

特集 水産養殖研究の最前線—持続可能な養殖業を目指して—

基調講演

持続可能な水産養殖に向けて

—課題と展望—

国立研究開発法人水産研究・教育機構

伊藤文成

はじめに

世界的にみると、水産養殖生産量はアジア、アフリカを中心に 20 年以上にわたり年成長率 5～6% で急速に伸び続けており、目覚ましい拡大を遂げている優良な成長産業である。国際連合食糧農業機関 (FAO) のレポート (世界漁業・養殖業白書 2016) によれば、2015 年には世界の食料向け養殖生産量は食料向け漁獲量を上回り、2020 年代に入ると漁獲総量をも上回ると予測されている。天然の漁業資源の枯渇が懸念される中で、養殖は食糧確保の切り札ともみなされている。

一方で、日本の養殖業は決して順風とは言えず、その生産量は世界の状況に反して漸減傾向で伸び悩み状況にある。しかし、地球規模での人口増加や経済発展にともない世界的には水産物需要は大きく拡大しており、世界規模での食料供給や日本の食料安全保障を考えると、漁業生産が頭打ちの状況下では養殖産業への期待は非常に大きい。ここでは、日本の養殖産業の持続可能な展開に向けて、研究開発面を中心に、克服すべき課題とその解決に向けた展望について紹介する。

持続可能な養殖業のための課題

日本の養殖業の課題の一つはその高コスト体質である。特に、魚類養殖業の経営は魚の飼料の原料となる魚粉が高騰したことによる生産コストの増大、景気の後退による高級魚の買い控えや漁価の低迷、疾病の発生や赤潮被害の増大による生産効率の悪化などによって非常に厳しい状況にある。これらにより養殖業は、経費はかかるが高く売れないという生産構造に陥っており、養殖業を営む経営体の減少、就業者の高齢化や後継者不足といった問題も生じている。また、自然環境の中で行われる養殖業は、環境に負荷を与える行為である。近年は漁業や養殖業が天然資源や水域環境に及ぼす影響にも社会的な関心が高まっており、生態系と調和した養殖業の実行が求められている。これらの課題を克服し、日本養殖業の活性化を図るためには、特に、生産性の向上と生態系への影響の低減に関する研究開発が重要な課題である。

他の課題としては市場の縮小がある。日本人は伝統的にタンパク源の多くを水産物に依存してきたため、養殖産物の消費市場の大部分が日本国内に限定されてきた。また、最近顕著になりつつある日本人の食生活の欧米化により、個人当たりの魚介藻類の消費量が減少傾向にある。このような背景のもと、日本の人口が減少するなかで、養殖業生産物の国内市場の確保や拡大を続け

る海外市場への輸出促進も日本養殖業の成長産業化にとって重要な課題である。

また、日本では人口が都会に集中して地方の活力が低下しつつあり、地方創生や農山漁村の活性化が重要な国の施策となっている。養殖業は主に地方の地域ごとに営まれており、養殖業の成長産業化はこのような地域の活力創生に貢献する。

具体的技術開発目標と取り組み事例（生産性の向上と生態系との調和）

生産性向上に貢献する具体的な技術開発目標としては、生産コストの低減を目的とした成長性や耐病性に優れた品種の開発、代替タンパク質や植物性飼料を用いた魚粉含量の低い飼料（低魚粉飼料）や餌料転換効率の良い高効率飼料の開発・利用、ワクチンの開発・利用による疾病の予防、ICT やロボットを活用した省人・省エネ対策などがある。

水産分野においては、金魚や錦鯉など古くから日本人に親しまれてきた観賞魚を除いて、生産性向上を目的とした育種はほとんど実践されてこなかった。これは、世代時間の長い養殖対象種では、優良品種の開発に長期間を要することによる。しかし最近では、遺伝子解析技術が格段に進歩したことにより、ゲノム情報を活用した効率的な育種が行われるようになってきた。水産研究・教育機構（以下、機構）においても、マーカーを利用した選抜育種が行われており、ブリ養殖で問題となっているハダムシによる寄生虫病に抵抗性のある品種の開発を進めている（図 1）。

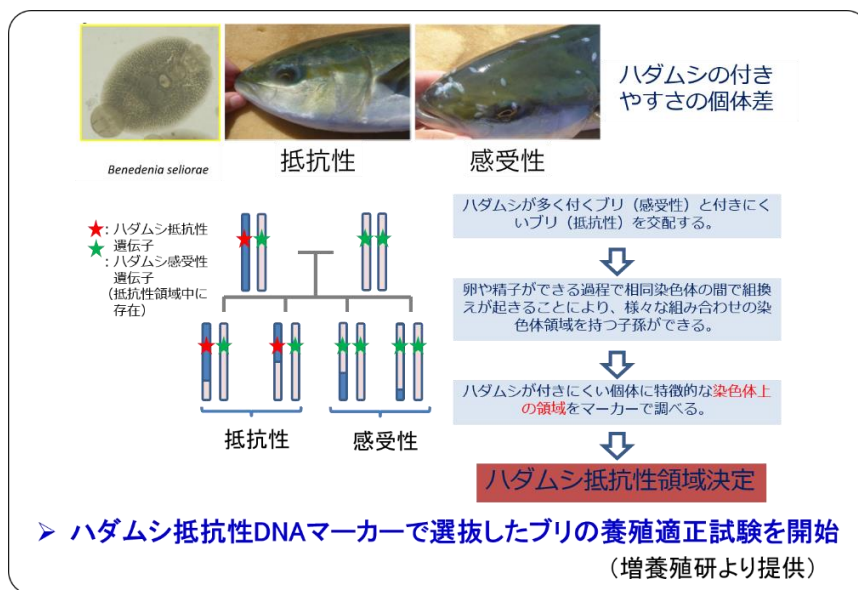


図 1 ゲノム情報を利用したハダムシ耐性ブリの選抜育種

また、養殖対象種を天然と比べて高密度で飼育する養殖では、疾病の発生は生産性への大きなリスク要因となっている。そのため、疾病対策としてワクチン開発が精力的に進められており、それにおいても病原体のゲノム情報の活用による開発の効率化が進められている。魚類養殖では、生産コストの約 7 割が餌代であり、原料の魚粉は供給不足と価格の高騰が進んで養殖経営を危うくしている。低魚粉・高効率飼料の開発・利用は生産コストの低減に貢

献するだけでなく、後述する環境負荷の低減や、それを通じた有害赤潮や貧酸素水塊の発生低減にとっても有効である。過疎化が進む地方においては、産業を支える人手不足対策として養殖業のスマート産業化が喫緊の課題だが、特に海面養殖では、海上作業の特殊性から農業分野のように機械化やロボット化はあまり進んでいなかった。それでも最近、画像監視システム、センサーシステム、ICT など最先端技術を活用して養殖漁場環境や養殖対象種の状態を遠隔地から自動的に把握しながら、最適な養殖生産管理システムを構築する取り組みが進められている (図 2)。

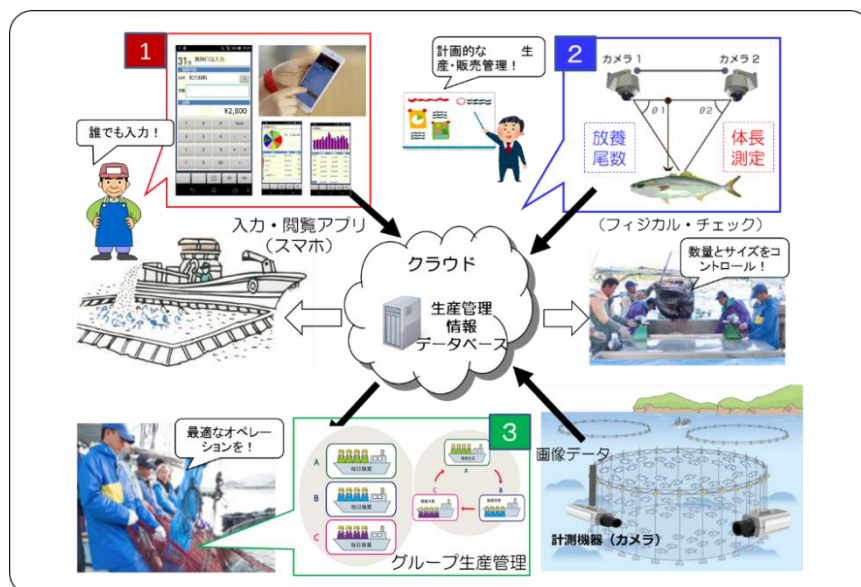


図 2 ICT を活用した最適養殖生産管理システム

生態系への影響の低減に関しては、人工種苗の活用による天然資源の保全や、飼育にともなう残餌や排泄物による環境負荷の低減が重要である。人工種苗の活用は、天然資源への影響を低減するだけでなく、種苗供給の安定化や環境制御による周年的な計画生産、天然由来の疾病の防除を通じて生産性向上の点でも効果的である。日本では、すでにほとんどの養殖対象種で、天然から採捕した個体を飼育・成熟させ人工的に種苗生産する技術が確立されている。さらに、クロマグロやブリをはじめとして、人工種苗から養成した個体を親として、天然個体に依存せず種苗生産をおこなう「完全養殖」に成功している事例も多い。完全養殖技術が整うことにより、育種への展開も可能になる。しかしながら、種苗の価格や質の面で普及が遅れている例もあり、種苗の量産や質の向上へ向けた今後の研究開発の加速が必要である。

環境負荷の低減に関しては、厳格な飼育管理を通じて給餌量の適正化を図り残餌を減らすことが基本である。また、魚類等を対象とした給餌養殖と、環境水中の栄養塩に依存する藻類の養殖や、植物プランクトンや有機懸濁物質を餌料とする二枚貝類の養殖を組合せた多栄養段階統合養殖技術 (複合養殖) も、給餌養殖により排出される栄養塩や有機物の回収に有効である (図 3)。このような養殖技術は、沿岸生態系の管理技術としても活用でき、世界的

にも注目を集めている。

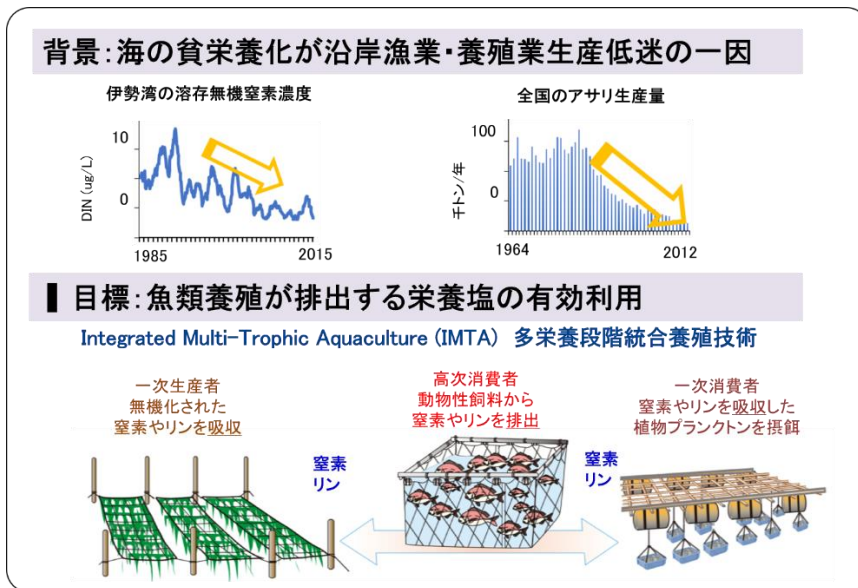


図 3 複合養殖の背景と目的

具体的技術開発目標と取り組み事例（国内市場の確保と輸出の拡大）

国内市場の確保に関しては、市場が求める新規養殖対象種の開発、地域ブランドの開発、養殖認証の取得などが有効な対策となる。マサバやハタ類では、従来は天然資源に依存していたが、需要の拡大や天然資源の減少により、養殖対象としての技術開発や具体的な地域ブランド化が拡大しつつある。機構では、近年天然での漁獲量が世界的に減少しているマダコの種苗の量産化に成功し、成体までの飼育を含めた養殖技術の確立へ向けて研究開発を進めている（図 4）。

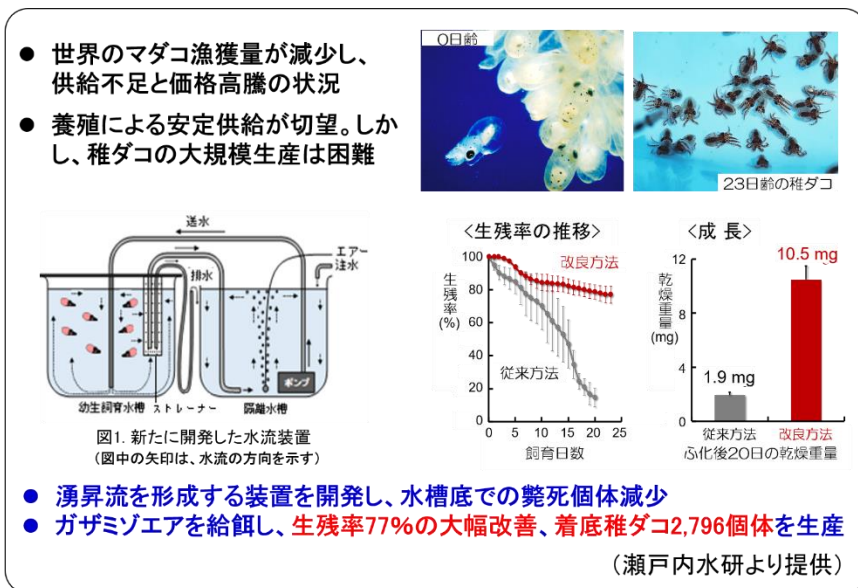


図 4 マダコ養殖に向けた基盤研究

日本の養殖業が「多品種少量生産」の戦略をとる上で生産物の差別化は重要である。現在、柑橘類など地域に特有の素材を飼料に添加して香りや食味の差別化を図った「〇〇ブリ」や、品種改良によって品質の向上を図った「〇〇サーモン」等の地域ブランド魚が多数流通しており、消費者からも一定の評価を得ている。また、完全養殖により生産された人工種苗の利用など、先端的な養殖技術などもブランド化の一つの要件となる。世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功した近畿大学による「近大マグロ」などはその好例である。一方、海外市場への進出と定着のためには、日本全体としてのブランド（ジャパブランド）の確立が必要であり、国レベルでの戦略的な取り組みが必要であろう。

養殖生産物の輸出拡大には、海外市場、特に欧米市場が求める水産認証や HACCP 認証の取得が不可欠である。水産認証は、第三者機関により、漁業や養殖業が生態系に配慮して実施され、社会・経済的にも適正であることを証明するものである。エコラベルともよばれ、国際的には漁業を対象とした MSC（海洋管理協議会）や養殖業を対象とした ASC（水産養殖管理協議会）が著名である。日本発の制度として漁業、養殖業の双方を対象とする MEL（マリン・エコラベル・ジャパン協議会）がある。先に述べた生産性の向上と生態系との調和のための技術開発も、水産認証の取得を念頭に進める必要がある。

異分野融合を目指した産学官連携

農林水産省は、農林水産・食品分野に異分野の知識や技術を導入し、革新的な技術シーズを生み出すとともに、それらを事業化や商品化へと導く産学官連携研究の仕組み“「知」の集積と活用場”を構築している。これは、他者との協創を通じて、加速度的な市場形成を促進するオープンイノベーションの場を提供するものである。機構はこの場を活用し、新たな養殖産物の商品化、新規養殖の事業化を目指して、共同して研究開発に取り組むオープンな活動母体として「水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム」を設置した。このプラットフォームは安全・安心、高品質な水産物を環境に配慮しつつ低コストで生産する新規増養殖システムや新たなビジネスモデルを構築することを目指しており、現在 100 を超える企業、団体、大学、研究機関等が会員として参画している。その中で、目的を一にする会員同士がコンソーシアムを形成して、ブリ養殖の効率化を目指した人工種苗の活用と ICT による生産管理の導入の取り組みをはじめ、サクラマスやスマなどを対象とした新しい養殖業の創出を目指した研究開発を推進している。

おわりに

政府は 2018 年 6 月に「水産政策の改革」を決定したが、その柱の一つが養殖業の成長産業化である。世界に先駆けて養殖技術が発展した日本において、養殖業の再建は悲願であるとともに、地方創生の切り札でもあり、そのためには国による戦略的な施策展開の下で、科学技術の結集が必要である。養殖業を持続可能な産業にするための課題は多いが、前述のように解決すべき目標の一つ一つは明確であり、それらを解決すべく大小様々な研究開発が産学

官連携のもと進められている。解決すべき課題が複数分野の科学技術の融合により克服され、開発された成果が実際に養殖現場に展開されれば、日本の養殖業は持続可能で成長産業化という明るい未来のある産業となることが期待される。