かりました。さらに、秋から冬にかけては適応能力が下がるために、海水中での血中ナトリウム量が上がってしまうというはっきりとした季節変化を示しました。海水適応能が亢進する時期には、サケ・マスの降河回遊を促進すると考えられている、甲状腺ホルモンであるサイロキシンの血中濃度が高まることも分かりました。これらの現象は、サクラマスやギンザケのスマルト化の時に起こる生理変化と全く同じであり、ヒメマスもやはり降海性を持っていることを強く支持する結果となりました。

成長に及ぼす海水飼育の影響

サクラマスなどで、降海した個体は河川に残留した個体よりもかなり大型になることがよく知られています。また最近、サケ・マスの海水適応能

が成長ホルモンによって促進されることが明らかになっています。つまり、サケ・マスにとって海洋生活と成長という問題が深く関わっている可能性があります。しかし未だに、海水飼育がサケ科魚類の成長を促進したと言うはっきりとした報告はありません。そこで昨年、ヒメマスの海水飼育実験を行い、その成長への影響を見たところ、非常に興味深い結果が得られましたのでここで報告します。残念ながら、日光の山奥では海水飼育施設がないので短期的な海水飼育の影響しか見られないのですが、つい最近 Sakamoto ら (1990) がニジマスで、成長ホルモンの Turn Over Rate (代謝速度) は海水投入後4日目頃から亢進するという結果を報告しているので、1週間海水で飼育すれば何か成長に影響がでるのではないかと考えて次のような実験を行いました。まず7月4日にヒメマスの0才魚を200尾ずつ淡水と30‰人工海水

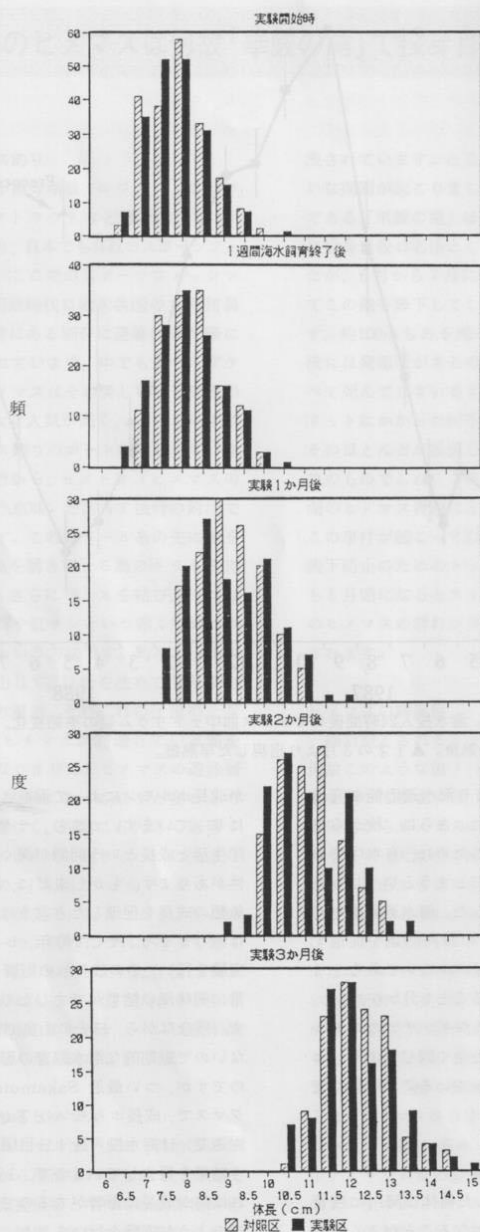


図2. 1週間海水飼育後3か月間淡水飼育を行ったときの体長頻度分布の変化

を漬入れたコンテナで1週間飼育し、前者を対照群、後者を実験群としました。飼育水は循環ろ過し、コンプレッサーでエアレーションを行い、毎日2回ライトリッツの給餌表に従い給餌を行いました。その後両群を流水（淡水）タンクに移して飼育し、1, 2, 3か月後に体長及び体重を測定し比較しました。その結果、平均体長及び体重には両群間に差はありませんでしたが、図2に示した体長の頻度分布の変化を見ると興味深い傾向があることが分かります。実験開始時及び海水飼育終了時には、両群ともに体長分布は1つの山を示していますが、1か月後になると実験群では2つの山が出現しました。2か月後にはこの2つの山がさらに顕著になりましたが、3か月後には再びはっきりしなくなってきました。この結果は、ヒメマスの個体群の中には、海水飼育によって成長が促進されるタイプとそうではない二タイプがいる可能性を示唆しています。また、1週間という短期間の海水飼育でもその後の淡水中での成長に影響を及ぼし、その効果はしばらく持続するのではないかと考えられます。血中の成長ホルモン濃度や、組織中の成長ホルモン受容体の変化を測定しなくてははっきりしたことが言えませんが、この現象に成長ホルモンが関係している可能性は強いと思われます。

まとめ

以上の研究結果では結論を導くにはまだまだ不十分であることを承知の上で大胆な仮説をたてさせていただければ、ヒメマスの中には海洋生活をし

ていたベニザケの頃の遺伝形質を未だに強く残したものと、かなり淡水生活に適応した遺伝形質を持ったものが混在しているのではないだろうかと考えられます。そのため、中禅寺湖の中で生活史を完結しているヒメマスの中にも非常に降海性の強い個体が出現し、降海の季節になると降河行動が誘起され、ついたまらずに「華厳の滝」を飛び降りてしまうものがでてくるということではないでしょうか。たぶんヒメマスは、陸封型と言うにはまだ少し淡水生活の歴史が短すぎるのかも知れません。また、このような海水適応性の強いヒメマスを選別淘汰していけば、将来淡水でも海水でも飼育できる新しい養殖ベニザケ品種を開発することができるかも知れません。

文 献

- 大東信一ら。1948. 支笏湖に於けるヒメマスの生態（予報）。水産ふ化場試報, 3(1): 29-32
奥本直人ら。1989. 中禅寺湖資源調査研究会中間報告書。水産庁養殖研究所, 養殖研資料, No. 6
Sakamoto, T., T. Ogasawara and T. Hirano 1990. Growth hormone kinetics during adaptation to a hyperosmotic environment in rainbow trout. J. Comp. Physiol. B. 160: 1-6
徳井利信。1970. ヒメマスの研究VI. 1962年に支笏湖から降下移動したヒメマスについて。北海道さけ・ますふ化場研報, 24: 1-8

(日光支所繁殖研究室)

長崎県における真珠養殖の変遷(下)

山 口 一 登

戦後における真珠養殖の展開

昭和20年(1945)8月に第二次世界大戦は終結したが、その直後は経済の混乱や、諸資材の欠乏といった悪条件のもとで、弱小産業であり、また奢侈品生産業である真珠養殖業の回復は容易に進むものではなかった。昭和23年(1948)に至り、

アメリカの占領政策によってドル支払を条件として、登録業者による国内、国外向けの取引が許可され、一応市場が再開されるようになり、これが刺激となって真珠生産は復興の兆しがみえ始めた。昭和24年(1949)になり、ようやく真珠取引についての一切の制限が撤廃され、戦後の復興は急

表1. 戦後における長崎県の真珠養殖経営体数、生産量、生産額の推移

年度	経営体	生産量	生産額
昭和26年	10	150,000匁 (562.5kg)	不明
27	38	250,000 (937.5)	"
28	54	500,000 (1875.0)	"
29	54	580,000 (2175.0)	"
30	53	660,000 (2475.0)	"
31	60	736,000 (2760.0)	"
32	94	954,000 (3577.5)	"
33	114	1,314,000 (4927.5)	"
34	127	1,832,000 (6870.0)	"
35	130	1,263,000 (4736.3)	"
36	129	1,384,210 (5190.8)	1,602,840千円
37	133	2,168,430 (8131.6)	1,990,316
38	130	2,360,210 (8850.8)	2,612,572
39	148	3,085,600 (11571.0)	2,946,329
40	189	3,484,866 (13068.2)	5,362,890
41	208	5,506,732 (20650.2)	6,673,789
42	219	5,445,020 (20418.8)	4,335,169
43	223	4,562,166 (17108.1)	2,728,342
44	214	4,362,400 (16359.0)	3,313,842
45	211	4,148,536 (15557.0)	2,968,733
46	178	3,270,470 (12264.3)	2,251,923
47	155	3,068,044 (11505.2)	3,729,000
48	170	2,217,378 (8315.2)	3,027,000
49	162	2,058,042 (7717.6)	3,388,000
50	184	2,656,000 (9960.0)	5,170,000
51	179	2,610,933 (9791.0)	6,416,000
52	180	2,539,467 (9523.0)	5,396,000
53	185	2,528,533 (9482.0)	4,592,000
54	179	2,728,800 (10233.0)	6,362,000
55	178	2,618,667 (9820.0)	9,084,000
56	183	2,557,867 (9592.0)	9,613,000
57	186	2,909,867 (10912.0)	9,117,000
58	184	3,256,800 (12213.0)	10,736,000
59	179	3,685,333 (13820.0)	13,841,000
60	185	3,492,800 (13093.0)	12,526,000
61	186	3,636,800 (13638.0)	10,879,000
62	185	3,874,700 (14530.0)	15,309,000
63	177	4,320,700 (16201.0)	18,166,000
平成元年	184	4,060,800 (15228.0)	17,110,000

昭和26年～昭和49年は長崎県真珠養殖漁業協同組合史（52年8月1日発行）による

昭和50年以降は長崎農林水産統計年報（長崎農林統計協会発行）による

速に進んでいったのである。

その復興は、昭和24年（1949）当初の長崎県内の経営体は10名程度であったものが、漁業制度の改革も一つの刺激となって、25年（1950）以降の

着業経営体数の増加には著しいものがあり、27年（1952）：38名、32年（1957）：94名、37年（1962）：133名と増加の一途をたどり、43年（1968）には223名を数えるに至り、戦後における真珠養殖ブー

ムは留まるところを知らなかった(表1)。

経営体の増加に伴って、大村湾中心であった養殖漁場も、北松浦郡、五島、杵岐、対馬へと県内各地に開拓・拡大されていくとともに、外貨獲得の一翼を担う輸出産業の花形として脚光を浴び、めざましい進展を示したのである。

戦前における真珠養殖技術の発達には、偶然性をおびた天然真珠の産出に対して、いかにして、人為的に貝の体内で真珠を形成させることができるかということで、研究が行われてきたのであって、その技術研究の中心は、殆どが挿核技術に絞られていたのであった。一応、昭和初期において真珠形成に関する理論は確立され、技術的にも完成の域に達していたのである。

これが、戦後真珠養殖業が再開されると、戦前においては中心的養殖技術であった挿核技術は、特許による制約もすでに消滅しており、またその技術は秘匿されることもなく、自由に普及交流するようになり、特殊な技術を除けば、各業者間における技術較差は殆どみられなくなり、ある一定の水準に平均化されていったのである。その結果、戦後の養殖技術の展開は挿核技術のみに絞られることなく、母貝飼育から浜揚げ(珠出し)までの一連の養殖過程における諸技術の発展へと多面にわたり展開されていくようになる。特に、海水面における技術(養殖技術)の発展には著しいものがみられた。たとえば、真珠養殖の原材料である母貝の採苗、養成技術の発達、養殖過程におけるいくつかの手法の改良、電掃除機械、貝掃除機械、脱核検査用のレントゲン装置などの機械の開発導入、また母貝、手術貝の養成における漁場利用形態の分化などがあげられる。

母貝養殖

大村湾は昔から三重県の英虞湾と並んでアコヤガイの棲息地として有名であり、従来は、真珠養殖に用いる母貝はもっぱら海底に自然に棲息する天然産のアコヤガイを採取していたものである。戦後においても、大村湾はアコヤガイの棲息にとって好条件を備えており、天然母貝の生産量も極めて多く、昭和30年(1955)の豊作の年には、19万貫(712,500kg)の水揚げがあり、これは、長崎県の全生産量の80~85%をしめていた。このように天然母貝の資源が豊富な長崎県においては、稚貝

採苗に関する事業の発展は他県に較べて著しく遅れていた。昭和29年(1954)の調査によれば、長崎県下真珠養殖経営体の使用母貝の依存状況は約90%が大村湾の天然母貝に依存していたと云われている。

一方、三重県においては戦時中の漁場の荒廃と、昭和19年(1944)の南海地震、および昭和20、21年(1945、46)の冷害によって天然母貝が極度に減少したことが、直接の契機となって、昭和22年(1947)に三重県水産試験場は英虞湾で古い漁網等を採苗のための器材として用いて採苗試験を行い、昭和26年(1951)頃から杉枝葉を採苗器として用いるようになり、その指導普及が行われるようになった。

この頃、真珠養殖事業の伸長はめざましいものがあり、母貝が著しく不足状態に陥り、このことと呼応して母貝採苗が行われるようになった。また、採苗母貝は天然母貝に比較して良質のものが得安く、必要量を確保できるといった利点があったので、母貝養殖事業が急速に発展していったのである。

長崎県においても、昭和25年(1950)頃から採苗が試みられているが、昭和27年(1952)に大村湾で大村湾東部漁業協同組合が長崎県水産試験場の指導のもとに、三重県における技術を導入して採苗事業が本格的に行われ、海・気象にめぐまれたこともあって成功している。その後、逐次拡大され適地において普及して行ったのであるが、真珠養殖において採苗貝を全面的に使用するようになったのは昭和30年(1955)以降のことである。

採苗貝は天然貝に比較して、年齢に対応して貝体が大きくて相対的に膨らみがあり、より大きなサイズの核が挿核でき、また年齢が若いために真珠質の分泌力も旺盛である等、品質的にも優れているため、昭和30年(1955)頃以降においては採苗育成母貝を使用することが一般的となってきた。また、天然貝は海・気象の変動、底質環境の悪化等によって、資源は減少の一途をたどり、大村湾においては現在ではその棲息が殆どみられない状態になっている。

採苗は海況や気象等の条件にその豊凶が左右されることが多いので、これを安定化するために、浮游仔貝・稚貝の生態学的研究、採苗器投入時期の予報、採苗器の改良、付着後の稚貝の減耗の防

止等の研究や手法・技術の改良が行われてきている。

ところが、昭和35年（1960）頃から真珠生産の伸長にともない母貝の需要量も増加するとともに、県内の主要な母貝生産地であった大村湾においては採苗貝の生産が激減し、県下の母貝生産量だけでは需要を満たすのは不可能となり、愛媛県および大分県からの母貝の移入が増加するようになってきた。その後もその傾向は続き、現在では、県内で使用する母貝は、全面的に愛媛県産の母貝にたよるを得ない状態になってきている。

ここで、昭和47年（1972）頃から、天然採苗の豊凶に対処するという目的と、また、大珠化と早期挿核をねらった若年齢で大型の貝をという要望の中での早期採苗と云った考え方から、人工採苗の試みがなされるようになってきた。最近では、人工採苗技術も高度化され、真珠組合、真珠業者、栽培センター等において行われるようになってきた。長崎県でも、長崎県真珠組合、その他、一部の真珠業者において人工種苗生産が定着しつつある現状である。今後は育種と云った観点から品種改良による優良母貝の生産にまで発展して行くことが期待されるものである。

挿核技術

先に述べたように、明治中期から昭和初期にかけての真珠養殖の歴史は、挿核手法発達史の歴史であった。アコヤガイによって人為的に真珠を形成させるためには、まず挿核手法そのものが重要な課題であって、その手法の開発に努力が向けられたのは当然の成行きである。この努力が実り、昭和初期には、一応、挿核に関する手法は確立されたのである。しかしながら、その殆どが特許権の制約を受けるとともに、秘密主義、家伝の手法として閉鎖されていて、一般化されることもなく、また科学的解明のメスも殆ど入れられなかったのである。特許権は昭和11年（1936）に満了となったのであるが、この閉鎖体制は昭和24年（1949）の漁業制度改革まで続いてきたのである。

戦後、真珠産業が再開され、経営体数、規模が拡大されるにつれて、挿核技術も普遍化し、技術的較差もなくなり、平均化されてきたのであるが、技術そのものについては、殆どが経験的な知見の伝承にすぎなかった。

昭和25, 6年（1950, 51）頃から外貨獲得の花形

産業として脚光を浴びるようになってとともに、この技術に対して科学的メスが加えられるようになり、昭和30年（1955）に国立真珠研究所が設立されたこととも相俟って、これまでの経験的・伝承的技術に対して科学的裏付けを行うとともに、真珠形成機構および、真珠品質に関する基礎的研究としての生鉱生物学、生化学的面からの解明が行われるようになり、これら科学的理論を基にした良質真珠生産のための技術の改良・開発が長足の速さで展開されるようになってきた。

一般に、真珠の価値評価は、形、質、色、巻き、光沢等の要素を総合して決められるものであって、これらの要素は母貝の性状、挿核手術およびその後の手術貝（挿核を施した貝）の養成過程等のいくつもの要因に直接または間接的に影響を受け支配されるものである。例えば、挿核技術に関連するものとしては、異常形真珠の形成についての究明等がなされ、挿核手術を施す際の貝の生理的状態（仕立て作業）、真珠袋の形成過程、貝の内臓諸器官と挿入された核の位置関係からみた挿核経路や挿核位置との関係等が明らかにされ、また母貝やピース貝（外套膜片を切り取る貝）の年齢と真珠の巻きとの関係、真珠の色についても特に黄色真珠の出現とピース貝との関係等が明らかにされてきた。この他にも、いくつもの研究成果が挙げられてきたのであるが、現在までのところ、それらの支配要因と生産される真珠の品質面との関連付けを実際の養殖管理面に応用できる養殖技術体系の確立までには、まだ不十分な点が多々残されているようである。

養殖管理技術

昭和30年代に入って注目すべきことは、海事技術の発達である、特に養殖用器材の変遷にはめざましいものがあった。戦前において地蒔きから垂下養殖に変わるにより、養殖籠が必然的に使用されるようになったが、その当時は金網籠が主体であったが、昭和期に入り古漁網を利用した丸型の綿糸籠が考案され、大村湾においては全般的に普及していたのである。これらの籠は防腐のためにコートタルを塗布する必要があった。ところで、昭和30年（1955）頃から合成繊維が急速に発達しはじめると、金網籠や綿糸籠に代わって合成繊維製の籠（化繊籠）が市販されるようになっ

た。この籠は形状にも多彩なものがあるが、それまでの金網籠や綿糸籠と同様の平形のものから、トランク式と呼ばれる縦形のもの等が考案されるようになった。これらの化繊籠は軽量であり、また防腐のためのコールタール塗布を必要としないうと云った利点があり、急速な勢いで普及して行った。特に、縦形のポケット式パールネットなどは、貝の成長、真珠の巻きの点等で平形の籠よりも優れていることが、当時試験的にも実証されていて、現在でも養殖籠の主流として使用されている。また、籠と云う概念から全く離れて、貝殻に孔を開けこれにナイロンテグスやステンレスの針金を通して、竹、ロープ、ビニール製のバンド等に結び付けて垂下する、いわゆる開放式養成法なども考案されたのであったが、貝の脱落が多いといった欠点もあり、次第に使用されなくなってきた。

筏については、垂下養殖が開始された当初は、種々の形状のものが考案され使用されてきたのであるが、大正後期から昭和初期にかけて、波浪の静かな大村湾においては竹筏が主に使用されるようになった。ところで戦後、真珠産業の伸長にともない漁場が拡張され、沖合や外海に進出する傾向が強くなり、びん玉をフロートにした延縄式の筏が使用されるようになった。さらにフロートの材料としてのプラスチックや合成繊維ロープの開発が進み、風浪の激しい沖合い域での養殖が可能となり、漁場の開発とともに普及していき、現在では養成用筏の殆どが延縄式になっている。

また、従来海事業業は、その殆どが手作業の域を出なかったのであるが、昭和30年代後半になって、貝掃除等に機械が導入されるようになってきた。今まで相当の人手を要して貝1個、1個の付着物を手動により除去していたものが、この貝掃除機の使用によって格段の能率向上につながったのである。また、この他にも籠掃除機械や挿入した核の脱核の有無を検査するレントゲン装置等が開発され、海事業業の機械化が進むようになり能率向上に非常に役立ってきたのである。

養殖漁場利用の変遷

真珠養殖の創始期においては、地時式養殖であったため漁場として利用できる範囲は水深や海底の性状等によって制約をうけていた。しかしながら、中層垂下養殖に移るとともに、自由に海面を使用

することが可能となり一躍、真珠養殖に利用できる漁場の面積は拡大したのであるが、筏を浮かべる等施設との関係上、風浪の静かな内湾、入江、島陰等に制限されていて、避寒漁場を除いては、まだ漁場利用形態に質的分化は殆どみられなかった。

しかるに戦後においては、真珠産業の伸長、延縄式筏の開発等により、漁場利用形態の分化が顕著にみられるようになってきた。それは母貝養成のみに利用する母貝漁場、挿核手術前の母貝仕立てや挿核手術および手術直後の貝の養生を行うための作業漁場（基地漁場）、手術貝の養成を行うための手術貝養成漁場、さらに真珠の光沢を良くするために手術貝養成の最後にある期間利用する仕上げ（化粧巻き）漁場等である。

長崎県においても、昭和34,5年(1959,60)頃から漁場利用形態の分化傾向が顕著になるにつれ戦前から養殖の中心的漁場であった大村湾のほか、北松浦郡海域や五島海域等へと漁場が拡大していったのである。つまり、大村湾を基地漁場・仕上げ漁場として、また北松浦郡、五島海域等を養成漁場として位置付け、行使するようになってきたのである。

これまで、挿核技術を中心に進められてきた研究の面においても、漁場利用形態をより合理的に、また、適正化を図るための研究が数多くなされ、科学的検討が試みられるようになってきた。しかし漁場の環境諸要因と貝の生物学的要因との関連、また真珠形成における諸要因との関連は、複雑な交錯のなかで組立てられているため、その解析はなかなか難しいものであり、現在でも十分に解明されたとは云えないようである。

かつては、真珠養殖の中心的漁場であった大村湾をはじめ他の海域でも、昭和42年(1967)頃より夏季にアコヤガイの大量斃死現象がみられるようになった。この現象は現在まで続いていて、真珠業界にとってまことに憂慮すべき大きな問題となっている。この問題の解決には鋭意努力がなされているが、未だ、決定的な解決策は見いだされていない。これについては、いくつかの原因があげられているが、真珠養殖漁場内部の過密養殖、魚類養殖の進出、沿岸域における都市化、工場の建設、レジャー産業の発達等による沿岸海域の汚染も一つの要因としてあげられている。今後、真

珠養殖産業を末永く発展させて行く上にも、環境保全問題は大きな課題として取り上げられるべきものであろう。

むすび

わが国の真珠産業は、明治後期に養殖が始められてから、昭和62年（1987）には真円真珠発明80周年を迎えることが出来たのである。この間、先人たちのためめ努力によって、幾多の技術変遷を経ながら、世界に誇りうる宝石を産み出す産業として築きあげられきたのである。

人々に“優雅なる美”をもたらす真珠が、今後人類の財産として価値を高めるために、この産業が新世紀に向けて益々発展していくことを期待するものである。

参 考 資 料

国立真珠研究所, 1956～1978. 国立真珠研究所報告 1～22

国立真珠研究所大村支所, 1955. 長崎県における真珠養殖業の現況

真珠新聞社, 1964. 真珠ハンドブック

真珠新聞社, 1970～1990. 真珠年鑑

全国真珠養殖漁業協同組合連合会, 1965. 真珠養殖全書

全国真珠養殖漁業協同組合連合会, 1957～1975.

真珠技術研究会会報 1～77号

丹下 孚, 1986. 日本真珠産業論. 真珠新聞社

松井佳一, 1965. 真珠の事典. 北隆館

(大村支所主任研究官)

平成2年（7～12月）の記録

1. 主なでき事

月 日	項 目	備 考
10. 29 ～31	UJNR水産増養殖専門部会第19回日米合同会議及び日本魚病学会ワークショップの開催	伊勢市において米国側からマンケン部会長他10名の参加のもとに日米合同会議と「養殖における病害防除」をメインテーマとするシンポジウムが開催された。引続きシンポジウム参加者も含めて日本魚病学会による「近年養殖魚介類で問題となっているウイルス性疾病」をテーマとするワークショップが開催された。両会合を通じて養殖における病害についての最新の情報が交換されるとともに、防疫等について国際的な視点からの活発な議論が交わされた。会議及びワークショップの出席者数は延約200名であった。

2. 所 員 研 修

氏 名	所 属	期 間	研 修 内 容	研 修 先
前 田 勝 久	庶務課	8.28～ 8.31	給与実務担当者研修会	人事院
山 野 恵 祐	病理部	9.30～10. 6	第81回第1種放射線取扱主任者講習	ラジオアイソトープ協会
山 本 剛 史	栄養代謝部	10.15～10.17	文献情報検索システムの利用法講習会	枝会事務局
坂 見 知 子	環境管理部	11.12～11.17	平成2年度環境技術者研修	〃
秋 山 敏 男	栄養代謝部	11.27～12. 1	平成2年度ポストハーベスト研修	〃

3. 平成2年度農林水産省依頼研究員受入れ

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
藤 原 公 一	滋賀県水産試験場	9. 1~10.31	放流魚の生存率の向上に関する病理学的研究	病理部病理研究室
玉 城 英 信	沖縄県水産試験場 八重山支場	9.10~11. 9	アワビ類種苗生産のシステム設計	繁殖生理部発生生理研究室
矢 野 由 晶	福井県栽培漁業センター	10. 1~12.30	餌料生物の培養技術	環境管理部餌料生物研究室
山 口 浩 史	岩手県南部栽培漁業センター	10. 5~12. 4	餌料生物の培養技術	環境管理部餌料生物研究室
松 坂 洋	青森県内水面水産試験場	11. 1~12.31	ホルモン等による産卵成熟制御	繁殖生理部繁殖生理研究室

4. 科学技術庁重点基礎研究による招へい外国人研究員及び非常勤職員

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
岩 田 雄 二	日本大学農獣医学部水産学科	9. 1~ 3. 3.28	魚介類における性成熟の神経内分泌制御機構に関する研究	繁殖生理部繁殖生理研究室

5. 平成2年度農林水産省試験研究機関研究員バイオテクノロジー研究員受入れ

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
澤 野 敬 一	北海道区水産研究所資源増殖部浅海育種研究室	10. 1~12.28	ミトコンドリアDNAのクローニング、シーケンシング及びPCRによる多型解析	栄養代謝部代謝研究室

6. 平成2年度農林水産省大型別枠研究に係わる招へい研究員

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
三 枝 誠 行	岡山大学理学部	8.23~ 9. 5	水産生物の日周活動リズムの解析	繁殖生理部発生生理研究室

7. 一般研修等受入れ

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
田 部 雅 昭	大阪教育大学	元. 4. 1 ~ 3. 3.31	修士論文作成	遺伝育種部遺伝資源研究室
東 照 雄	遠洋水産研究所北洋資源部	9. 1~10.31	さけ・ます類の群れ形成機構の解明 — 照度の影響について —	日光支所育種研究室
青 木 一 郎	東京大学海洋研究所	10. 8~10.11	マイワシの摂餌行動解析	環境管理部技術第一研究室

8. 外国人の研修

氏 名	所 属	期 間	研 究 内 容	対応研究部・室
C.A. Garcia	チリ ネットケン州農業事業局長	10. 8 10.15	増養殖技術ニジマスバイテク技術	遺伝育種部日光支所

氏 名	所 属	期 間	研 修 内 容	研 修 先
R. Munprasit	タイ ラヨン東部海 洋漁業開発センター	10.19	餌料生物培養技術	環境管理部
A.J.S.Alvarez	エクアドル エス ボール大学	11. 7~11. 8	分析機器保守点検技術	企画連絡室 会計課
A.V.Pedrazzori	エクアドル エス ボール大学	11.20~3. 3. 8	機器分析の実技研修	企画連絡室 栄養代謝部

9. 海外出張

氏 名	所 属	期 間	日数	出張先	目 的	経 費
乙 竹 充	病理部	10. 7~10.16	10	大韓民国	環太平洋魚病研究集会	FAO
三 輪 理	病理部	10.31~3.11. 3	369	米 国	魚類の初期発達過程における ホルモン支配機構の解明	科学技術 庁
矢 野 勲	繁殖生理部	11. 5~12. 9	35	インドネシア	エビ養殖に係わる親エビ養成 技術指導	国際協力 事業団

10. ゼミナール

月 日	発 表 者	話 題
7. 2	養殖研究所 岩田宗彦	サケマス類の成長と降海
7. 3	“ 大原一郎	ニジマスミトコンドリアDNAの塩基配列を読む
7.17	ブラジル サンパウロ大学海洋研究所教授 松浦康修氏	ブラジル産マイワシ、カタクチイワシの加入量変動に関 する研究について及び第2 SARPによせて
7.23	養殖研究所 岩田宗彦	魚類の縄張り行動の生態的役割
7.31	“ 杜多 哲	Effects of water movement on dispersion of drifting seeds and larvae
8. 7	“ 淡路雅彦 前養殖研究所環境管理部技術第一研究室長 町井 昭氏	アコヤガイ外套膜外側上皮細胞の分離と初代培養 中国武漢・成都見聞録一貝類組織培養研究の現状
8.28	ホンコン University of Hong Kong Prof. D.K.O.Chan	Endocrinological functions of urotensins from fish caudal neurosecretory system
8.30	オーストラリア University of Western Australia, Department of Geography Dr. Michael J. Hutchison	Distribution mechanism of brackish water fish- es in Australia
9. 3	岡山大学助教授 三枝 誠行氏	甲殻類における卵の孵化と幼生の放出 —アカテガニを例にして—
9. 4	エクアドル National Aquaculture and Marine Research Center 副所長 Dr. Victor Osorio	Aquaculture in Ecuador
9. 7	群馬県水産試験場 高橋計介氏	ニジマス血漿からの細胞接着性タンパク質の分離・精製
9.10	養殖研究所 山本剛史	公海漁業規制と資源調査研究
9.13	オランダ Dr. Anette Peutz	カナダにおけるロブスターの養殖の現状
9.17	養殖研究所 淡路雅彦	第3回神経生物学シンポジウム（オランダ、アムステル ダム）に参加して
“ 杉山元彦	韓国水産振興院に滞在して	
遠洋水産研究所 東 照雄氏	ベニザケおよびシロザケの遊泳に関する日周期特性	

月 日	発 表 者	話 題
9.21	遠洋水産研究所 東 照雄氏	ベニザケおよびシロザケの摂餌に関する日周期特性
9.26	田崎海洋研究所 上野淳一氏	アコヤガイ卵からの yolk protein (卵黄蛋白質) の分離精製
10. 8	養殖研究所 岩田宗彦	サケ科魚類の降河行動誘発機構の解発と視覚
10.17	芙蓉海洋開発株式会社 福田雅明氏	核酸比を用いたワムシの生理活性評価の可能性について
10.24	養殖研究所 池田和夫	マイワシ血清中の亜鉛結合蛋白質について
"	白石 学	飼育下におけるマイワシの産卵と排卵濾胞について
"	秋山敏男	マイワシの成熟・産卵時における投与アスコルビン酸の挙動
"	北村章二	胆汁酸に対するアマゴの嗅覚応答
"	新聞脩子	アマゴの周年採卵について
"	坂見知子	大型海藻アラメの体外分泌有機物が葉上の付着細菌の増殖に与える影響
"	前田昌調	バイオコントロール法を用いたガザミ稚苗生産—Ⅲ 平成2年度における生産状況
"	杜 多 哲	内湾藻場の微細環境に関する研究—Ⅳ 藻場内で特徴的な温度変化と流動
"	杉山元彦	ブリ幼魚に対するアンモニア態、及び亜硝酸態窒素の96 hr-LC50
"	青野英明	細菌接種によるイセエビ血球の動態と血リンパ中細菌数の変動
"	大原一郎	ニジマスミトコンドリアDNAの塩基配列による種内多型の分布
10.31	遠洋水産研究所 東 照雄氏	ギンザケ1歳魚の群れ形成行動に關与する視覚の役割と環境照度の関係
11. 5	国際協力事業団 中森光征氏	水産増養殖に關するJICAの対外技術援助の動向
11.12	北里大学水産学部学生 久田哲也氏	サクラマス1歳魚の経上皮電位の測定
11.26	養殖研究所 岩田宗彦	ベニザケの品種—kokanee, sockeye とヒメマスの関係について
11.27	" 古丸 明	アコヤガイの3倍体について
"	藤井武人	魚類の雌雄同体性の変異—特にペラ及びコチ類について
12. 5	" 岩田宗彦	ソ連産コカニーと継代飼育日光系ヒメマスの成長および成熟の差異
12. 6	九州大学農学部教授 北島 力氏	マダイ・クロダイ仔稚魚の成長に伴う比重の変化
12.10	養殖研究所 藤井一則	チョウザメの導入と経過
12.14	京都大学農学部助教授 田中 克氏	ヒラメの着底とその後の成長
12.17	養殖研究所 小野里 坦	サケ科魚類のクローン作出と問題点
"	岩田宗彦	ソ連産コカニーと継代飼育日光系ヒメマスの海水適応能の差異
12.18	" 鈴木 徹	アコヤガイにおける組織修復機構
	北海道水産研究所 澤野敏一氏	バイオテクノロジー研修結果報告

11. 主な会議・委員会

月 日	会 議 名	養殖研出席者	主 催 者	場 所
7. 2～3	シマアジのウィルス疾病対策に関する検討会	反 町 稔	日本栽培漁業協会	東 京
7. 9	第2回海産魚ワクチン開発研究結果取りまとめ会議	中 西 照 幸	水産庁	東 京
7.11	遺伝資源協議会	阪 口 清 次	技会事務局	大 阪
7.11	日本水産学会平成2年度第1回中部支部例会	浮 永 久	日本水産学会中部支部	富 山
		田 中 秀 樹		
7.19	企画科長会議	福 所 邦 彦	技会事務局	東 京
7.20	平成2年度電子計算機共同利用全国運営協議会	福 所 邦 彦	技会事務局	茨 城
7.20	第8回中部地区官庁施設保全連絡会議	天 白 辰 成	中部地建	愛 知
7.26	DNA実験安全委員会	加 藤 禎 一	野・茶試	三 重
7.27	第2回微生物機能応用部会環境保全機能小委員会	前 田 昌 調	科技庁	東 京
7.30	第12回変態の生物学討論会	乾 靖 夫	変態の生物学討論会	神奈川
7.31	ジーンバンク管理運営会議	加 藤 禎 一	技会事務局	東 京
8.20	増養殖研究推進会議打合せ会議	奥 沢 公 一	養殖研	東 京
8.29	水研課長懇談会	森 英 夫	水産庁	東 京
		矢 倉 勝 昭		
9. 5～7	全国湖沼河川養殖研究会第63回大会	丸 山 為 藏	全国湖沼河川養殖研究会	宮 崎
9.18	水産庁研究所長会議	阪 口 清 次	水産庁	東 京
9.19	全場所長会議	阪 口 清 次	技会事務局	東 京
9.20～21	平成2年度第1回水産業関係試験研究推進会議	加 藤 禎 一	中央水研	東 京
		広 瀬 慶 二		
		和 田 浩 爾		
		伊 藤 克 彦		
		乾 靖 夫		
		丸 山 為 藏		
		上 田 和 夫		
9.27	地域環境利用技術の開発種目検討会	浮 永 久	マリノフォーラム21	東 京
10. 1	第3回微生物機能応用部会環境保全機能小委員会	前 田 昌 調	科技庁	東 京
10. 1	「発生工学」報告会	小 野 里 坦	科技庁	東 京
10. 2～3	特別研究中間報告会・現地検討会	乾 靖 夫	養殖研	北 海 道
		反 町 稔		
		池 田 和 夫		
		井 上 潔		
10. 4	平成2年度図書資料担当者会議及び技会情報資料業務担当者会議	加 茂 正 男	技会事務局	茨 城
10. 4	平成2年度電子計算機共同利用近畿地域運営協議会	小 西 光 一	野・茶試	三 重
10.19	中央ブロック水産業関係試験研究推進会議	畔 田 正 格	中央水研	和歌山
10.19	「東海地域生物系先端技術研究会」設立準備委員会	阪 口 清 次	東海農政局	愛 知

月 日	会 議 名	養殖研出席者	主 催 者	場 所
10.25～26	水産庁研究所庶務部長会議	森 英 夫	水産庁	茨 城
10.31	平成2年度第2回養殖システム開発研究会	矢 倉 勝 昭	マリノフォーラム21	東 京
10.31	企画連絡室長会議	福 所 邦 彦	技会事務局	東 京
11. 1	平成2年度第1回水産増殖懇話会	畔 田 正 格	水産増殖談話会	奈 良
11. 2～ 4	平成2年度日本水産学会秋季大会	浮 永 久 二	日本水産学会	奈 良
		広 瀬 慶 子		
		新 間 脩 子		
		大 原 一 郎		
		青 野 英 明		
		山 本 剛 史		
		杉 山 元 彦		
		前 田 昌 調		
		白 石 学 二		
		北 村 章 二		
		坂 見 知 子		
11. 6	生物情報検討委員会（第5回）	池 田 和 夫	技会事務局	東 京
		和 田 浩 爾		
		乾 靖 夫		
		船 越 将 二		
11. 8～ 9	平成2年度放流漁場高度利用技術開発事業（アワビ・ウニ）検討会	浮 永 久	水産庁	山 口
11.13～14	平成2年度第1回農水省試験研究機関会計・用度担当課長会議	矢 倉 勝 昭	技会事務局	東 京
11.14	平成2年度地域特産増殖技術開発事業中間検討会	浮 永 久	水産庁	神奈川
11.14～15	第20回施設関係担当者会議	天 白 辰 成	技会事務局	岩 手
11.16	「東海地域生物系先端技術研究会」設立発起人会	阪 口 清 次	東海地域生物系先端技術研究会	愛 知
11.16	第3回魚類防疫問題検討会	乾 靖 夫	水産庁	東 京
11.17～18	第15回日本比較内分泌学会	香 川 浩 彦	日本比較内分泌学会	山 梨
		奥 沢 公 一		
11.20	水産用医薬品調査会	山 野 恵 祐	水産庁	東 京
		乾 靖 夫		
11.21	平成2年度第2回種苗生産システム研究会	池 田 和 夫	マリノフォーラム21	東 京
11.21～22	プロジェクト研究終了課題の研究成果報告会	浮 永 久	技会事務局	東 京
		小 野 里 坦		
11.27～28	平成2年度地域特産増殖技術開発事業（二枚貝グループ）中間検討会	和 田 克 彦	水産庁	宮 崎
		沼 口 勝 之		
11.29～ 30	水産研究所事務担当者会議	藤 本 香 織	水産庁	東 京
		南 尚 子		
		大 北 伸 一		
		黒 田 伸 一 郎		
12. 5	平成2年度東海水産統計地域協議会	菊 田 和 典	東海農政局	愛 知
		畔 田 正 格		
		福 所 邦 彦		

月 日	会 議 名	養殖研出席者	主 催 者	場 所
12. 5	第4回微生物機能応用部会環境保全機能小委員会	前 田 昌 調	科技厅	東 京
12. 5	「免疫の応答機構解明のための基盤技術の開発に関する研究」の全体班会議	乙 竹 充	科技厅	東 京
12.11	平成2年度水産研究推進方策検討会	阪 口 清 次	水産庁	東 京
12.13~14	第11回ソ連産新魚種導入検討会	丸 山 為 蔵	水産庁	山 形
12.14	日本水産学会平成2年度第2回中部支部例会	森 田 謙 介 藤 井 武 人 大 原 一 郎	日本水産学会中部支部	静 岡
12.18	浮魚資源会議（イワシ資源検討会議）	白 石 学	水産庁	東 京
12.20~21	バイオコスモス報告会	白 石 学	水産庁	東 京
12.20	バイオコスモス平成2年度打合せ会	岡 崎 登 志 夫	水産庁	東 京
12.20	文部省科研費総合研究班会議	中 西 照 幸	東京大学	東 京

12. 主な来客

月 日	来 客	月 日	来 客
7. 2	山口県外海水試 由良野範義氏外2名	7. 17	三基興業（株）海洋研究所長 松浦恵一氏（大村）
3	伊勢市施設見学会一行 24名（玉城）	18	技会事務局整備課企画係長 辻 信博氏
4	技会事務局整備課課長補佐 神長章夫氏（日光）		同運営第二係長 瀧田伸一氏外1名
	同総務課予算第二係長 辻島正明氏（日光）	23	（財）化学品検査協会大阪事業所長 太田寿氏（玉城）
6	日中友好親善協会一行 7名	24	中央水産資源増殖研究官 村井武四氏
	九州大学農学部助教授 松浦修平氏	25	（株）岡部 白木靖美氏外1名
7	ソ連太平洋漁業海洋学研究所（TINRO）黒潮魚類資源研究部長 Dr. Yuriy V. Novikov外1名（日光）		JICA 坪田氏外1名
	東大海洋研究所助教授 中田英昭氏（日光）	26	大分県蒲江町水産係長 福岡寿幸氏
	中央水研生物生態部主任研究官 黒田一紀氏（日光）	27	広島大学生物生産学部教授 鈴木 亮氏外学生20名
9	JICA 貫山義徹氏		ハンガリー 農業分野技術研究員一行 12名
	運輸省第四港湾建設局長崎港工事事務所工務課長 長尾利行氏外1名（大村）		エース・スクール学生一行 63名（玉城）
10	南勢志摩教育事務所一行 13名（玉城）	30	北松南部清掃一部事務組合事務局長 岩永昇氏（大村）
11	技会事務局整備課施設機材専門官 赤井政則氏外1名（日光）		長崎県鹿町町長 松本廣治氏（大村）
	草地試験場会計課長 田中武三氏外1名（日光）	31	常石造船（株）片岡義雄氏
12	三重県知事公室広報課一行 50名（玉城）	8. 2	北海道漁連 中本氏
13	南勢町町会議員一行 16名		関東管区行政監察局長 堀江 侃氏（日光）
	富山漁協一行 5名（玉城）		栃木行政監察事務所長 中川博雄氏外1名（日光）
	北海道さけ・ますふ化場次長 木村義一氏（日光）	6	（株）西友フーズ 西郷聡彦氏
15	イタリア FAO魚病調査チーム 松里寿彦氏外4名	9	トンガ王国 農林水産省漁業局 Mr. Tupou Tu'arao Tupou
16	長崎大学水産学部院生 川端豊喜氏外2名（大村）		沖縄県水試 村越正慶氏外1名
17	ブラジル Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo教授 松浦康修氏		（財）温水養魚開発協会 田中二良氏外1名
		10	西海区水産資源増殖部主任研究官 岡内正典氏
		13	水産庁振興部長 茶谷 肇氏

月 日	来 客	月 日	来 客
8. 14	嶋津製作所(株) 谷口氏外1名(玉城)	9. 17	JICA 平成2年度海外集団研修一行 20名
15	名古屋大学水圏科学研究所教授 半田暢彦氏外2名(玉城)	18	アメリカ The Oceanic Institute Dr. Cheng Sheng Lee外1名
20	伊勢市中学校理科部会一行 15名		東海財務局国有財産監査官 後久修一氏
	アメリカ University of Alaska Anchorage, Alaska Center for International Business Dr. Douglas K. Barry	19	毎日新聞社記者 竹中拓実氏(玉城)
	アメリカ University of North Carolina, Institute of Marine Sciences	25	宇都宮財務事務所管財第一課課長 山本昌弘氏外3名(日光)
	Prof. Charles H. Peterson (大村)	26	技会事務局連絡調整課受託研究係長 中村真吾氏外1名
	長崎大学水産学部助教授 玉置昭夫氏		(株)日配バイテクセンター 川上高弘氏
21	遠洋水研北洋資源部 東 照雄氏(日光)		関東地建営繕部営繕調査官 石川二郎氏(日光)
	大阪信愛女学院短大助教授 高井明德氏(玉城)		宇都宮営繕工事事務所工務課長 田中寿雄氏(日光)
23	岡山大学教養部助教授 三枝誠行氏外1名		(財)温水養魚開発協会 田中二良氏
24	(社)日本ゴム協会関西支部一行 30名	27	水産庁研究部長 水谷 宏氏外1名
28	人事院給与局給与第一課課長補佐 沢田拓治氏(日光)	28	静岡大学農学部教授 坂田定三氏
	栃木県人事委員会事務局次長 金田寿一氏外1名(日光)	29	水産養殖推進全国会議出席者一行 12名
	阪神臨海測量(株)取締役 矢野 實氏	10. 2	伊勢地区退職者福祉共済会一行 20名(玉城)
	大阪信愛女学院短大助教授 高井明德氏(玉城)		フランス 国立自然史博物館 R. Billard氏(玉城)
29	ベルギー EC共同体 Directorate General for Development Dr. Andreas C. Laggis	3	東洋テルミ(株)社長 成島柳二氏外2名
30	長崎県鹿町町長 松本廣治氏外2名		前澤工業(株)課長 勝田利雄氏
	愛媛県立高校教諭 西郷 孝氏外5名		水産庁漁政課広報第一係 中奥美津子氏
9. 1	通産省地質調査所 三田直樹氏外1名	4	(社)日本栽培漁業協会宮津事業場 奥村重信氏
4	神戸女学院大学学生一行 9名		元淡水研企画連絡室長 島津忠秀氏(日光)
5	(社)日本水産資源保護協会 江草周三氏		イギリス East Anglian大学 Dr. Graham Kearn外2名
6	北海道水産土木協会一行 26名	5	水産庁開発課調査係長 江連滋弘氏
7	フランス Poitiers University 助教授 Dr. Tadashi Kageyama外2名(玉城)		同事業第一係長 中泉昌光氏外8名
10	新潟水族館マリニア日本海 内山 隆氏(日光)		技会事務局筑波事務所電子計算課データ管理係長 江口 尚氏外1名(玉城)
11	東海農政局農政調査官 新美義朗氏	6	秋篠宮殿下外20名(日光)
	遠洋水研北洋資源部 小倉末基氏	8	(財)化学品検査協会理事 太田 寿氏外3名
12	参議院農林水産委員一行 24名		三重県水産振興課 荻野氏
	香川県水試 横川浩治氏外2名	9	住友化学工業(株) 岡部氏外1名
	伊勢市教育研究所所長 福村 清氏外1名(玉城)		武田薬品工業(株) フードビタミン事業部技術開発室 大野正浩氏外1名(玉城)
	(株)冷水性高級魚養殖技術研究所 吉田桂一氏(玉城)	11	川上淡水養殖場 坂元忠一氏外1名(玉城)
13	水産庁研究部参事官 原 武史氏	12	ニュージーランド 農水省水産研究センター Mr. C. Mitchell
14	玉城町産業課係長 山口 勝氏(玉城)	15	アメリカ 大洋気象庁 Dr. John G. Wil-liam外1名
	水工研庶務課長 櫻井保雄氏(日光)		アメリカ University of Hawaii Prof. Dr. F. Kamemoto
16	徳島県牟岐町漁協 小磯順一氏外1名		日本大学農獣医学部教授 出口吉昭氏

月 日	来 客	月 日	来 客
10. 16	水産庁水産流通課 阿部康次氏外 2 名 大津市漁業連絡協議会一行 9 名 カナダ大使館 平 康邦氏外 1 名 (社) 日本栽培漁業協会 野上欣也氏	11. 14	水産庁水産流通課課長補佐 大西正剛氏外 3 名 ノルウェー Rogaland Research 研究所 Dr. Andrew Seymour (玉城)
18	長崎大学水産学部講師 小井土 隆氏外 1 名 タイ Ms. Ratana Munprasit 中央水研所長 菅野 尚氏 家畜衛生試験場用度係長 田所則夫氏外 1 名 海洋科学技術センター 岡本峰雄氏外 1 名 (日光)	15	技会事務局バイオテクノロジー課長 宇井勝 沼氏外 2 名 人事院中部事務局長 白井国男氏外 2 名 北海道瀬棚町職員一行 7 名 南勢町町会議員一行 25 名 三重県職員退職者の会一行 25 名 (社) 漁船機関技術協会関西支部一行 19 名 (玉城)
23	(社) マリノフォーラム21一行 20 名	16	ソ連漁業省次官 ジラーノフ氏外 8 名 (日光)
24	ヤンマーディーゼル (株) 古木戸氏外 3 名 三重県内教育研究所連絡協議会一行 60 名 (玉城)	17	水産庁海洋漁業部長 葛田道夫氏外 2 名 (日光)
26	玉城町総務課係長 松田幸一氏外 6 名 (玉城) 関東地建営繕部建築第二課係長 渡辺祐一氏 外 1 名	19	(株) 冷水性高級魚養殖技術研究所専務 米 澤 明氏 中央水研資源増殖研究官 村井武四氏外 4 名 (日光)
27	中部管区行政監察部部長 安田光雄氏外 4 名 日立化成工業 (株) 富松 豪氏 韓国水産振興院海洋資源部環境科研究官 季 弼容氏 (玉城)	20	鳥羽水族館飼育係長 塚田 修氏
30	中央水研所長 菅野 尚氏外 19 名 (日光)	21	名古屋農林漁業金融公庫支店長 佐藤氏外 1 名
11. 1	農林水産省図書館主任 日戸律子氏外 1 名 台湾大学教授 郭 光雄氏外 19 名 農業環境技術研究所総務部庶務係長 立谷正 男氏外 3 名	22	和歌山大学 岩田勝哉氏
2	魚病学会出席者一行 10 名 (社) 日本栽培漁業協会 野上欣也氏	23	アメリカ Rhode Island University 助教 授 Dr. Jennifer L. Specker (日光)
5	島原水産改良普及所長 山下継司氏 (大村)	26	水中カメラマン 内山 隆氏
6	JICA 中森光征氏 東海農政局三重統計情報事務所水産統計課長 須田正雄氏外 4 名 (玉城)	28	三重大学人文学部学生 本郷公一氏
7	日本鋼管 (株) 技術開発本部 辰巳政弘氏 (玉城)	29	遠洋水研北洋資源部 小倉末基氏 歌ヶ浦真珠 川口徳積氏 (大村)
9	水産庁開発課課長補佐 篠田邦裕氏外 3 名 中央水研環境保全部生物検定研究室長 小山 次朗氏 (玉城)	12. 3	静岡県温水利用研究センター 稲葉義之氏
13	(社) 漁船機関技術協会関西支部 水沼達夫 氏外 1 名 (玉城) 名古屋大学農学部 原田 保氏外 5 名 (玉城)	4	南勢地区理科教育研究会一行 25 名
	キンビール (株) 研究開発本部 岸 聰太 郎氏 (玉城)	5	関東地建営繕部設備第二課係長 新山博二氏 外 1 名 (玉城)
	ノルウェー Marintek Institute Mr. John Haiug 外 4 名 東大海洋研究所助教授 大和田紘一氏外 1 名 京都大学農学部助手 豊原治彦氏	6	コロンビア JICA 研修生 Mrs. Ligenia Rodriguez Salazar (日光)
		9	九州大学農学部教授 北島 力氏外 1 名 水産庁研究課魚類防疫技術専門官 小田 茂 氏 (玉城)
		11	農業環境技術研究所情報資料課課長補佐 上 野信男氏
		13	総理府賞勲局栄典専門職 橋本隆弘氏外 1 名 (日光)
		14	栃木県総務部人事課主査 倉持和司氏 (日光)
		17	技会事務局総務課課長補佐 岩田 章氏 三重県津地方県民局津農林水産事務所企画総 務部長 中西繁勝氏外 9 名 (玉城) 京都大学農学部助教授 田中 克氏 ヤンマーディーゼル (株) 課長 藤田氏外 1 名

月 日	来 客	月 日	来 客
12.17	(社)日本水産資源保護協会 江草周三氏	12. 25	田崎海洋研究所 上野淳一氏
18	水産庁研究課管理係長 小林満俊氏(日光)	26	皇学館大学教授 嶋原泰雄氏

表 紙 の 写 真

ヒラテガニのメガロパと変態直後の稚ガニ

小 西 光 一

ヒラテガニ(学名:*Hapalogaster dentata* (De Haan, 1844))は別名イボテガニとも呼ばれ、カニの名が付いているが、わが国の浅い海に棲息する小型の原始的なタラバガニ科の仲間であり、分類学上はヒラテガニ亜科に属している。このグループは水産の分野では我々に直接なじみがないが、北日本の岩礁域ではアワビ放流稚貝に対する捕食動物の一つとして知られている。本グループの生活史を明らかにする事は水産上重要な大型タラバガニ類の育苗生産技術の確立などにとって役立つ可能性がある。わが国では本種も含めて4種が棲息しているが、いずれの場合も幼生発生も含めた生活史や生態はほとんど知られていない。その理由は成体自身がエビ・カニ類とは違って地味で目立たぬ存在であるためかも知れない。写真で向かい合っている2個体の内、左下がゾエアから脱皮したメガロパであり、やや右上で黄色がかった背甲の方がその次の令期である第1

稚ガニである。これらは抱卵雌からふ化させたゾエアを人工飼育する事により得られたもので、水温15℃ではふ化後およそ30日で第1稚ガニに変態した。幼生期はゾエア4期+メガロパ1期である。これは過去のプランクトン調査に基づく知見と一致し、一般に幼生令期数において短縮化の傾向が見られる大型タラバガニのグループとは異なり、より原型を保っていると思われる。本種の成体はカニ型であるが、その幼生はホンヤドカリ類のものとはほとんど区別が出来ない。逆に互いに成体は似ていてもヤドカリ類とホンヤドカリ類の幼生は全く形態が異なっている。つまり個体発生と系統発生の関係から見れば、ホンヤドカリ類とタラバガニ類とは近縁であることを示唆している。[撮影データ: ニコフ、マイクロニコール55mm/F3.5(逆向き使用)+ベローズ、絞り22、ストロボ同調、フィルムはフジクローム50D]

(繁殖生理部発生生理研究室)

編 集 後 記

つばきの花の盛りが過ぎ、梅の花が満開となりました。日が長くなったことを実感しています。春の科学技術週間での一般公開の今年のテーマも「魚に学ぶ」に決まり、講演会や展示の準備が始まりました。年度末の会議シーズンに入り、連日各種プロジェクト研究等の報告会、推進会議が開催され、養殖研への来訪者数は年間のピークに達しています。

養殖研ニュース創刊号で元所長の須田明さんは「養殖研の使命は増養殖技術の根源を雄大な研究構想のもとに探ることにあり、養殖研ニュースの役割は所内・外の論議をまきおこすことによって研究推進の方向性を見定める場を提供することにある」とされています。今号にも時代や行政・産業の持つ研究ニーズの中で自身の受け持っている

研究や海外技術協力等の仕事をどのように位置づけ、どのような方向で新たな展開を図ろうとしているのか、若々しい夢を語る原稿が沢山集まりました。養殖研の発信する“想い”に御批判、御意見をいただけたらと考えています。

養殖研ニュース、20及び21号は各部・支所の協力を基盤に(毎号各部・支所から最低一編の原稿を提出してもらう)、豊かな感性を誇る福所企連科長の目くばりのもと、持前の緻密さとねばり強さで実務を担当する加茂図書資料係長、何事にも一家言ある尾形国際協力研究官、クールなバランス感覚が売り物の井上庶務係長、全てのことによく気のつく鈴木図書資料係という多才な人材の協力により編集発行されました。

(企画連絡室長 畔田正格)