

第5節：食品・農業

魚類養殖技術における現況と課題

養殖 クロマグロ ウナギ ワクチン

日本は四方を海に囲まれ、また多様な河川湖沼に恵まれているので、多種多様な魚介類を様々な形で食する独特な魚食文化を有する国である。しかしながら、近年は水産資源の状況が悪化するなか世界的な人口増加に伴って水産物の需要も増加することもあって、その需給状況が変わりつつある。そこで、我が国の水産に関する技術について現状および今後の技術遷移について紹介する。

1. 漁業・養殖業生産物の現況（需要・供給および消費動向）

日本人における魚介類の消費量と種類の変化をみると、食用魚介類供給量は2007年では56.9kg/人/年と人口100万人以上の国では世界一にあるものの、魚介類の摂取量(図-1)でみると2001年94.0g/人/日であったものが、その後2009年には74.2g/人/日へと減少傾向にある。その減少要因は主たる副食が魚介類から肉類への摂食変化と考えられる。魚介類と肉類の摂取量で比較すると2005年魚介類では84.0g/人/日、肉類77.9g/人/日で、2005年以前までは魚介類の方が肉類より摂取量が多かったが、2006年魚介類では80.2gで肉類が80.4gと肉類摂取量が少しの方が多くなることとなる。その後の2009年は魚介類74.2g、肉類は82.9gで逆転現象が起こり肉類の摂取量が多くなる傾向が顕著となり、今後もこの肉類摂取の傾向は続くものと考えられる。

世界の漁業・養殖業生産量(図-2)は2000年14,180万トンが2009年には16,316万トンと増加傾向にある。その増加傾向の要因の一つとして中国の生産量による増加が挙げられ、2000年

4,963万トンであったものが2009年6,048万トンと1.2倍も増加し、中国の生産量が2009年の世界の生産量のうち全体比37.1%(6,048万トン)を占め最も多く生産されている。そして日本の漁業・養殖業生産量は、1984年1,282万トンをピークに減少し、2000年以降は500~600万トンと半減し低迷している。なお世界全体からみた日本は全体比3.4%(547万トン)と中国の1/2に過ぎない。生産量の多い中国は漁業によるものでなく養殖業による生産量で全体生産量の74.9%を占め、そして中国では以前と比してコイ科魚類以外の養殖例えばアメリカナマズ養殖場建設などがあって現在でも盛んに行われ、今後も養殖生産量の増加が見込まれる。そして養殖業生産量だけをみると中国が最も多いが、次に東南アジア諸国も多く、今後も世界的に養殖生産量は増加するものと考えられる。養殖生産量を進

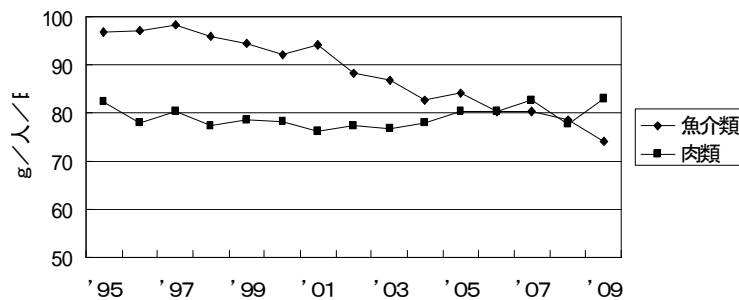


図-1 魚介類と肉類の摂取量 (g/日/人) の推移

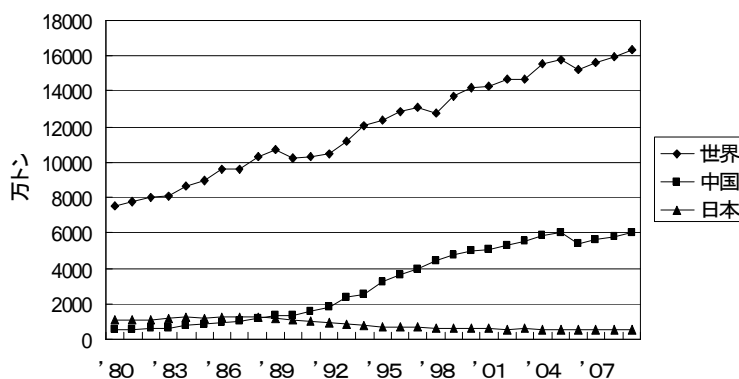


図-2 世界および中国・日本の漁業・養殖業生産量の推移

展させるためにも養殖技術の更なる発展の必要性はあるものと考えられる。かつては日本が水産王国と呼ばれていたこともあって、現在でも日本における養殖技術は世界的には高い水準にあることで、今後の世界的な生産量の増加に技術貢献できるものと考えられる。そして現在の生産量の推移から見て今後の水産物の需要拡大には養殖生産による増加量が対応できるものと推察される。一方では養殖生産において、養殖適地には限度があること、養殖場に収容できる魚の密度の限度があること、魚粉を主とした餌の供給に限界があることなどがあって、それらが養殖生産の制限要因としてあげられている。

今後の養殖技術の技術開発・研究の方向性としては、収益性の確保（経営の改善、生産コストの低減、付加価値の向上）および持続性の確保（漁場環境の改善、労働環境改善・近代化）が水産庁・（独）水産総合研究センターなどから示されている。これらの養殖研究・技術開発することを積極的に実行することで養殖生産量の制限要因からの脱却することも可能と考えられ、そのことで今後の水産物の需要量に対する供給量対策が可能なものと考えられる。

2. 完全養殖に向けて

養殖業は漁業と異なり計画生産が可能であって、その計画生産を完全に遂行させるには各養殖魚は完全養殖を行わなくてはならなければならないが、種苗を天然魚から得ている場合には生産量が不安定さを有しており、現在の主たる養殖魚の多くは天然種苗に依存しているのが現状である。さらに今後の漁業管理が進むことで天然種苗の確保が困難な状況になるものと考えられることから完全養殖へと進む必要がある。

完全養殖に向けて実用化研究が行われ話題になっているのはクロマグロとウナギである。マグロは魚介類の消費量が最も多く、一方ウナギは内水面養殖魚のなかで最も生産量が多い魚種で日本人に馴染みのある魚種である。

表－1 クロマグロ養殖の歴史

年	ク ロ マ グ ロ 養 殖 に 関 す る 事 項
1928年	ブリの養殖が始まる。
1964年	マダイで人工ふ化から養成した親魚からふ化仔魚を得る（完全養殖）。
1968年	ブリで人工ふ化から養成した親魚からふ化仔魚を得る（完全養殖）。
1970年	マグロ類養成技術開発試験の開始。
1973年	ヨコワ（マグロ幼魚）から養殖が成功。
1975年	カナダでマグロ畜養が試験的に始まる。
1979年	クロマグロ幼魚から養成した親魚から産卵、人工ふ化仔魚を得る。
1985年	スペインでクロマグロ養成畜養事業が始まる。
2002年	人工ふ化から養成した親魚からふ化仔魚を得る。完全養殖を達成
2004年	養殖クロマグロを市場に出荷。

2. 1 クロマグロ

マグロ類は一般的にスズキ目サバ科マグロ属の太平洋クロマグロ、大西洋クロマグロ、メバチ、キハダ、ビンナガの主な6種を指し、そのうち日本人が最も好まれているのはクロマグロで寿司ネタや刺身として最高級なマグロでもある。クロマグロは北半球の温帯域を主な生活の場とし、日本近海で生まれたクロマグロはときにはアメリカ・メキシコ沿岸まで大回遊する魚でもある。

クロマグロの研究・技術開発に至る経緯は、1970年に「マグロ類養殖技術開発企業化試験」として大学、県水産試験場が参画して試験が開始された。当初はクロマグロのヨコワ（天然幼魚）を生け簀養殖して、それを親魚にまで育成して人工採卵をすることに重点がおかれた。しかしながら研



図-3 クロマグロの養殖場



図-4 クロマグロの給餌

究期間が3ヶ年と短く、またヨコワの飼育がうまくいかなく殆どの参画した研究機関が撤退した。その中で近畿大学だけが継続して研究を進めていった。そして1973年にヨコワからの網生簀養殖法の開発、1979年に養成親魚からの採卵・稚魚養成へと着実に完全養殖へと進められてきた。クロマグロ養殖はマダイ・ブリ養殖などの従来の養殖法と異なるという観点に立って行われるとともに、実用化研究を通して酸素消

費量、消化酵素活性、遊泳速度など人工種苗生産技術に関する生理生態学的研究における新たな知見も得られた。とくに種苗生産におけるふ化後10日目までの初期減耗、10日目～30日目までの共食いによる減耗、約100日目頃までの衝突多発の減耗があることが明らかとなってきた。それらの減耗をなくすることの研究、衝突多発の原因究明とその対策におかれた。その研究成果から初期減耗の浮上死および沈降死の対策として通気法および通気量の調整、電照時間の調節が有効な対策であった。つぎに共食いによる減耗に対してはとくに早朝の空腹時に餌料の大量投与を行う方法が同様にして有効な対策であることが明らかとなった。そしてクロマグ

ロは夜間の光感度や時間分解能が低い間に泳ぐときに網を認識できないことが衝突死の原因と推察されたことから、夜間照明の開発などにより初期の生残率および沖だし後の生残率も向上した。またクロマグロは遊泳速度が高いにもかかわらずスピードに対する制御能力が劣ることが明らかになり、全長5～6mの大きさのブリ生け簀よりさらに大きい一辺が12mの生け簀に收容することで生残率が向上した。さらに直径30mの大型生け簀にすることで生残率が50%以上となり商品として2004年には市場出荷されるようになった。新たな知見が多く得られた実用化研究の結果、人工養成親魚から卵・仔稚魚が得られることで採卵・仔稚魚養成技術開発の確立を経て国内で必要とされるヨコワ種苗の約10%が生産されてこととなった。しかしながら人工種苗マダイの生残率が60～80%であることに比較しクロマグロは2～3%であるので、さらに生残率を高めるための技術開発を行う必要があると考えられている。なお、一般的に行われているクロマグロ養殖は漁獲されたヨコワ(魚体重100～500g)を種苗として、その後2～3年育成して出荷している(図-3、4)。なお、クロマグロ養殖に関する統計は未整備であるが、水産庁の推計によると2008年4,500トンで高水温域の奄美大島を中心に養殖されている。

クロマグロに関する研究・技術開発が行われてから最終的に完全養殖にいたるまでの研究期間が40年と長期間を要し、改めて実際に各成長段階を経ながらの飼育をするという一面もあって実用化研究には一歩一歩着実に成果をあげることで最終目標に達するものだというを痛感させられる。

残された課題として、養成親魚から良質な卵を確保するための安定採卵技術、一部には人工配合飼料は開発され事業化が期待されるものの生餌の確保が難しくなっていく状況にあるので、そのための仔稚魚期の微粒子飼料の開発、幼魚および成魚に対する人工配合飼料の開発があげられる。また大規模な養殖施設が必要であるために現在利用されていない海域である沖合養殖施設の技術開発などが必要と考えられる。さらにクロマグロ養殖に適した品種改良を研究することも必要かと

考える。現在マグロ養殖は地中海・オーストラリアなど世界的に行われており、マグロは国際競争力を持つ養殖魚種であるので各国で養殖技術研究が加速的に進むことが懸念され、それに伴って我が国も養殖技術の革新をしなければならず、その増養殖にかかわる人材育成も必要と考える。

マグロ類は WCPFC（中西部太平洋まぐろ類条約）、IATTC（全米熱帯まぐろ類委員会）ICCAT（大西洋まぐろ類保存国際委員会）IOTC（インド洋まぐろ類委員会）CCSBT（みなみまぐろ保存委員会）で漁業管理が行われているものの資源悪化は進んでいる状況にある。そのためにさらに資源管理は強化されるものと考えられ、クロマグロの漁獲量は横這いかあるいは減少傾向に進むものと考えられ、クロマグロの供給量を維持するためには養殖生産への比重は大きくなるものと考えられる。クロマグロ養殖では現在も天然種苗の依存度は高いので、天然に依存しない人工種苗生産技

表-2 ウナギ養殖と人工種苗生産の歴史

年	ウナギの養殖および人工ふ化に関する事項
1880年	ウナギ養殖が東京深川で始まる。
1920年代	シラスウナギ種苗からの養殖方法が始まる。
1961年	ホルモン投与により成熟誘起して精液を採取することに成功。
1972年	ハウス養鰻が高知県で始まる。
1973年	天然雌親魚からの人工ふ化を行いふ化後5日間生存
1991年	ホルモン投与により雌化した養成親魚から人工ふ化仔魚を得る。 排卵時刻を制御した人為成熟誘起法が確立。
1998年	ふ化仔魚の餌料にサメ卵凍結乾燥粉末を与え1ヶ月間飼育して体長10mmに。
1999年	仔魚が体長30mmに成長。
2002年	給餌方法の改善によりシラスウナギを得る。
2010年	人工ふ化養成した親魚からシラスウナギを得る（完全養殖）。
年	天然ウナギに関する事項
1967年	レプトセファルス幼生が採集された。
1973年	大量のレプトセファルス幼生が採集された。
2005年	プレレプトセファルス幼生を採集された。
2008年	成熟した天然雄親魚を捕獲された。 産卵後の雌親魚を捕獲された。
2009年	卵を持つ雌親魚を捕獲された。
2010年	西部太平洋で受精卵を得る。

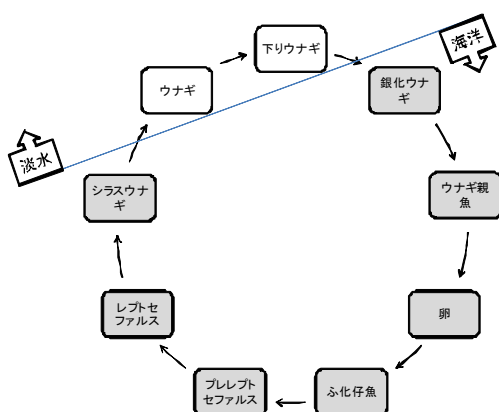


図-5 ウナギの生活史

術をもとにした完養殖技術が大きく展開されなくてはならないものとする。クロマグロ人工種苗生産が大学・独立行政法人・地方公設試験研究機関・企業などで行われ、それに伴って消費者向けに養殖生産物が届けられるようになってきているが、まだ充分とは言えない状況にもある。

2.2 ウナギ

天然ウナギについての生活史は不明なことが多く、とくにどのような場所で産卵・ふ化し稚魚へと成長するかなどわからないこと



図-6 ウナギ親魚の生殖巣の生検検査



図-7 ウナギ親魚のホルモン注射による成熟促進

が多かったが、**2011**年に天然ニホンウナギの受精卵やふ化したばかりのプレレプトセファルス幼生が採集され、産卵環境およびふ化直後の生育環境などが明らかとなってきた(図-5)。このことから天然域での餌料、生息水温・水質などの生理生態を知ることで養殖環境が適正であるか否かの材料となる。

ウナギ養殖の歴史は古く**1880**年頃に東京深川で養殖が始まり、その当時はクロコを種苗とした粗放的な養殖で行われ、その後東海地方を中心に集約的な給餌養殖へと変わっていった。**1920**年代には約**20g**の種鰻不足から現在と同じ種苗であるシラスウナギからの養殖法が行われるようになってきた。その後酸素補給装置の導入や配合飼料の開発、さらに露地池からハウスによる加温飼育方法が行われ生産量が飛躍的に増加した。現在は**0.2g**のシラスウナギを半年間飼育して**200g**まで育成して出荷している。しかし種苗は天然魚に依存しているため種苗確保が不安定な状況では生産量にも影響を与えており、完全養殖に至る必要性があった。完全養殖を達成するためには、シラスウナギからの育成技術はほぼ確立した状況であったために、天然種苗に依存しないための人工種苗生産技術の開発が不可欠なものであると考えられ技術確立が進められてきた。人工種苗生産技術研究は**1960**年代から始まり、最初にウナギは養殖池で飼育している状態では成熟・産卵をしないため成熟誘起に関する研究が取り組まれた。**1961**年に哺乳類の脳下垂体および絨毛性性腺刺激ホルモンの混合剤を投与して精液が採取された。この研究が人工種苗生産技術研究の第一歩である。雌の成熟誘起は約**10**年遅れ**1973**年下り雌ウナギおよび養殖雌ウナギに脳下垂体および絨毛性性腺刺激ホルモンの混合剤を注射して熟卵を得ることができ、精液を採取して人工ふ化が行われた。そしてふ化仔魚が**5**日間生存し、さらに**1976**年にはふ化後**14**日間へと生存期間が延長した。しかし必ずしも成熟誘起を行っても産卵するとは限らず不安定な人工種苗生産状況でもあった。その後成熟ホルモンに関する研究が進み安定的に産卵することが可能となったが、下り雌ウナギを用いることは供試魚数の確保が難しい状況にあって人工種苗生産技術の開発試験頻度に影響を与えた。一方では、養殖しているウナギは非常に雄の割合が多く養殖雌親魚を用いることが困難な状況であった。そこでシラスウナギに雌性ホルモンを投与して雌化を図り、養殖育成した雌化ウナギに成熟誘起させてふ化仔魚を得ることが可能となった。これらの技術開発により人為催熟および人工ふ化技術に一定の方向性がみられるに至った。さらに成熟・排卵促進のためのステロイドホルモンの投与時刻が解明され、人為的制御が可能となって昼間に採卵が出来るようになった。個々の技術開発も進み精子に関しては人工精漿を作成してその液中に精液を注入することで受精能が高まり、それを冷蔵保存することで**1ヶ月**保存が可能となって、人工授精用の精子が計画的に使用可能となった。人工授精法も検討され排卵後に直ぐに受精させることが有効であることが示され、また産卵槽の水温コントロールにより成熟誘起された雌親魚を自然産卵させることで卵の受精・ふ化実績も人工授精より向上した(図-5、6)。この時点では未だにふ化仔魚期以降のふ化仔魚・レプトセファルス・シラスウナギの育成には至っていなかった。ふ化仔魚期以降の育成について、従来の飼育水温等の飼

育環境についての再検討を行った結果、従来と異なり高水温（24～25℃）・高塩分（34～35‰）が適正であることが明らかとなった。この飼育環境はほぼ同時期に並行した調査研究してきた産卵生態調査の天然レプトセファルスが採集された環境と同じ条件下であったことから適正であることが明らかにされた。そして今までの人工ふ化技術開発の成果から多くの仔魚が得られて仔魚の餌料試験を行うことが可能となってきた。そこで一般的に使用している海産魚の仔魚に用いている生物餌料であるワムシを最初に試みたが、摂餌はするものの給餌・成長への効果はなかった。他の魚種で用いていた種々の餌料投与を試みた結果、そのうちサメ卵が有効であったが、この餌料投与によって飼育水の悪化を引き起こしたので飼育水槽を交換するなどの飼育方法を改善した。このサメ卵の餌料ではふ化後1ヶ月が飼育限界であり、そこで餌料の栄養要求について検討した結果、オリゴペプチド・ビタミン・ミネラルの添加することが有効であり、さらにオキアミ抽出液での懸濁液の餌料がよいことが明らかとなり、レプトセファルスは全長30mmの大きさまで成長した。しかしシラスウナギに変態する大きさには達しなかった。シラスウナギまでに成長させるには成長促進法や良好な水質維持などが課題として残されていた。そこで給餌時間の短縮化、飼育環境照度を従来よりあげることの飼育法の改良、餌料における主餌料組成・添加物組成と添加量を改善したことでレプトセファルスからの変態進行速度が飼育水温によるもので、さらに高水温である25℃が良好な飼育水温であると推定された。それらの飼育試験を積み重ねて人工種苗生産から生まれた養成親魚から成熟誘起・受精・ふ化仔魚・レプトセファルス・シラスウナギが得られることで稚魚に至る人工生産第2世代までの技術開発が進んだ。人工種苗生産に関する技術開発が開始して人工種苗生産技術が確立されるまでに要した期間は約40年間と長期間に渡り、また多くの研究者・技術開発者が携わってようやく完全養殖の第1歩となった。天然種苗に依存しない人工種苗生産の可能性が示唆されたが、ウナギ養殖に必要な種苗であるシラスウナギは年間数十万から一千万尾といわれており、現在の種苗までの生残率が0.01%以下であることから種苗生産を事業化するには未だ多くの課題が残されている。そのためには天然での産卵生態・仔稚魚期の生態が解明され、生態環境などが種苗生産技術の技術開発に応用され、育成段階ごとの飼育法の改良・改善を行う必要がある。具体的なものの一つとして良質仔魚の安定確保、仔魚の大量飼育のための餌料開発と飼育方法の改善等を行わなくてはならず、このことで種苗としてのシラスウナギの大量生産へと結びつくものと考えられている。これらの課題を一つ一つクリアーすることで近い将来には養殖業としての完全養殖ウナギが完成するものと考えられる。

表-3 ワクチン開発の歴史

年	ワクチンに関する事項
1976年	アユのビブリオ病不活化ワクチンの実用化研究事業が開始。
1988年	サケ科魚類ビブリオ病不活化ワクチンの輸入承認。
1988年	アユのビブリオ病不活化ワクチンの製造承認。
1989年	アユのビブリオ病不活化ワクチンが市販。
1982年	ブリの溶血性レンサ球菌症ワクチンの有効性を報告。
1997年	海産魚で初めてブリの溶血性レンサ球菌症ワクチンの製造・承認。
1998年	イリドウイルス感染症不活化ワクチンが製造承認、初めての注射用。
2000年	混合注射ワクチンの製造・承認。
2007年	アジュバンド添加のワクチンが製造・承認。

3. 安全・安心な養殖における疾病対策（ワクチン）

養殖生産において、負の要因で最も大きいものは疾病による減耗である。古くから養殖が行われていたコイなどでは粗放的に行われていたので、疾病による被害はなく魚病対策という認識は少な

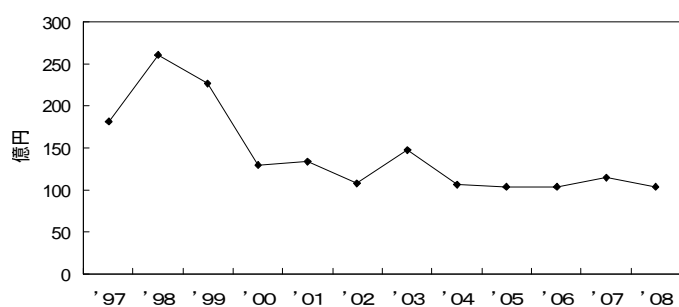


図-8 給餌養殖による魚病被害額の推移

かったが、1960年代以降、養殖方法が集約化し生産量が増加するなかで様々な魚病が発生して被害が多発した。図-8に示すように魚病による全国の被害額は、生産額の4.0～6.9%、103～261億円と生産減耗としては大きいものと考えられる。魚病の対象魚種は鑑賞・愛玩のための魚介類を除き主に養殖している魚介類で、また魚病に関することは集団として取り扱っていて、治療および予防に関しても同様に集団の死亡率の低下・感染発病率

の低下として取り扱うということである。病気の種類は内因性によるものおよび外因性によるものがあるが、一般的に魚病という場合には病原微生物であるウイルス・細菌・真菌・原虫によるもの、および寄生虫である単生類・吸虫類・条虫類・線虫類・鉤頭虫類・甲殻類などに起因していることを指す場合が多い。魚病の特徴は、病原体が宿主（例えば人・魚など）から離れた場合、空气中に比べ水中で生き残ることが容易であることで病原体の伝播が起りやすく、さらに水中では空气中に比べ物質の拡散速度が遅いため宿主は環境悪化の影響を受けやすい。言い換えれば人間間の伝染に比較して感染速度が速いことを意味する。魚病対策には養殖業者が群れの魚を常にチェックして異常があった場合、診断して環境改善や水産用医薬品などで対処して斃死数の低下などを図り健康状態に戻すこととなる。養殖魚の魚病対策は抗生物質等の薬剤・化学療法剤を投与して治療し、以前は薬剤の食品の残留が問題視されることもあって、消費者の食に対する安心・安全に関する関心が高まってきており今後は薬剤を使用しない養殖へと進むものと考えられています。そこで安心・安全な養殖を進めるうえでワクチン接種による病気予防を施した養殖が期待されています。

ワクチンとは感染した病原体の侵入を受けても、同じ病気には罹らないことの原理を応用して、人為的に同じ状態・反応を引き起こさせるものである。ワクチンの種類には病原体をホルマリン等で殺して不活化したワクチンと病原性を失わせた弱毒生ワクチンがあって、市販されている水産用ワクチンはすべて不活化ワクチンである。ワクチンの投与方法は、注射法、浸漬法、経口法の3種類があり、そのうち浸漬法は魚類に特有な方法である。ワクチンの開発は1974年にアユのピブリオ病不活化ワクチンの最初の研究が行われ、その後1976年～1983年に全国湖沼河川養殖研究会ピブリオ病研究会、動物用生物学的製剤協会魚病研究会（製薬メーカーで組織）、水産庁委託研究などを通して疫学調査、投与方法などの実用化に向けて研究事業を行った。1988年に日本で初めて水産用「あゆのピブリオ病不活化ワクチン」の製造が承認された。一方アユ・ニジマスの内水面養殖魚種ではワクチンが実用化されたが、内水面養殖魚の生産量よりはるかに多い海産養殖魚ではワクチンはなく、その時点では海産養殖魚に対する魚病治療対策では抗生物質・合成抗菌剤による対処法であった。そこで海産魚に対するワクチンによる予防を要望される機運が生まれ、ブリ養殖魚における魚病被害の大きい溶血性レンサ球菌に対するワクチン開発が望まれていた。最初に1982年ホルマリン不活化洗浄菌体に予防効果があることが報告され、製薬メーカーがワクチン開発のための実用化研究が行われた。その後1997年に溶血性レンサ球菌に対するワクチンの製造承認がなされ市販された。このワクチンが使用されるようになって、養殖業者におけるワクチンに対する考え方が変わり予防という概念が生まれ、その後のワクチン開発・普及に多いに寄与した。抗生物質・合成抗菌剤などの薬剤で治療対策ができる細菌性疾病にはワクチンが開発されたが、薬剤による対処法がなくワクチンによる対処が最も有効なウイルス病では市販ワクチンはなかった。1990年にマダイで大量斃死が起り、イリドウイルスによるウイルス病であることが明らかになり診断法も確立されるとともに、ブリ、トラフグなど感染魚種が拡大し海産養殖魚に多大の被害をもたらした。



図-9 注射によるワクチン接種

そのためウイルス病では抗生物質などの薬剤が効かないのでワクチン開発の必要性が生まれた。そしてイリドウイルス感染症にはホルマリン不活化ワクチン注射法が実験的に有効であることが報告されて、1998年にマダイのイリドウイルス感染症不活化ワクチンが製造承認され、2000年にブリ、2002年にブリ属魚類、シマアジと適応魚種が拡大された。2008年にはワクチンの効果をもつ作用のあるアジュバンドを含むワクチンも承認・市販されるようになり、より効能が高いワクチン製造に至った。またイリドウイルス感染症不活化ワクチンは、溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病不活化ワクチンと混合され2種および3種混合ワクチンとして混合され市販されている。現在市販されている不活化ワクチンは対象疾病としてビブリオ病、J-O-3型ビブリオ病、溶血性レンサ球菌症、イリドウイルス感染症、類結節症、ストレプトコッカス・ジスカラクチェ感染症の7種で、投与法は注射法、経口法、浸漬法の3方法でワクチンごとに対象魚種、対象疾病、用法・用法が定められている。また使用にあたっては水産試験場等の指導機関の必要を受けることになっている(図-9)。

魚病における治療対策は抗生物質・合成抗菌剤などの薬剤が主体であったが、水産用ワクチンが承認・販売されることで治療から予防へと変化し、販売額では水産用ワクチンが薬剤を追い抜く状況になってきている。ワクチンは魚が病気に罹ることを予防して、さらに魚体・環境への残留・拡散がなく、このことで養殖魚が薬づけといわれた時期もあったが、消費者が養殖生産物に対する安心・安全性への関心が高まっておりワクチン使用による予防による養殖が期待されている。

魚価の低迷している状況では養殖生産経費をあげることは困難なことであるため、高価なワクチンを使用するに当たって明らかに効果があるものでなくてはならない。そのために今後開発されるワクチンは発生頻度の高い感染症、被害量が多い、薬剤による治療効果がないものが新たなワクチン開発の対象となることが養殖業において要望されるものと考えられる。開発研究者を含めた立場からでは、養殖魚種の種類が多くブリなどの一部の魚種以外では生産規模が小さいために対象魚種が限定されているのでワクチンの種類や特性によって安全性基準の簡素化・緩和が出来ないものか。またワクチンは不活化ワクチンでなくてはならないことが通達により限定されているが、生ワクチンは長期間強い免疫があることなどで不活化ワクチンに比較して効果が高いとされている。しかしながら生ワクチンを使用する場合、飼育環境が陸上と異なることで病原体の伝播様式や飼育場が隔離されていないことなどのため実用化が困難であることがあげられている状況にある。一方、アメリカ・チリなどでナマズの敗血症やサケ科魚類の細菌性腎臓病で生ワクチンが市販されており、外国では使用していることも考慮して開発研究へと進む必要があると考えられる。ウイルス病・細菌症ではワクチンが開発・市販されているが、治療薬がなく魚病被害量の大きい白点病やスクーチカ症などの原虫症でも開発研究を進める必要がある。その他に有効性も高く、簡単に大量に作製できてコストも安価なワクチンであるDNAワクチンの開発が望まれる。DNAワクチンには食の安全性からも検討課題も多くあるが開発しなくてはならないものと思われる。

4. 今後の課題に向けて

4. 今後の課題に向けて

養殖されている魚介類は約50種、人工種苗生産技術の対象魚介類は約90種類と多種多様にわたって研究・技術開発・商品化が行われ、日本の養殖技術に関しては高いレベルにあると考える。一方、養殖業生産量は横這いであって、魚価も低迷している状況の中で養殖用配合飼料の主原料である魚粉は世界的な需要増に高まっていて輸入魚粉は高値傾向になって、養殖業者の経営は苦しい状

況にある。そして養殖業者の多くは小規模であるため経営状態はさらに深刻化している。

水産業は一般的に魚を捕ることや飼育していることに捉えられているようであるが、水産加工業・流通業などを入れると水産業界の裾野は広いものと考え、そういう中で養殖技術の進展を考えなくてはならない。そのことを踏まえて前述に養殖技術の代表的な個々の技術についての変遷・革新・課題を述べたが、養殖業は食料供給の生活基盤産業と捉えると、養殖魚介類の安全・安心に対する技術、養殖施設の改良改善、例えば現在はない沖合域での養殖施設の開発、さらに環境に優しいといわれる水を換えなくて養殖する閉鎖式循環養殖施設の商業化など多くの課題が存在している。また養殖魚介類を高く売するために加工・流通に関する技術についても技術革新を行うことで養殖業界が発展するものとする。最終的には水産業界全体が斜陽産業にならないためにも研究および技術革新を支える人々の人材育成が最も重要な課題と考える。

今回は養殖技術に限定して詳述したが、水産業界では漁業面では選択漁具の開発などの資源管理を遂行する上での課題、赤潮の発生や大型クラゲからの漁業・養殖被害などの水域環境面での課題に対する技術開発の必要性が叫ばれていて課題は山積している状況にあつて、水産技術士としては課題解決に向けて活躍しなくてはならない土壌が多くあるとともに、日々自己研鑽しなくてはならないと考える。

謝辞

本書の出版に当たり写真(図-3,4,6,7,9)を提供して下さいました(独)水産総合研究センター様に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 水産庁 平成 23 年度水産白書 農林統計出版株式会社
- 2) (独)水産総合研究センター；養殖研究最前線 FRANEWS Vol.24、(独)水産総合研究センター
- 3) 松里壽彦；養殖業の再生・発展のために必要な技術、養殖、12月号、緑書房
- 4) 越塩俊介；世界の養殖業、養殖臨時増刊号、緑書房
- 5) 松里壽彦；日本の養殖業、養殖臨時増刊号、緑書房
- 6) (独)水産総合研究センター；養殖技術の新たな展開、(独)水産総合研究センター
- 7) 宮下 盛；クロマグロ完全養殖達成星霜 40 年、ビオフィリア、Vol. 7、No. 1、(株)アドスリー
- 8) (独)水産総合研究センター；まぐろ FRANEWS Vol.8、水産総合研究センター、
- 9) 升間主計ら；知りたいマグロ養殖の今、養殖、9月号、緑書房
- 10) (独)水産総合研究センターホームページ
- 11) 田中秀樹；ウナギの人工種苗生産に関する研究、345-351、日本水産学会誌、Vol.77 No. 3、(社)日本水産学会
- 12) 田中秀樹；ウナギの完全養殖達成まで、ビオフィリア、Vol. 7 No. 1、(株)アドスリー
- 13) 張成年ら；ウナギ種苗量産化への挑戦、養殖 12月号、緑書房
- 14) (独)水産総合研究センター；ウナギ完全養殖達成 FRANEWS Vol.23、(独)水産総合研究センター
- 15) 中西照幸、乙竹充編；水産用ワクチンハンドブック、恒星社厚生閣
- 16) 青木宙ら；気になるワクチンの話、養殖 3月号、緑書房
- 17) 井上喜久治ら；ワクチン動向2011、養殖 5月号、緑書房
- 18) 農林水産省ホームページ
- 19) 若林久嗣、室賀清邦編；魚介類の感染症・寄生虫病、恒星社厚生閣