

## 4. 25年の歩み（1999-2023年）

- ・ 研究活動の変遷
- ・ 生産施設、生産現場の変遷  
営業・事業部門について
- ・ 21世紀COEプログラム、  
グローバルCOEプログラムの活動と  
国際的な研究活動
- ・ ベンチャー企業の設立、  
豊田通商株式会社とのクロマグロ事業の協業

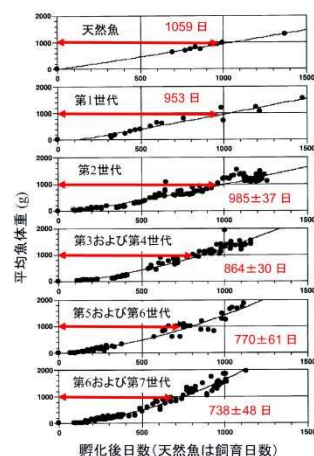
- ・ 研究活動の変遷

## 育種学の取り組みについて

水産研究所白浜・富山実験場 場長  
株式会社アーマリン近大 執行役員  
家戸 敬太郎

### マダイの選抜育種

近畿大学水産研究所における育種の取り組みとしては、なんとといってもマダイの選抜育種なしに語ることは出来ない。その成果については、1990年代前半に論文としてまとめられた<sup>1,2)</sup>。まずその概要についてあらためて紹介することにする。選抜育種マダイの創始集団は、主に1964年前後に和歌山県白浜沿岸で漁獲された天然幼魚を飼いつけ、親魚として養成したものである。1963年には天然幼魚約200尾が、1964年には約500尾がそれぞれ導入され、それらは導入時期の違いから3集団に分けられた。1968年から1970年にかけてそれらの集団から採卵、人工種苗生産された人工第一世代(G1)を成魚になるまで飼育し、成長、体色および体形の優れた個体を選抜し次世代の親魚として用いた。親魚として用いられるまでの基本的な選抜の方法は次の通りである。陸上水槽において全長20~30mm前後まで育った稚魚を海面網イケスに沖出しして約3週間飼育し、全長50~70mm前後になった頃に第1回目の選抜を行って半数の大型魚のみを選んだ。それらの個体が80mm前後の種苗サイズになったところで第2回目の選抜を行って大型魚のみを1割強残した。それらの魚を約2年間養成して体重が1kg以上に達した時点で3回目の選抜を行い、大型で体色および体形の優れた個体を選んで親魚イケスを設置した。この3回目の選抜では2~5%の魚が親魚候補として選抜された。親魚イケスの魚が4~5歳になった段階で厳重な第4回目の最終選抜を行って選ばれた親魚を採卵用の陸上親魚水槽(20~60m<sup>3</sup>容)に収容して次世代の生産に用いた。親魚水槽への収容尾数は産卵水槽の容量などによって異なるが10~150尾程度であった。以上のような選抜が現在まで約60年間も繰り返されてきたが、長年続けられた要因として、選抜育種の重要性が開始当初から強く認識されていたことに加えて、それぞれの選抜作業が通常の飼育管理上の作業を兼ねていたことも大きく影響している。1990年代に調べられた選抜育種の成果として、第6および7世代(G6・7)までの成長を比較したところ図1のよう



選抜育種マダイの成長 (図中の日数は魚体重1kgになるまでの日数)

図1 選抜育種による近大マダイの作出

になり、当初天然種苗を用いた養殖では種苗の導入後 1kg まで育てるのに 3 年間以上を要していたのに対し、G6・7 では 11 ロットの平均が 738±48 日と約 1 年間短縮され、さらに選抜世代が 13 世代以上に進んだ現在では 1 kg になるまでの期間が 1 年半以内に短縮させるところまで改良が進んでいる。この近大マダイ種苗は現在でも各地の養殖業者に出荷されて高い評価を得ており、株式会社アーマリン近大を含む近大水研の収益の最も高い割合を占めている。

このようにマダイについては選抜育種の成果が極めて大きいですが、選抜する世代数が増えてくると養殖集団内で血縁関係の個体が増加して血が濃くなり、近交弱勢効果が現れる可能性が高くなる。近交弱勢効果を防止しながら選抜育種の効果を高めるため、近大水研では複数の選抜系統を保有し、出荷用の種苗生産に用いるのは異なる系統の雌雄を交配させることにしている。これにより、近交弱勢効果を防止しつつ種苗のパフォーマンスを維持している。さらに近年は、全ゲノム解析を近大マダイの系統維持に利用しており、例えば形態異常率が増加した場合には、その種苗および親魚のゲノム解析を実施して親子鑑定し、形態異常魚を多く産んだ親魚を排除することで、奇形率を下げることに成功している。この親子鑑定技術は他魚種や新たな育種目標にも利用可能である。

近大水研では現場レベルでマダイの他にもシマアジ、カンパチ、ブリ、クロマグロなどの魚種で程度の違いはあれ選抜育種が行われている。今後の成果が期待される。

## 交雑魚

近畿大学水産研究所では、古くから交雑魚の作出に取り組み<sup>2)</sup>、マダイ♀×クロダイ♂(マクロダイ)、マダイ♀×ヘダイ♂(マヘダイ)、インダイ♀×イシガキダイ♂(キンダイ)、ブリ♀×ヒラマサ♂(ブリヒラ)、カンパチ♀×ヒラマサ♂(カンヒラ) など様々な交雑魚を作出してその養殖特性を調べてきた。この中から近年注目され市場に流通しているのがブリヒラ(図 2) である。

わが国の代表的な養殖魚であるブリは冬季を中心に脂がのる季節商材であるが、身が柔らかくなるという課題があった。一方、ヒラマサは脂はあまりのらないが、歯応えが

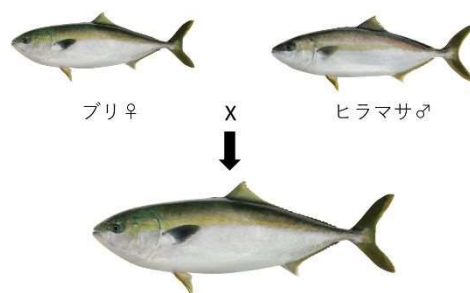


図 2 ブリヒラ

しっかりしている。交雑魚ブリヒラはある程度の脂ののりとしっかりとした歯応えをもち<sup>4)</sup>、さらに血合肉の褐変がブリよりも遅いという特徴をもつことが高く評価されている。新しい交雑魚として近年注目しているのがクエ♀×タマカイ♂(クエタマ) である(図 3)。近

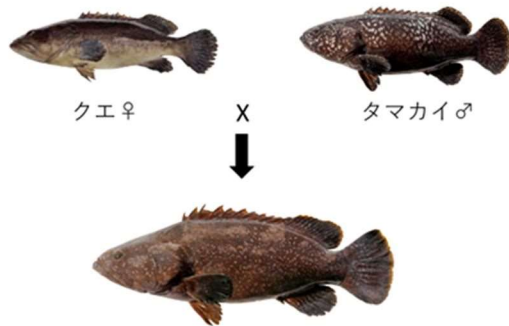


図3 クエタマ

大水研ではクエの量産化に成功し、白浜観光協会らとタイアップして白浜温泉の新しい名物としてアピールしてきたが、クエは成長が遅く出荷サイズまでの年数が長いことが課題であった。そこで2011年にクエと同じマハタ属の大型種であるタマカイとの交雑魚を作出したところ、クエよりも成長が速く、さらにクエと同じような

味わいをもつことが明らかとなり、クエの成長が遅いという課題を解決することができた。

交雑魚は、原則として雑種第一代 (F<sub>1</sub>) を養殖に用いるので、両親魚種のそれぞれが持つ特徴が交雑魚に現れることになる。従って、交雑魚の成長のような特徴は両親魚種それぞれを品種改良により改良することで改善される。両親魚種それぞれの育種が交雑魚養殖の実用化には極めて重要であり、ブリヒラやクエタマの成長も今後とも改良されることが期待される。

#### 染色体操作と性統御

選抜育種によって大きな成果が得られていたものの長い期間を要することが課題であった。1990年代を中心に三倍体や雌性発生二倍体などを作成する染色体操作による品種改良が様々な魚種で盛んに研究されており、近大水研でも育種期間の短縮を目指してマダイその他の魚種で研究を進めていた。ここではマダイにおける雌性発生二倍体の作出と性統御との組み合わせに関する取り組みを紹介する。

マダイ未受精卵を3つに分け、一部を紫外線処理により遺伝的に不活化したイシダイ精子で媒精後46分後から5分30秒間700 kg/cm<sup>2</sup>の高水圧処理をして第一卵割阻止型雌性発生二倍体 (mitotic-G2N) を作出し、同様に一部を遺伝的に不活化イシダイ精子で媒精後3分後から30分間1°Cの海水中で低温処理することにより第二極体放出阻止型雌性発生二倍体 (meiotic-G2N) を作出した<sup>5)</sup>。前者では雌親由来の1セットの染色体を体細胞分裂の阻止により倍化するのですべての遺伝子座でホモ接合型となる個体が作出される。一方、後者では減数第一分裂時の遺伝子座-動原体間の組換え率によって部分的にヘテロ接合型を示す個体が生じる。残りの卵は通常のマダイ精子で媒精して通常二倍体 (normal-2N) を作出した。作出した mitotic-G2N および meiotic-G2N の孵化率、初期生残率および成長はいずれも normal-2N よりも劣り、奇形率は高かった<sup>5)</sup>。これらの結果から、いずれの雌性発生二倍体マダイも養殖品種として直接利用するのは難しいことが確認された。次に、すべ

での遺伝子座でホモ接合型となった mitotic-G2N 雌から採卵し、一部を遺伝的不活化精子で媒精後低温処理をしてホモ接合型クローン（以下、ホモクローンと略記）を、残りの卵は雌親魚とは異なる親魚より作出された mitotic-G2N 雄から得た精子で媒精してヘテロクローンヘテロ接合型クローン（以下、ヘテロクローンと略記）をそれぞれ作出し、それらの生残および成長を通常発生二倍体（以下、ノーマルと略記）と比較した<sup>6)</sup>（図4）。

作出したクローン魚集団のクローン性は DNA フィンガープリント法により調べ、世界で初めてのクローンマダイの作出が確認された。ホモクローンの孵化率、生残率および成長はいずれも他に比べ著しく低かったが、ヘテロクローンはノーマルとほぼ同等の値であった。さらにヘテロクローンの外部形態や筋肉の化学成分などの変異は小さくなり、クローン化により遺伝形質が固定され均質化したことから、優良形質の固定と養殖魚の均質化に有用であると考えられた。



図4 クローンマダイ

次に、マダイの性統御について検討した。マダイは雌雄間で成長差はないものの、産卵期に雄の体色が黒

化して商品価値が低下するので全雌生産が望まれていた。そこでまず、選抜育種マダイにおける飼育条件下での性分化過程について組織学的に検討した。その結果、稚魚期には全個体の生殖腺が卵巣へと分化し、半数の個体はそのまま雌になるが、残りの半数の個体では孵化後 8 ヶ月頃頃から精巣が発達し始め、1-2 歳魚にかけて完全な雄に分化すると考えられた<sup>7)</sup>。さらに、全雄群誘導に有効な 17 $\alpha$ -メチルテストステロン(MT)の投与方法について調べた。281 日齢の meiotic-G2N に MT を 0.01-1.0 mg MT/kg BW/day の濃度で 16 週間経口投与した結果、全ての濃度で 100%機能的な雄が得られた<sup>8)</sup>。得られた性転換雄と通常雌とを交配して全雌生産を試みたところ、雌の割合を 85%以上に高めることができた<sup>9)</sup>。

#### 遺伝子操作（ゲノム編集）

最後は遺伝子操作による品種改良である。より短期間で高い効果を得ることのできる育種を実現するために、まずはマダイ受（授）精卵への遺伝子導入に取り組み、当時ゼブラフィッシュやメダカなどの実験魚類を中心に行われていたマイクロインジェクション (MI) 法をマダイに応用する技術を開発した。ゼブラフィッシュやメダカとマダイとの違いは、淡水魚と海水魚であること、沈下卵と浮性卵であること、雌親魚から得られる卵数がマダイでは多いこと、少数の卵からの飼育がマダイでは比較的困難であることなどである。少数あるいは個別に卵からの飼育が可能である小型実験魚類では、少数の卵に確実に MI

する方法が開発されていたが、マダイでは MI した卵を数百粒飼育できる方法の開発を目指した。マダイ 1 尾から数万から数十万粒の未受精卵を得ることができるが、1 度に授精してしまうと授精後の時間の経過とともに卵膜が硬化して MI が困難になる。そこで未受精卵 1,000-2,000 粒程度に精液を加えて混合し海水を加えて授精した。未受精卵は採卵後 2 時間程度までであれば授精可能である。授精後 1 分間静置してから海水で卵を洗浄して Leibovitz's L-15 培養液に浸漬し、L-15 とともにアクリルプレート上の溝にピペットを使って並べた<sup>12,13)</sup>。L-15 を使う理由は 2 つあり、マダイの卵は分離浮性卵なので海水中では浮上するため、アクリルプレートに並べる際に時間がかかることと、ガラス針を突き刺すことによるダメージが L-15 中では軽減されると考えたからである。ゼブラフィッシュおよびメダカではアガロースゲルを用いる方法が主流であったが、アクリルプレートを用いることで大幅な時間短縮と MI 処理卵数の向上が実現した。人工授精後、5-10 分経過すると卵膜の硬化が進んでガラス針が刺さりにくくなるため、5 分毎に人工授精を繰り返して硬化する前の卵への MI を繰り返した。これにより 1 人当たり 1 日に卵 1,000-3,000 粒への MI が可能となった<sup>10,11)</sup>。この方法で、マダイの  $\beta$ -アクトチンプロモーター領域に緑色蛍光タンパク質遺伝子 (GFP) を連結した発現ベクターを構築してマダイ卵に MI し、マダイの体内で GFP を発現させることができた<sup>10)</sup>。

さらに最近、この MI 法を利用してゲノム編集 (CRISPR/Cas9 法<sup>12)</sup>) による品種改良に取り組んだ。マダイは魚体重に占める可食部の割合が 4 割以下と少なく、それが 6 割以上あるブリに比べて加工した場合のコストが高くなるという欠点があり、以前からなんとか可食部割合を増やせないかと考えていた。そこで、体内で筋肉が増えすぎるのを抑える働きをしているミオスタチン (mstn) という遺伝子に着目した。この mstn 遺伝子の自然突然変異体が多く動物で知られており、肉牛ではベルジアンブルー種やピエモンテ種、国内でも短角牛の一部で mstn 遺伝子が機能しておらず、その結果通常の牛よりも筋肉量が圧倒的に多いことが知られている。マダイにおいてこの遺伝子を機能欠損できれば、可食部割合が増加することが期待された。

マダイの mstn 遺伝子の塩基配列から CRISPR/Cas9 システムで使用する sgRNA を設計して合成し、別に合成した Cas9 RNA と混合して 2014 年 4 月にマダイ人工授精卵 2,365 粒に MI した。孵化率は約 50%、2 ヶ月後の生残率は 40% 以上で 500 尾程度の稚魚が得られた。孵化後 6 ヶ月程度飼育した段階で ID タグを埋め込むと同時に鱭の一部からゲノム DNA を抽出し mstn 遺伝子の変異を調べたところ、全体の 42% の個体で高程度の変異がありそれらを継続飼育した。2 歳魚となった 2016 年 4 月に水槽内自然産卵によりゲノム編集第 2 世代

を得ることができた。それらを飼育して遺伝子型を調べた結果、両親から変異を受け継いだホモ型で変異をもった魚（変異体）が現れた。変異体は、孵化後数ヵ月で明らかに体形が野生型の魚とは異なって筋肉量の増大が肉眼でも容易に分かるようになった（図5）<sup>13)</sup>。

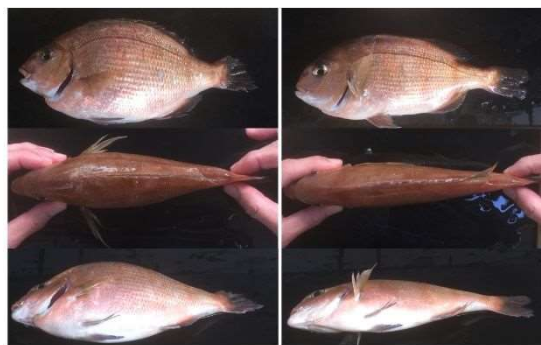


図5 ゲノム編集マダイ

さらに2018年には第3世代を作出し、筋肉量（可食部割合）、摂餌量、成長、外部形態など、養殖品種として利用するために必要と考えられる様々な項目について調べた<sup>14,15)</sup>。野生型魚と変異体との間で筋肉量（可食部の割合）を比較した結果、変異体の可食部割合は通常のマダイよりも約2割多かった<sup>15)</sup>。しかし可食部割合が増加してもその分たくさん餌を食べるようだと意味がない。そこで野生型と変異体との間で摂餌率と成長を比較した。その結果、変異体は野生型魚に比べ摂餌率は低かったが成長は野生型と同等であった。つまり肉厚マダイは通常のマダイよりも少ない餌で通常マダイと同等に成長することが分かった<sup>14,15)</sup>。このマダイはベンチャー企業を通じて農水省および厚労省への届出を完了し、世界で初めての政府が承認したゲノム編集養殖魚として流通可能となっている。

以上、古典的な選抜育種から最新のゲノム編集まで近大水研における育種の取り組みを紹介した。近大水研の最大の特徴は育種研究だけでなく、実際に育種した種苗を養殖業者に出荷して養殖産業に大きく貢献している点にある。ゲノム解析やゲノム編集技術のような最新のテクノロジーを導入しながら実際の養殖産業に大きく貢献し続けるように、生産と研究の有機的な連携を続けていきたいと思う。

- 1) Murata, O., T. Harada, S. Miyashita, K. Izumi, S. Maeda, K. Kato, and H. Kumai (1996): Selective breeding for growth in red sea bream. *Fish. Sci.*, **62** (6), 845-849.
- 2) 村田 修 (1998): 海水養殖魚の品種改良に関する研究. 近畿大学水産研究所報告, **6**, 1-101.
- 3) Murata, O., T. Harada, S. Miyashita, K. Izumi, S. Maeda, K. Kato, and H. Kumai (1996): Selective breeding for growth in red sea bream. *Fish. Sci.*, **62** (6), 845-849.
- 4) 村田 修・家戸敬太郎・那須敏朗・宮下 盛・和泉健一・熊井英水 (2000): 交雑魚ブリ×ヒラマサおよびカンパチ×ヒラマサ背側肉の化学成分組成. 水産増殖, **48** (4), 677-678.



- 5) Kato K, Murata O, Yamamoto S, Miyashita S, Kumai H (2001): Viability, growth and external morphology of meiotic- and mitotic-gynogenetic diploids red sea bream, *Pagrus major*. *J. Appl. Ichthyol.* **17** (3), 97-103.
- 6) Kato K, Hayashi R, Yuasa D, Yamamoto S, Miyashita S, Murata O, Kumai H (2002): Production of cloned red sea bream, *Pagrus major* by chromosome manipulation *Aquaculture*, **207** (1-2), 19-27.
- 7) Kato K, Hayashi R, Ishitani Y, Yamamoto S, Miyashita S, Murata O, Kumai H (1999): Gonadal sex differentiation of red sea bream of a selected strain. *Suisanzoshoku*, **47** (1), 29-34.
- 8) Kato K, Hayashi R, Kasuya T, Yamamoto S, Murata O, Kumai H (2001): Induction of all-male groups in red sea bream, *Pagrus major*, by oral administration of 17 $\alpha$ -methyltestosterone. *Suisanzoshoku*, **49** (3), 339-345.
- 9) Kato K, Miyashita S, Murata O, Kumai H (2003): Gonadal sex differentiation and sex control in red sea bream, *Pagrus major*. *Fish Physiol. Biochem.*, **28** (1-4), 155-156.
- 10) Kato K, Takagi M, Tamaru Y, Akiyama S, Konishi T, Murata O, Kumai H (2007): Construction of an expression vector containing a  $\beta$ -actin promoter region for gene transfer by microinjection in red sea bream *Pagrus major*. *Fish. Sci.*, **73** (2), 440-445.
- 11) Kishimoto K, Washio Y, Murakami Y, Katayama T, Kuroyanagi M, Kato K, Yoshiura Y, Kinoshita M (2019): An effective microinjection method for genome editing of marine aquaculture fish: tiger pufferfish *Takifugu rubripes* and red sea bream *Pagrus major*. *Fish. Sci.*, **85** (1), 217-226.
- 12) Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E (2012). A Programmable Dual-RNA–Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. *Science*, **337**, 816-821.
- 13) Kishimoto K, Washio Y, Yoshiura Y, Toyoda A, Ueno T, Fukuyama H, Kato K, Kinoshita M (2018). Production of a breed of red sea bream *Pagrus major* with an increase of skeletal muscle mass and reduced body length by genome editing with CRISPR/Cas9. *Aquaculture*, **495**, 415-417.
- 14) Ohama M, Washio Y, Kishimoto K, Kinoshita M, Kato K (2020). Growth performance of myostatin knockout red sea bream *Pagrus major* juveniles produced by genome editing with CRISPR/Cas9. *Aquaculture*, 735672.
- 15) Washio Y, Ohama M, Kishimoto K, Kinoshita M, Kato K (2021). Growth performance and edible ratio of myostatin-knockout young red sea bream *Pagrus major* produced by genome editing with CRISPR/Cas9. *Aquaculture Sci.*, **69** (1), 101-112.

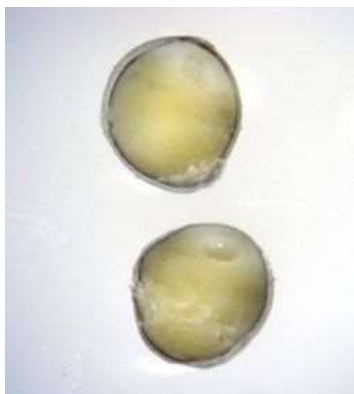
## チョウザメ養殖に関する研究

水産研究所新宮実験場 場長

稲野 俊直

2017年4月から新宮実験場に勤務することになり、私が直ちに取り掛かったのは、ベステルの抱卵検査であった。養殖されているチョウザメ類は、排卵誘起させるためにホルモン投与が欠かせない。このホルモン投与のタイミングが非常に重要であり、その見極めに卵巣卵のサンプリングが必要になる。

新宮実験場のベステルは、既に22歳の個体も含まれており、体重が50kgを超えそうな個体も混在していたため、たも網で掬って調べられるレベルではなかった。チョウザメ類から卵巣卵をサンプリングする場合、私は3面にキャンバスシートを張った籠を用いる。キャンバスシートは、表面を防水加工した滑らかな面を内側にして張る。これを網やトリカルネットで作ると、魚体が激しく損傷する。また、籠の骨組みは丈夫な金属製のパイプが適しており、私は表面加工されたイレクターパイプとそのジョイントを使って、魚体に合った大きさに組み立てる。この籠でベステルを掬い取り、ベステルを仰向けにして保定すると1分程度は激しく暴れるが、やがて大人しくなる。その直後に雌で腹部を5mmから1cm程度切開して、卵巣卵をサンプリングする。サンプリングの位置は、肝臓や脾臓を傷付けないように腹鰭から胸鰭までの間の4分の1程度、且つ消化管を傷付けないように正中線と腹側の鱗の間である。



茹でたベステル卵の断面  
(くぼみが卵核胞)

20粒程度の卵巣卵が採取できれば十分である。サンプル卵は、検査まで生理食塩水中で冷蔵保存する。検査は、卵巣卵の成熟の度合いを調べるために卵核胞の動物極までの近さを指標にする。まず、11粒程度の卵を生理食塩水と共にガラス試験管に入れる。この時、1粒だけ潰して入れて、生理食塩水を卵黄で白濁させておく。次にガラス試験管をバーナーで加熱して、生理食塩水が透明になるまで沸騰させて茹で卵状態にする。この卵を1粒ずつキムタオルの上に取り出して、ピンセットで軽く挟んで固定して動・植物極を通る軸に対して平行に剃刀を使って2等分する。そして断面を上にして、スライドグラスに置いて、断面が乾燥しないようにピンセットで生理食塩水を滴下する。茹でた卵の断面には卵核胞が確認されるので、実体顕微鏡や万能投影機を用いて動物極と植物極間の長さ、動物極と卵核胞の間の長さを測定し、その比率(PI)を計算する。ベステルであれば、このPIが7%以下であれば成熟卵と判断する。新宮実験場には使える実体

顕微鏡が無かったため、2万円程度のデジタル顕微鏡を購入して、デジタル画像によってPIを調べた。

新宮実験場のベステルの腹部が膨張している数個体から卵巣卵をサンプリングして調べたところ、2尾が成熟卵を抱卵しており、採卵可能と判断できたため採卵スケジュールを立てて、オスと思われる5尾にGnRHを $1\mu\text{g}/\text{kgBW}$ 注射投与した。翌日、採精を試みたが排精していなかったため、採精できなかった。改めて、同5尾と追加で新たに5尾を選び、GnRHを投与した。翌日、1尾から極く薄い精液を採取できたため、雌2尾にGnRHを $4\mu\text{g}/\text{kgBW}$ 注射投与した。精液はアイスボックスに氷詰めで保存した。この時の氷は新宮市内のイオンの食品売り場にある無料のアイスサーバーから入手した。



底面にシートを敷いた生簀に収容した採卵直前のベステル



ベステルの採卵



採卵したベステル卵の体腔液除去の様子

ホルモン投与から29時間で雌の放卵が始まった。広い飼育水槽に雌を入れておくと放卵開始のタイミングが分からないため、蓄養網生簀の底面にシートを張って、その生簀の中で雌を管理した。

放卵が確認された雌は、キャンバスで作った担架に乗せて、その担架を空のFRP水槽に固定し、担架の上で雌を仰向けにして、口に流量の小さい家庭用の水中ポンプとビニールホースで飼育水を流し込んで呼吸を維持した。仰向けにした雌の腹部を圧迫すると生殖孔から卵が体腔液と共に流れ出てくるので、園芸用のプラスチック製スコップや料理用のオタマ、スプーンなどで受けて別の容器に回収した。チョウザメ類の生殖孔は膀胱に繋がり、躯幹部の中央付近の腹腔内の左右の体側に漏斗状に開口している。そのため卵を搾り出すことは容易ではなく、長時間を要するケースが多いため、生殖孔から細いメスを挿入して膀胱付近から腹腔内に向けて小さく

切開する手法が用いられる。ベストルもこの手法（MIST）によって採卵した。

チョウザメ類の卵は、ジェル状の体腔液と共に回収するため、授精前にザルである程度の体腔液を流し去るか、更に15秒程度淡水で洗い流す（リンス）必要がある。その後、卵と同量の淡水で100倍に希釈した精液を注いで、湿導法で授精する。私は、リンスを使うことは滅多にない。リンスする場合は、体腔液を含んだ状態で卵の重量を計量し、精液を希釈する淡水の量を決めて、リンス後、即座に希釈精液を媒精する。リンスをしない場合は、体腔液を除去した時点で卵の重量を計量すればよい。

授精後、5分から10分静置し、粘土溶液を注ぎ込んで水鳥の羽根等を使って優しく1時間程度撈拌しながら脱粘処理を行う。チョウザメ類の卵は、吸水後急激に粘着力が強くなるため、粘土の粒子を卵膜表面のゼリー層に付着させて粘着力を弱めることにより、卵管理が容易になる。カオリンやフラー土のように、粉末で市販されている粘土が扱いやすい。私は、5%程度の濃度になるように水に混ぜて受精卵の6から12倍量準備する。この粘土溶液は、受精卵1に対して2から4倍程度注ぎ込んで、10分毎に半分程度を新しい粘土溶液に入れ替える。脱粘処理した受精卵は円筒形のハッチングジャーに收容し、ふ化させた。

残念ながら新宮実験場の最初のベストル受精卵は、殆どが発生途中で死亡してしまったため、30尾程度しかふ化しなかった。

次に取り組んだのは、シベリアチョウザメの導入であった。2017年12月にドイツから受精卵1万粒を空輸して、浦神の種苗センターの公用車で中部国際空港まで受け取りに行き、新宮実験場まで運んだ。ハッチングジャーは、アユの中間育成用水槽（アユハウス）の一角にアマゴ用稚魚用の餌付け水槽を置き、その中に設置した。飼育水は、新宮実験場本館（ログハウス）裏の井戸水を掛け流して使用した。順調にふ化して7千尾程度のふ化仔魚を得たが、1月以降徐々に水温が低下



ハッチングジャー内のシベリアチョウザメの受精卵

して9℃を下回るようになると成長は鈍化し、日々の死亡数も減少しなかった。そのため、このシベリアチョウザメを用いてオス化の実験を開始できたのは、4か月齢を過ぎた頃で生残数は3千尾程度であった。メチルテストステロンを高濃度、低濃度を含む飼料を与える実験区とエストラジオールを含む飼料を与える対照区を設定して、180日間経口投与した後に通常飼料で1年程度飼育を続けて生



シベリアチョウザメの稚魚 (80日齢)



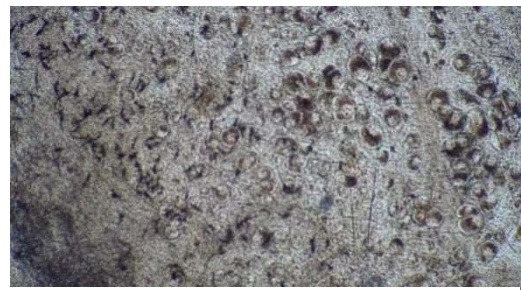
**E2 投与したシベリアチョウザメの  
生殖腺（卵巣）**

殖腺をサンプリングした。残念ながらオス化実験区は、結果を判断することができなかったが、意外にも対照区で 100%の雌化が確認された。シベリアチョウザメの全雌化に成功した例は無く、世界初と考えられたが控えめに日本初としてプレスリリースした。

反響は大きかったが、本命のオス化実験の結果は不明のままであり、複雑な心境であった。そもそも、「なぜオス化」と思われるかもしれないが、雌ヘテロ型遺伝様式を持つチョウザメ類

は、雌が性決定遺伝子を持つと考えられるため、超雌を作出するためには遺伝的な雌同士を交配する必要がある故にオス化に取り組んでいる次第である。

次に取組んだのが大豆イソフラボンの経口投与による雌化であった。実験結果を短時間で得るためにチョウザメ類で最も初回成熟が早いコチョウザメの受精卵を 2019 年にドイツから輸入したが、ふ化に用いた井戸水に微量の銅イオンが含まれていたため、ふ化直後に全滅してしまった。その後、新型コロナウイルス感染症が蔓延し、ドイツから輸入できなくなってしまい、2021 年によく国内産のコチョウザメの稚魚を入手し実験に取り掛かった。当然、オス化実験も並行して行ったが、先に結果が得られたのは今回も雌化実験の方であった。2 か月齢弱のコチョウザメにゲニステインという大豆イソフラボンを 0.1%飼料に含ませて半年間投与すると、遺伝的オスの個体に卵巣を作らせることに成功した。

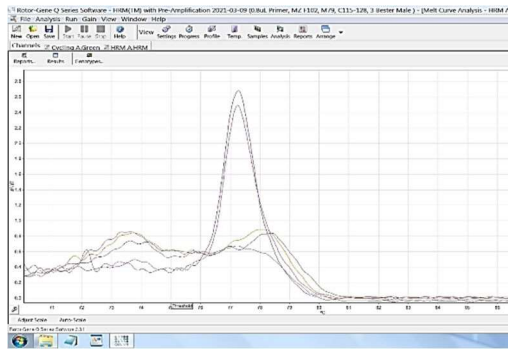


**ゲニステイン投与した遺伝的オスの生殖腺の卵母細胞の顕微鏡画像**

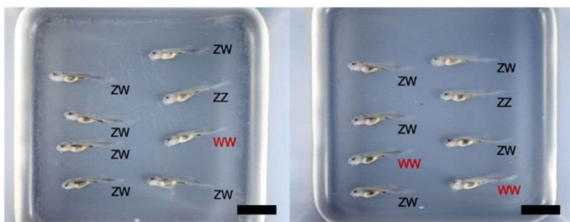
この頃には、遺伝子による性判別が可能になっていたため、ゲニステインによる雌化と併せ

て DNA による雌雄判別をプレスリリースして大きな反響があった。DNA による雌雄判別が可能となったことにより、新宮実験場で飼育していたコチョウザメの雌の半数を OB の緒方氏の養殖場で飼育して頂き、貴重な成長データを継続して取得している。

このチョウザメ類の雌雄判別を可能にした DNA マーカーは、雌特異的 DNA 領域を検出するプライマーによって検出するものであったため、超雌と普通の雌を識別することは難しい。将来的にオス化した雌の精子と通常の雌の卵を授精させて、超雌を作出する計画であるが、この交配によって生まれる稚魚は、通常のオスと雌、超雌が混在していると予想されるため、超雌と普通の雌を識別できる DNA マーカーを開発する必要がある。そこ



**遺伝子による雌雄判別  
(融解曲線：高いピークが雌)**



**雌性発生ベステル仔魚の遺伝子による  
雌雄判別結果**

で 2021 年に赴任した木南先生がこれに取組み、新たな DNA マーカーを開発した。しかし、この DNA マーカーが超雌と通常雌を識別できることを証明するためには、超雌が必要であると考えられた。そこで、ベステル F2 を用いて雌性発生によって超雌の作出を試みた。私は、過去に機会ある度にチョウザメ類の雌性発生を試みてきたが、その都度、低いふ化率に頭を抱えてきた。そのため、2017 年のふ化率が低かったベ

ステル F2 を用いた雌性発生には期待をしていなかった。しかも、3 月の水温 10℃程度の低温環境下での採卵も初めてであったため、採卵もハードルが高かった。予想どおり、先述したように採卵に取り掛かったが、ホルモン投与から 35 時間経過しても放卵の兆候がなく、半ば諦めかけていた。し

かし、ホルモン投与から 52 時間後に放卵が確認され、600g 程度を採卵して雌性発生を行うことができ、順調にふ化して私の経験の中では最高のふ化率を示した。更に、開発した DNA マーカーによって受精卵やふ化仔魚を分析したところ、超雌を識別できることが分かった。この成果は、2022 年日本水産学会秋季大会で発表した後にプレスリリースし、過去にない反響を得ることとなった。

今後は、大量に超雌を作出するための研究に取組み、キャビアの効率的な生産システムの構築のために努力する。

—生餌から配合飼料へ—

水産研究所 元副所長  
1974 年 水産学学科（浦神）卒業  
滝井 健二

水産研究所に在職した 29 年間で、印象的な思い出が二つあります。

一つは、浦神実験場に赴任して 2・3 年たった頃です。水産養殖種苗センター浦神事業場の高岡 治技術員・中村元二技術係長から、マダイ稚魚の配合飼料化に取り組みたいとの

提案がありました。当時は、養殖魚にはもっぱらイワシ類、アジ類、サバ類など生餌が給与されており、魚類栄養学を専攻する私自身は、配合飼料の普及はまだ先かなと思っていました。浦神実験場では陸上水槽で生産したマダイ稚魚を、湾口から約2kmの海水が滞りがちな狭い湾奥部に沖出して、細かな魚肉ミンチを主に与えていました。海水は黄土色に変わり赤潮が頻発してDOは低く、全長5cmに成長するまでに多くの稚魚が斃死しました。当時おられた関係各位はご記憶のことと思います。

まず、稚魚用の配合飼料をそれぞれのメーカーから取り寄せて、今は事務所になっている飼育室内にならべた試験水槽へ、沖出しサイズの稚魚を収容して2週間程度の飼育試験を試みました。配合飼料によって成長は魚肉ミンチより劣っていましたが、多くは歩留まりや飼料効率は優れていました。これらのデータに基づいて実用化試験に踏み切りましたところ、飼育試験で得られた利点にとどまらず、給餌・管理作業の簡略化や省力化とともに、担当者当たりの飼育尾数も著しく改善できることが分かりました。まさに、マダイ種苗の生産計画を可能にする技術革新でした。

その後、これらの情報は他の事業場の技術系職員に伝えられましたが、養殖場の環境や担当者の考え方に差異がありなかなか普及しませんでした。しかし、1995年頃までにはマダイ種苗の配合飼料化がほぼ完了しました。この経験によって、種苗センターにおける養殖魚の配合飼料化も急速に進みました。

もう一つは、世界ではじめてクロマグロ稚魚の配合飼料を開発できたことです。2002年より本格的に開発試験をはじめましたが、クロマグロの栄養要求や配合飼料に関する研究報告はみあたらず、暗中模索・五里霧中のスタートでした。この状況で大島事業場の岡田貴彦技術員から、“クロマグロは魚粉配合飼料を全く食べないか、食べても成長しない”との経験談をお聞きしました。そこで、故宮下盛先生にお願いして白浜事業場の片隅で、クロマグロ稚魚を魚粉配合飼料で飼育してみました。その結果は、すべての稚魚がほんのわずかしこ摂餌せず、体重・歩留まりは生餌イカナゴより著しく劣っていました。やはり、クロマグロ稚魚配合飼料の開発は容易でないことを覚悟しました。

まず、クロマグロ稚魚が好む味や匂の化合物を、マアジ筋肉エキスの分析値を参考にしてスクリーニングしました。摂餌量を指標に検索を進めましたところ、ヒトの旨味成分であるイノシン酸やグルタミン酸、そして、ヒスチジンの三種混合物が有効であることを明らかにしました。しかし、これら化合物を添加した魚粉配合飼料をクロマグロ稚魚に与えても、摂餌量をある程度まで改善できましたが、成長や飼料効率は生餌よりかなり劣っていました。さらに、魚粉配合飼料のタンパク質消化率を測定しますと、生餌よりかなり低いことも分かりました。魚粉は原料魚を高温で蒸煮、圧搾および乾燥してから、細かく粉碎されますので、熱変性によりタンパク質の消化性が低下しているものと推察されます。クロマグロ稚魚の速い成長を維持するには、多量の餌飼料・タンパク質を摂取する必

要があります。少しでも消化の劣る魚粉を主体にする配合飼料を与えますと、空胃や消化吸収に長時間かかって摂餌量は減少し、成長や飼料効率が低下する可能性が充分にあります。クロマグロ稚魚には配合飼料のタンパク質源として、消化吸収に優れた特別な魚粉が必要なかもしれません。

そこで、浦神事業場の 15 m<sup>3</sup> コンクリート水槽に収容したクロマグロ稚魚に、飼料メーカーより消化性の高い数種の魚粉を入手して給与したところ、タンパク質分解酵素で部分消化したマアジ酵素処理魚粉に、最も優れた成長と飼育成績が得られました。さらに、脂質および糖質源として、魚油および $\alpha$ -デンプンの利用性の高いことも確認しました。2007年には、それらを適正な割合で配合した試験飼料で飼育しますと、生餌に勝るとも劣らない優れた飼育成績が得られましたので、ようやく、クロマグロ稚魚の配合飼料の開発研究を終了できました。“クロマグロは魚粉配合飼料を全く食べないか、食べても成長しない”のは、極めて速い成長を熱変性した魚粉で支えられないことが原因であり、魚粉は最も優れた配合飼料のタンパク質源であると信じていたことが問題だったのです。最近、低温処理した消化性に優れた魚粉が普及しているようですが、地球の温暖化に伴って魚類資源が減少していますので、低・無魚粉飼料の開発研究が主流になっています。

クロマグロ稚魚が試験飼料にはじめて飛びつき一心不乱に食べたのを目にして、その場に居合わせた関係者の方々から、歓喜の声が一斉に上がったのを今でも鮮明に憶えています。クロマグロ稚魚に魚肉ミンチを与えていたころより、稚魚の成長や歩留まりが飛躍的に向上したのはもちろん、配合飼料化がスムーズに進んだこともささやかな喜びでした。

このように貴重な経験ができたのは、多くの先生、技術員、研究員、および大学院・学部学生各位の多大なご指導とご助力の賜物であり、大学本部や文部科学省のご支援にも衷心より深謝いたします。

最後になりますが、“問題のない養殖現場はあり得ませんし、その解決方法は養殖現場に隠されている”ことを忘れないで下さい。これからも、すべての所員が一丸となって教育研究・技術開発に積極的に取り組み、近畿大学水産研究所がますます発展することを心より祈念いたします。

#### ウナギ完全養殖の取り組みについて

水産研究所浦神実験場 場長  
田中 秀樹

近畿大学水産研究所におけるウナギの種苗生産研究の始まりは意外と古く、1976年から



白浜実験場において、日置川で採捕された下りウナギおよび三重、宮崎、鹿児島 の養鰻場から購入した養殖ウナギを親魚として催熟実験が行われた記録がある。1984年と1998年に誘発産卵に成功して孵化仔魚を得ているが、当時はウナギ仔魚に有効な餌に関する情報が乏しく、一般的な海産魚の種苗生産技術の応用ではウナギ仔魚の餌付けには至らず、孵化後12日の生存記録を残して、それ以来長期にわたって取り組みは中断されていた。

その後、国立研究開発法人水産研究・教育機構 増養殖研究所（現 水産技術研究所）においてアブラツノザメの卵を主原料とし、オキアミ分解物や大豆ペプチドなどを添加した濃厚懸濁液状の餌がウナギの仔魚飼育に有効であることが明らかにされ、2002年にはシラスウナギまでの飼育に成功し、2010年には完全養殖が達成されたが、低コストでの大量生産が困難であるために未だ実用化には至っていない。

浦神実験場では、増養殖研究所でウナギの種苗生産研究に携わっていた田中が場長として着任したのを契機に、2019年から新たにウナギの完全養殖の実用化を目指す研究への取り組みが始まった。ウナギの種苗生産に取り組むにあたって、まず初めに確保しなければならないのは採卵用の雌親魚である。天然ウナギの性比は雌雄ほぼ1:1と言われているが、雄の方が比較的若齢、小型で成熟が始まり産卵回遊に向かうため、淡水域での棲息期間が短いと考えられる。また、天然の下りウナギは主に秋から初冬にかけての降河回遊の季節に築や定置網で漁獲されるため、比較的大型の個体が選択的に獲れる。そのために下りウナギとして漁獲される個体はほとんどが雌であり、人為催熟用の雌親魚として最適であるが、入手できる季節や数量が限られている上に極めて高価である。一方、一般の養殖ウナギは性比の偏りが著しく、雌はほとんど見つからないが、露地池などでゆっくり育った大型の個体には雌が多いことが経験的に知られている。浦神実験場では複数年養殖されたなるべく大きなサイズの養殖ウナギを選んで購入したところ、20~30%雌が存在し、最低限の催熟用雌親魚を確保することができた。

また、ウナギは雌雄ともに飼育環境下では自然に成熟することはないので、催熟・採卵にはホルモン投与が不可欠である。従来、雄ウナギにはヒト絨毛性生殖腺刺激ホルモン(hCG)を投与して排精を促し、雌ウナギにはサケ脳下垂体抽出液を反復投与し、卵が核移動期に達した段階で最終成熟・排卵を誘起するステロイドホルモン(DHPまたはOHP)を投与する方法が用いられてきた。最近、ウナギ自身の生殖腺刺激ホルモンが遺伝子工学的手法で作製・市販されており、このホルモンを用いた催熟方法がより効果的であることが示されている。しかしながら、このホルモンは非常に高価であるとともに特許による制約があるため、完全養殖を目指す取り組みには採用していない。それでもhCGおよびサケ脳下垂体抽出液を用いる従来法によって一定の頻度で卵と精子を得ることができている。さらに、浦神実験場では極めて丁寧に親魚を扱うことによって、雌に関しては同一個体から平均して2~3回の採卵を、雄に関しては同一個体から必要に応じて半年~1年間にわたって精

子を取り続けることを実現し、貴重な親魚を最大限効率的に利用している。

2019年9月に浦神実験場で最初のウナギ孵化仔魚が得られ、小規模ながら仔魚飼育の試みが始まった。ウナギ仔魚に有効な餌としては、前述のように1990年代後半にアブラツノザメの卵を主原料とした懸濁液状の餌が開発されていたが、この餌は原材料の成分変動による性能のばらつきが大きい上に、アブラツノザメは成長が遅く繁殖力が低い魚種であり、その資源状況からも卵を餌の材料として使用することは持続性の面で望ましくないと考えられた。そこで浦神実験場では、安定供給が可能で成分の変動が一定の規格の範囲内に収まる工業製品を主な原料とした飼料の開発を目標とし、酵素処理魚粉を主原料とした独自の飼料の開発に向けた取り組みを始め、適正な原料組成と物性についての検討を行っている。

2020年5月に飼育棟内に遮光テントを設置し、30Lポリカーボネイト水槽4基（その後さらに4基を増設）でシラスウナギを目指す長期飼育を開始した。同年10月には最初のシラスウナギが得られたが、その後は奇形の多発や飼育管理の不慣れによる流失事故などが相次ぎ、苦戦が続いた。シラスウナギの生産がある程度軌道に乗り始めたのは2021年9月以降である。数十尾単位のシラスウナギが得られたので、加



**浦神実験場生まれの人工種苗第1世代**

温と塩分調整が可能な循環濾過式の水槽を新たに設置して餌付けし、一部は雌化処理を行って親魚養成に着手した。2022年秋には大きなものは全長60cm、体重500g以上に育ったので催熟処理を開始し、雄に関しては順調に成熟が進み年末までに精液が得られるようになった。一方、雌は若齢であったためなかなか良質卵が得られなかったが、2023年春以降に催熟を開始した個体から、7月以降、少数ながら受精卵が得られ、近大水研における人工種苗第2世代が誕生し、ウナギの完全養殖が達成された。今後は本学独自のアプローチで仔魚用飼料の改良に挑戦するとともに、シラスウナギまでの安定した生産技術の確立が期待されている。

- ・ 生産施設、生産現場の変遷  
営業・事業部門について

## 水産養殖種苗センターの生産施設の新設と改修・整備について

水産養殖種苗センター 事業本部長  
株式会社アーマリン近大 取締役  
1980年 水産学科（浦神）卒  
高岡 治

水産養殖種苗センターでは、白浜、すさみ、大島、浦神および奄美事業場の陸上施設で種苗を生産している。ここでは、現状の種苗生産施設と直近25年に進めてきた施設の新設や改修・整備について述べる。

### 飼育設備

飼育水槽は、容量が0.5～50 m<sup>3</sup>程度のものを魚種や生産尾数に合わせて使用しているが、近年、直径6m 深さ約2mの円形水槽が主流になっている。2015年すさみ、2019年に白浜の飼育水槽が改修され、全事業場の主な生産水槽がこの形状となり、形状や容量が統一されることにより飼育管理や作業方法などの平準化に繋がっている。

ワムシおよびアルテミアの培養水槽は、容量が1～10 m<sup>3</sup>程度のプラスチック製タンクが主体となっている。これは、ワムシの必要量が収容卵数の増減や日齢によって大きく変動することに対応し、廃棄するワムシを少なくするためである。さらに、大島と浦神事業場では一次培養を浦神に集約するなど、作業効率の向上と経費削減を図っている。

ナンノクロプシスの屋外培養水槽は、天候不順による培養不調や品質の低下、水槽掃除などに人手がかかるなどの理由から使用しなくなっている。

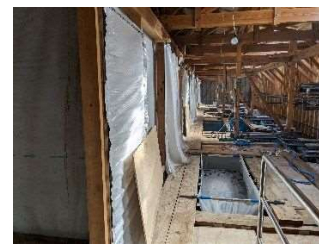
親魚水槽は、容量が40～270 m<sup>3</sup>のものを魚種に合わせて使用している。各水槽には成熟コントロールに伴うエネルギーコストの削減のために砂濾過水槽を設けて、循環濾過システムで飼育している。飼育水の循環は、日頃のメンテナンスに手を取られないよう従来通りエアリフトによる方式を採用している。2018、2019年にはブリ類人工種苗の増産と業務の効率化を図るため旧野口水産孵化場跡に親魚棟を新設し、主な親魚管理を大島とすさみ事業場に集約している。



飼育水槽



餌料培養水槽



親魚水槽

## 取水・送水設備

取水配管は、鋼管部分が経年劣化により腐食しているため、随時、高密度ポリエチレン管へ交換している。また、配管のエア抜装置の改善やストレーナの設置など断水リスクを軽減する対策を並行して行っている。

揚水ポンプは、ポンプトラブルの発生を少なくするため鋳物やステンレスから樹脂製のものに交換している。また、小型ポンプを数台に小分けして設置し、送水量の増減に応じポンプの運転台数を変更して使用電力量を削減している。

濾過システムは、すさみ以外の事業場で急速濾過機を使用している。この急速濾過システムは濁度の変化に影響されにくく、河川水の流入や波浪などの影響を受ける事業場でも安定して透明度の高い海水が得られる。

送水配管は、行き止まりになった分岐配管がそのまま放置され、いわゆる死に水による水質の悪化が原因と思われる生産不調が発生していた。このような出口のない配管を撤去して、汚れが溜まりそうな部分には水抜き弁を取り付けるなどの対策を進めている。また、魚病対策として配管途中に紫外線殺菌装置を設置している。

## 酸素供給設備

飼育水や培養水、供給配管内を好氣的に保つことは、飼育魚や培養生物の活力向上や病気の発生を抑制するために重要である。各事業場では全水槽にエア配管とは別に酸素配管を設置し、イジェクターや酸素分散器により酸素を供給している。現在すべての施設で液体酸素を利用し、和歌山県内の事業場では貯槽タンクを敷地内に設置している。



取水ポンプ



急速濾過機



紫外線殺菌装置



液体酸素タンク

## 冷加温設備

種苗の通年生産が一般的になり、全ての水槽で温度センサーや熱交換器を用いて水温調節を行っている。熱交換機へ供給する冷温水は、故障が少なくメンテナンスが容易といった理由からチラーと温水ボイラーを併用している。特に、高水温期の生産量が増大するに伴いチラーの設置台数が増加している。

## 電気設備

受電はキュービクルを設置し、停電時には手動あるいは自動で発電機に切り替えて送電

している。発電機はチラーの増設や自然災害による停電の増加に対応するため大型化を進めている。また、古い施設では施工不良による漏電や混線など危険な配線があり、これらを放置すると事故の恐れがあるため改修を進めている。



キュービクル



発電機



チラー・ボイラー

### その他機器類

フィッシュポンプ：稚魚の分養やサイズ選別、沖出し時の移送に用いられ、従来のバケツリレーに比べて魚にストレスを与えず省力化が可能になった。

自動給餌機：タイマーを備え設定した時間に自動で配合飼料を投与でき、給餌作業の省力化のために利用している。

警報システム：停電や電気系統の不具合、飼育水や培養水の温度異常、揚水の停止等が発生した場合にシステムが作動する。通報先は固定電話やポケベルから携帯電話に移行している。



給餌機



フィッシュポンプ



警報装置

### 安全衛生

これまで、自己資金が少なく設備費にコストがかけられなかったことから、不安定な足場や通路に伸びた配管・配線など危険な箇所が散見していた。これらの問題を放置すると、事故、作業効率の低下につながるため、安全な職場づくりと生産の効率化を実現させるための施設整備を急ピッチで行っている。

日本の養殖生産量は 1988 年を境に減少傾向にあり、養殖用種苗の販売においても同業他社との競合が激しくなっている。また、エネルギーコストや飼料・資材が高騰しており、種苗品質を担保すると同時に生産コストの削減が強く求められている。近年、種苗センターでは生産性や業務の効率化のために生産形態を見込み生産から受注生産に移行し、生産

計画に基づいて各事業場の生産スケジュールを一元的にコントロールしている。また、行き過ぎた属人化を解消して業務を標準化するため、ルーチン作業のマニュアル化、情報の共有化などに取り組んでいる。種苗生産の効率化にはこのようなソフト面からの対策が大きく寄与しており、今後新しい施設・設備の導入とともに生産管理の改善を同時に取り組んでいく。

## 現場の変遷

水産養殖種苗センター 事業副本部長  
株式会社アーマリン近大 執行役員  
谷口 直樹

水産研究所創立 50 周年の 1998 年から 75 周年を迎える 2023 年まで間の現場の変遷について記すにあたり、まずは組織の変遷を説明したい。

2002 年、富山実験場に併設されヒラメや冷水系魚種の種苗生産と販売を担っていた種苗センター富山事業場と、新宮実験場に併設され主にアユなど淡水魚の種苗生産を担っていた種苗センター新宮事業場および中辺路事業場が閉鎖された。現在、ヒラメは和歌山県内の事業場で生産しているが自家養成分のみで養殖用種苗の生産販売は行っておらず、アユなどの淡水魚の生産販売は種苗センターとしては休止している。一方で 2016 年、南方系ハタ類やウナギ類の研究および生産を目的として学術協定を結んでいるマレーシア・サバ大学と共同で開設した「近畿大学マレーシア・サバ大学養殖開発センター」内に東南アジア事業場を設立した。

2003 年、大学発ベンチャー企業として株式会社アーマリン近大（以下アーマリン）が設立された。これにより実験場を含め水研内で生産された魚類は全て、アーマリンを介して販売されるようになった。さらに近畿大学が有していた区画漁業権は、徐々にアーマリンに移行され、新たに三重県尾鷲市須賀利町および和歌山県日高郡由良町戸津井の沖合に区画を取得した（表 1 参照）。以上から現在の生産拠点は、陸上施設が種苗センターとして 6 拠点（白浜、すさみ、大島、浦神、奄美、東南アジア）、海上施設がアーマリンとして 6 拠点（白浜、大島、浦神、奄美、須賀利、戸津井）となっている。

部署	須賀利	大島	奄美	浦神	戸津井	白浜
移行（取得）時期	2011.1	2013.9	2013.9	2014.4	2015.4	2018.9

表 1：近畿大学からアーマリンに移行あるいはアーマリンが新規取得した年月  
（須賀利は 2011.1～2019.12 までは念書による漁場使用。2020.1 に漁業権取得）

次に海上で使用する飼料や資材、作業工程の変遷について説明する。まず飼料は、環境配慮の観点からも、生餌給餌はクロマグロでごく僅かに使用する以外は全て配合飼料に転換した。現在は配合飼料内の魚粉含有量の低減にも取り組んでいる。

生簀はクロマグロ以外では木製が主で一部に鉄製や竹製であったが、現在はコンポーズパイプ（FRP 製）および木製とわずかに鉄製となり、フロートについては発泡スチロール製から高密度ポリエチレン製に転換しているところである（図 1 参照）。クロマグロ用生簀はアバ式と鉄枠を使用していたが、現在はポーラサークル（高密度ポリエチレン製）と鉄枠となっている。生簀網はクロマグロ成魚において、特に台風被害やサメ等の生簀内進入対策としてポリエステルを高温熱処理した木下製網製「K-GRID」を採用し効果を確認している。



図 1：現在の主流となっている FRP 製生簀と高密度ポリエチレン製フロート

次に作業工程では、沖出し後の稚魚のサイズのばらつき幅を小さくするため、サイズ選別作業においてステンレス製網籠に稚魚を収容し、体高により網目を抜けるか抜けないかで仕分けする籠選別から、動力で回転しているステンレス円柱と壁面との間（調整可能）に稚魚をフィッシュポンプ（以下 FP）で送り込み、体幅によりそれらの隙間を抜けるか抜けないかで仕分けするスリット選別が主流となった（図 2 参照）。

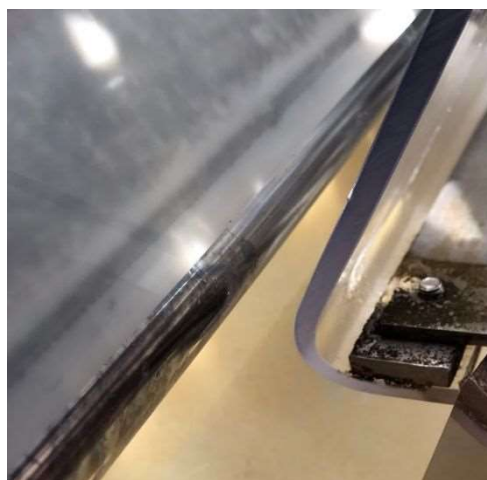
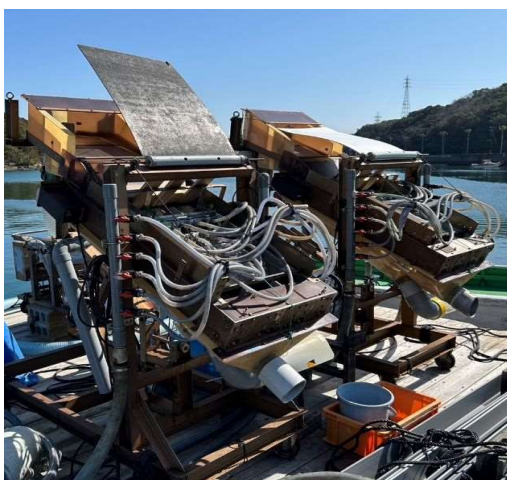


図 2：現在の主流となっているスリット選別機の全景（左）と細部の仕分け箇所（右）（ステンレスローラーとアクリルの壁面幅が調整可能）

稚魚出荷前の選別計数作業では、FP で吸い上げた稚魚を網付きの水槽に収容し、そこから小網を使って人の手で選別レーンに供給していたが、現在は FP の吸い上げ流量の調整で稚魚を直接すべてのレーンに供給するシステムになった。さらに FP 流量の調整に関し



では、豊田通商株式会社および日本マイクロソフト株式会社との共同開発により、PC に組み込まれたソフトに作業員の流量調整具合を機械学習させ、自動化するシステム開発に2019年に成功し、2023年現在では、本学生物理工学部との連携で画像解析により選別作業自体を機械化するシステムを開発中で完成間近といったところである（図3～6参照）。



図3：FPで吸い上げられ、各選別レーンへ



図4：FPからレーンまでの行程間でカメラにより魚影密度を撮影。解析されて流量（稚魚量）が調整される。右図は撮影動画がリアルタイムでモニターに映し出される



図 5: レーンに適量供給され、選別される



図 6: 現在開発中の自動選別システム（黒いボックス内で通過する稚魚を画像解析し、除外すべき稚魚は後方のロボットアームで除去する）

現場はこの 25 年で機械化や IT 化、恒久的に使用できる素材への転換で、大きく効率化が図られた。今後もさらなる効率化を図り、環境保全にも注力することで、100 周年を迎える 2048 年の現場がどのような姿になっているのか、今から楽しみである。

#### 営業・事業部門について

水産養殖種苗センター 事業副本部長  
株式会社アーマリン近大 執行役員  
谷口 直樹

水産研究所創立 50 周年を迎えた 1998 年から 75 周年を迎える 2023 年までの 25 年間で特に大きな出来事は、クロマグロ完全養殖の達成である。水産庁のマグロ類養殖技術開発企業化試験プロジェクトをきっかけに始まったクロマグロ養殖の研究は、32 年という年月をかけて 2002 年に「世界初の完全養殖」という形で実を結んだ。研究に携わられた先生方や先輩職員の皆様の努力の結晶であると同時に、我々世代も「魚から学び、あきらめない」事を肝に銘じ、今よりもさらに技術を進展させていかなければならないと改めて思う。完全養殖達成から 5 年後の 2007 年には、養殖用種苗としての初出荷（本群は人工ふ化種苗）を行い、人工種苗の生産拡大を目的に豊田通商株式会社との協業がスタートして事業化している。成魚については、2006 年に「近大マグロ」と商標登録を取得して、現在ではツナドリーム五島で養成したマグロも「近大マグロ」と認定し、2013 年にオープンした養殖魚専門店「近畿大学水産研究所」（以下自社店舗）や百貨店や量販店などに販売している。

その他の魚種については種苗事業を中心に記していきたい。現在の種苗生産の中心であるマダイとシマアジについては、2021 年度の販売尾数は 1998 年度と比べマダイで約 2.5

倍、シマアジで約 13 倍と大幅に増加している。このような結果をもたらした要因のひとつは、専属の営業部門を設け、機能を本部（白浜）に集約したことだと考える。各事業場（事業所）に兼業の担当者をおいて、受注や顧客との交渉をそれぞれ行うスタイルから、本部で一元管理するとともに、出荷した種苗品質の聞き取りや状況確認、業界の現状やニーズ調査を含めたこれからの動向等の情報収集などを目的として出荷先に赴く頻度を高め、その際に得た種苗の低評価項目を内部に持ち帰って、改善に向け取り組む事を繰り返した。その結果、品質（顧客評価）は著しく改善され、現在のシェアは両魚種共に国内トップであり、長年安定した品質で出荷することができている。現在ではこの 2 魚種で種苗販売による売り上げの 90%以上を占めている。

次に減産したトラフグとヒラメの種苗について説明する。トラフグの 2021 年度販売尾数は約 20 万尾であり、1998 年と比べて約 7 分の 1 となっている。当時主力出荷地区であった宇和島地区におけるトラフグ養殖の減少と前述の増産に必要な水槽の確保もあり、無理に販売尾数を維持することなく、旧来顧客からの受注分に集中した。ヒラメに関しては現在種苗販売を取りやめており、自家保有分のみの生産としている。

新たに事業化に至った種苗としてブリ類の説明をする。まずブリは、2010 年頃から本格的な種苗生産を開始した。まずは 1 月採卵のロットを生産して沖出し後の育成状況などの確認から始め、その結果や業界のニーズに応じて、秋季（9-10 月）、冬季（1-2 月）、春季（4-5 月）採卵の年間 3 ロット生産（コロナ禍以降春季は休止）で年間供給体制を整え、出荷方法も沖出し出荷（計量のみ行い未選別で顧客に仮出荷し、一定期間養成後ワクチン接種等によるカウント時に決済する方式）を一部業者で採用して拡大を進めており、2021 年度で約 32 万尾の販売尾数となっている。ブリヒラは 2000 年頃をピークに販売尾数が減少し、2002 年を最後に本格生産（販売）は休止となった。2016 年自社店舗での提供などを目的にした小規模生産（16 年はヒラブリ）から再スタートし、2018 年には種苗販売も再開して 2021 年度で約 27 万尾の販売となっている。カンパチは 2001 年頃から最適な生産時期の模索も兼ねて試験生産および販売を行い、2018 年頃から本格生産（販売）に至った。秋採卵などもチャレンジしたが、現在は 4 月採卵とし、中間育成は沖出し時期となる 5 月でも水温が高くウイルス性疾病のリスクが低く、またベコ症などの被害も軽微な奄美事業場（事業所）とすることで体制を固める事が出来た。2021 年度で約 30 万尾の販売となっている。

この 25 年間で海域環境も養殖業界も大きく変化しているが、柔軟に対応しながら我々の事業も進めてきた。100 周年を迎える 25 年後にかけてもさらに変化は続くと思うが、今まで同様に対応しつつ、根幹にある「魚飼い」の信念を忘れることなく、求められる種苗を安定的に生産し、これからも業界に頼られる組織であり続けるよう取り組んでいきたい。

- ・ 21 世紀COEプログラム、  
グローバルCOEプログラムの活動と  
国際的な研究活動

## 21 世紀 COE プログラムの成果と評価

学校法人近畿大学名誉教授 元理事/水産研究所 元所長（第3代）

株式会社アーマリン近大 相談役

熊井 英水

21 世紀 COE プログラム（The 21st Center Of Excellence Program）は 2001 年 6 月の「大学の構造改革の方針」に沿って 2002 年から新たに開始された文部科学省の研究拠点形成等補助金事業である。

日本の大学に世界最高水準の研究教育拠点を形成して、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を図るため重点的な支援を行うことを通じて国際競争力のある個性輝く大学づくりを推進することを目的としている。

日本学術振興会に設置された 21 世紀 COE プログラム委員会において、人文科学、医学、学際・複合・新領域など 10 分野を対象に、第三者評価に基づき厳正な審査によって補助金交付先が選定される。その選定された研究組織に 5 年間にわたり予算を重点配分助成して、大学に世界的水準の研究教育拠点を確立することを目指すとしている。

これに採択・選定されるか否かは研究機関を擁する大学としてのイメージに大きな影響があり、そのため各大学は採択に向けて大きな力を傾注した。後日、遠聞によるとある有名私立大学では毎回申請したが採択されず、学長の辞任騒ぎにまで発展したとのことである。

さて、私共近畿大学水産研究所では 2002 年に科学研究費大型補助金{基盤研究(S)}に申請したので 21 世紀 COE プログラムには翌年 2003 年に申請した。

申請は、近畿大学水産研究所と大学院農学研究科が「学際・複合・新領域」分野に「クロマグロ等の魚類養殖産業支援型研究拠点」と題して行った。内容として産業規模での魚類養殖生産現場を中心に初期発育、栄養、育種、魚病などの研究によって飼育技術開発、養殖場環境の保全技術の開発、生産物の品質検査、販売、流通、経済効果に到る全過程を一貫して総合的に検討する研究体制を確立する。そのため、本拠点では我が国水産業の将来あるべき姿を念頭に、我が水産研究所が半世紀にわたって生産規模の現場を中心に蓄積してきた水産増養殖学の実績と大学院農学研究科が、より密接に連携して各専門分野の研究水準の高揚だけに留まらず、産業支援型研究の実践モデルとして、他の追随を許さない世界最高水準の研究教育拠点の形成を目指す。さらに大学院教育を通じ国内外の養殖、流通、食品産業の発展に貢献し実践的産業ノウハウを習得した即戦力型研究者として活躍できる優秀な人材を育成する事とした。

書類審査を経て、愈々 6 月 5 日東京ダイヤモンドホテルにおいてヒアリングが行われた。11 時 35 分から 12 時 10 分までの 35 分間が与えられた時間で、会場への入場者は学長の

野田起一郎先生、拠点リーダーの熊井、補助者として副拠点リーダーの滝井健二、太田博己教授の4名のみであった。20数名の居並ぶ審査員の前で35分間のプレゼンで学長と拠点リーダーに20分の時間が与えられ、先ず学長が将来構想等の内容と大学が全面的支援する旨を2~3分で述べ、残り約17分間を拠点リーダーが事業計画の申請内容と方針を説明し、後の10分間は質疑応答であった。残り5分間は纏めの時間で、拠点リーダーとしては、この時とばかりは生涯で最高の緊張感と重責を背負った35分間であった。

6月16日採択・選定の内定通知があり、7月17日正式決定があった。拠点リーダーとして先ずは責任を果たした瞬間であった。2003年度は全国の国公私立の225大学から611件の申請があり、このうち56大学133件が選定された。近畿大学では2002年度に生物理工学部関係が生命科学分野に申請した「食資源動物分子工学研究拠点」が採択・選定され、2年連続で選定される快挙を達成した。2年連続は私立大学では本学の他、慶応、早稲田、日大、立命館の5大学のみであった。理事長世耕弘昭先生も大変喜ばれ、これは本学の研究教育への取り組みに対して、国と社会から高い評価がなされている証左であると、早速2001年ノーベル化学賞受賞者の野依良治先生をお招きして、「21世紀COEプログラム2年連続選定記念シンポジウム」を開催していただいた。

本拠点では掲げた事業目標を推進、具現化するため4つの事業推進グループを組織した。

① 「種苗生産・養殖グループ」

成熟・産卵・成育に関する生産・生化学・育種学的検討を行いながら、クロマグロ等の種苗量産および高度養殖技術を確立し、放流用種苗の生産技術向上に貢献する。村田修グループリーダー以下9名の事業推進担当者。

② 「環境保全・資源動態グループ」

クロマグロ等のイケス網内の物理・化学的变化の把握と、飼育魚への影響評価、養殖施設の物理特性把握とその構造の検討、持続的生産のための環境保全方法、資源動態及び放流魚の資源加入量等、多角的な調査を行い、適正な養殖・放流尾数の把握に努める。山根猛グループリーダー以下5名の事業推進担当者。

③ 「飼料・食品安全性・加工グループ」

クロマグロ等の実用飼料開発・養殖魚と天然魚の肉質、加工、安全性などに関する有用な知見を高度養殖技術へフィードバックする。塚正泰之グループリーダー以下4名の事業推進担当者。

④ 「流通・経済グループ」

養殖及び漁業によるクロマグロ等の生産と流通に関する経済的な分析を行い、価格形成要因を解明するとともに養殖生産の経済効果を解析する。小野征一郎グループリーダー以下2名の事業推進担当者。

以上の事業推進のため事業推進担当者、拠点リーダー以下21名を中心に、延べ83名の

博士研究員を採、雇用し、さらに博士後期課程院生 38 名、博士前期課程院生 48 名を擁した。

5 年間の研究教育拠点形成活動の実績は、シンポジウム国際 11 回を含む 29 回、若手研究者を中心とした学内セミナー 112 回、サイエンスカフェ 5 回、その他、さかなくん基調講演の朝日新聞社の朝日・大学パートナーシンポ、国内外の学会発表、留学、視察等、特に海外出張はドイツ、スペイン、フランス、アメリカ、マレーシア等 18 か国に及び、国際学会での研究発表は 125 件を数えた。さらに、この拠点での成果としての著書 42 編、査読付き学会誌掲載論文は 174 編に及んだ。

また本拠点が創出を目指してきた人材は、魚介類の養殖産業全体を掌握できる高い見識と技術並びに国際性を兼ね備えた即戦力型の研究者であり、本拠点形成で研鑽を積んだ博士研究員達は国内外の大学・公的研究機関および民間企業に職を得た。例えばドイツ Applied Science 大学、東京大学、(独) 水産総合研究センター (現在の国立研究開発法人 水産研究・教育機構)、奈良県公務員、(株) 日本水産中央研究所などで、しかもその 9 割以上が水産分野への就職であった。この実績から見ても本拠点が若手研究者のキャリアパス形成に役立ち、人材育成が順調に行われた証左である。

更に本拠点では、産業規模での高品質、安全な魚の生産、環境保全、販売、流通、経済効果までを網羅する養殖産業支援型研究を実施し、特に世界的に資源枯渇が危惧されているクロマグロの養殖研究に重点を置き、最終年度には 5 万尾に及ぶ人工ふ化クロマグロ稚魚の生産に成功し、完全養殖魚を世界で初めて市場に出荷することができた。これら一連の成果はイギリス BBC (英国放送協会) を始め、諸外国のメディアに多数取り上げられ、近畿大学が世界の水産養殖のメッカであることの国際認識度を高めた。

なお、本拠点に交付された補助金は、間接経費を含め、5 年間で 9 億 2 千 5 百 8 拾 7 万円であった。本拠点の事業推進担当者 (教員) は、この COE プログラムのお蔭で大学から通常支給される年間個人研究費の約 10 倍が入手でき、実験器具や什器備品が充実、海外出張、ポスドク、大学院生などもほぼ希望通りの国際学会などの出張が認められ活動できた。また大学当局も拠点形成のため、それ相応の支援を行うことを通じて、各実験場設備の拡充・充実がなされた。

本拠点の中間審査ヒアリングは 2005 年 5 月 9 日、東京の日本学術振興会で開かれ、畑博行学長、熊井拠点リーダー、滝井副拠点リーダー、小野征一郎教授の 4 名が出席した。総括評価で順調に推移しているとの評価を戴き、最終評価では設定された目標は達成されたとの最上の評価 A を戴き、無事に終了することができた。

## グローバル COE プログラムの成果と評価

学校法人近畿大学名誉教授 元理事/水産研究所 元所長（第3代）

株式会社アーマリン近大 相談役

熊井 英水

グローバル COE プログラム (Global COE Program) の目的は、21 世紀 COE プログラムの評価・検証を踏まえ、その基本的な考え方を継承しつつ、我が国の教育研究機能を一層充実・強化し、国際的に卓越した研究基盤のもとで、世界をリードする創造的人材育成を図るため、国際的に卓越した教育研究拠点の形成を重点的に支援し、もって国際的競争力のある大学作りを推進するとしている。

近畿大学では 21 世紀 COE プログラムでの実績に加え、さらに広く・深く研究活動を展開するため、水産研究所と大学院農学研究科の 26 名の事業推進担当者を挙げて、「クロマグロ等の養殖科学の国際教育研究拠点」と題して本プログラムの学際・総合・新領域分野に応募・申請した。

その目的は、絶滅が危惧されている世界のマグロ類や、熱帯・亜熱帯・温帯水域の重要な魚類資源を対象として、持続的かつ安全・安心な養殖生産の実現に貢献する国際的な人材の育成を図ること。さらに国内外の研究機関と連携して養殖科学に関する有用な情報を発信し続け、資源再生型の養殖技術を世界に普及・伝搬させることである。そのために、自然科学（飼養、環境保全、食品加工など）と社会科学（経営、流通、消費など）を融合する学際的システムを構築すること。具体的には、独創的で高いスキルを持つ技術者・研究者と共に、人工種苗の安定的供給技術や低環境負荷型養殖技術の開発、含有水銀量の低減による安全・安心・安価な養殖魚類の提供と、生産・流通・消費を効率的に連結するビジネスモデルを構築すること。これらの活動から、世界トップレベルの養殖科学の国際教育研究拠点を形成しようとするものである。

書類審査を経て、2008 年 5 月 16 日、東京、財団法人鉄道弘済会 4 階会議室においてヒヤリングのプレゼンが行われた。この分野の 22 名の審査委員を前に、15 時 50 分～51 分、畑博行学長により大学の支援体制について、15 時 52 分～16 時 05 分、熊井拠点リーダーによる拠点の説明・方針について、16 時 06 分～25 分、質疑応答、回答者として熊井拠点リーダー、滝井健二、太田博巳両副拠点リーダーが出席した。今回は前回ほど緊張せず平常心で終わることができた。

本プログラムでは採択・選定を 21 世紀 COE プログラムの半数に絞り込み、補助金を倍増するという触れ込みであったので、この厳しい中で採択されるか危惧していたところ、6 月 16 日に採択・選定の通知があり、喜びも一入であった。本年度は 130 大学から 315 件の



応募があり、選定は 32 大学 68 件の狭き門であった。

2008 年 12 月 20 日、グローバル COE プログラム採択記念シンポジウム「養殖科学の未来を拓く」が本学 11 月ホールで盛大に開催された。浜村淳司会進行のもと、熊井拠点リーダーの基調講演、塚本勝巳東大教授、リズワン A ラーマンサバ大教授の記念講演があった。参加者は約 900 名であった。

本拠点では掲げた事業目標を遂行するため、5 つの事業推進グループを組織した。

①「人工種苗グループ」

種苗の安定供給は水産養殖産業の必須事項であり、そのため親魚養成、成熟、産卵技術、配偶子保存、仔稚魚・幼魚飼育技術、健康で優良な種苗を目指した形態異常防除、親魚の遺伝的管理、品種改良等の研究を進める。澤田好史グループリーダー以下 5 名の事業推進担当者。

②「養殖グループ」

資源枯渇が著しい世界の重要魚類を対象に、成魚に育てるまでの過程で発生する様々な問題の原因を解明し、効率的な次世代型養殖システムを開発することに重点を置く。石橋泰典グループリーダー以下 7 名の事業推進担当者。

③「環境グループ」

自然環境に負荷をかけない持続的養殖生産確保法を具現化するため、養殖が環境に与える影響を解析し、その保全方法を確立して、養殖に関わる生態系を物理的、化学的、生物的多方面から包括的に研究する。江口充グループリーダー以下 5 名の事業推進担当者。

④「利用・安全グループ」

養殖クロマグロの肉質向上、低水銀クロマグロの商品化と普及、未利用部位の有効利用技術の開発、トレーサビリティシステムの確立、安全・安心を中心とした利用加工方法の開発等の研究を進める。塚正泰之グループリーダー以下 3 名の事業推進担当者。

⑤「流通、リスク分析グループ」

世界的にマグロ需要の増加傾向が続き、天然マグロの漁獲規制が強まり、クロマグロ人工種苗の産業的量产技術開発への期待が高まっている。そのため本グループでは天然種苗に対して人工種苗が優位性を発揮できる経済的条件を解明する。その条件が満たされた場合に予想されるクロマグロの養殖ビジネスモデルや国際分業の形態を研究するとともに、養殖クロマグロの安全安心を消費者に向けてアピールするマーケティング戦略を立案する。多田稔グループリーダー以下 3 名の事業推進担当者。

以上の目標達成のため、拠点リーダー以下事業推進担当者 26 名を中心に、延べ 57 名のポストドク、大学院院生 38 名を採用して事業展開を行った。その結果、掲げた目標はほぼ達成することが出来た。

5年間での拠点形成活動の実績は、シンポジウム国際10回を含め20回、若手研究者の学内セミナー56回、魚ラボカフェ10回、国内外での研究発表多数、さらに著書57編、査読付き学会誌掲載論文、英文90編を含む101編、その他の論文-総説64編、その他新聞報道67件、テレビ放映27件を数えた。

人材育成面では大学院博士後期課程(DC)院生には世界の養殖現場に通用する研究遂行能力を養うため分野の異なる複数教員、海外アドバイザー、最先端技術者からなる集団指導体制を敷き、ポストドク(PD)では本学水産研究所等での実務研修(インターンシップ制度)を行い、さらに国際性を涵養するため英語研修、海外への短期留学、国際シンポジウム、ワークショップ、サイエンスカフェなどに参加、企画、実施させたことによって世界の養殖現場をリードし得る多様な経験と能力を有するタフな研究者を多数輩出できた。そして21世紀COEプログラムと同様に就職を果たしている。

2012年11月23日、世界初クロマグロ完全養殖達成の地、和歌山県串本において、21世紀COEプログラム、グローバルCOEプログラムの締めくくりの意味を含めて、国際シンポジウムを盛大に開催した。第1部:オープニングセレモニーとして滝井健二サブリーダー総合司会のもと、先ず主催者挨拶として、理事長の世耕弘成先生、学長塩崎均先生、熊井拠点リーダーがそれぞれ行い、来賓として仁坂吉伸和歌山県知事、田嶋勝正串本町長から挨拶を戴いた。第2部:研究報告に移り、セッションI:マグロ養殖の現状革新技術、掲げた5グループのグループリーダーから活動内容について、それぞれ報告があり、その後オーストラリアのDr. Jennifer COBCROFT及びヨーロッパのDr. Chris BRIDGES、アメリカのDr. Daniel MARGULIESらの報告があった。セッションII:マグロ養殖の国際化では、FAOのDr. Ichiro NOMURA及びアメリカのDr. Gina SHAMSHAKから報告があった。明るく11月24日には大島実験場のマグロ養殖見学と世界遺産の那智山への歴史探訪としてエクスカージョンを行った。このシンポジウムには水産庁宮原次長をはじめ水産総合研究センター松里理事長、各県の水産試験場、漁業組合、大手水産会社、飼料会社、近隣の市町村関係者等全国から約300名の参加者があり盛大に締めくくることができた。

なお本拠点に交付された補助金は間接経費を含め総額8億9千7百44万5千円であった。これは当初言われていた採択数を半減して補助金を倍増するという触れ込みが、政権交代から行政刷新会議の仕分けに遭遇して、夢を絶たれた格好になった。とは申せ、我々として、また近畿大学として2期10年間の長きにわたり、この恩恵に預かり、充実した研究活動を展開することができ、何よりも、近畿大学の名声を高揚することができたことに感謝しなければならない。

2010年7月14日、東京において本拠点の中間審査が行われ、宗像恵副学長、熊井拠点リーダー、滝井健二、太田博己副リーダーの4名が出席した。15時35分~45分、例によって副学長、拠点リーダーの説明、45分~16時まで質疑応答であった。さらに同年8月

6日には審査委員3名と学術振興会2名が浦神実験場に来場して実地調査が行われた。

2014年1月24日付けでグローバルCOEプログラム委員会野依良治委員長名で拠点の事後評価結果が知らされた。総括評価で、設定された目的は十分達成されたとの最高のA評価を戴いた。さらに「グローバル化に対応した若手研究者の教育に力を入れるとともに、研究結果についても、十分な業績を上げている。本プログラムの大きな特徴としては、シンポジウムおよび広報活動の充実と、新聞、テレビ放映等のマスコミ報道が多い点である。それだけ、一般の関心が大きいことを示しており、この点、GCOEの名も大いに高めることとなった。さらに、本プログラムでは、単なる研究の推進のみならず、産業の一層の推進を図ることができ、GCOEとしては特異なプログラムの遂行がなされ、最も産業の発展に直接貢献できたプログラムと言える。このように、本プログラムが直接人類の食生活の向上に貢献できていることは、国民の税金がいかに有効に使用されているかの実証がなされたことになり、高く評価できる。実用研究としての価値は極めて高い。」との講評を戴いた。

10年間のCOEプログラムを終わるにあたり、水産研究所に対し常に深いご理解と激励を戴いた、初代世耕弘一総長、歴代理事長、世耕政隆、世耕弘昭、世耕弘成、清水由洋の諸先生に対し、また水産研究所の基礎を築き、現在の隆盛、発展に絶大なるご尽力を戴いた初代所長松井佳一先生、第2代所長原田輝雄先生に対し衷心より感謝の誠を捧げる。

本COEプログラム事業推進に多大のご尽力を戴いた学長、野田起一郎、畑博行、塩崎均の諸先生始め大学御当局に対し、厚くお礼を申し上げる。また本プログラムに関係戴いた農学部、水産研究所の皆さま、特に経理を担当していただいた上中靖博事務長補佐始め事務員の皆さまには、予算建てから実行まで齟齬なきよう大変な御労苦であったことを労い、深く感謝申し上げます次第である。

## COEの始まりの頃

近畿大学農学部水産学科 元教授 太田 博巳

はじめに

文部科学省が国内の大学院を持つ全大学に向けて、国際競争力を持つ個性輝く研究と教育の拠点を創出する『21世紀COEプログラム(The 21st Century of Excellent Program)』の募集を開始したのは2002年であった。それから3ヶ年に亘り、毎年新たに人文・社会科学、医学、生命、工学、数学・物理、学際など、10の研究分野毎に拠点候補の募集が行われた。この事業に採択されると、開始から5年間に亘って多額の予算補助が受けられるとともに、採択された機関名

や開始2年後に実施される中間評価の成績（A～Dでランク付け）に至るまで、当時のマスコミに大きく取り上げられた。そのため、多くの大学がそれぞれの得意分野で研究・教育チームを組織して応募していた。近畿大学では、COEの開始初年度に生物理工学研究科の生物工学専攻が『食資源動物分子工学研究拠点』というプログラム名で『生命系』に応募し、見事に拠点の1つに採択されていた。

水産研究所と農学研究科水産学専攻の合同チームは、その翌年の2003年度に『クロマグロ等の養殖産業支援型研究拠点』という名称で学際部門に応募し、採択されて拠点形成事業を推進するとともに後継事業である『グローバルCOEプログラム』にも引き続き採択され、この大型プロジェクトに参加することとなった。

21世紀COEに応募した時点の教員スタッフの構成は表1の通りで、水産研究所9名、農学研究科11名の計20名であった。筆者は幸運にも21世紀COEとグローバルCOEの10年間に亘り、スタッフの一員として加わる機会を得た。ここでは、特に印象に深く残っている21世紀COEが動き始めるまでの経緯について、教員スタッフを代表して書き残しておきたい。

表1. 21世紀COEプログラム『クロマグロ等の魚類養殖産業支援型研究拠点』 事業推進担当者

氏名	年齢	所属部局・職名	研究の役割分担
拠点リーダー 熊井 英水	67	水産研究所・教授	COE全体の総括
坂本 亘	63	水産研究所・教授	クロマグロ等の行動解析
村田 修	62	水産研究所・教授	クロマグロ等の成熟・採卵法の開発
宮下 盛	59	水産研究所・教授	クロマグロ等の種苗生産技術開発
滝井 健二	53	水産研究所・教授	クロマグロ等の飼料開発
澤田 好史	43	水産研究所・助教授	養殖魚の種苗生産技術開発
家戸 敬太郎	35	水産研究所・講師	養殖魚の育種開発
石丸 克也	36	水産研究所・助手	養殖魚の魚病診断
瀬岡 学	33	水産研究所・助手	クロマグロ等の栄養生化学
小野 征一郎	63	農学研究科・教授	養殖魚の流通・経済
上野 紘一	60	農学研究科・教授	養殖魚の遺伝的解析
山根 猛	55	農学研究科・教授	クロマグロ等の資源動態
太田 博巳	49	農学研究科・教授	養殖魚の成熟・採卵法の開発
塚正 泰之	47	農学研究科・助教授	養殖魚の肉質評価と加工技術
江口 充	44	農学研究科・助教授	飼育環境の水質学的・微生物化学的評価改善
小林 徹	40	農学研究科・助教授	養殖魚の発生生理解析
日高 健	44	農学研究科・助教授	クロマグロ等の市場構造
石橋 泰典	39	農学研究科・助教授	養殖魚の環境生理解析
安藤 正史	38	農学研究科・助教授	魚肉の安全性評価
高木 力	37	農学研究科・助教授	養殖施設設計解析・バイオメカニクス解析

※年齢・職名は21世紀COEプログラム開始時

#### 水産研究所と農学研究科水産学専攻

筆者は21世紀COEが開始された2002年の4月に、農学部水産学科の水産増殖学研究室教授として採用された。近畿大学に採用されるまでは研究公務員として20年間勤務しており、教員としての経験は皆無であった。水産学科と水産研究所との関わりについても、また卒業生や大学院生がどのような形で養殖研究を実施するのかについても知識がなく、まさに一からのスタートを切っていた。大学での講義の準備や卒業生が実施する研究内容等で暗中模索の初年度を過ごしていたが、そんな最中に『なぜ、近畿大学はマグロでCOEにチャレンジしないのか?』という声が幾度となく大学の内外から聞こえてくるようになった。上述の様に21世紀COEは大学関係者であれば知らない人がいないくらい、当時の話題の的になっていた。近畿

大学がクロマグロの完全養殖に成功したというビッグニュースがマスコミに報じられた 2002 年 6 月は、ちょうど 21 世紀 COE がスタートした年度でもあったことから、この水産研究所のクロマグロ研究と『国際競争力のある個性輝く大学作りを目指す 21 世紀 COE』はぴったりと符号していると周りの人々が感じるのも無理からぬことであった。

水産研究所は長年に亘り努力を続けてきたクロマグロ研究の当事者であり、研究所のスタッフ全員が一丸となって COE を目指すという姿勢は、比較的容易にできあがったように思われる（無論、拠点リーダーとして一身に責任を負う立場となる熊井英水先生にとっては、COE への応募はまさに苦渋の決断であったことと拝察するが.....）。一方、農学研究科の方は、水産増殖学研究室以外の教員が水産研究所と共同で研究を実施するような機会はそれまでほとんどなく、生きたクロマグロは見たこともないという者が大半であった。水産学専攻は極めて幅広い学問分野である水産学をカバーすべく、多種多様な専門を持つ教員の集合体である。そのため COE に応募するには、まずはこのような混合チームが一致団結して活躍できるような研究と教育の物語を考える必要があった。

談論風発の結果、研究については、統括役の拠点リーダーを除く全スタッフが実際の養殖業に必須と考えられる 4 本の柱（①種苗生産・養殖、②環境保全・資源動態、③飼料・食品安全・加工、④流通・経済）のいずれかのグループに所属し、有機的に連携を取りながら世界の養殖産業を支援する研究成果を積み上げていく、という組織立てとした。

## COE の教育プログラム

21 世紀 COE に応募するための研究の方向性は固まったが、次にどのような『世界をリードする研究者』を育成するのかというコンセプトを考え、そのためにはどのような教育が必要かの具体策を検討しなければならない。COE の公募文には、大学院生、特に博士後期課程を対象として大学院の教育・研究機能の充実・強化を目指すということが謳われており、この作業は農学研究科の教員が中心となって進めていった。夢のような理想的な方策を打ち立てても、採択後に実現不可能な内容では意味がない。また、COE で交付される予算で実施可能な内容と近畿大学の協力を得なければできない内容もあり、事務方との頻繁な打ち合わせが必要であった。

種々の論議の結果、我々の拠点が育てたい人材とは、生け簀から消費者の食卓に至るまでの養殖産業全体を深く理解しながら、自己の専門研究を遂行できるような即戦力型の研究者であり、その素養を持って国際的に活躍する、そんな人物像とした。この目標設定は、実際に水産研究所で技術者・研究者として働く方々や、海外で養殖の研究・事業を展開している OB の方々をモチーフとして絞り出したものであった。

そして、そのような人材を多数育成するための具体的な方策として、著名な海外研究者を多数招いて頻繁に特別講義を開講するとともに、それらの方々に大学院生一人一人が研究のアド

バイスを受けられる制度、海外での口頭発表や投稿論文を作成するための語学教育と経済的支援制度、院生達自身の手によって国際シンポジウムを運営するための援助制度、院生の日々の研究をサポートする若手学位取得者（ポスドク）の雇用制度等を設定した。また、国内外から多くの大学院生を受け入れるとともに、彼らの経済的負担を軽減するための学費免除・減免制度、大学院生を研究補助者として雇用するリサーチアシスタント制度等々、多くの支援制度を設けて運営することとした。これらの計画案を応募文書に落とし込むとともに、拠点リーダーには説得力抜群の『熊井節』で二次審査のプレゼンテーションを行っていただき、幸いにも採択にたどり着くことができた。

終わりに

21世紀COEを開始してからの5年間、そしてその後のグローバルCOEの5年間は、まさに馬車馬のごとく過ぎ去って行ったという印象である。その間に実現していった種々の教育制度、国内外で開催した多くの成果発表シンポジウム、編集担当教員が音を上げるほどの分厚い報告書の作成など、一つ一つ数え上げれば切りがない作業量ではあったが、事務方を含めたスタッフ一同がCOEを成功させるという一念で何とか乗り切ることができた。

そして今、2つのCOEプログラムを実施してからちょうど10年の月日が経過した。両プログラムが目指した『世界をリードする、個性あふれる研究・教育拠点の確立』という目標は、その後も次々と発表された水産研究所の研究成果や、農学部水産学科の入試難易度の急激な上昇等を見ても、順調に達成されつつあるように思われる。また、両プログラムで育った若手研究者たちが近畿大学は元より世界の水産研究・教育・事業の現場で、もはやそれぞれの組織の主演として活躍している姿を見聞きするにつけ、スタッフ一同が少なからず苦勞を続けたあの10年を誇りに思える今日この頃である。

#### グローバルCOEプログラムに参加して

近畿大学水産研究所 奄美実験場長 白樫 正

私が近畿大学グローバルCOEプログラム「クロマグロ等の養殖科学の国際教育研究拠点」に博士研究員（いわゆるポスドク）として参加したのは、2009年6月であった。当時ドイツの獣医学部でポスドクをしていた私は、恥ずかしながら「近大マグロ」や「完全養殖」については全く知識がなく、「最近日本で養殖が始まったクロマグロで寄生虫病が問題になっていて、対策研究ができる人材を探している」という話からの応募であった。予備知識なしにドイツから和歌山県白浜町に着任した当初は戸惑いも大きかった。そもそも近

畿地方は初めてで、まず現場の職員さん達の会話が聞き取れない。寄生虫の専門家という過分な肩書から、色々な寄生虫病が持ち込まれるが、こちらも知識がなく診断もおぼつかない。同じ研究室の石谷さんや石丸先生に逐一聞きながらの手探り状態であった。当然これまで生きたマグロ稚魚など見たこともないし、解剖の経験も無い。初めて大島実験場で小指程の完全養殖クロマグロが水槽内を泳いでいる姿を見た時は、これが本当に寿司ネタになるのか！？と俄には信じられなかった。

近大水研に来てまず驚いたのは、研究材料の豊富さであった。眼の前で飼育されている様々な魚たち。研究室で新鮮な魚を解剖して、生きた寄生虫をすぐに観察できる。魚を使った飼育試験や感染実験も、充足した飼育施設と経験豊富な技術員さん達のサポートで、したいときにいつでもできる。GCOEの潤沢な予算で希望した機材や備品も購入してもらえた。こんな研究室は世界中探しても無い！と感動した次第である。GCOEでの私の研究課題は養殖マグロの寄生虫病対策であったが、これほどの研究施設なら他にも色々してみたいと思い、現場の職員さんたちに困っている寄生虫病は何か聞いて回った。一番多かったのはハダムシ症で、なんとかしてくれ！という声があちこちから上がった。そこで手付け始めたハダムシ研究は14年経った現在も決定的な解決策が見いだせずに続いているが、後々、近大水研が最初に手掛けた魚病研究がハダムシ症であったことを知った。未だ、原田先生が確立した「淡水浴」というSDGsな画期的方法を超えるハダムシ対策は開発できずにいるが、使命感の様なものを感じながらも試行錯誤は続いている。

一方、肝心のマグロの寄生虫病についても、一筋縄ではいかなかった。大島実験場まで高速道路開通前の曲がりくねった国道を足繁く通って、病原体の発生源を突き止める調査や治療薬の開発試験を行った。試験といっても、当時量産化が始まったばかりの貴重なマグロは無闇矢鱈には使えない。徐々に様子がわかってくるうちに、こんなに扱い難い魚を使って、マグロなど触ったことも無い私が試験などできるのだろうか？と暗澹たる気持ちになった。当然、予備実験などできるはずもなく、全てぶっつけ本番であった。当時の岡田場長には大変なご負担をかけながらも、手厚いサポートをしていただき、大島事業場の方々に頼り切りであった。駆虫薬の効果を調べる試験では、複数の試験区が必要なのだが、たとえ数週間でも小割生け簀でマグロを飼育するのは容易ではなく、病気に関係なくどんどん魚が減っていく。どうか、試験が終わるまで生き残ってくれ、と毎回祈りながらであった。試験では餌に薬を混ぜてマグロに与えるのだが、いざやってみると全く食わない。それまで配合飼料を与えていたのを、食いが良いだろう、と生餌に変えたのをマグロが嫌がったのであった。一度初めてしまった方法を途中で変更できないため、急遽その場で学生さんを大島に置いて、数日かけて生餌に慣らしてもらい、なんとか必要な投薬を終えた。サンプリングのために生け簀から傷つけずにマグロを取り上げるには、釣りしか方法はない。マグロ釣りができるなんて、近大はすごいね！などと喜んでいたのもつかの間、目の

良いマグロは釣り針を見切ってしまい、さっぱり釣れなくなりました。最後には学生さんと生け簀の上で粘りに粘ってやっと解析に必要な数を確保した。皆で苦労した甲斐もあり、試験の結果は良好で、当初の目的であった駆虫薬の開発は無事成功した。そんなマグロを対象とした研究のハイライトは足掛け4年程の調査でやっとマグロ住血吸虫の中間宿主を発見したことであった。毎回、研究室総出で大島実験場にお邪魔し、職員さんに採取してもらったホヤや海綿など、マグロ生け簀に付着している生物からゴカイを取り出して、1匹ずつ顕微鏡で調べた成果が実った瞬間であった。



**試験用小割生け簀からサンプリングのためクロマグロ稚魚を釣り上げたが、繰り返すうちに釣れなくなりました**

GCOEプログラムは人材育成も重要な目的であったため、近大には数多くの若手研究者が集まっていた。「国際教育研究拠点」の名前通り、国内からだけでなく、マレーシア、スペイン、オーストラリア、バングラデシュなど、世界中から活気溢れる大学院学生やポスドクが集い、大いに賑わった。私もその一員であったが、皆との交流は大変楽しく、刺激にもなった。普通ならば接点のない、異分野の研究者とざっくばらんに話しあえる機会も多かった。時に（しばしば）酒を飲みながらの話しは尽きることがなく、そこから共同研究に発展して成果に繋がった例も複数ある。そんな若手研究者が、子供たちや一般の皆さんに、自分たちの研究活動を知ってもらおうと開催した「魚ラボ」や「サイエンスカフェ」



**子どもたちに研究内容を知ってもらう一般参加型イベントは毎回大盛況であった。オリジナルデザインのGCOEプログラムTシャツも好評で購入希望もあったほど**

なども楽しい思い出である。徳島県の子供向け科学教育テーマパークまで遠征して、実物大の写真を使ったマグロの説明や、寄生虫の標本作製方法を教えるイベントを開催したこともある。水研と農学部のポスドクや博士課程の学生が、それぞれの専門分野を生かして、子供も大人も楽しめそうな企画を考え、準備し、お揃いのTシャツを着て一致団結して開催したイベントは、研究とは別の達成感があった。皆で参加した国際



学会や海外調査も、さらに仲間意識を強めた。グローバル COE の名に恥じぬ極めて国際的な研究活動で、私が3年間で渡航した国は7カ国におよんだ。そんな活動を通して、今でも仲良くしている友人もできた。また、GCOE プログラムには近大水研だけではなく、農学部の先生方も多く参加しておられた。定期的開催される成果報告会や会議、海外出張など、集まる機会も多く、分野の垣根を超えて多くの先生とお近づきになる機会があった。学会などとは違い、一つの目標の基に集まっているので、親睦会や打ち上げなども毎回盛況で、親しくお話をしていただいた。熊井先生、村田先生や宮下先生などから昔話しをお聞きするのも大変楽しく、記録に残っていないようなお話を色々聞かせていただいたのも、とても貴重な思い出となっている。近大水研での GCOE プロジェクトに参加して築いた人脈と経験はその後の大きな糧となっている。

GCOE 参加後、私は幸福なことにそのまま近大水研で職を得て研究を継続することができた。プロジェクトが終了して10年経った今振り返ってみても、当時は熱いエネルギーに満ち溢れていたと思う。そこには情熱と人材と予算があった。数年間ではあったが、その中で活動できたことを大変幸せに思うとともに、その流れを継承し続けるのも重要だと感じている。今後もまた新しいプロジェクトで近大水研を盛り上げていくために微力ながらも尽力していきたい。

### GCOE プロジェクトでの活動回顧

水産研究所 講師 阿川 泰夫

水産研究所開所75周年を迎えて、文科省 GCOE (global center of excellence) プロジェクト「クロマグロ等の養殖科学の国際研究拠点」時、2008-2012年度に重点的に行ったことや当時の事について原稿依頼がありましたので、思い出しながら紹介したいと思います。

私は2009年2月に GCOE 研究員として近畿大学水産研究所大島実験場に赴任しました。GCOE プロジェクト時には主に、クロマグロ完全養殖の対外広報活動とクロマグロの表現型、性や成長に関する遺伝子座の分析を進めました。まずはクロマグロ完全養殖の広報活動について紹介したいと思います。2002年にクロマグロ完全養殖に成功した大島実験場では、各方面から現地を視察しようと澤田教授、当時岡田事業場長を筆頭に連日のようにメディア取材対応やテレビ解説を行っていました。また、各地の漁協関係者や会社役員一行、海洋高校、外国政府関係等の見学が盛んで毎週のように乗船説明と、陸上施設の案内があり、私も乗船し案内を分担しました。多くの学校、会社、研究会の皆さんに来所頂きました。GCOE 期間内だけでも生け簀見学に同行したのは数百名を優に超えるのではないかと

思います。中でも印象に残っているのは、世界トップ科学雑誌サイエンスの取材で、本当に驚きました。それは赴任して間もなく、2009年の春頃だった様に思います。澤田教授操船でマグロ生け簀へ行き、マグロ稚魚、成魚を案内した後、船上で一時間半以上も熱心にインタビューがあり、澤田教授は一つ一つ回答されていました。2009年6月5日号のサイエンス誌にインタビュー記事が掲載され、ほとんどは澤田教授の回答内容でしたが、私の事にも少し触れられており、ショウジョウバエで修行した分子生物学者がクロマグロの高成長や耐病性に関与する遺伝子座を調べ、選抜育種で改良を行うと紹介がありました。研究の事については後に述べますが、上述はとても困難で当時はできるかどうか暗中模索の中、サイエンス誌の記事になったことでやはり何としても進めなくてはならないと、悩みつつも気を引き締めました。一緒に取り組んでくれた学生達や教職員の支援があり、本当に幸いにも GCOE プロジェクトの期間中でクロマグロの性と成長に関わる遺伝子発見への端緒を世界に先駆けて突き止めることができました。

話を広報活動に戻しまして、GCOE プロジェクト期間にはポスドク、博士後期課程学生が主体となってお茶でも飲みながら市民向けに研究紹介をするという行事、魚(ギョ)ラボカフェが年に1、2回ありました。近畿大学農学部で時々開催される海外研究者を招いての公開セミナーや、年度末研究報告会の際に若手研究者が集まり、魚ラボカフェ開催の打ち合わせをしました。打ち合わせが進んで行くに従い、GCOE プロジェクト前の COE プロジェクト時からずっと魚ラボカフェは農学部で開催したのだから、今度は水産研究所で開催したらどうかという流れになりました。水産研究所在籍のマレーシア・サバ大学からの留学生や、当時白浜実験場津田氏(現国際資源研、魚ラボ副委員長)、白樫氏、サバテ氏らと協力し打ち合わせを行いました。そして2010年度は白浜実験場と大島実験場で各1回ずつ市民向け紹介を行うこととし、白浜実験場では魚タッチプールや、生け簀見学、全長170cmの等身大マグロパズル展示などを行いました。大島実験場ではクロマグロ稚魚標本観察や、餌の展示、クロマグロ生け簀見学会を行うことになりました。それまで一般市民向けにマグロ見学会を行った事はなかったので、とても良い紹介の機会となり、当日は新聞社の取材もありました。2011年の魚ラボカフェは奈良でも和歌山でもなく、子供向け科学博物館で多彩な科学教室を開催している、あすたむらんど徳島での開催となりました。クロマグロ完全養殖成功や養殖についての説明依頼があり、谷口氏(現近大農学部)を委員長として現地と連絡を



白浜実験場魚ラボカフェ生け簀見学準備の様子



**あすたむらんど徳島での出張魚ラボカフェ後  
集合写真**

とり、前年度白浜実験場開催内容を徳島出張で行い、クロマグロについては生育の様子、取り揚げの様子をビデオに収め編集し解説しました。多数の親子の参加をいただき、盛況に終わりました。2012年の魚ラボカフェはあまり記憶がないのですが、農学部で開催したように思います。同年にはGCOE成果最終報告会があり、串本で初めて

開催されたように思います。世耕理事長、当時仁坂県知事、田嶋串本町長はじめ町民、水産関係者多数が列席され、会の後にはクロマグロ試食会があり、そしてクロマグロ生け簀見学会があり、案内をしました。2012年最終年度秋には当時坂本教授が指揮をとられ、白浜、大島実験場教職員皆でクロマグロ幼魚に近畿大学と連絡先の書いてあるタグを装着し、放流が行われました。以前にも完全養殖成功の際は少数放流したそうですが、この年は2000尾を放流し、内2尾が4ヶ月後に伊豆半島で捕獲されたそうです。



**クロマグロ幼魚へのタグ装着の様子**

大島海上生け簀見学や魚ラボカフェのみならず、クロマグロ研究成果を国際学会で積極的に発表したことも広報活動の一環でした。私が参加発表した国際学会分だけですが紹介しますと、2010年マレーシア・サバ大学での国際合同セミナー、ポルトガル・ポルト市欧州養殖学会、豪州・アデレード市会議場での国際共同シンポジウム、米・ニューオーリンズ市アメリカ養殖学会、2011年ギリシャ・ロドス島欧州養殖学会、パナマ・IATTC(全米熱帯マグロ委員会)研究所、スミソニアン研究所研究会と打ち合わせ、米・ラスベガス市アメリカ養殖学会、2012年パナマ・IATTC研究所、チェコ・プラハ市欧州養殖学会、米・ナッシュビル市アメリカ養殖学会に渡ります。これらの学会で強調したのは、クロマグロの完全養殖が近畿大学で達成されたこと、完全養殖F3世代を用いた研究の結果、クロマグロの性染色体は雄に特徴的な染色体が雄子孫に伝わる、すなわち雄ヘテロ性染色体をサバ科魚類で初めて発見し、雌の多い親魚群編成に使えるといった事でした。これについては近畿大学が世界初完全養殖を達成した魚種であり、他の研究機関からの発見にどうしても先んじなくてはならないとの思いがありました。

それでは当時取り組んだクロマグロの雄を判別できる DNA 鑑定について簡単に紹介します。2009 年初夏、赴任して最初の産卵シーズンに職員さんがクロマグロはまだ産卵しないのかと、ぼやいておられました。完全養殖第二世代 F2、30 数尾が親魚生け簀にいたのですが、私は雄と雌で何尾ずつ入っていますかと質問したところ、それが分からないとの回答でとても驚きました。生物の雌雄は外観で簡単にわかる場合と、そうでない例があり、クロマグロは残念ながら後者だったのです。一説には雌の方が産卵期に鮮やかに青いと言われますが、貴重な親魚を産卵期に解剖検証した例は少数です。さらに産卵期の前後で雌が衝突死することが多いので、親魚生け簀は雄の割合が高いだろうとの意見で、雌の産卵成熟が個体毎に大きく異なるクロマグロでは雌雄判別ができないことは深刻だと思いました。クロマグロの成長や抗病性に関わる DNA の目印を見つけて下さいとの澤田先生からの依頼だったのですが、何をどうすれば良いのか、かなり思案しました。2023 年の現在では、魚類 1 種のゲノム情報(核とミトコンドリア DNA)を全部明らかにするのは、とても頑張れば経験のある研究室単位では可能です。雌雄の DNA 目印も昨今ならきちんとした標本があれば 1 年で簡単に分かります。しかし、2009 年の当時は現在の機器が無く(例えるなら現在はジェット機で太平洋横断です)、当時旧機器でのゲノム情報整備見積額は 5 億円でした(旧機器は例えるなら筏で太平洋横断です)。クロマグロの DNA 鑑定と言っても当時 20 か所の目印が使える程度で、その数で成長や性、抗病調査はとても不可能でした。大島実験場では 2009 年は天然ヨコワ由来の成魚が出荷されていたので、血液標本を採取し予備試験を進めるも成果はありませんでした。翌 2010 年からは完全養殖 F3 近大マグロが出荷されるようになり、F3 は F2 や天然魚よりも遺伝的に多様性が減り調べやすいので、性に関連した DNA 断片が見つかるだろうと期待し、当時大学院生(現極洋)の小宮君が参加



**ギリシャ・欧州養殖学会小宮氏の英文口頭発表特訓後の昼食にて、左から小宮氏、長女、阿川**

してくれ、一緒に実験しました。その甲斐あって、同年秋には F3 標本で雄を 93%の確率で言い当てる PCR 系を開発し、これが魚類で同様研究が少ない中、サバ科魚類で世界初の成果を達成しました。イタリア、スペイン他の参加する欧州連合が大西洋クロマグロ養殖に挑み学会にも同席する中、2011 年秋欧州養殖学会のマグロ類の発表会場で初めて世界に発信しまし

た。同研究テーマは科研費基盤 C に採択されましたが、ロングリードシーケンサーと解析手法が普及していない当時、限られた成果しか得られませんでした。その後クロマグロ雌雄判別については 2019 年に精度 100%のものが旧中央水研より論文発表されました。

マグロ研究のもう一つは、F3 世代を用いた高成長、普通成長個体に特徴的な目印 DNA の発見です。2012 年に 4 年生で澤田先生と研究を進めた加賀君は、同日産卵ですが出荷日の異なる F3 マグロの成長を、数学的に分析してくれました。その結果、DNA 分析を行う対象として良さそうな高中低成長個体を計 50 尾選出してくれました。加賀君は大島実験場で大学院に進学し、選んだ個体の DNA 分析を行ってくれました。クロマグロ性判別の時は 64 本のプライマーセットで結果が得られましたが、成長の方は簡単ではありませんでした。合計 98 本プライマーセットで挑戦したところ、高成長、中成長に現れやすい DNA 断片を発見し、2015 年に論文発表しました。現在も新しい分析手法を用いてこの時の標本を解析中で、マグロ類成魚の成長に関する遺伝子座の報告はまだ近大からだけです。国内、欧州でもマグロ完全養殖は行われ、分析が進んでいます。この分野は実験分析手法が日々急速に改良されているので、油断せず前進させたいと思っています。

最後に、阿川赴任時より現在に至るまで研究活動に多くの教職員皆様のご支援をいただいています。特に、クロマグロ標本採取に尽力頂いている濱口氏はじめクロマグロ取り揚げ海上スタッフ、加えて多くの教職員のお力添えにより現在も世界初のクロマグロやそのほか魚類等研究成果に繋がっている事とご協力へのお礼を申し上げます。

**My activities, achievements and feelings about the COE and G-COE program**  
(COE および G-COE プログラムについて)

近畿大学水産研究所 浦神実験場 場長代理 ビッシャシュ アマル

**Under the 21<sup>st</sup> Century COE (Center of Excellence) program**

**Background**

While I was on my final year of PhD study in Tokyo University of Marine Science and Technology, I was searching out my next working position. Although I was simultaneously received a positive response from a university of USA to work as a post-doctoral fellow, I was happy to accept the offer from Kindai University to join the 21<sup>st</sup> Century COE program on April 1, 2004. Because I knew that Japan is the safest country in the world. Moreover, the Aquaculture Research Institute of Kindai University has a unique facility to cover all aspects of aquaculture systems (from seedling production to fish supply to the consumer market) to support research activities in diverse fields.

**Research activities**

The unique facilities at the Aquaculture Research Institute of Kindai University allowed me a lot

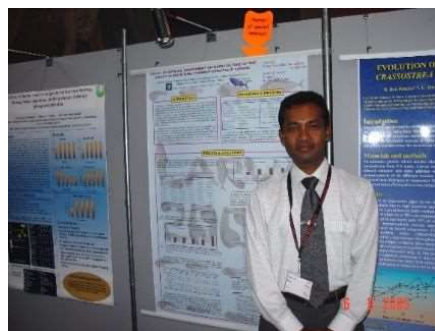
of opportunities to carry out my research activities. One of the great opportunities in Kindai University is the supply of experimental fish at any time in a year. There are very few universities not only in Japan but also in abroad who can continuously supply experimental fish all the year round to the academic staffs or students to carry out research. This unique opportunity allowed us to set the research activities during the whole year under the COE program.

There were several talented technicians working in the seedling production and culture facilities attached to each research station of Kindai University. They had been providing technical support whenever necessary, which helps a lot to the researcher as well as students to carry out research activities smoothly. Moreover, the project of COE program provided a lot of financial support for research activities. Taken together all these facilities, we had great opportunities under the COE program to carry out maximum possible number of research activities in a year.

My research areas under the COE program covered a diverse fields of fish nutrition, aquaculture, stress physiology, reproductive biology etc. Since the most important target species in COE program was the Pacific bluefin tuna, I had been usually given more efforts on the development of artificial formulated diet for juvenile of this species. Some of my other research activities, which had been going on simultaneously, were i) establishment of rearing technology by photoperiod manipulation for better growth performance of different commercially important marine fishes, ii) effect of environmental manipulation on stress physiology, iii) control of reproduction by photoperiod manipulation, iv) investigation of ingredients digestibility etc.

### **Achievements**

Since the COE program of Kindai University provided me a great opportunity to carry out my research activities freely, I was able to publish several scientific articles in international and domestic journals as given in the table below. The COE program also provided us sufficient financial support to give oral and poster presentations in domestic and international conferences and/or seminars. The COE program was also arranged 29 symposiums (including 11 international symposiums), about 112 university internal seminars and 5 science cafés. I have tried to attend all those events. Apart from the achievements in the table, I had written one chapter in an international book published by Nova Science Publisher Inc., New York, USA.



**Participation in the international conference (Belgium) under COE program.**

### **Academic achievements as a group or individual under COE program.**

Achievements under COE	Including me			As first author		
	Total	International	Domestic	Total	International	Domestic
Scientific articles	17	11	6	9	8	1
Presentation	32	23	9	17	12	5
Proceedings & magazine	8			6		

### **Under the Global COE (G-COE) program**

#### **Background**

At the end of the 21<sup>st</sup> century COE program, while I was again searching for a permanent faculty position in any university, I was lucky that Kindai University kindly offered me an academic position. It was my great pleasure that I was one of two persons who joined as Assistant Professor position at Aquaculture Research Institute of Kindai University among more than 80 researchers worked under the COE program.

#### **Research activities**

While I was appointed as a faculty member, Kindai University was granted the G-COE program after a successful completion of the COE program. Therefore, I had further opportunity to carry out more research activities under the G-COE program. Like the COE program, my research activities under the G-COE program also covered a diverse fields of fish nutrition, aquaculture, stress physiology etc. However, I had been usually given more emphasis on the further improvement of artificial formulated diet for juvenile Pacific bluefin tuna and development of diet for grow out culture of this species. My other research activities, which had been going on simultaneously, are i) improvement of rearing technology for better growth performance of different commercially important marine fishes, ii) searching of alternative protein and lipid sources in the diet of fishes including Pacific bluefin tuna, iii) investigation of ingredients digestibility etc.

#### **Official activities**

Unlike the COE program, being an academic staff, I had so many official duties related to the G-COE program. I was a member of symposium/conference organizing committee. We had arranged about 20 symposiums (including 10 international symposiums), 56 university internal seminars and 10 'Fish-lab cafés'. I had the opportunity to arrange at least 3 big international G-COE conferences, one was in Adelaide, Australia, another in Amami Oshima, Kagoshima prefecture and other one is

in Kushimoto, Wakayama prefecture. In all those international conferences, several foreign delegates from America, Europe, Australia, and Asia were joined. It was provided a good platform to spread information to the global arena about the great research activities carried out by researchers and students under the G-COE program. Moreover, young researchers under this program had opportunity to share ideas with foreign researchers.

### Achievements

Although I had to spend a lot of time for official activities, I was also able to publish several scientific articles in international and domestic journals as given in the table below. Apart from the achievements in the table, I had written one chapter in an international book published by Wiley Blackwell Science, West Sussex, UK.



**Participation in the international conference (China) under G-COE program.**

### Academic achievements as a group or individual under G-COE program.

Achievements under G-COE	Including me			As first author		
	Total	International	Domestic	Total	International	Domestic
Scientific articles	14	9	5	6	6	0
Presentation	25	18	7	12	9	3
Proceedings & magazine	5			2		

### Feeling about the COE and G-COE programs

Both the COE and G-COE programs together become a global platform of advertisement of the unique research facilities and activities present in the Aquaculture Research Institute of Kindai University. The COE together with G-COE programs provided a great environment where professors, researchers (Japanese and foreigner) and students (Japanese and foreigner) gather under an umbrella to share ideas and cooperate each other to maximize their achievements. Moreover, the unique research facilities (seedling production center, aquaculture industry etc.) in Kindai University further provided the better opportunity to the researchers and students to reach in their goal. These two programs not only arranged several national and international seminars/conferences in Japan and other countries, but also provided sufficient financial support to researchers and students to join other seminars/conferences in abroad to expose themselves in global environment. All researchers and



students had a golden time under these programs to learn technologies and to implement it for further improvement of fish aquaculture. Therefore, both COE and G-COE programs produced several local and foreign scholars who have been leading research activities in their own countries either as a researcher or academic staff. Specially, the 21<sup>st</sup> Century COE program of Kindai University was a great platform for me to enrich my research career. As a result, I was very lucky to join in the Aquaculture Research Institute of Kindai university as a faculty member, and I am grateful to Kindai University.

## マレーシア・サバ大学との学術交流について

近畿大学水産養殖種苗センター東南アジア事業場 マネージャー  
1979年 水産学科（白浜）卒業  
瀬尾重治

マレーシア・サバ大学（Universiti Malaysia Sabah、以下：サバ大）が、東マレーシアのサバ州コタキナバルに開学したのが1994年9月、1997年9月にはボルネオ海洋研究所が開所し、2000年5月には「水産養殖学コース」が開講しました。この水産養殖学コースは、これまでマレーシアで行われてきた養殖教育とは違って、「魚をつくれる人をつくる」ということを目的に始められました。まさに近畿大学が行ってきた実学教育を目指しました。

2002年7月に当時のサバ大ボルネオ海洋研究所所長のリズワン教授が、近大水研所を視察したのを皮切りにもう20年以上の交流が続いています。以下、簡単に交流の歴史を振り返ってみます。

2002年3月	：近大水研所がサバ大「水産養殖学コース」卒業実習受け入れを開始。
同年11月	：当時の熊井英水所長がサバ大で「クロマグロの完全養殖について」特別講演。
2003年12月	：近大とサバ大が共同主催した国際水産学会に近大から発表者が多数参加。
2004年1月	：サバ大にて近大とサバ大の学術協定にて調印。
2004年6月	：マレーシア漁業公社総裁一行が近大水研所を視察。
2004年9月	：近大の野田学長が、サバ大の名誉学位を授与される。
2004年6月	：近大COEセミナーでリズワン所長と瀬尾が講演、同年8月農学部で特別講義。
2005年3月	：サバ大の初代学長アブハッサン教授が近大から名誉学位を授与される。
2008年12月	：近大本部でリズワン所長が講演
2009年9月	：近大卒業生の松原浩子氏がサバ大の修士号を授与される。
2010年3月	：サバ大のアニタ講師が近大より博士号を授与される。
2010年5月	：サバ州政府農業大臣がサバ大幹部と共に近大水研所を視察。
2012年3月	：サバ大のファイハナ講師他6名に近大より博士号を授与される。
2016年2月	：近大とサバ大は新たに協力協定を締結し「近大・サバ大水産養殖センター（近大水産養殖種苗センター東南アジア事業場）、UMS Kindai Aquaculture Development Center」を開所した。

その後も近大とサバ大の学術交流は活発に続けられています。そして東南アジアとの交流はマレーシアに加えてインドネシアとの協力も始められました。2019年4月に近大本部にてインドネシアのJAPFAと協力協定が締結されました。そして2019年7月、JAPFAの第1期幹部候補生の実習を種苗センターで受け入れました。それに伴いJAPFAは、2022年11月にはジャワ島東部のバンユワングにJAPFA水産養殖開発センター（JAPFA Aquaculture Research Center）を完成させ、近大と共同で重要養殖魚の種苗生産の研究を始めました。

2019年末から始まったコロナ騒動のため、両国との交流は若干途絶えたところもあります。しかし2022年10月からはJAPFAの実習が再開され、また2022年12月にはサバ大学長一行が近大本部を訪問、同月にJAPFA代表が白浜事業場を訪問しました。2023年に入ってから、両国との協力交流も完全復活したと言えるでしょう。

このマレーシアとインドネシアとの協力の中で、私自身が近大OBとしてまた近大の教員として最も教え伝えたいことは、これまで近大が培ってきた「なんとしても魚をつくる」という現場での強い信念とその養殖技術です。そして「養殖業は魚をつくって売って儲けてなんぼの水産業である」ということです。つまり、養殖とは水からものを生み出す水産業であり、養殖業では常に利益を考えてその生産と研究開発を進めなければならないことです。儲けられる養殖業を自ら実践することによって、東南アジア各地の養殖業者や漁業者のお手本となれるということです。今後とも近大が東南アジアの国々と協力して水産養殖業の発展に貢献できれば良いと思っています。



水産研究所所長熊井英水教授（当時）のマレーシア・サバ大学の特別講演を紹介する新聞記事。この時から近大とサバ大の活発な交流が始まった。(2002年11月)

Academic exchange with the University Malaysia Sabah and memories of my time  
as a PhD student

(マレーシア・サバ大学との学術交流と学生研修時の思い出)

近畿大学水産研究所 客員教授／サバ大学 ボルネオ海洋研究所 所長  
2011年 大学院（白浜）卒

Ching FuiFui

Since 2000, there has been an academic exchange between Universiti Malaysia Sabah (Borneo Marine Research Institute) and Kindai University (Aquaculture Research Institute), benefiting both institutions on a national and international level. It started with a half-day joint seminar attended by only less than 10 academic staff, postdoctoral fellows, and graduate students from both institutions, but it was not long before this humble joint seminar turned into a globally recognised international conference (International Conference on Marine Science and Aquaculture-Icomsa) attended annually by more than 100 participants from around the world. The expansion of active academic exchanges has also led to the reciprocal appointment of academician from the two universities to a number of important academic positions, including adjunct professors, visiting professors, academic examiners, thesis reviewers, editorial board members, and others.

The industrial training programme is one of the outcomes of the academic collaboration between the two universities. The Aquaculture Research Institute hosted over 80 UMS students for a three-month intensive aquaculture training, knowledge transfer, and cultural exchange programme. This programme attracted the attention of the media in both countries, who praised it for producing graduates with impressive skill and knowledge.

Ten UMS students have benefited significantly from the academic exchange programme so far, receiving full funding for master's and doctoral programmes from Kindai University. All of the graduates are currently working in Malaysian universities and hold various important academic positions that promote the advancement of aquaculture research and development at the national and international levels. I was one of the 10 students who participated in this academic exchange programme between the Aquaculture Research Institute and UMS.

I remember my time at the Aquaculture Research Institute, especially at Shirahama Station, as the best

time of growth and discovery and the most transformative experiences of my life. The education and technical aquaculture knowledge I received there was second to none, and I am grateful to the dedicated and knowledgeable teachers who taught me to think critically and expand my horizons, especially in aquaculture research. However, it was not only the academic achievements that made my time there so special, but also the relationships I developed with my respectful teachers, helpful postdocs, wonderful staffs in the Aquaculture Technology and Production Center and the marine cage, supportive administrative staff, wonderful seminar house keepers, and friendly students, and they are people I am proud to call family and I will always treasure the memories I have with them.

I was under the supervision of the late Prof. Dr. Shigeru Miyashita, a very fatherly professor who had given me unwavering support. His advice to find a balance between working hard and sensible rest will always remain in my memory. My fondest memory as a PhD candidate at the Aquaculture Research Institute also includes Dr. Yoshizumi Nagakawa, a kind-hearted and dedicated assistant professor based at the Aquaculture Technology and Production Center at the time who went above and beyond to assist me from the first to the second year on how to develop into an independent PhD candidate with capable of critical thinking skills.



**Photo with the late Prof. Dr Shigeru Miyashita whom I owe a lifetime of thanks.**



**Photo with good friends to whom I shared values, struggles and goals to complete PhD.**

I have further anchored my memory of the Aquaculture Research Institute when it comes to Prof. Dr. Keitaro Kato, which I had witnessed who worked hard around the clock to thoroughly review the final dissertations of all 4 PhD students at that time, making countless critical and constructive suggestions that I am proud to share my dissertation now with many people.

My memory as a PhD student in Shirahama station was extra special with the late Mrs. Harada, in which I had spent my evenings occasionally in her house. Her unconditional love, support and encouragement were the reason I remained strong and

held back my tears even though I was far away and missed my own family. Honestly, I had many fond memories of everyone I met especially in Shirahama, but I cannot list them all in this short article, but I will cherish all the memories and keep them in my heart.

I hope the academic exchange between Aquaculture Research Institute and Borneo Marine Research Institute will continue to broaden both horizons, foster innovation, and promote cultural understanding, all of which can benefit both institutions. Last but not least, thank you very much to the Aquaculture Research Institute for the education, experiences and memories given to me and I am a better educator now giving back to the people in Malaysia particularly in aquaculture research and academic because of you. Domo arigatou gozaimasu.

## 国際交流（往訪）

年代	訪問国 訪問先	訪問者 随行者	目的・結果
1978	カナダ	米島久司	畜養クロマグロの出荷の際に脳下垂体の採取
1979	カナダ	岡田貴彦	畜養クロマグロの出荷の際に脳下垂体の採取
1989	タイ	原田輝雄	チュラロンコン大学との魚類養殖に関する共同研究
1989	タイ	池田静徳 上野紘一 米島久司	チュラロンコン大学との魚類養殖に関する共同研究
1990	タイ	池田静徳 滝井健二 横山達雄	チュラロンコン大学との魚類養殖に関する共同研究
1991	タイ	熊井英水 池田静徳 江口 充 岡田貴彦	チュラロンコン大学との魚類養殖に関する共同研究
1998	ノルウェー	滝井健二 高岡治	ニュートレコ招待
2004	USA ハワイ	大久保嘉洋 岡田貴彦	近大式養殖法開発展開プロジェクト (養殖技術を販売する)
2007	クロアチア	大原司 大久保嘉洋 那須敏朗 岡田貴彦 倉田道雄 高岡 治	近大式養殖法開発展開プロジェクト (養殖技術を販売する)
2008	韓国	村田修 滝井健二 高岡治 他	マクロダイ
2008	韓国	村田修 滝井健二 ビッシャシュアマル 岡田貴彦	輸送した人工ふ化クロマグロの状況視察
2008	マレーシア	滝井健二 高岡治 塩地政士	G-COE
2009	オーストラリア Clean Seas Tuna Ltd	村田修 滝井健二 家戸敬太郎 中川至純	Clean Seas Tuna Ltdのミナミマグロ養殖施設を視察し、共同研究の打合せ
2009	オーストラリア	宮下盛 横山達雄	G-COE
2009	オーストラリア	ビッシャシュアマル 高岡治	G-COE
2009	アブダビ	岡田貴彦	ペルシャ湾における魚類養殖のフィジビリティスタディ
2009	アメリカ	阿川泰夫 澤田好史	スタンフォード大学ホブキンス海洋研究所 クロマグロ研究意見交換
2010	アブダビ	遠浩康 村田修 澤田好史 岡田貴彦 高岡治	ペルシャ湾における魚類養殖のフィジビリティスタディ
2010	韓国	村田修 滝井健二 ビッシャシュアマル 岡田貴彦	韓国水産科学院ミニシンポジウム
2010	マレーシア	阿川泰夫 他	サバ大学 国際セミナー発表
2010	オーストラリア	阿川泰夫 他	GCOE マグロ国際シンポジウム発表
2011	パナマ共和国	澤田好史 阿川泰夫 本領智記 金良洙 ビッシャシュアマル	SATREPSプロジェクト IATTCアチョチヌス実験場、 スミソニアン研究所 現地で使用可能な機器の視察 と打ち合わせ IATTCアチョチネス研究所でキハダ飼 育実験
2012	韓国	高岡治	講演
2012	マレーシア	那須敏朗 岡田貴彦	サバ大学訪問
2012	トルコ共和国	家戸敬太郎 高岡治 高橋範行 宮武弘文	種苗生産施設およびタイセイヨウクロマグロの養殖 施設を視察し、エーゲ大学で近畿大学のクロマグロ 養殖と品種改良について講演
2012	台湾 行政院農業委員会 水産試験所	熊井英水 家戸敬太郎	行政院農業委員会水産試験所の台湾国内各地の施設 を視察し、クロマグロの完全養殖と海水魚の品種改 良についてそれぞれ講演
2012	パナマ共和国	阿川泰夫 澤田好史 本領智記 金良洙	SATREPSプロジェクト IATTCアチョチヌス実験場、 受精卵分析法の予備試験と指導

## 国際交流（往訪）

年代	訪問国 訪問先	訪問者 随行者	目的・結果
2013	オーストラリア	白樫正	蓄養マグロにおける住血吸虫の検査法指導
2013	パナマ共和国	阿川泰夫 澤田好史 本領智記 金良洙 坂本 亘 滝井健二 ビッシャシュアマル	SATREPSプロジェクト IATTCアチョチヌス実験場 キ ハダ親魚性ホルモン測定法指導、SATREPS中間レ ビュー会議出席
2014	チリ	白樫正	養殖魚における寄生虫病対策協議への招待
2014	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 倉田道雄 澤田好史	UAEでの養殖、研究協力について視察と意見交換
2014	パナマ共和国	阿川泰夫 澤田好史 滝井健二 佐々木つかさ 服部亘宏 金良洙 田村慶 家戸敬太郎 白樫 正 ビッシャシュアマル	SATREPSプロジェクト IATTCアチョチヌス実験場に て飼育実験および分析、パナマ水産資源庁SATREPS会 議出席
2015	パナマ共和国	阿川泰夫 澤田好史 本領智記 金良洙 ビッシャシュアマル	SATREPSプロジェクト IATTCアチョチヌス実験場に て飼育実験および分析、パナマ水産資源庁SATREPS会 議出席
2016	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 澤田好史	ウンム・アル・カイワイン海洋研究所 JICAコスト シェア技術協力現地調査
2017	ミャンマー	白樫正	ヤンゴン大学水産学科設立に際して魚病学講義
2017	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 澤田好史	ウンム・アル・カイワイン海洋研究所 JICAコスト シェア技術協力現地調査
2018	ニュージーランド The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited	家戸敬太郎 鷲尾洋平	ゲノム情報によるマダイとゴウシュウマダイの品種 改良の効率化に関する共同研究において、陸上飼育 施設、採卵および初期飼育に関するアドバイス
2018	インドネシア	遠浩康 竹中勇人 岡田貴彦 高岡治	インドネシアJAPFA養殖場視察
2018	韓国 韓国海洋科学技術院	田中秀樹	ウナギの生理と生殖に関するセミナー
2018	マレーシア	田中秀樹	近畿大学水産種苗センター東南アジア事業場・ サバ大学ボルネオ海洋研究所視察
2019	インドネシア	田中秀樹	バニユワングJAPFA養鰻場視察
2019	インドネシア	田中秀樹	バニユワングJAPFA養鰻場のビカーラウナギ成熟調査
2019	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 澤田好史	ハリファ大学 日・アブダビ ステアリングボード会 議出席と養殖セミナー発表
2019	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 澤田好史	ハリファ大学とアブダビ環境省 日・UAE 協力プロジェクト打ち合わせ
2020	アラブ首長国連邦	阿川泰夫 澤田好史	ハリファ大学とFish Farm LLC 日・UAE 協力プロジェクト打ち合わせ
2022	ニュージーランド The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited	家戸敬太郎 鷲尾洋平	ゲノム情報によるマダイとゴウシュウマダイの品種 改良の効率化に関する共同研究において、ワーク ショップ「Enabling breeding of indigenous aquaculture species by overcoming reproductive dysfunctions」に参加し、マダイの採卵および遺伝 子導入法、並びにゲノム編集によるマダイの品種改 良についてセミナーで発表
2023	アラブ首長国連邦	澤田好史	ハリファ大学、在UAE日本大使館、 在ドバイ日本国領事館 日・UAE 協力プロジェクト 打ち合わせ



## 国際交流（来訪）

年代	派遣元 (国・機関)	来訪者	目的・結果
2003- 現在	マレーシア・サバ大学	学生	マレーシア・サバ大学学生受入 サバ大学のカリキュラム変更(2019)とコロナ禍 (2020-2023)で中断するまで16年間で延べ107人 2024年から再開予定
2004	韓国麗水大学	鄭氏、池承哲氏	視察
2005	韓国麗水大学	鄭氏他8名	クロマグロ視察
2006	韓国	視察団16名	視察
2006	ドイツラジオ東アジア 支局	マルティン・フリッツ氏	取材
2007	韓国江原道立大学海洋 生命科学科	学生25名	見学
2007	韓国	鄭氏他1名	クロマグロ視察
2008	韓国	鄭氏他5名	見学
2008	韓国 国立水産科学院	韓碩重所長 池承哲研究員	学術協定後の見学
2008	韓国TBSテレビ	-	取材
2009	ドバイ関係者	-	大島視察、勝浦観光案内
2010	オーストラリア Clean Seas Tuna Ltd	Clifford Ashby Marcus Stehr	白浜および大島実験場を視察
2012	マレーシア ペルリス大学	Dr. Ridzwan Abdul Rahman Dr. Mahmad Nor Jaafar Sustainable Agritechnology Institute	視察
2013	パナマ共和国 水産資 源庁 (ARAP)、全米熱 帯マグロ類委員会 (IATTC)	Giancarlo Cerrud、Liliana Guerra、 Diana Perez、Angel Guillen、Albaro Ortiz、 Yazmín García、Nadia Morales (ARAP)、 Dan Margulies、Jeanne Wexler、Maria Stein、 Luis Carlos Tejada Chavez (IATTC)	SATREPSプロジェクトで各実験場にて、クロマグロ産 卵生態・初期生活史研究に従事
2014	パナマ共和国 水産資源庁	Giancarlo Cerrud、Lissette Trejos、 Diana Perez、Angel Guillen、 Albaro Ortiz、Yazmín García、 Thelma Quintero Vega (ARAP)、 Dan Margulies、Jeanne Wexler、Maria Stein、 Susana Cusatti (IATTC)	SATREPSプロジェクトで各実験場にて、クロマグロ産 卵生態・初期生活史研究に従事
2014	韓国 濟州大学	Kyeong-Jun Lee他3名	見学

## 国際交流（来訪）

年代	派遣元 (国・機関)	来訪者	目的・結果
2015	パナマ共和国 水産資源庁	Giancarlo Cerrud、Amado Cano、 Angel Guillen、Lissette Trejos、Anna Nunéz、 Albaro Ortiz Diaz、Dario Sandoval (ARAP)、Dan Margulies、Jeanne Wexler、Maria Stein (IATTC)	SATREPSプロジェクトで各実験場にて、クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2016	アメリカ合衆国 全米熱帯マグロ類委員会	Dan Margulies、Jeanne Wexler、Maria Stein	クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2017	ニュージーランド・ The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited	Warren Fantham Damian Moran	ゲノム情報によるマダイとゴウシュウマダイの品種改良の効率化に関する共同研究において、実験用小型水槽での初期飼育技術の研修をした。ニュージーランドでの初期飼育歩留まりが大きく改善された
2017	オーストラリア University of Queensland	Tom Cribb Scott Cutsmore	海産魚の寄生虫調査により新種を発見・記載
2017	アメリカ合衆国・パナマ共和国 全米熱帯マグロ類委員会	Dan Margulies、Jeanne Wexler、Luis Carlos Tejada Chavez、Enrique Mauser	クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2018	アメリカ合衆国 全米熱帯マグロ類委員会	Dan Margulies、Jeanne Wexler、Maria Stein	クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2019	ニュージーランド・ The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited	Matthew Wylie Damian Moran Peter Morrison-Whittle	ゲノム情報によるマダイとゴウシュウマダイの品種改良の効率化に関する共同研究において、実験用小型水槽での初期飼育技術の研修とゲノム解析に関する打合せ、画像認識による個体識別に関する実験
2019	アメリカ合衆国・パナマ共和国 全米熱帯マグロ類委員会	Dan Margulies、Vernon Scohley	クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2019	韓国国立水産科学院 ソルフォト	キム シンゲン イムボンス	挨拶・施設見学
2019- 2020	インドネシア PT SURI TANI PEMUKA	社員4名	9カ月間滞在し白浜・浦神事業場（陸・海）で研修
2022	アメリカ合衆国・ブラジル 全米熱帯マグロ類委員会	Dan Margulies、Yole	クロマグロ産卵生態・初期生活史研究に従事
2022- 2023	インドネシア PT SURI TANI PEMUKA	社員3名	4カ月間滞在し白浜事業場（陸・海）で研修
2023	ウズベキスタン	Jumaev Farkhod Sodikovich氏他3名	ウズベキスタン・日本青年技術革新センター研究能力強化プロジェクトで白浜実験場視察

- ・ベンチャー企業の設立、

豊田通商株式会社とのクロマグロ事業の協業

## 株式会社「アーマリン近大」の起業について

学校法人近畿大学名誉教授 元理事/水産研究所 元所長（第3代）

株式会社アーマリン近大 相談役

熊井 英水

わが近畿大学水産研究所は世耕弘一初代総長の”海を耕せ”から始まり「大学における基礎研究は勿論重要であるが実学としてその研究を応用して具体的に社会に貢献する研究も重要である」との理念を忠実に実践してきた。

昭和29年(1954)、白浜第1養魚場でハマチの試験養殖を開始したのが水産研究所の魚類養殖の嚆矢であり、同時に将来に向けて養殖場拡大発展を視野に、原田輝雄先生の生け簀網養殖法の考案となり、これが現在我が国をはじめ世界に普及している養殖法の基礎となった。我が研究所では養殖可能な魚種を次々と開発し、これまで養殖用種苗は天然稚魚に依存してきたが、先ざき天然資源の枯渇につながることを憂慮して、1960年代になって一部を親魚にまで育成して人工種苗の生産研究を開始し、現在までに多くの魚種で完全養殖を達成してきた。これを単なる研究として終わらせることなく産業として発展させるために、地元漁業協同組合と共同で養殖科学センターを設立して産学共同の生産から販売までの事業を展開するなど、近畿大学の「実学」の理念を旨としてその路線に沿って養殖技術の開発を次々と展開、蓄積してきた。

一方、大学の研究所として、また研究者として得られた業績を逐次学会などで開示、発表してきた。しかし大学という立場で収益事業体は認可されているにもかかわらず、当初業界からは「大学が商売をすることは何事か」また学会の一部からも「近大の発表は単なる技術で学問ではない」などと厳しく揶揄され、大学の研究機関という枠の中では思い切った販売など営業活動が行えないという現実があった。

2000年代に入り、次世代を担う新産業創出のための大学ベンチャー構想が持ち上がるや、理事長の世耕弘昭先生は時代の流れに敏感に反応され、水産研究所にも会社を興すべきだと提唱され、株式会社「アーマリン近大」が創設された。これは2003年2月に施行された中小企業挑戦支援法の特別措置制度を活用したもので、和歌山県法務局田辺支局第1号となった。この会社の設立によって、これまで近大水産研究所が積み上げてきた高い技術力をもって養殖産業としての種苗から育成、成魚、販売までの一貫した生産システムを最大限に生かし、正々堂々と胸を張って積極的な営業活動を展開できるようになった。今思えば世耕弘昭先生の鋭い先見性と即断力に舌をまくばかりである。

この創設された会社の社名、株式会社「アーマリン近大」は理事長の世耕弘昭先生自ら命名され、あ(A)はアルファベットの最初の文字で常に水産増養殖分野で先頭を走るパイ

オニアである決意と安全、安心の頭文字であり、マリンは海を、それと近畿大学の近大を組み合わせたものである。

設立当時、筆者が水産研究所長の任にあったため、理事長から任命され、設立資本金 5 万円を拠出して、不肖筆者が取締役社長を拝命した。取締役には村田修教授以下 4 名の方に御願した。会社は 2003 年 2 月 19 日設立届け出て、白浜町 1-5 の近大種苗センター内を所在地とした。設立申請の事業内容は、①養殖魚類の生産販売、②魚類養殖関連機器の販売、③魚類養殖用餌飼料などの販売、斡旋、④魚類養殖技術の普及、販売、⑤前各号に付帯する一切の業務とした。

この法制度を利用した大学ベンチャー企業は一説によると当時 1,000 社ほどに達したといわれるが、成功している企業はそう多くないと聞いた。我がアーマリン近大は関係者の努力によって高い評価を得るに至っており、2006 年 2 月には日経サービス優秀賞、2006 年 3 月にはニュービジネス大賞優秀賞、2008 年 6 月には産学官連携功労賞表彰において科学技術担当大臣賞、2014 年 2 月には関西財界セミナー賞特別賞などを受賞している。

また特筆すべきは、我が国初の養殖魚専門料理店「近畿大学水産研究所」を開設したことである。この経緯について、筆者は長年養殖研究、事業に携わってきて、養殖魚は半世紀も経つのに消費者から正しく理解されず、品質や安全性などにおいて天然魚と比較され常に低位に置かれていることに口惜しく残念に思ってきた。近年の養殖魚は種苗生産から成魚製品に到るまで飼育方法や餌飼料の研究において飛躍的に向上して、品質に確かな自信が持てるようになった。筆者はこの機会に養殖魚を何とか大学が率先して安心、安全、美味であることを啓蒙すべきと考え、まずは足元から近畿大学関係者や学生が利用出来る料理店を作れないかと思っていた。たまたま筆者が大学理事に任命された 2007 年 4 月の最初の理事会後の雑談の中でこれを申し上げたところ、弘昭先生が「それは面白い」と言われ早速、長瀬駅前書店跡の店舗等を候補に調査していただいた。しかし、その後立ち消えになってしまっていた。ところが現理事長の世耕弘成先生の代になって、アーマリン近大の事業の一部門として養殖魚を専門に提供する料理店の話が急浮上して、弘成先生のご尽力によって 2013 年 4 月に大阪グランフロントに「近畿大学水産研究所」第 1 号店が、続いて同 12 月に東京銀座コリドー通りに第 2 号店が誕生した。さらに 2021 年 8 月には東京駅中に第 3 号店「はなれ」が開店した。近畿大学水産研究所の養殖魚生産の揺籃期から携わって来た筆者にとって誠に感慨も一入であった。

なおアーマリン近大が現在の姿に隆盛発展した陰には、第 2 代大原司社長（2006 年 7 月 18 日～2010 年 3 月 31 日）、第 3 代達浩康社長（2010 年 4 月 1 日～現在）の並々ならぬご尽力があったことを忘れてはならない。

近畿大学の建学の精神「実学研究」と、学問の府であることを忘れることなく、近畿大学水産研究所は実験場、種苗センター、アーマリン近大が一丸となって我が国、いや世界

の養殖漁業をリードし続け、さらに発展されることを心から念願するものである。

#### 近畿大学水産研究所(店舗)の出店と豊田通商との協業について

学校法人近畿大学 法人本部長/水産研究所・水産養殖種苗センター 担当部長  
株式会社アーマリン近大 代表取締役社長  
達 浩康

この度は近畿大学水産研究所の開設 75 周年を迎えられ、心からお慶び申し上げます。また、「近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所」は、2023 年 4 月 26 日及び 12 月 4 日をもって、大阪店・銀座店それぞれが開店 10 周年を迎えることができました。一般的に、新規オープンした飲食店のうち 10 年後も生き残るのはたったの 1 割だといわれています。そのような厳しい業界に新規参入し、これまで順調に事業を継続できているのは、ひとえに質の高い養殖魚を送り出してくださっている生産現場の皆さまの日々のご努力、ご協力と店舗スタッフの皆さまのご尽力によるものです。この場をお借りして、厚く感謝を申し上げます。

大阪店については、オープンから 2022 年度末までで累計約 101 万人の来客、約 30 億円の売上、銀座店については、累計約 39 万人の来客、約 14.8 億円の売上となっております。「はなれグランスタ東京店」についても、開業後間もないですが、着実に売上を伸ばしております。この間、コロナ禍などの苦境に遭いながらではありましたが、いまやアーマリン近大の売上のうち、14%を占めるまでの事業に成長しております。

さて、改めて開店に至る経緯を振り返ってみたいと思います。2002 年に、世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功して以降、不定期に百貨店の催事等において、直接消費者の方に料理を提供させていただくことがありました。そこでは、ご好評をいただくとともに、直接の感想が研究・生産現場への貴重なフィードバックとなっていました。また、近大の魚をいつでも食べられる場所が欲しいという声もたびたびいただいております。しかしながら、我々としては全くの畑違いである飲食店経営を行うというのは、なかなか難しいという考えでした。

そのような中、2011 年の 7 月に、当時サントリービア&スピリッツ株式会社市場開発本部に所属していた片山義一氏が本学のクロマグロに関心を持ち、飛び込み営業的に大島実

験場を訪れました。当時の岡田貴彦場長とその場で意気投合され、共同で飲食店を展開しないかという構想が生まれたことが、その後の開店のきっかけとなりました。岡田場長からお話を受け、私は片山氏とはその後8月に初めて面会したのですが、個人的にもこれは「オモシロイ」と直感し、ぜひ進めたいと考えました。

片山氏は非常にユニークかつエネルギッシュな人物で、当時、飲食とは全く違う酒類の営業を担当していたにも関わらず、養殖魚の可能性に目をつけ、いわば会社に勝手に新しい事業を始めようとしていました。その後、私はすぐに世耕弘成理事長にアポイントを取り、片山氏らとともに提案をしたところ、理事長も「オモシロイ」と直感されたようで、その場で東京と大阪で2店舗をオープンしよう、と即断されました。理事長は当初より、店舗による情報発信力を意識され、東京での展開を強く志向されていました。

ちなみに、店舗名として「近畿大学水産研究所」という直接的な名称を使ったのも、世耕弘成理事長のご発案でした。これは研究の成果を直接味わっていただきたいという思いを、消費者の方にわかりやすく、かつ、インパクトをもって受け取ってもらえるように、あえて通常の飲食店では無いようなネーミングをしたものです。

続いて、文部科学省に対して、当初は「居酒屋」の営業ができないかと相談したのですが、大学及び大学が出資する関連会社が酒場、ビヤホール等の事業を行ってはならないという指摘があり、一度は出店計画を却下されました。そこで、こちらとしてはそもそもお酒を提供することが目的ではなく、あくまで研究の成果である養殖魚を提供することが目的である「養殖魚専門料理店」を運営するという趣旨を説明し、了承を得ることができました。

このような紆余曲折を経たものの、スタートすると決まっただけからは、今もお世話になっている株式会社ダイナックを始めとしたサントリーグループの協力体制を得て、同時に、大学内各部署の協力を受けながら、非常にスピーディに開店に向けての準備が進みました。

当初は、先述のとおり東京での出店を先行して計画しておりましたが、ちょうどこの頃、梅田北ヤードの再開発計画、今のグランフロント大阪の開発計画が進んでおり、その中に大学や企業の先進的な取り組みを紹介するエリアである「ナレッジキャピタル」というエリアが設けられることを知り、今回の出店にうってつけであることから早速出店に向けた調整を行い、大阪店を先行してオープンすることになりました。

他にも、養殖魚の流通経路の確保・調整や、学生・教員との連携、店舗の広報戦略など多方面での企画・調整が同時に進行し、大学や水産研究所・種苗センターのスタッフには

大変なご尽力をいただきました。特に、大学人事部所属で関連会社経営支援部を兼務していた石原克人さん（現総務部課長）には、各種の申請や学内外との連携を始めとして、店舗のコンセプト調整やメニュー、ユニフォーム選定などの実務、そしてオープン前後の各種イベント対応など多岐にわたって尽力いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

そして実際に大阪店のオープン当日を迎えるまでは、大学の関連会社が開いた養殖魚専門の飲食店が、いくら日本人がマグロ好きとはいえ、どこまで一般の消費者に受け入れられるか、不安の方が大きかったのが率直な気持ちでした。店舗の開設にあたっては、少なくない金額を投資したこともあり、それが回収できるのか、ビジネスとして成り立つのか、ということも自信はあるものの、確信まではありませんでした。

しかし、蓋を開けてみれば連日 300 名以上の行列ができるほどの大反響でした。これには胸をなでおろすとともに、嬉しい悲鳴を上げることになりました。正直なところ、これほどの反響があるとは想定しておらず、クロマグロを始めとした魚の供給量に問題が生まれましたが、ダイナックから派遣された初代店長である羽島俊之さん（現アーマリン近大関連事業本部長）を始めとした、店舗現場スタッフの機転や生産現場での尽力により、なんとか運営を維持することができました。

その後の盛況については、皆さまもよく知るところかと存じます。大阪のオープンから一段落ついた後、早速東京での出店地の検討を始めました。出店場所となった銀座コリドー一街は、飲食店経営者から非常に人気のある物件であり、現在の店舗を賃借するにあたっては、複数社によるコンペが実施されました。その場では、大阪店の盛況ぶりを示すとともに実際に近大マグロを振る舞うなど、様々なアピールを試み、無事に選出されました。銀座店についても、オープン後は大阪店と同じくご盛況をいただきました。

ちなみに、先述の出店にかかる投資については、わずか 3~4 年程度で無事に回収することができております。また、これは明確な根拠のない私見ではありますが、店舗がオープンした翌年の 2014 年の大学入試において、近畿大学が初めて志願者数日本一を達成したことは、この店舗による情報発信、パブリシティによるものも大きかったのではないのでしょうか。

大学の関連会社が経営する一般消費者向けのレストランというアイデアは例がなく、近畿大学の「実学教育」の精神を具体的に社会に PR するには非常に効果的であったと思います。



もう一点ここでご紹介したいこととして、アーマリン近大が 2017 年の第 3 回日本ベンチャー大賞において農業ベンチャー賞を受賞したことです。これは政府が後援する非常に価値のある賞です。店舗のみではなく、アーマリン近大全体の取り組みが評価されたものでしたが、実際に審査員を前にプレゼンテーションを実施するにあたり、店舗の成功が大きなアピールとなりました。この際同時に受賞した企業としては、近年 CM などでもおなじみの株式会社ビズリーチなどがありました。その後の授賞式において安倍晋三首相から直接激励をいただいたことは今でも忘れることができない荣誉です。

次に、水産研究所と豊田通商株式会社との関わりについてもここで触れさせていただきたいと存じます。

豊田通商とは 2010 年 7 月にクロマグロの完全養殖事業における技術協力提携を結び、世界初となるクロマグロの中間育成事業を開始しました。当初、某総合商社の関連会社に直接出向いて業務提携を提案したものの、けんもほろろな対応でした。その一方、豊田通商は養殖事業へは新規の参入でしたが、関係者の皆さまの厚いご協力・ご尽力によりまして、非常に積極的・協力的な関係を築くことができました。

特に、当時経理課にいた福田泰三氏は、自ら大島事業場に出向し、精力的に取り組まれることで、その後の事業拡大に繋がられました。そして、福田氏のある意味突拍子もない挑戦を役員会で通していただき、その後の関係の発展に繋がっていただいたのは、当時副社長を務められていた大重幸二氏です。大重氏は非常に情熱的かつきめ細やかなお人柄で、個人的に「おやじ」と呼ばせていただきながら現在もご指導、ご厚誼を賜っております。

また、同社においては、社長を務められていた加留部淳氏、専務の三浦芳樹氏、現社長でツナドリーム五島の初代社長も務められた貸谷伊知郎氏にも、一連の共同事業において多大なご協力を賜りました。

近大マグロを通じて得られた豊田通商の皆さまとの協力関係は、近畿大学水産研究所、アーマリン近大の発展にとって得難いものでした。この場をお借りして改めて厚く御礼申し上げます。

店舗においても、豊田通商(ツナドリーム五島)が育てたクロマグロを試験的に提供し、既存の近大マグロと食べ比べ・アンケート調査を実施するなど、様々な取り組みを行いました。その結果、既存のものと遜色ない結果となったことから、豊田通商のクロマグロについても 2014 年に近大マグロとして認定することができました。これにより、近大マグロ自体の供給量を増加させ、店舗においても安定的な供給に繋がっております。

最後に、店舗運営を含めて今後の目標についてですが、「養殖魚の価値の転換」という当初の目標にはまだ至っていないと思います。開店後 10 年という節目を迎えましたが、養殖業界の振興という新たな目標を掲げた「はなれグランスタ東京店」における SCSA 認証を得た近大生まれの養殖魚の提供など、豊田通商を始めとした協力会社の皆さまとの関係を深化させることで、新たな取り組みに繋がりたいと考えております。そして、近畿大学の「実学教育」を世の中に示すような画期的なチャレンジができるよう後押しをしていきたいと存じます。

### 養殖魚専門店「近畿大学水産研究所」オープン

水産養殖種苗センター センター長  
株式会社アーマリン近大 取締役  
岡田 貴彦

幼い頃から生き物、特に魚を飼うことが大好きだった私が近畿大学農学部水産学科に入学したころ、漁業は「獲る漁業からつくり育てる漁業へ」「これからは魚類養殖の時代になる」などと謳われており、近畿大学農学部水産学科へ進学に全く迷いありませんでした。自己評価ですが、真面目に勉学に励んだおかげで、第一希望の原田輝雄教授の海水増殖学研究室白浜実験場に進むことができました。1988 年当時はバブル時代もあって、決して現在のように高品質とは言えない（体色が黒い、養殖臭がする）養殖マダイであっても市場価格は 1,500 円/kg 以上の高級魚でした。シマアジやヒラメに至っては養殖ものでも 4,000 円/kg 以上の値が付き、卒業後はヒラメの養殖で一攫千金を企んだ時期もあるほどでした。

しかし、小割式網生簀養殖方法の普及と人工種苗の量産化によって養殖魚の供給が需要を追い越してしまうと市場の原理でそれまで高級魚であったそれらの養殖魚、特にマダイやブリは大衆魚に陥落しました。平成の時代になると、養殖魚の取引価格は暴落、マダイでは 500 円/kg 以下の安値で取引されることもしばしば起こるようになり、廃業する養殖業者が増えました。

一方、天然魚は養殖魚の 2 倍ほどの高値で取引されていました。昔から新鮮な魚を生で食してきた日本人は天然魚を好む傾向が高く「魚は天然の方がおいしい」「魚は天然に限る！」という天然魚信仰が消費者に根強く残っていました。

当然、養殖業者、種苗生産者、飼料メーカー、関係する研究者は、天然魚に劣らぬ養殖魚を生産するために日々技術開発を行ってきました。その結果、現在では旬の天然魚には敵わないかもしれませんが、季節に左右されず、おいしい養殖魚が一年を通して安定供給

できるようになっています。近頃では、マダイやブリなどでは「天然よりおいしいよ」と漁師さえも認めてくれるまでになっています。また、魚離れが進む若年層、特に女性の消費者からは魚臭さや癖がなくおいしいと評価されています。これからは天然魚を食べつけてきた人は減っていくのでこのような若年層に好まれる魚を作らなければならないのでしよう。

そんな状況でも、養殖魚は天然魚より安く取引されていました。養殖魚の価格低迷は養殖業者にとって最も大きなダメージといえます。養殖業界の復興のために何とかしなければならないと誰しも考えていたはずですが、近畿大学はこれまでに養殖の研究で多くの取材を受け、テレビ出演も多いのですが、養殖魚の知名度 UP にはまだまだ努力が足りなかったように感じました。

私は一介の魚飼いなので経済のことはよく分かりませんが、養殖業界が元気になってもらうためには、これまでの養殖魚に対する固定観念「養殖魚はおいしくない。薬漬け。」を払拭し、養殖魚がこんなにおいしくなっていることを伝えなければならない。そしてその方法は「とにかく養殖魚を食べてもらうことだ！」と考えました。

養殖魚は天然魚と違い、安定品質・安定供給・安定価格が使命です。これらを消費者の方にどうやってアピールするか？「よし！近大が、養殖魚だけを使った居酒屋を出そう！お店は小規模でもおしゃれでなければ、そしてカウンターの向こうには『小雪』さん」とイメージしました。食材の魚は潔く養殖魚だけとし、刺身以外の創作料理も提供して食育も行います。近大の食品栄養学科の学生が考案した料理を提供、直に評価していただく。フロアでは水産学科の学生も配膳、お客さんのマニアックな質問にも専門知識を披露できます。難問には「おっちゃん、次の御来店までに調べとくね」で OK でしょう。会社の上司が部下や友達を連れて「おい、面白いお店があるから行ってみるか」と会社帰りに立ち寄れる粋な店。使う魚は、近大卒に限らず、近大生まれの稚魚を育てた〇〇水産の養殖魚も提供します。その魚が気に入っていただけたなら「直接お取り寄せできますよ」って営業もさせてもらいます。お店自体の収支は問いません！養殖業界が元気になるばという思いです。こんな構想も、魚飼いの私だけで実現できるわけもなく、悶々とした日々を過ごしていました。

そして運命の出会い。2011年7月1日、サントリー営業部の若手2人が、和歌山県庁で和歌山県産品の販売促進会議のあとにアポなしで私を訪ねてきたのです。これも偶然で、普段であれば海上の生簀で作業しているはずの私がまたまたデスクワークをしていたのです。雑談の中で前述の居酒屋構想を熱く語ったところ「それ面白い！絶対やりましょ！」って一気に盛り上がりました。当時の事業本部長に相談したら「ええ話やないか。企画書出したら」って、ドンと背中を押されました。よく転職サイトのCMで見る「うちの会社じゃ無駄だって」という組織ではありませんでした。企画書は大学本部を通り、本格的に

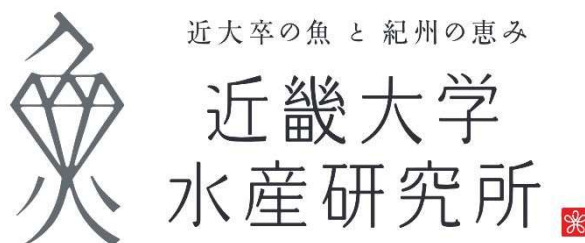
前述のサントリー営業マンによってどんどん具体的になっていきました。また、タイミングよく日本貨物鉄道の跡地にグランフロント大阪が建設され、その複合商業施設の中のナレッジキャピタルというエリアを彼らが見つけてきました。ここは日本の最先端技術に触れることができる、研究施設をイメージした場所であり、我々の目的にぴったりの場所でした。何より、借地代が一般レストラン用エリアに比べて安いのです。お店の規模について、私の企画では大阪北でおしゃれな小さなお店でしたが、サントリーとしては受け持つからには収益率も考えて客席数 95、回転数 3.0 という想定外の規模の設計で進めてきました。計画が具体的になるにつれ、心配事も出てきます。一つは養殖業者さんの反応でした。日本の養殖魚を代表してそのアンテナショップとなるのだから、養殖魚の顔に泥を塗るようなことはできません。しっかり品質を担保できるように飼育管理、取り上げ、保管、デリバリーも組み立て直しました。次に店舗近隣の既存の納品先への影響です。これについては出店の目的をしっかりと説明することで「相乗効果が期待できる」と肯定的に理解を頂きました。さらなる心配事は魚の供給量です。下の表はサントリーが試算した魚類使用量でした。

魚種	月間使用量(kg)	1尾当り重量(kg)	使用尾数(尾)	1日当り使用量(kg)	1日当り使用尾数(尾)
クロマグロ	400	60	6.7	13.3	0.2
マダイ	100	1.5	66.7	3.3	2.2
ブリ	80	4.5	17.8	2.7	0.6
カンパチ	60	3.2	18.8	2	0.6

この量なら大丈夫。近大マグロはもともとそれほど多く養殖しているわけではありませんが、この量なら既存の納品先にも迷惑かけずに済むはずでした。

一方では店舗名について世耕理事長が文科省を奔走されました。教育機関である大学が飲食店を出店することはそう簡単ではなかったようです。大学の収益事業として居酒屋はNG。養殖魚専門料理店「近畿大学水産研究所」もNGとされました。それなら「これどうや！」と養殖魚専門料理店「近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所」という名前で許可を得ることができました。

企画は立ち上げたものの「養殖魚しか提供しないお店？」閑古鳥だったらどうしよう。そんな心配をしながらも、ついに 2013 年 4 月 26 日グランフロント大阪に養殖魚専門店をオープンさせました。



「近畿大学水産研究所」のロゴマーク

現地からの第一報は「開店前から長蛇の列ができています。2 時間以上の待ち時間にな

っています」とのこと。正直「うっそ！ほんまか？」とにわかには信じられませんでした。しかし、この状態はその後もずっと続きました。マグロの使用量は毎日1尾、想定の5倍以上になり、養殖現場の我々は冷汗状態になりました。そのような状態にも拘らず、東京銀座にも出店の計画が持ち上がりました。「無理です。魚の供給ができません。」と必死の訴えも空しく、同年12月には銀座店もオープンしました。人気メニューはやはり近大マグロです。出荷量はさらに増え、とうとう大事な採卵用マグロ親魚も出荷せざるを得なくなりました。何とか店舗側と取扱量の調整を行って供給を続けられるようにしました。リピーターも多くおられ、養殖魚のおいしさが伝わっていることを実感できています。2020年には東京駅中に「はなれ」グランスタ東京店をOPEN。3店舗の来客数は155万人を突破しました。日本の養殖魚はますますおいしくなっています。どうか皆様、ご愛顧のほどよろしくお祈いします。



**東京銀座店**  
**2013年12月4日 OPEN**



**はなれ グランスタ東京店**  
**2020年8月3日 OPEN**

## 近畿大学水産研究所（店舗）への魚類の供給について

水産養殖種苗センター浦神事業場 マネージャー

1984年 水産学科（白浜）卒業

向井 良夫

「近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所大阪店」が大阪うめきた・グランフロント大阪のナレッジキャピタルにオープンしたのが、ちょうど10年前の2013年4月26日。当時、成魚を担当していた私には「えっ！ホンマにやるの？」と言うのが率直な感想でした。しかも行きがかり上、やはり店舗も担当することに...。「こんなん、流行らへんやろ...。」と思いつつ...。しかし流石は近大！オープニングイベントには浪速のロッキー・赤井先輩を始め五輪競泳メ



ダリストの山本さん、中尾さん、アーチェリーメダリストの古川さんを動員、その大々的なメディア戦略に圧倒されたことを覚えています。それに加えて「近大マグロ」の人気も相まって、予想以上の人気店となってしまったのは皆さんもご存じのとおりです。

しかし、ここからが問題...。店舗のコンセプトは「近大卒の魚」を謳っていますので、近畿大学が育てた魚しか店舗提供できません。これは困った...。と言うのも料理人は自らの目利きで最高の食材を仕入れる！これが料理人のプライドとなりますが、ここを任されてしまったから、さあ大変！料理人に納得のいただける魚を納品しなければなりません。ですので、日頃の飼育管理はもちろん、生簀からの取り上げ方、出荷までの養生、メ方、血抜き、冷却、輸送諸々、そうそう肝心の目利きから舌（ベロメーター）までも一から勉強し直しでした。またそれにもまして料理人と渡り合える知識も必要となります。店舗から見ればこちらは大学の研究者？いろいろなことを質問もされます。サカナあるあるです。業務知識だけでなく、魚雑学？こちらもいろいろ勉強しました。

さて、思いも寄らず人気店になってしまった大阪店。4月26日にオープンしゴールデンウィーク明けまでの一日の平均来店客数が550名と当初の予想の250%超えとなりました。現在はコロナ禍の影響もあって150名ほどとなっていますので、その数のすごさがわかりますね。その来店客のお目当てはやはり「近大マグロ」。来店客の8割がマグロ系の丼ぶり、御膳を注文され、特に出数比率では大トロ・中トロ・赤身のマグロ三食丼が46%、マグロ刺身御膳が33%とマグロの使用量が全魚種の70%以上、一人当たり200g（原魚換算、現在は140gほど）を超える異常事態となりました。オープン前年の台風被害で大きく保

有尾数を減らしているにもかかわらず、このペースが継続されればマグロの月間使用量が2,500 kg、一日 80 kg（共に原魚換算）となる見込みで、すぐに在庫は底を突いてしまいました。なんとオープンわずか2週間でまさかのギブアップとなりました。これは大変！と言うことで、ゴールデンウィーク明け早々の5月8日、私は運営を委託している㈱ダイナック大阪オフィスを急遽訪問、打開策を協議させていただきました。そしてメニューの大幅見直しを検討し、丼ぶりも刺身盛りもマグロ単品を止め、すべて他の鮮魚との盛り合わせに変更となりました。来店客のほとんどがとにかく「近大マグロ」をたくさん食べたいと思われていたところ、マグロ単品をメニューから外すことは当時としてはかなり勇気のいる決断でした。しかしこのことが結果としてマグロ以外の養殖魚の認知、普及につながったことは間違いありません。また来店客数もランチタイム 200 名、ディナータイム 150 名に抑え対応することになりました。そうした中、マグロ三食丼が選抜鮮魚の海鮮丼になったことで来店客の反応で驚いたことがあります。皆さん、口を揃えたように「近大ってマグロ以外も養殖しているんですね。全然知りませんでした。」でした... (汗)。

これでマグロ問題については一応決着したのですが、大阪店成功を受けて？今度は12月に東京・銀座に2号店「銀座店」をオープンすることが決まりました。規模は大阪店の半分ほどですが、また魚の遣り繰りに頭を悩ますこととなりました。早速その翌年の春、予想通りのことが起こります。マダイが足りない！でした。ご存じの通り、養殖魚の生産には2、3年はかかります。マグロ単品の提供を止めると当然他の魚の使用量が増えてきます。店舗出店構想時にはそれを見越した魚の生産はしておりませんでしたので、さてまた困りました。どこかに在庫は無いかと全事業所の給餌帳とにらめっこです。で、ありました！奄美にありました！急遽、奄美事業所からマダイ 3,000 尾を大輸送させ、マダイについてはこれで何とか食いつなぐことが出来ました。しかしさらに1年後、今度はブリの成長が供給に追い付かなくなり2 kgそこそこ、いわゆるハマチに毛の生えた程度のブリの納品となってしまったのです。店舗からはこれってブリですか？とも言われましたが、標準和名はブリですからと切り返しました(笑)。こちらもだまされ3か月間、2 kg台のブリで乗り切りました。これでようやくすべての魚種が安定供給できるようになりました。やれやれでした...。で、そのすべての魚種？と言いますと今まで店舗提供した魚介類は31種類にも及びます。その中にはマイワシ、シロギス、カサゴ、オニオコゼなど一般的に養殖されていない魚も多くあります。また近畿大学ならではの魚、それは交雑魚ですね。近畿大学が開発したキンダイ、ブリヒラですが、一時期は遺伝子組み換え云々がどうなの？と言う時代もあり、交雑魚の生産も休止していましたが、店舗オープンを機に生産を再開、積極的に店舗提供を始めました。今ではブリの提供を止め、完全にブリヒラに移行しています。また、ときどき反対のヒラブリも提供させていただいています。これ以外にもクエ♀×タマカイ♂＝「クエタマ」の提供も行っていますが、交雑魚全般に以前のような抵抗感

は全くなく、近畿大学らしいと来店客からは好評をいただいています。と言いますか、私的にも交雑魚の方が美味しいと思いますよ！

養殖魚専門レストランとしてすっかり認知された「大阪店」、「銀座店」、そして東京エキナカに新たにオープンした「はなれグランスタ東京店」。これからもその开店意義の継承、研究開発の情報発信基地としての役割もしっかり担っていただき、まだまだ10年、20年と続けていっていただけることを祈っています。



「もうひとつの近畿大学水産研究所」

株式会社アーマリン近大 執行役員・関連事業本部長  
羽島 俊之

この度は近畿大学水産研究所開設75周年を迎えられ、心からお慶び申し上げます。

長きにわたる歴史を学べば学ぶほど、養殖業界において戦後の黎明期からその後の発展期、そして現在の成熟期まで、常にトップランナーとして駆け抜けて来られた諸先輩方にあらためて敬意を表したいと思います。

このような水産研究所の長い歴史の中で私が皆様のお仲間に加えて頂いたのは、2013年4月からになります。この年に大学が経営する世界初の養殖魚専門料理店として「近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所」が大阪梅田に出店されました。まさにこの時「もうひとつの近畿大学水産研究所」が誕生したのです。その後は同年12月に東京銀座へ2号店、2020年8月にはJR東京駅構内へ3号店を出店しました。私はその中でも1号店である大阪店の初代店長として配属され、近大マグロをはじめとした近大卒の養殖魚や近畿大学の研究成果をお客様に発信する大きなお役目をいただきました。現在も毎日多くのお客様にご来店いただき、未だ変わらず近大養殖魚の魅力を発信し続けておりますが、今一度この10年を振り返るとともに、今後の取り組みについても考えて行きたいと思います。



グランフロント大阪店



銀座店



出店の経緯は、以前から「近大マグロはどこで食べられるの?」「どこで売ってるの」という消費者の声が現場に多く届いていたことがきっかけでした。そこからアンテナショップにニーズがあると感じ、飲食店経営について検討していたところ、サントリーホールディングス(株)の営業担当者から養殖魚をメインとした飲食店の企画提案があり、互いの思惑が一致しました。これにより今までの BtoB ではなく BtoC の取り組みとして「養殖魚の価値の転換・向上」をコンセプトにした出店が実現したのです。

メニュー開発は、看板商品となる近大マグロは刺身やカツレツなどにして素材の良さをストレートに伝え、マダイやシマアジなどのマグロ以外の養殖魚は刺身に加えグラタンなどの創作系料理に調理し、女性客や家族層が注文しやすいように準備を進めました。しかし、いざオープンしてみると我々の予想とは大きく異なり、お客様のほぼ全員がマグロ料理ばかりを注文する結果となりました。

また営業を開始してからは、予想をはるかに超える多くのお客様が来店し、店前には大行列ができました。ランチタイムは開店と同時に行列を制限し、ディナータイムも開店 2 時間でオーダーストップしなくてはならなくなり、多くのお客様に来店してもらったにもかかわらず、近大卒の魚を食べられないまま帰っていただく事態になりました。

この営業の課題については、入店客数の制限を設けることである程度は解消できましたが、テレビや新聞などのメディアからの取材が話題性の高い「近大マグロ」に集中することはどうすることもできず、さらにお客様の心理をあおる結果となりました。このままでは「近畿大学の養殖研究の成果を世の中に広く提供しよう」という思いが成就されないまま「近大マグロのお店」で終わってしまうのではないかという危機感が迫ってきました。そこで思い切って、マグロオンリーのメニューを全て外すことにし、近大マグロにはもれなく「マグロ以外の近大卒の魚」がついてくるようにしました。お客様からの苦情を覚悟していましたが、意外にもスムーズに受け入れてくれる方が多く安心するとともに、この思い切った策によって「マグロだけじゃない近大の養殖研究の認知度向上」すなわち「養殖魚の価値向上」にもつながるという効果を得ることができました。まさに、出店時のコンセプトが実を結んだ結果となりました。その後も数多くの養殖魚を提供し、お客様から「近大はマグロだけじゃないのね?」というお言葉を 10 年後の今も驚きとともに頂いております。



近大マグロと選抜鮮魚のお造り盛り・海鮮丼

ここまでを振り返った際に外せない事が、我々の生活を一変させた新型コロナウイルスの感染拡大ではないでしょうか。自治体から要請された「緊急事態宣言」「まん延防止法」などで、店舗はやむなく長期休業や時短営業を余儀なくされました。また、店内では客席の間引きやアクリル板の設置、さらにはマスク会食等を強いられ、本来の飲食店とは程遠い状態となってしまいました。また、店舗で使用するはずであった養殖魚の多くが余剰魚となり、成魚事業部をはじめとする多くの方にご迷惑をお掛けすることとなってしまいました。加工商品の開発を進め、SCSA 認証商品として初のギフト向け製品の商品化も実現しました。店舗にご来店いただいたお客様へのアプローチに加え、産直商品によりご自宅のお客様に対しても養殖魚の魅力を伝えることが可能になりました。コロナウイルスによる巣ごもり需要も相まって出荷数も年々増加し、ピンチをチャンスに変えることができました。この一連の流れは今後も継続していきたいと思えます。

最後に今後の店舗運営について記させていただきます。「養殖魚の価値の転換・向上」を目指すための最前線として、多くのお客様からの声を現場にフィードバックする役割とともに、積極的な情報発信をする場としても活動していくことが大事であると思えます。残念ながら今でも「こんな所で大学がお店を運営してるんだね？」や「近大はマグロ以外もあるんだね？」等のお言葉を頂戴する度に、まだまだ情報発信力が足りていないと実感します。また、ここ数年お客様に提供している、「ブリヒラ」「クエタマ」等の交雑魚についても、さらにお客様の声を集め、現場にフィードバックしなければならないと考えております。

そして、東京駅構内に出店している「はなれグランスタ東京店」については、「近大生まれ」の養殖魚を提供する店舗形態として、新たなビジネスモデルの軌道に乗り始めました。日本一の乗降客を誇る駅ターミナルの立地を生かして「近大生まれの魚」にフォーカスすることによって、全世界の方々へ人工種苗を用いた養殖の重要性を伝えるとともに、近大



はなれグランスタ東京店



近大紅白手桶寿司

産の養殖魚だけでなく養殖業界全体を活性化することが可能になります。そうすることで、国連サミットで採択された SDGs (持続可能な開発目標) で定められている「海の豊かさを

守ろう」の達成にもつながると考えています。今後このビジネスが日本中に展開できた際に「養殖魚の価値の転換・向上」という目標が達成できるのではないかと大きな夢を描いております。

#### 学校法人近畿大学と豊田通商株式会社との協業事業について

豊田通商株式会社  
経営企画部 サステナビリティ推進室 室長  
福田泰三

このたびは、創立 75 周年を迎えられ、誠におめでとうございます。  
近畿大学水産研究所のこれまでの功績を思い、革新的な取り組みに改めて感動を覚えています。

さて、弊社と近畿大学水産研究所（近大水産研究所）の出会いは、私がホームページのお問い合わせ窓口に質問したことから始まりました。

当時、私は経理部の所属でしたが、新規事業を企画する社内研修に参加していました。テレビのドキュメント番組で近大マグロプロジェクトを見て感銘を受け私は、「何か自分にできることがないか？」とアイデアも無いままにホームページに問い合わせました。しばらくして、当時の村田所長から「一度話をしようか」と連絡をいただきました。

返事を頂けるとは思っていなかったので驚きましたが、すぐに名古屋から白浜まで飛んで行きました。そこで伺った話は、近大マグロプロジェクトの歴史と、近大水産研究所がこれまでどうやって養殖技術を磨きながら事業を進めてきたのかという、皆さんの想いでした。恩師の原田先生への敬意を皆さんが口々に語られていたこと、当時は旅館もない五島列島へ魚の養殖の指導に行かれていたこと、「魚飼い」という言葉を職業名のように話されることなど、とても印象的でした。

そのような話を伺ううちに、私はクロマグロ完全養殖事業の最前線で尽力されている皆さんと、どうしても一緒に仕事をしたくなりました。しかし、金魚も飼ったことがなく、養殖業界も知らない私には何をすれば良いのか見当もつきませんでした。そこで、何度も白浜や串本に通わせていただきました。現場の皆さんは「おかしな奴がきているなあ」と思われていたと思います。話をしていく中で、「中間育成」に特化した事業のニーズにたどり着きました。弊社もこれまでクルマづくりなどの事業で縁の下の力持ちを続けて

いる企業でしたから、中間育成はどこか当社らしい事業でもありました。

その後、弊社は 2010 年に世界初となる完全養殖クロマグロ中間育成事業会社として株式会社ツナドリーム五島を立ち上げました。中間育成事業は近大水産研究所から稚魚を受け入れ、0.5～1 kgサイズにまで育てたヨコワを養殖業者に供給する事業です。ただでさえ稚魚期の魚の扱いはデリケートな対応や技術が求められるにもかかわらず、近大水産研究所の皆さんは、ズブのド素人の私に、船の運転、潜水、エサのやり方、台風対策などのすべてを手取り足取りご指導くださいました。マグロの稚魚に真摯に向き合い「この子たち」と呼ぶなど、皆さんの言葉や行動の細部からにじみ出てくる思想や姿勢は、私にとって衝撃の連続でした。事業を進めるにつれ、毎日の魚との会話でやるべきことを決めること、昨日と同じことでは魚に通用しないことを学び、次はどうすればより良くなるのかを常に考えるようになりました。改善のアイデアを持って毎日のように近大水産研究所に電話しましたが、その度に、何年も昔に取り組み済みで研究結果も出ているとの答えが返ってきます。皆さんが工夫する努力を積み重ねて来られた歴史の重さを感じたことを覚えています。

その後、2014 年にはツナドリーム産のクロマグロ成魚を「近大マグロ」に初めて認定いただきました。ツナドリームにとっては自社のマグロが、歴史を積み重ね、そして、世の中に広く知れ渡っている「近大マグロ」に認定いただけることは大変ありがたかったですし、誇りとなりました。

さらに弊社は、ツナドリーム沖縄、五島には種苗センターを設立し、近大水産研究所との協業の幅を広げました。沖縄の拠点は冬場の低水温対策、成長速度の加速の目的で、種苗生産はこれまで近大水産研究所の串本や奄美から運搬していたものを自社生産に切り替えるためでした。特に種苗生産は、種苗設備の設計から指導を受け、また、種苗生産の専門家を派遣していただきました。現在もツナドリーム五島の種苗センターのメンバーを含め、研修生を近大水産研究所で受け入れていただいています。



2014 年記者会見時

中央から左に向けて 世耕校友会名誉会長、清水理事  
長、宮下所長  
中央から右に向けて 加留部社長、三浦本部長(当時)

弊社の完全養殖クロマグロ事業は近大水産研究所のご支援あってこそその事業です。中間育成から始まり、種苗、成魚へと徐々に事業の幅を広げる都度、手厚いご支援を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。今では、ツナドリームでも魚を「この子たち」と呼ぶ光景が日常となりました。

これから世界の人口は増加し、完全養殖の技術は世界で求められています。

まさに今、近大水産研究所の出番です。

これまで皆さんが築き上げられた文化や技術、そして熱い想いをこれからも大切に引き継いでいただきながら、近大水産研究所の未来を創られていくことを期待しております。弊社もこれまで以上のご指導を賜りながら、共に海を耕していきたいと思っております。

皆さま方の今後のさらなるご活躍を祈願しております。