

第2章 次世代養殖ビジネス

— 天然よりも高品質で持続可能な食材を目指して —

コンサルティング部 上席コンサルタント 久保田 信治

1. はじめに

昨今、太平洋クロマグロやニホンウナギ等を筆頭に、国際的な天然水産資源枯渇が懸念されている。特に、太平洋クロマグロについては、現在、推定されている初期資源量の2%にまで減少しており、絶滅危惧種にも指定されている。また、FAO(国連食糧農業機関)の推計によれば、2013年時点で既に世界の天然水産資源の9割が満限利用か過剰利用・枯渇の状態となっている。

日本においては、水産物の生産量も消費量も縮小しているが、世界的には水産物の生産量も消費量も拡大が続いている。しかし、天然水産資源は既に利用の限界が近く、生産拡大に貢献しているのは養殖である。また、天然水産資源の逼迫から世界的に資源管理が厳格化しており、密漁などいわゆるIUU(Illegal, Unreported and Unregulated=違法・無報告・無規制)漁業撲滅への取組も強化され、社会的にも水産物の透明性と持続可能性がより重視される方向へと変化してきている。

このような環境の中、養殖ビジネスはますます脚光を浴びている。しかし、天然資源が減っているなら養殖を拡大すれば良いという単純な話でもない。現在の養殖ビジネスは、致命的にもなりかねない大きな課題をいくつか抱えている。これらを解決しない限り、養殖ビジネスが今後大きく発展することは難しいと考えられる。

養殖技術の現状は、天然種苗や天然餌への依存度が高く、資源量の低下から天然の種苗・餌は高騰する傾向にある。また、養殖場所として区画漁業権の対象となる好条件の未利用海域は少なく、漁業権のない陸上養殖等への異業種参入も増加してきている。さらに、養殖魚に対する味や安心安全面での消費者イメージは、改善傾向にはあるものの、未だ天然魚には及ばないのが現状である。

このような様々な障壁が立ちはだかる中、天然資源や場所・気象等に依存せず、高度に管理された高品質の水産物を低コストで生産できる“次世代”の養殖ビジネスが求められている。本稿では、この障壁を突破するブレークスルーの可能性を調査・検討し、突破した先にある「次世代養殖ビジネス」の姿を描くことで、新しいビジネスのヒントを提示することを目指すものである。

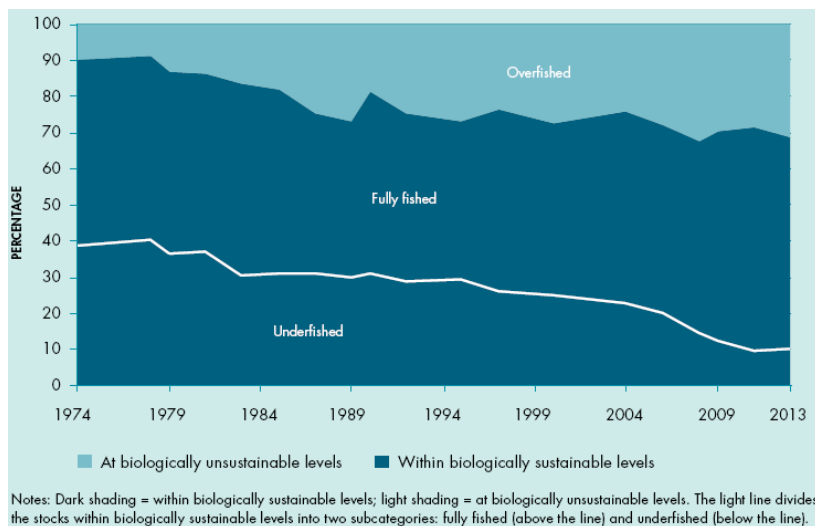
2. 養殖ビジネスをめぐる情勢

(1) 世界の水産資源・水産業の状況

図表 1 に示す FAO 推計によれば、前述のように、2013 年時点で既に世界の天然水産資源の 9 割が満限利用 (Fully fished) か過剰利用・枯渇 (Over fished) の状態となっている。今後の利用拡大が見込める適正・低利用 (Under fished) の状態にあるのは全資源量の 1 割しか残されていない。

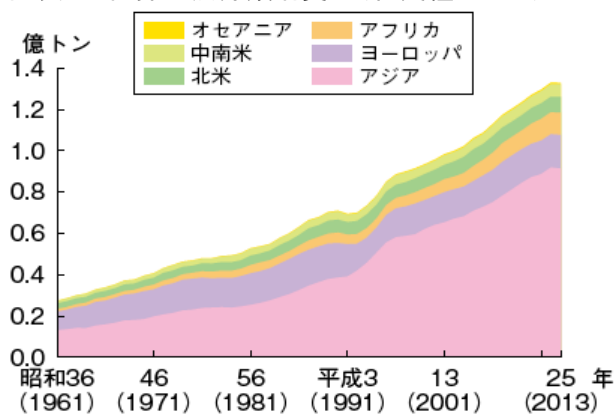
一方、図表 2 及び 3 に示すように、世界の魚介類消費量は、人口増加に伴ってアジアを中心に急増してきている。また、今後は、アフリカでも人口増加が見込まれることから、さらなる消費の拡大が見込まれる。天然水産資源だけに頼っているのは、将来的な需要を十分に満たせない可能性が高いと考えられる。

図表 1 世界の海洋水産資源の状況推移 (1974-2013 年)



(出所) FAO「The State of World Fisheries and Aquaculture 2016」

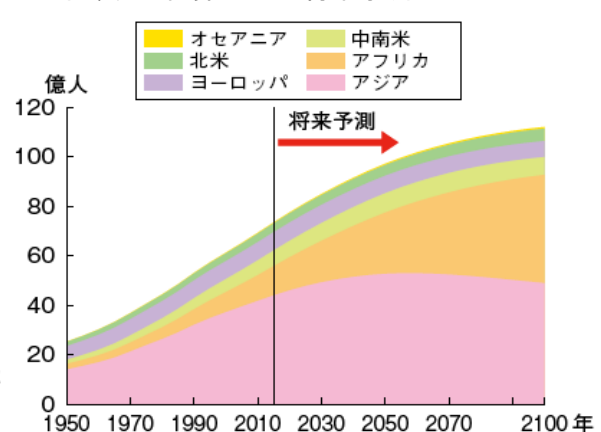
図表 2 世界の魚介類消費量 (粗食糧ベース)



資料：FAO「FAOSTAT (Food Supply-Livestock and Fish Primary Equivalent)」(日本以外の国) 及び農林水産省「食料需給表」(日本)
注：粗食料とは、廃棄される部分も含んだ食用魚介類の数量。

(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

図表 3 世界人口の将来予測

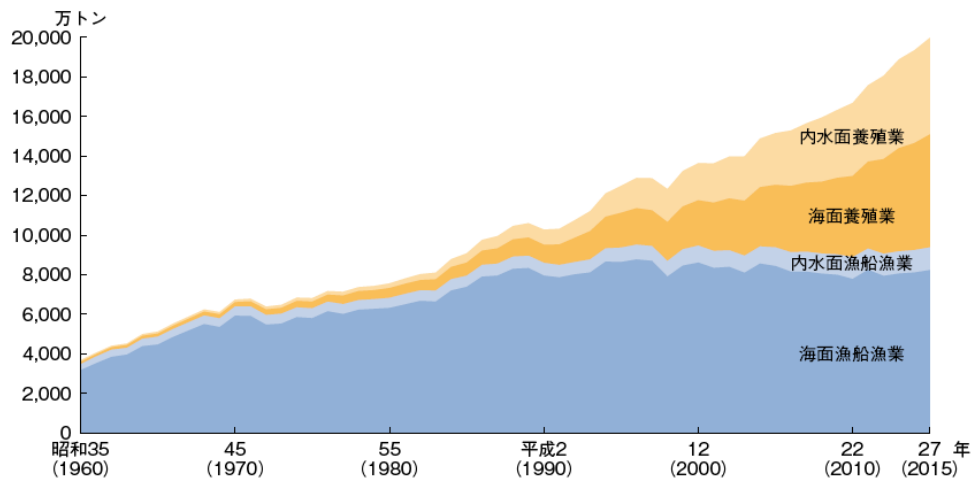


資料：国際連合「World Population Prospects」

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

世界の漁業と養殖業を合わせた生産量の推移を見てみると、図表 4 に示すように既に天然資源を採取する漁船漁業は頭打ちとなっている。1990 年以降の生産量の伸びは、そのほとんどが海面及び内水面における養殖業が要因である。その結果、図表 5 に示すように養殖業生産量の割合が急増し、2015 年時点で 50% を超えている。

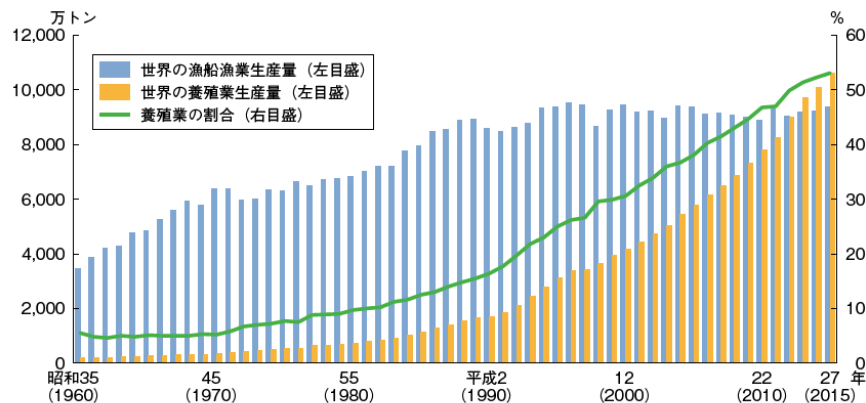
図表 4 世界の漁業・養殖業生産量の推移



資料：FAO「Fishstat (Capture Production, Aquaculture Production)」(日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本)

(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

図表 5 世界の漁業・養殖業生産量に占める養殖業生産量の割合



資料：FAO「Fishstat (Capture Production, Aquaculture Production)」(日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本)

(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

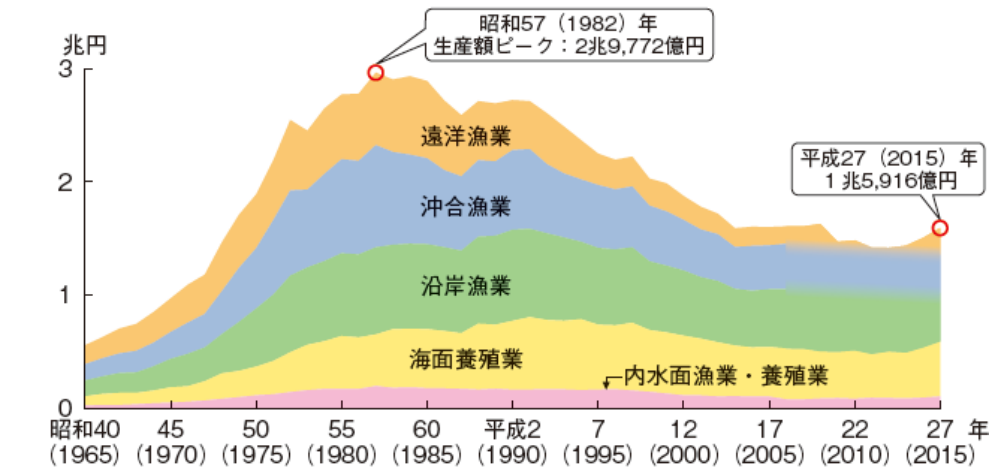
(2) 日本における水産物の需給動向

日本における水産物の国内生産額は、図表 6 に示すように、1982 年の約 3 兆円をピークに、2015 年には 1 兆 6 千億円と 47% 減少している。その要因は、主に遠洋漁業であるが、沖合漁業や沿岸漁業も徐々に減少している。海面養殖業については、近年、若干の増加傾向がみられる。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

また、消費量については、図表 7 に示すように、国内消費仕向量が、2005 年から 2015 年の 10 年間で、1,020 万トンから 767 万トンへと 25%減少している。

図表 6 日本の漁業・養殖業の国内生産額の推移

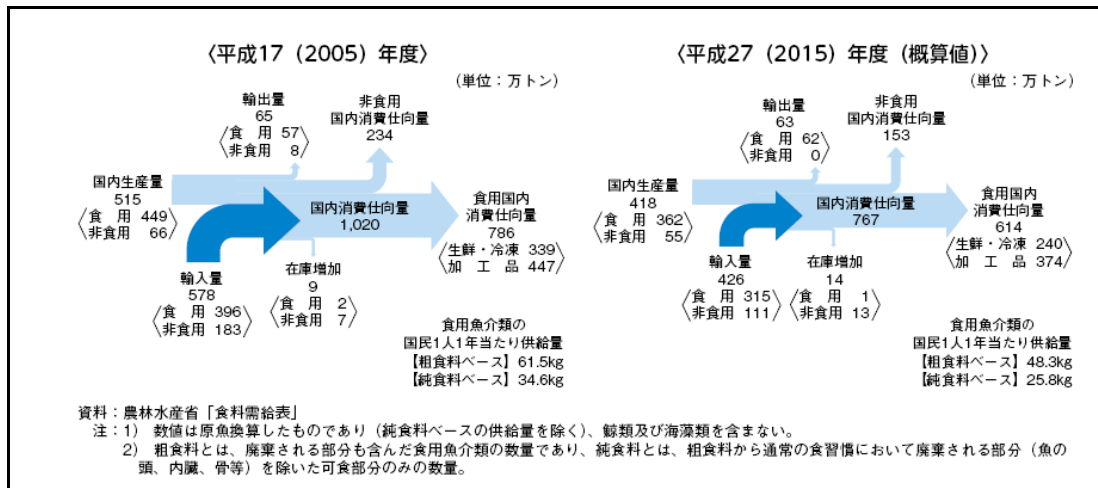


資料：農林水産省「漁業・養殖業生産統計」

- 注：1) 漁業生産額は、漁業・養殖業の生産量に産地市場卸売価格等を乗じて推計したものである。
2) 海面漁業の部門別生産額については、平成19 (2007) 年から取りまとめを廃止した。
3) 平成18 (2006) 年以降の内水面漁業の生産額には、遊漁者による採捕は含まれない。

(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

図表 7 日本の魚介類の生産・消費構造変化



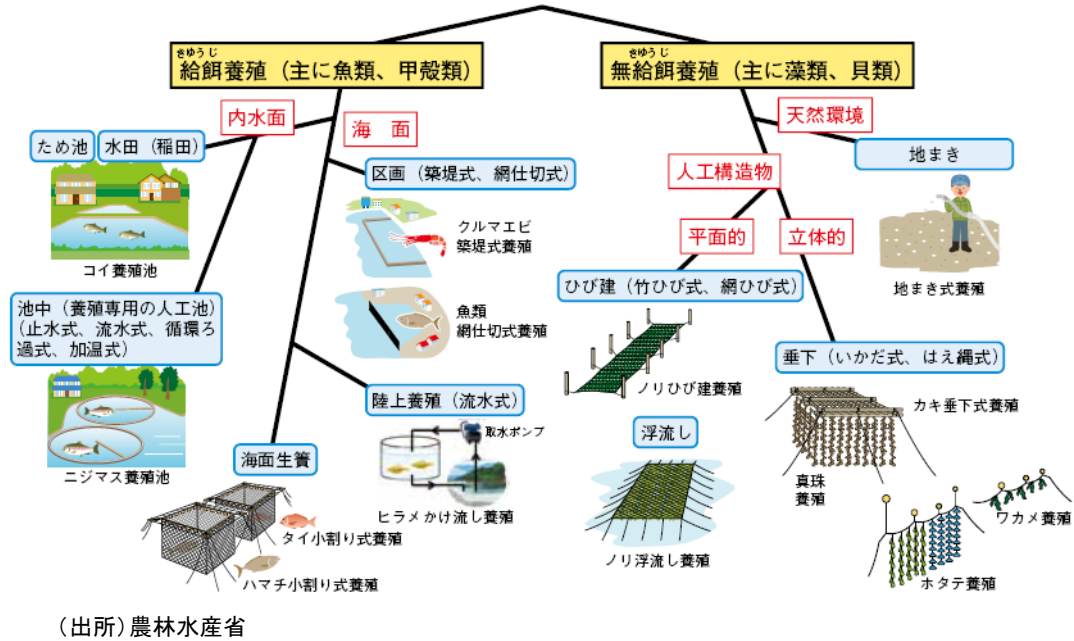
(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

(3) 養殖ビジネスの現状

養殖の方法は、図表 8 に示すように、主に魚類や甲殻類を対象とした給餌養殖と、主に藻類や貝類を対象とした無給餌養殖に大別される。本稿において論じる養殖ビジネスは、より深刻な課題の多い給餌養殖を主な対象とする。

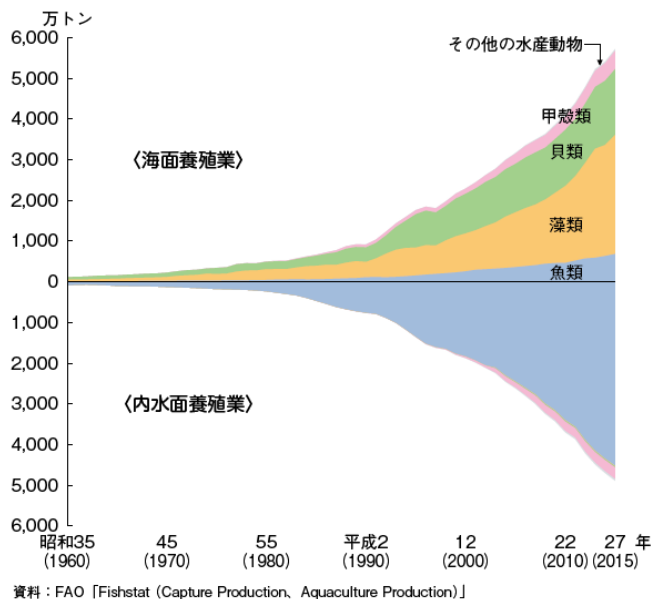
本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

図表 8 養殖方法の分類



世界の養殖業生産量は、図表 9 に示すように 2015 年時点で海面養殖業が約 6 千万トン弱、内水面養殖業が約 5 千万トン弱となっている。海面養殖のほとんどは、藻類と貝類といった無給餌養殖であり、給餌養殖の大部分を占める魚類養殖は、そのほとんどが内水面養殖によるものである。

図表 9 世界の海面養殖業及び内水面養殖業生産量の推移



(出所) 農林水産省「平成 28 年度水産白書」

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

一方で、日本の養殖業の場合は、図表 10 に示すように海面養殖が 97%を占めている。また、内水面養殖は、全体の 3%であるが、ほぼ全てが魚類である。

クルマエビ等の甲殻類も「海面養殖業その他」の中にわずかに含まれているが、本稿の主な対象としている給餌養殖は、ほとんどが魚類である。そして、魚類養殖は海面養殖によるものが養殖全体の 23%、内水面養殖によるものが 3%となっている。

図表 10 日本における海面養殖業及び内水面養殖業生産量(2016 年)

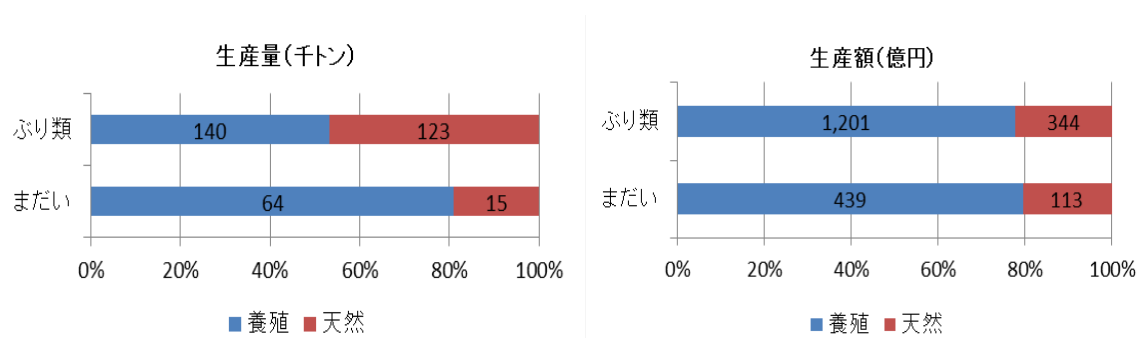
区分	生産量(千t)	比率
海面養殖業計	1,032	97%
うち魚類(ぶり、まだい等)	248	23%
うち貝類(ほたて、かき等)	372	35%
うち海藻類(のり、わかめ、こんぶ等)	392	37%
うちその他	20	2%
内水面養殖業(うなぎ、ます、あゆ、こい等)計	35	3%
養殖業計	1,067	100%

(出所)農林水産省「平成 28 年漁業・養殖業生産統計」より、野村アグリプランニング&アドバイザー作成

日本において、養殖による生産量の特に多いブリ類とマダイについては、図表 11 に示すように生産量ベースで既に半分以上が養殖魚となっている。マダイについては、天然と養殖で年間平均単価に差がないのに対して、ブリ類は、1989 年以降、養殖ブリの年平均単価が天然ブリを大きく上回る状態が続いている。これは、養殖ブリが安定供給力と近年の品質向上によって主として刺身用食材として扱われるのに対して、天然ブリは季節によって品質や仕入れ量が不安定で、商品価値の低い小型の割合も大きいため、加工用食材として扱われる場合も多いこと等が原因である。

ただし、旬の時期に、同じような大きさ・鮮度のブリやマダイについて養殖と天然を比較すれば、まだまだ天然ものの商品価値が高いのも事実である。

図表 11 主要養殖魚の養殖・天然比率



(出所)農林水産省「平成 27 年漁業・養殖業生産統計」、「平成 27 年漁業産出額」より
野村アグリプランニング&アドバイザー作成

3. 養殖ビジネスの成長を阻む障壁

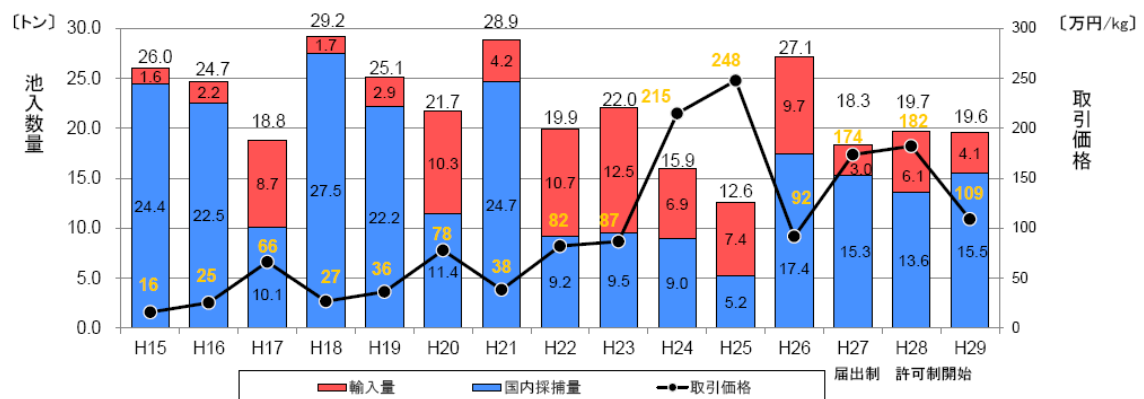
(1) 天然資源制約の壁

現在、養殖に使用されている種苗(稚魚)の多くは、天然資源に依存しており、餌の魚粉や冷凍サバ・イワシ等も天然資源である。これらの天然資源(種苗・餌)は、資源量の減少に伴って図表 12 及び 13 に示すように価格が急騰しており、養殖ビジネスの成長を阻む大きな要因となっている。

また、価格以前に、ニホンウナギや太平洋クロマグロは絶滅も危惧されており、稚魚の商取引自体が禁止またはそれに近い厳しい規制が課される可能性もあり、正規の取引では入手が困難になる可能性もある。

前述のように、新たに利用可能な天然資源の割合が1割以下まで落ち込む中で、今後はアフリカを中心とした大きな人口増加も見込まれる。天然資源に依存するビジネスから脱却できなければ、その成長は非常に厳しいものとなる。

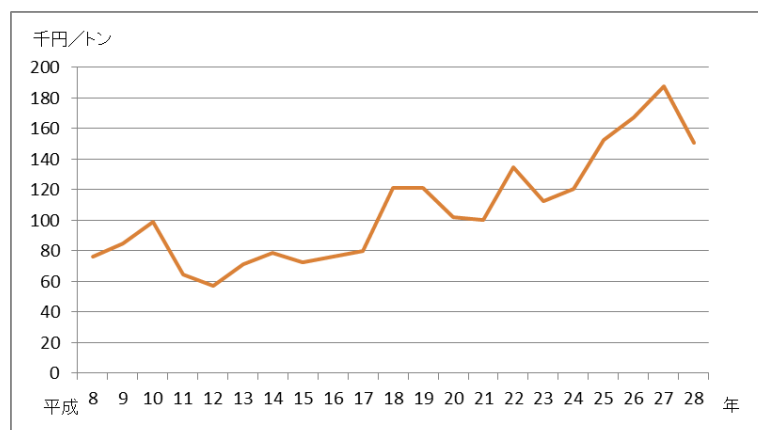
図表 12 ニホンウナギ稚魚の池入数量と取引価格の推移



注1: 各年の池入数量は、前年11月～当該年5月までの合計値。平成15年～平成25年までの池入数量は業界調べ、平成26年～平成29年の池入数量は水産庁調べ。取引価格は業界調べ。
注2: 輸入量は、貿易統計の「うなぎ(養魚用の稚魚)」を基に、輸入先国や価格から判別したニホンウナギ稚魚の輸入量。採捕量は池入数量から輸入量を差し引いて算出。

(出所) 水産庁「ウナギをめぐる状況と対策について」

図表 13 魚粉の輸入価格(CIF)の推移



(出所) 財務省「貿易統計」より野村アグリプランニング&アドバイザー作成

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

(2) 品質・透明性の壁

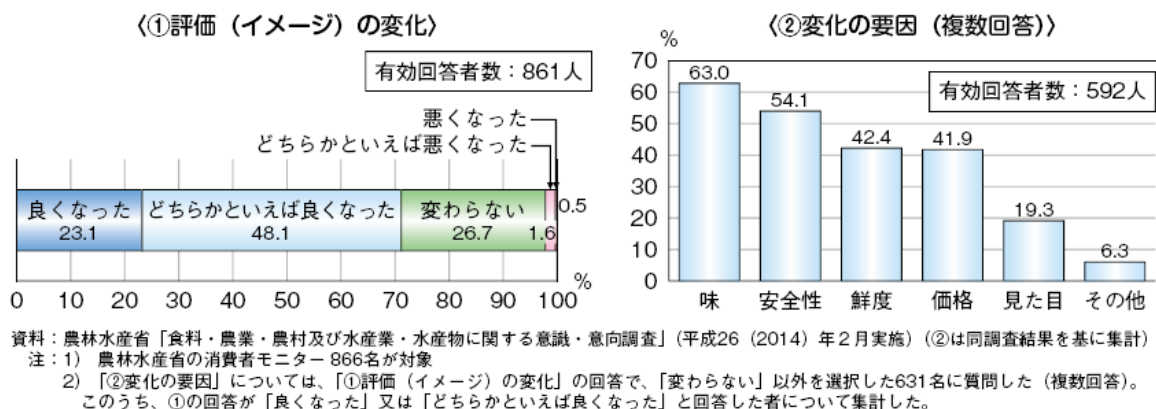
養殖水産物へのイメージは、図表 14 に示すように 2014 年までの 10 年間でかなり良くなった。その要因は、養殖業者の努力によって、味や安全性に関する問題が大幅に改善されたことが大きい。また、天然水産物の価格が高騰する中で、安定供給される養殖水産物は、鮮度や価格の面での評価も高まっている。

しかし、図表 15 に示すように、いざ自分で購入する際には、やはり、未だ 4 分の 3 以上の消費者が、天然物にこだわっているという状況にある。とりわけ日本人は、水産物に対して過剰な「天然物」信仰があるように思われる。四方を海に囲まれ、四季折々の様々な旬の天然水産物を食することに慣れている日本人は、「養殖物」を、食材としては、漠然と 1 ランク下に考えがちである。

ところが、例えば畜産の世界で「天然物」に相当するのは、ジビエなど特殊な食材だけであり、一般的な、牛・豚・鶏などは、全ていわば「養殖物」に相当する。最高級の松阪牛も神戸ビーフも「養殖物」であり、長い時間をかけて育種や餌の配合等に関して試行錯誤し洗練させてきた技術の結晶である。

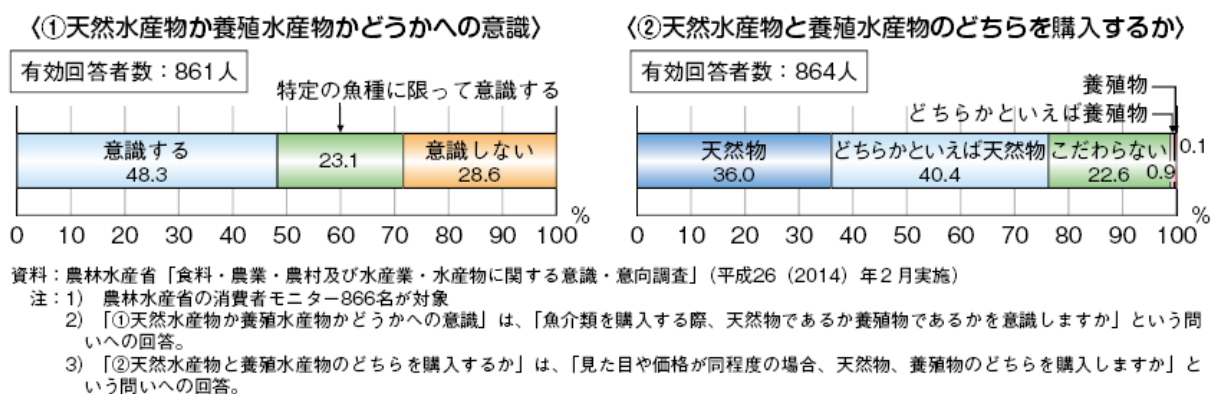
養殖水産物についても、畜産物や農産物のように芸術的ともいえるレベルの品質を目指して、不断の技術向上を続けていかなければ、さらなる成長は難しいであろう。

図表 14 10 年前と比較した養殖水産物へのイメージの変化とその要因



（出所）農林水産省「平成 25 年度水産白書」

図表 15 水産物購入時の意識と行動



（出所）農林水産省「平成 25 年度水産白書」

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

また、水産物については、天然資源の枯渇に伴って密漁等の IUU 漁業が横行していること、また、発展途上国においては、過酷な労働環境下で不当に搾取された労働力によって漁獲が行われることも多いことから、欧米を中心にそのようなプロセスで漁獲された水産物を排除しようとする動きもある。

そのため、水産物は、しっかりとした資源管理の下で、適正な漁法によって計画的に生産されたものであることが分かるような透明性がなければ市場に受け入れられなくなってくるであろう。日本においても、既に大手スーパー等との取引においては、そのような条件が課せられる場合もある。いつ、どこで、だれが、どのような方法で生産し、どのように流通したのかが分かる「トレーサビリティ」は今後ますます重要になろう。

(3) 場所的気象的制約の壁

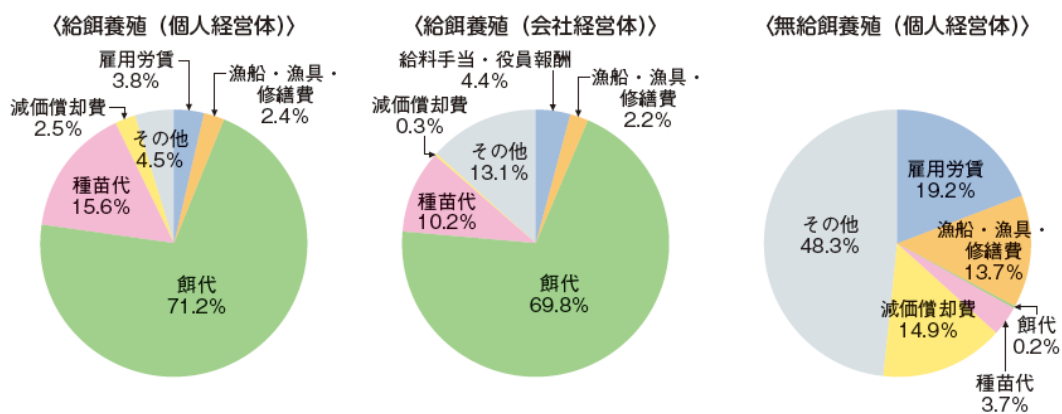
養殖に適した条件の海面または内水面はその総面積に限りがあり、その大部分を既に当地の既存漁業者や漁協が区画漁業権という形で優先的に押さえている。そのため、今後新たに区画漁業権を取得するのは相当な困難が予想される。しかも、たとえ養殖に適した湾内や沿岸海域であっても、台風等の気象条件に大きく左右され、海水温、海流、赤潮・青潮などの様々な環境要因によって大きな影響を受ける。

このような場所的気象的制約は、一次産業全般に共通する課題であるが、これらを制度的・技術的に克服していかなければ、養殖ビジネスの更なる発展は厳しいものとなる。

(4) コストの壁

図表 16 に示す海面養殖業における漁労支出の構造をみると、無給餌養殖とは異なり、魚類のような給餌養殖では、生産コストに占める餌代の割合は約 7 割にも達し、種苗代も 1 割～1 割 5 分に達する。この 2 大コスト要因は、いずれも天然資源への依存度が高いことから、今後も経営を圧迫する要因としてさらに大きくなっていくことが想定される。人件費は、4%前後であるが、漁業就業人口が減少の一途をたどり、漁業就業者の高齢化も進む中で、人材を確保するためには、人件費の高騰も避けられないであろう。

図表 16 海面養殖業における漁労支出の構造



資料：農林水産省「漁業経営調査報告」（平成27（2015）年）に基づき水産庁で作成
 注：給餌養殖は、「漁業経営調査報告」の個人経営体及び会社経営体調査の養殖業の結果からブリ類養殖業及びマダイ養殖業分を再集計し作成した。無給餌養殖は、「漁業経営調査報告」の個人経営体調査の養殖業の結果からホタテガイ養殖業、カキ類養殖業、ワカメ類養殖業、ノリ類養殖業及び真珠養殖業分を再集計し作成した。

（出所）農林水産省「平成 28 年度水産白書」

4. 養殖ビジネスのブレークスルーポイント

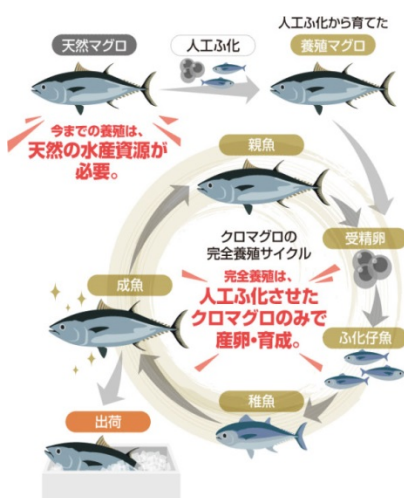
(1) 天然資源制約の壁のブレークスルー

天然資源制約は、前述のように天然種苗に係る制約と天然餌に係る制約に大別される。

まず、天然種苗制約に関するブレークスルーとして注目されるのは、養殖した親魚に産卵（または人工授精）・孵化させてこれを育成する完全養殖である（図表 17）。完全養殖は、絶滅が危惧されるクロマグロやニホンウナギでの成功が話題となり注目されたが、商業的に確立されている魚種はそれほど多くはない。

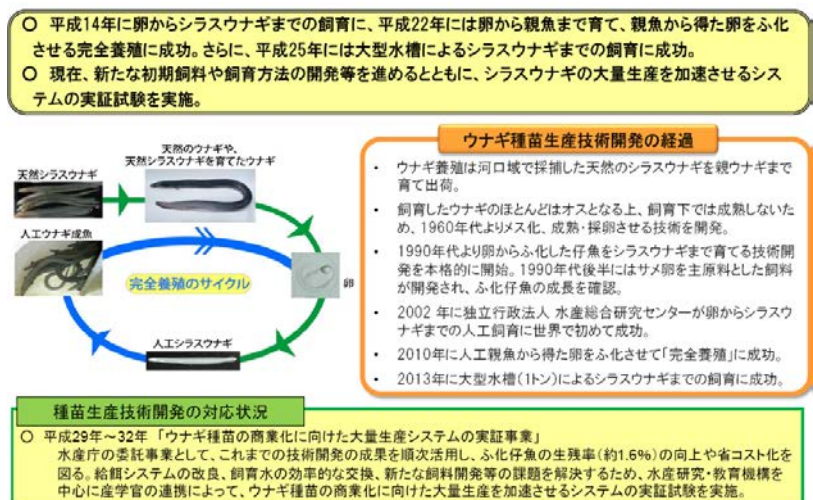
注目が集まるクロマグロでも、卵が孵化してから稚魚が 5cm に育つまでの生存率の向上が最大のブレークスルーポイントとなっている。10 年前には 0.1% 程度だった生存率は、現在では 3% 程度にまで向上してきているが、まだまだ商業的には厳しい状況となっている。ニホンウナギに至っては、まだその生態に未解明な部分も多く、あくまで実験レベルでの成功から脱していない（図表 18）。

図表 17 クロマグロの完全養殖サイクル



（出所）マルハニチロ HP

図表 18 ウナギ種苗生産技術開発の現状と今後の対応



（出所）水産庁「ウナギをめぐる状況と対策について」H29.11

クロマグロの完全養殖の場合、孵化させて 5cm 程度にまで育成するのは、きめ細かな管理がしやすい陸上養殖で行われるのが通常であるが、その段階から一般的な海面蓄養業者が種苗として受け入れる幼魚（ヨコワ）の 1kg 程度までの育成は、陸上よりも海面の方のメリットが大きいため、沖出して 1kg 程度にまで中間育成する必要がある。これらのプロセスを経て、適正サイズまで育成して市場出荷する一方で、一部の親魚から受精卵をつくり、再び陸上養殖での孵化へと循環していくサイクルが必要となる。

このように、完全養殖には、多くの異なったプロセスを必要とし、それぞれのプロセスで、環境・技術・リスク等を最適化しなければならぬ。しかし、1 サイクルのすべてを 1 主体で担う必要はなく、適切な分業をすることによって効率化とリスク分散がしやすくなる。豊田通商（株）は、2010 年に種苗生産を担う近畿大学と技術提携して（株）ツナドリーム五島（長崎県）を設立し、世界で初めてクロマグロの中間育成に特化したビジネスモデルを構築した。さらなるリスク分散のために、（株）ツナドリーム沖縄を設立した他、近畿大学を補完する種苗生産も開始している。このように完全養殖サイクルの中で適切な分業・連携体制をもつビジネスモデルを工夫することが、普及へのブレークスルーになると考えられる。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

なお、今後、完全養殖によるビジネスモデルは、技術の進歩に伴って畜産業界に近いものになっていくと考えられる。魚種によっても異なるが、繁殖と肥育の分業モデル・一貫生産モデル、餌・種苗から育成、加工、流通、販売までをトータルで実施するインテグレーションモデル等に分化し、それぞれの良さを活かして競争していくことになるのではないだろうか。

もう一つの天然餌制約に関するブレークスルーとしては、低魚粉飼料等がある。養魚飼料に必要とされるタンパク質含量は、家畜と比較して高く、現在、図表 19 に示すようにさまざまな特徴を持つものの開発が進められている。しかし、本来、魚を主食とするマグロのような魚に対して劇的な効果を期待できるものとはなっていない。今後の取組が注目される。

なお、2016 年 9 月に水産研究・教育機構の研究グループが、これまで難しかったカタクチイワシの養殖技術を確立した。こうした技術を組み合わせれば、種苗だけでなく餌となるカタクチイワシまでも含めたマグロの“超”完全養殖という考え方も現実味を帯びてこよう。

図表 19 主な魚粉代替飼料原料の特徴

飼料原料名	特徴
大豆油かす	生大豆からゆしを抽出した後に、加熱乾燥したもの。粗タンパク質含量は44～46%。メチオニンが少ない。
濃縮大豆タンパク質	脱皮した大豆を脱脂し、糖類、イソフラボンやサポニンなどを除去したもの。粗タンパク含量が60%以上。メチオニンが少ない。
コーングルテンミール	トウモロコシからデンプンを製造する過程で発生する副産物。粗タンパク質含量が64～65%。リジン、トリプトファンが少ない。黄色い色素のキサントフィルを含む。
トウモロコシ蒸留かす (DDGS)	トウモロコシを原料としてエチルアルコールを生産時に生産されるアルコールかす。粗タンパク質含量は27%前後。近年、高タンパクDDGが開発されている。
ナタネ油かす	ナタネの種実より採油した際の副産物。粗タンパク質含量は、35%程度。キャノーラ種由来のものはオレイン酸が豊富。
肉粉(ミートミール) 肉骨粉(ミートボーンミール)	ブタやウシを原料とし、特定危険部位を除いた骨や内臓などの不可食部を加熱処理し、脱脂・乾燥後、粉末にしたもの。リン含量の高低によって、肉粉と肉骨粉を区別している。
チキンミール	家禽を原料とした肉骨粉であり、不可食部を煮沸圧搾して脂肪をできるだけ分離し、乾燥、粉碎したもの。粗タンパク質含量60%。
フェザーミール	家禽の羽毛を高圧加熱処理など加水分解したのちに乾燥粉碎したもの。粗タンパク質含量が80%以上。リジンやメチオニンなどの必須アミノ酸の量が低い。
血粉	家畜の血液を乾燥し粉末化したもの。粗タンパク質含量は非常に高く80%以上。

(出所) 緑書房「養魚飼料と低魚粉 2016 年版」

(2) 品質・透明性の壁のブレークスルー

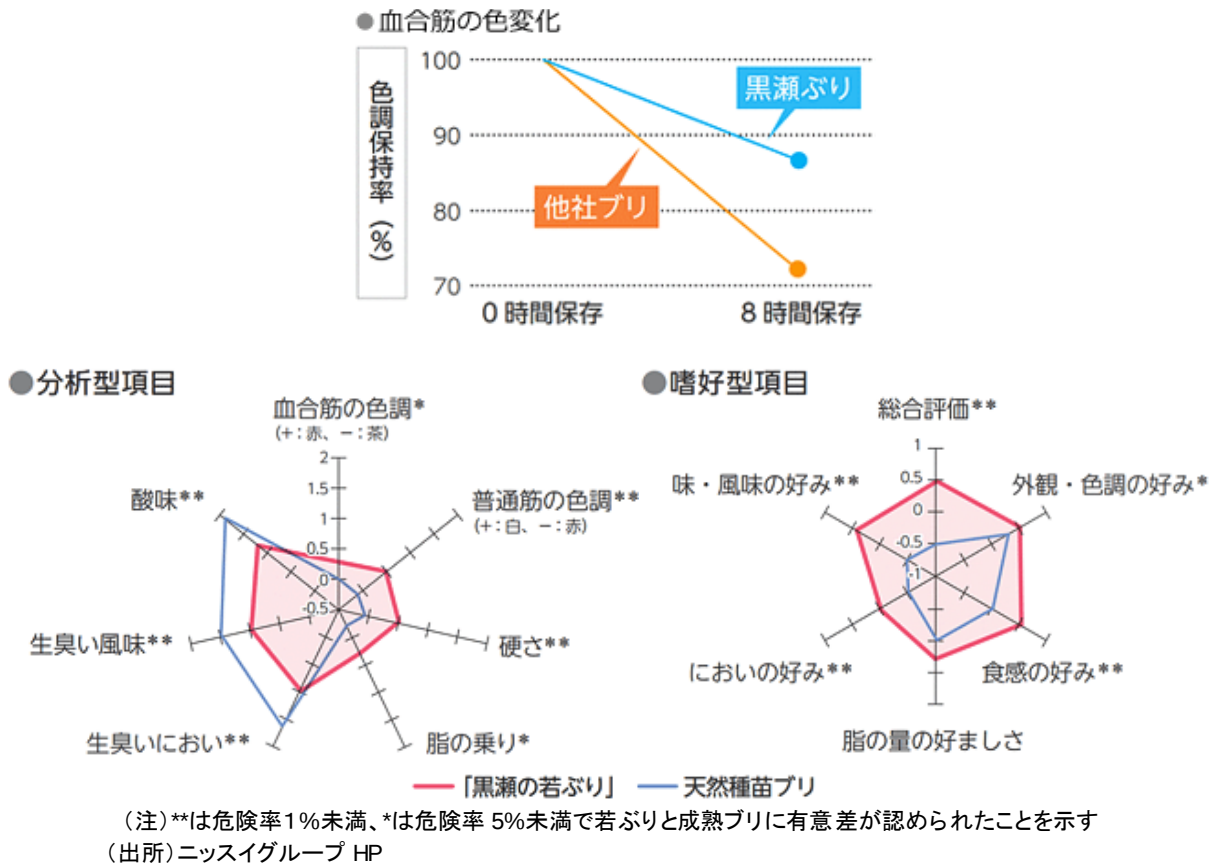
近頃では、魚の養殖も、マス類やブリ類のように、育種や餌の改良等によって高品質な食材が安定的に供給できるようになってきている。一昔前の養殖ハマチに比べれば、餌や育成方法の改良が進んだ最近の「黒瀬ぶり」や「鰯王」等のブランド養殖魚は、高品質で年間を通して安定供給でき、旬を外れた天然ものより旨いと評判である。このように、「天然物」信仰を覆すような高品質で安定供給できる養殖魚を開発・ブランド化し、広く周知させていくことがブレークスルーのポイントである。

近畿大学では、独自に開発した養殖技術で生産したクロマグロを「近大マグロ」としてブランド化し、関連会社の(株)アーマリン近大を通じて販売している。

また、一般にブリ類は、血合筋の色の変化が早く、鮮度に問題がなくても血合筋が退色した刺し身や切り身は見た目が悪く商品価値が低下しやすい欠点があるが、「黒瀬ブリ」を生産するニッスイグループでは、トウガ本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

ラシ等を配合したブリ用肉質改善飼料を用いて、①ほどよい脂乗りに仕上げる効果、②歯応えを向上させる効果、③血合筋の退色(メ化)を遅くする効果等を実現し、高品質化に成功して高い評価を得ている(図表 20)。

図表 20 黒瀬ブリの血合筋の劣化と人工種苗由来・天然種苗由来ブリの官能評価



さらに、黒瀬ブリの一部は、性成熟制御技術を用いて、任意の時期に人工種苗生産を行い、天然種苗ブリが旬でない時期でも、一年を通じて、高品質なブリを安定供給できる体制を構築している。

人工種苗生産は、形質の優れた特定の親から次世代を生産し、優れた養殖品種を作出する「育種」にも繋がるものであり、ニッスイでは、養殖魚として望まれる形質の選定とその選抜方法、DNA 鑑別による家系管理方法、遺伝学的な解析による効率的な育種方法の研究開発も行っている。育種については、先行する畜産技術から学ぶべきものも多い。完全養殖が実現している魚種については、絶え間なく品質や生産性の向上を重ねていくことはもとより、開発した優良遺伝子資源を守っていくことも必要となる。「和牛」の貴重な遺伝子資源が流出して「WAGYU」として世界中に出回ってしまったような事態は避けねばならない。また、今後は、賛否両論があるにしても、ゲノム編集技術等とも正面から対峙していく必要もある。

JR 西日本は、2017 年 6 月に鳥取県岩美町に陸上養殖センターを設立し、井戸海水を用いた陸上養殖によって、刺し身などの生で食べることができるブランドサバを生産している。悪い虫がつかないように大切に育てられた箱入り娘のようだというので「お嬢サバ」として売り出した(図表 21)。井戸海水は地中で濾過される

ため、これを使うことで、サバにアニサキスなどの寄生虫が付きにくく、生食が可能になるという品質を実現している。

図表 21 ブランドサバ(お嬢サバ)



(出所) JR西日本 HP

また、栃木県的那珂川町では、(株)夢創造が、温泉を使ってトラフグの陸上養殖を行っている。温泉は海水よりも浸透圧が低く、フグを低ストレスで育成できるため、筋肉内に残留する ATP 濃度が高くなる。残留した ATP は徐々に分解して旨味成分であるイノシン酸に変化するため、海水で養殖する場合よりも旨味が強くなるという品質特性を持つ。

透明性に関しては、養殖では、種苗の調達から、育成、収穫、出荷に至るまでのプロセスを管理しやすく、各段階を通じたトレーサビリティが確立しやすい環境にあることから積極的にデータを蓄積して開示していくことが重要である。鹿児島県長島町の東町漁協では、品質管理チームを立ち上げ、独自の「ブリ養殖管理基準書」を作成し、これに沿って生産者が自らの飼育情報を養殖日誌に記録して、その情報を漁協で蓄積するトレーサビリティシステムを構築している。これにより消費者が買ったブリが、どこで育てられ、どんな餌を食べ、どういう投薬が行われ、誰に育てられたのかを確認する事ができるようにし、消費者と生産現場のつながりを身近なものとしている。

また、2020 年の東京オリンピック・パラリンピック開催に向けて、持続可能な食材であることの重要性が高まっており、ASC (Aquaculture Stewardship Council) や AEL (Aquaculture Eco-Label) の認証の取得が推奨されている。しかし、世界標準としての評価が高い ASC 認証の日本での取得状況は、2018 年 1 月現在では、2016 年 3 月に日本で初めて宮城県漁協が取得したマガキ、2017 年 12 月に宮崎県の黒瀬水産(株)と鹿児島県のグローバル・オーシャン・ワークス(株)が取得したブリの合計 3 件となっている。これは、ASC の認証規格が魚種毎に設定されており、従来は、ティラピア、パンガシウス、サケ、エビ、マス、二枚貝、アワビの 7 魚種しかなく、日本の養殖業の中で大きな割合を占めるブリ類やマダイについての認証規格がなかったことが要因の 1 つであった。しかし、2015 年 2 月にブリ類・スギ類の規格が加わったことによって、今後は認証取得の必要性が高まると見込まれる。ただし、認証取得には、相応の時間とコストがかかることや、欧米と比較し

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

て持続可能性への意識が希薄な日本市場をターゲットとするには取得メリットが小さいこと等により、当面の取得は、欧米への輸出拡大を狙う事業者が中心となろう。

一方、日本独自の規格である AEL については、規格が日本の魚種に対応しており低コストであることから、2017 年 5 月現在での認証実績は 9 団体 19 件となっている。ただ、あくまで、日本の業界団体による認証制度であり、国際的な理解が得られる制度とはなっていない。

今後、日本の水産物消費が縮小していく中で、海外への輸出拡大によって養殖ビジネスの成長を狙うのであれば、このような国際的に理解が得られる品質・透明性をいかに担保しアピールしていくかということが、ブレークスルーの大きなポイントである。

(3) 場所的気象的制約の壁のブレークスルー

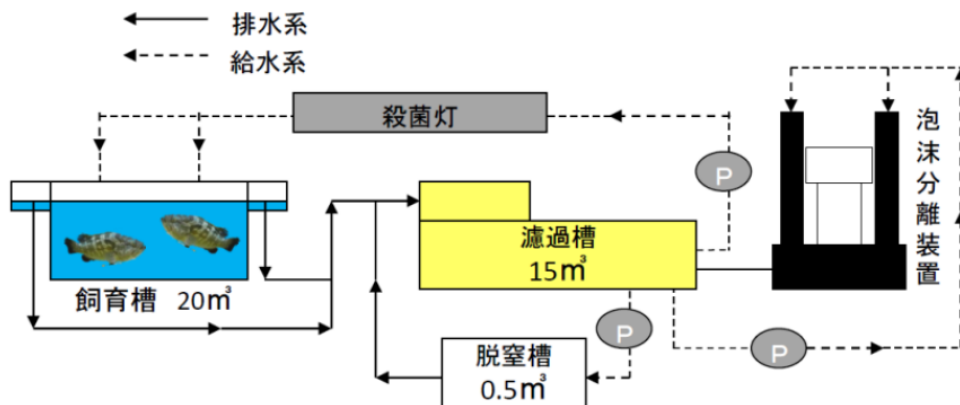
漁業権や環境面での制約が少ないということで、陸上や沖合での養殖に注目が集まっている。

陸上養殖については、閉鎖循環型の「養殖工場」とも呼べる技術も進歩し、トラフグ、サクラマス、アワビ等のキロ単価の高い魚介類で実用化されつつある(図表 22 及び 23)。沖合養殖についても、大手エンジニアリング会社と水産会社・漁業等が共同で、耐波浪・耐潮流性能が高く、従来は養殖ができなかった海域での操業が可能な大規模浮沈式生簀システム(台風時等には沈潜させて凌ぐ)の実証実験も行われている。このような新たな取組によって場所的・環境的な制約を乗り越えることがブレークスルーのポイントである。

ただし、特に閉鎖循環型陸上養殖は、場所的・環境的な制約が少なくなる代わりに、建屋の建設、海水の調達、循環・加温・酸素供給等のエネルギー、殺菌・濾過・清掃等のコストが上乘せされる。また、閉鎖系であるということは、万が一病気等が発生した場合やシステム故障等の障害によって全滅のリスクも高まることに留意する必要がある。こうしたコスト管理やリスク管理が陸上養殖のブレークスルーのポイントとなる。

また、閉鎖循環型陸上養殖では、コスト管理やリスク管理の観点から大規模化し難い側面もあるので、魚種としては、比較的小型で活動量が小さくキロ単価の高いものがふさわしい。現時点では、大型で活動的な回遊魚等を成魚段階まで陸上で養殖するメリットは少なく、前述(1)で述べたようなビジネスモデル上の役割分担の中で、例えば種苗生産等に特化するというような取組が有効と考えられる。

図表 22 一般的な閉鎖循環型陸上養殖システム



(出所)水産庁

図表 23 温泉トラフグの陸上養殖場



(出所) (株) 夢創造

また、沖合養殖については、2016 年秋ごろから新日鉄住金エンジニアリング(株)が、ニッスイの連結子会社である弓ヶ浜水産(株)と鳥取県境港市でギンザケを、尾鷲物産(株)らと三重県尾鷲市でブリを、それぞれ、大型浮沈式生簀を中核とする生簀システムの海洋実証試験を実施している(図表 24)。このシステムは、浮沈機能を有し、沈潜状態で有義波高 7m、潮流 2 ノットまで耐えることができ、①耐波浪性能・耐潮流性能が高く、従来養殖ができなかった海域(新海域)での操業も可能となり、従来(沿岸)に対し、養殖可能海域(面積)を約 10 倍程度、拡大が見込めること、②従来の生簀(小割生簀)に対し、大規模化による養殖魚の生産拡大が可能であること、③潮通しの良い沖合域において、低密度で飼育することにより、養殖環境の改善が見込めると共に、沈潜させることで、赤潮の被害軽減も期待できること、等のメリットが期待されている。

図表 24 大規模沖合養殖システム



(出所) 新日鉄住金エンジニアリング、ニッスイ

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

（４）コストの壁のブレイクスルー

前述のように、海面給餌養殖の最も大きなコスト要因は餌代・種苗代である。これらを抑えることが成長のためには不可欠であり、天然資源依存からの脱却の観点も合わせてブレイクスルーの大きなポイントとなる。

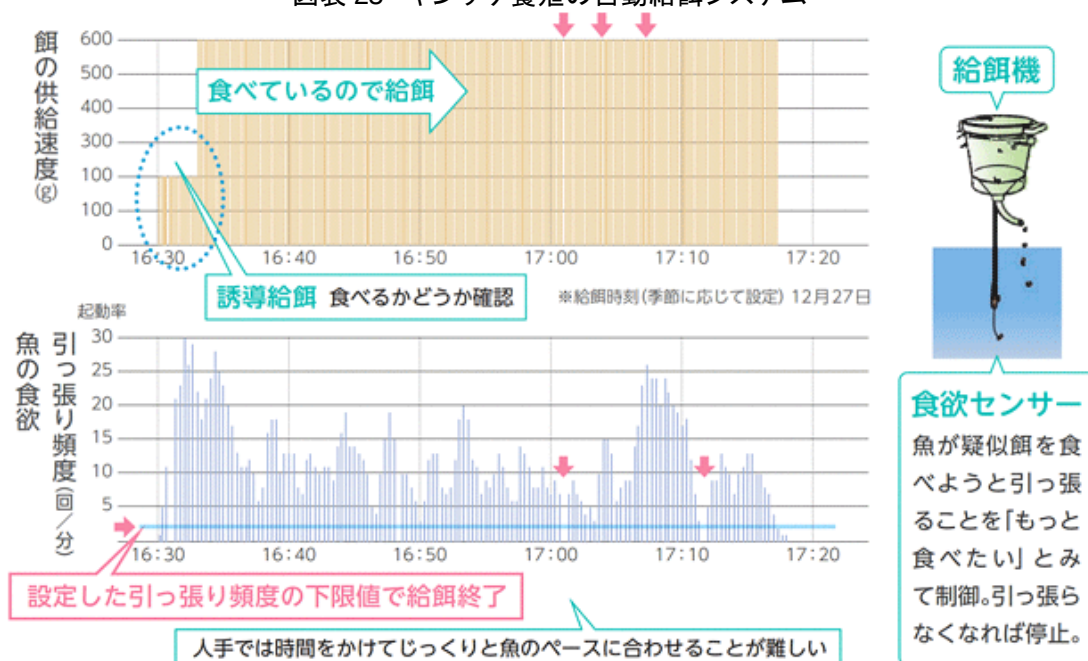
餌代を抑え、天然資源も維持する方法として、以前から行われてきたのが卵を孵化させて稚魚まで育成してから放流し、自然界で成長した個体を漁獲する栽培漁業であるが、現時点では、比較的定住性の強い魚種（マダイ、ヒラメ、カサゴ等）や貝類、サケ等の回帰性の強い魚でなければ実現は困難である。海洋を広範囲に移動する回遊性の高い魚種（サンマ、サバ、イワシ、マグロ、カツオ、ブリ類等）では難しい。この問題に対して、10 年位に「海洋牧場」というコンセプトが提示されて重点的に研究されたことがあった。海洋牧場という言葉は、現在では多様な意味合いで使用されているが、本来的には、かなり広大な海域において、回遊性の高い魚種を管理し、魚自身が天然の餌を捕食して成長するように管理するという考え方である。通常海面養殖が、牛や羊の育成における「繋ぎ飼い」に相当するのに対して、海洋牧場は「放牧」に相当するものである。魚の管理には、牧羊犬ならぬイルカやロボットを使うという構想もあった。しかし、克服すべき課題が多すぎて、それ以降、最近まで目立った研究成果は知られていない。

現時点で、最も期待できるのは、IT 化による給餌最適化ではなかろうか。世界最大のサーモン養殖事業者であるノルウェーのマリンハーベスト社は、センサーを駆使して給餌を最適化し、FCR (Feed Conversion Ratio: 1kg の魚体を育成するのに必要な餌の重量 kg) を細かく管理することによって餌代を抑え、とともに海洋環境負荷の低減も実現している。日本でもニッスイグループ等がより簡便な仕組みの自動給餌システム等の開発を進めている（図表 25）。

一方、陸上養殖の場合は、前述のような陸上故の上乗せコストの回避が重要なブレイクスルーのポイントとなる。栃木県的那珂川町で（株）夢創造が行う温泉トラフグの場合、廃校・廃プールを活用することで初期コストを抑え、また、温泉を活用することで、海水調達や加温のコストを削減している。

人件費削減のブレイクスルーとしては、前述の IT 化の流れの中で自動給餌システムや漁網清掃ロボット等が既に開発・導入されているが、さらに安価で使い勝手の良いものの開発が期待されている。なお、前述のマリンハーベスト社では、IT 化を進めることによって 100 万匹のサーモンを 2 人で管理することが可能となっており、35 億ユーロの年間売上（2016 年）で 7 億ユーロの営業利益を実現する 1 因を担っている。また、IT 化や先進設備の開発には、多額の研究開発投資が必要となるが、同社の 2016 年の R&D 投資額は 5 千万ユーロを超える水準となっており、図表 26 に示す密閉型養殖システムのような新しい養殖システムの開発も進められている。

図表 25 ギンザケ養殖の自動給餌システム



(出所) ニススイグループ HP

図表 26 密閉型養殖プラント「TheEgg」



(出所) マリンハーベスト

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

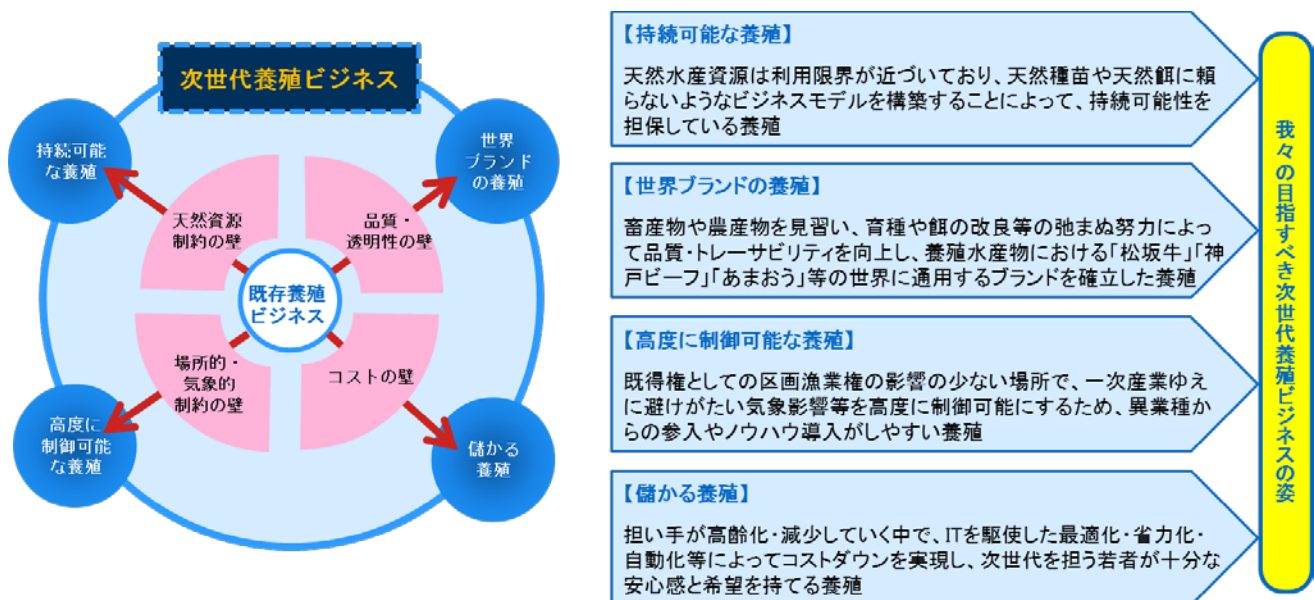
5. 今後のロードマップ

これまで、養殖ビジネスの成長を阻む4つの障壁とそのブレークスルーのポイントについて考察してきた。

これらの障壁をブレークスルーした先にある養殖ビジネスの姿として、「持続可能な養殖」、「世界ブランドの養殖」、「高度に制御可能な養殖」、「儲かる養殖」の4つの方向性をバランスよく目指すべきではなかろうか。これらがバランスよく調和した養殖こそが、我々の考える「次世代養殖ビジネス」である(図表27)。

この次世代養殖ビジネスへのロードマップであるが、まず喫緊の課題として、クロマグロ問題に象徴されるような日本独自の海洋資源管理の在り方を見直し、国際的に理解の得られる枠組みへの転換が必要である。その枠組みの中で、養殖のための種苗や餌の在り方を考えていかなければならない。また、2020年の東京オリンピック・パラリンピック開催を機に、日本食材のグローバルスタンダード化を加速させることが今後の輸出等の成長を大きく左右することになる。養殖ビジネスにおいても認証取得等を念頭に置いた品質向上や透明性向上等の取組が重要となる。その一方で、陸上養殖等の技術的・コスト的な課題にも継続的に取り組むなど、図表5-1に示す「既存養殖ビジネス」から、4つの方向性に向けてバランスよく同心円を拡大するような道程で、次世代養殖ビジネスへと向かうことが重要である。

図表27 市場成長を阻む4つの障壁と目指すべき方向性(仮説)



(出所)野村アグリプランニング&アドバイザリー作成

6. おわりに

次世代養殖ビジネスを目指した養殖ビジネスの成長は、世界の水産資源問題に大きな寄与が期待できる。また、疲弊する沿岸漁業問題の解決や地域活性化、和食ブームの中での透明性の高い食材の安定供給、IUU 漁業の撲滅、ひいては持続可能な水産業の確立等にも繋がると考えられる。クロマグロの漁獲問題等で日本の水産資源管理への国際的な批判が強まる中で、次世代養殖ビジネスの拡大が有効な国際貢献にもなると期待したい。

これまでの日本の養殖ビジネスには、長い伝統に裏打ちされた世界的にも非常に高い技術の蓄積があり、チリのサケ養殖への協力を始めとする世界的にも大きな貢献を果たしてきた実績がある。一方で、国内に大きな需要があったため、ノルウェーのように世界市場をターゲットとしたマーケティング戦略に注力してこなかったことから、国際的な市場競争力では後れを取っているのが実情である。

今後、高い技術ポテンシャルを武器にマーケティング戦略も練り直して、次世代における養殖ビジネスにおいて先導的な役割を果たしていくことに期待が高まる。