

漁船高船齢化に漁船改革がカギを握る

漁業の不調要因の一つに漁船の高船齢化があり、漁業生産性の低下だけでなくとどまらず、危険性も高まり、ここに漁船漁業の弱体化の避けられない状況がある。漁業不振打開策として、効率的で、合理的な生産性の高い「改革型漁船」の建造に期待が高まる。漁船建造の課題と今後の展望を考える。

六割近くが船齢二〇年以上

漁船の高船齢化はどのような状況にあるか。日本の海面漁業生産量のうち、約七割の約二三〇万トンを漁獲する沖合遠洋漁業（主に大臣許可漁業）の漁船に焦点を当ててみると、戦後の漁船漁業の年間建造数は右肩下がりで大きく減少しており、使用期間が長期化している（表1）。

二〇一七年度版の水産白書では、大臣許可漁業の総数約一四〇〇隻のうち、六割近くが船齢二〇年を超えており、「我が国の漁業で使用される漁船については、引き続き高船齢化が進んでいます」とまとめられている。

なお、沿岸小型漁船はFRP（強化プラスチック）漁船が主体だが、船齢で見ると沖合遠洋漁船以上に高船齢化が深刻であり、次世代の沿岸漁

業者のための小型漁船対策も重要となっている（図1）。

漁業経営が成長・安定期にあった一九八〇年代末ごろまでは、経営的な合理性の観点からも、漁船の法定耐用年数（五〇〇ト未満九年、五〇〇ト以上一二年）をめぐり、おおむね船齢一五〜二〇年で漁船建造が行われていた。ところが現在は多くの漁船が船齢二〇年以上で、三〇年を超えるものも操業されている。現状は生産性が低く、危険性も高まり、漁船漁業の弱体化は深刻であると言える。

また、近年は電子機器のみならず関連分野の技術も著しく進展しているが、二〇年以上も建造が停滞すると、漁船建造関連企業は漁業技術へ投資するきっかけを失ってしまう。結果として、漁船への新技術導入は機会を損失しがちである。



一般社団法人海洋水産システム協会専務理事

平石 一夫 Kazuo Hiraishi

ひらいし かずお
1956年神奈川県生まれ。中央大学理工学部精密機械工学科卒業後、水産庁を経て現協会へ。漁業調査船、取締船などの設計・監督、漁船・水産業に関する調査研究および新技術の開発など協会事業に携わり、漁船関係の専門家として水産・船舶関係の会合などに参画している。

高船齢化が進めば、作業効率の低下や機器類の老朽化による修繕費の増大を招く。さらに、把握しにくい腐食などによる配管類の故障リスクが高まり、なにより重要な安全性が大きく危惧される。

政府も生産性高い漁船に意欲

このような状況を重く見た政府は、今年六月に農林水産業・地域の活力創造本部が公表した『農林水産業・地域の活力創造プラン』において、「生産性の高い漁船等の導入・更新」を進めることとした。

また、この直後に公表された規制改革推進会議の第三次答申でも、水産分野の規制改革の方向性として、漁船の大型化などによる生産性の向上を阻害しないとした。沖合・遠洋漁業の生産

表1 漁船建造許可（農林水産大臣）の隻数の推移

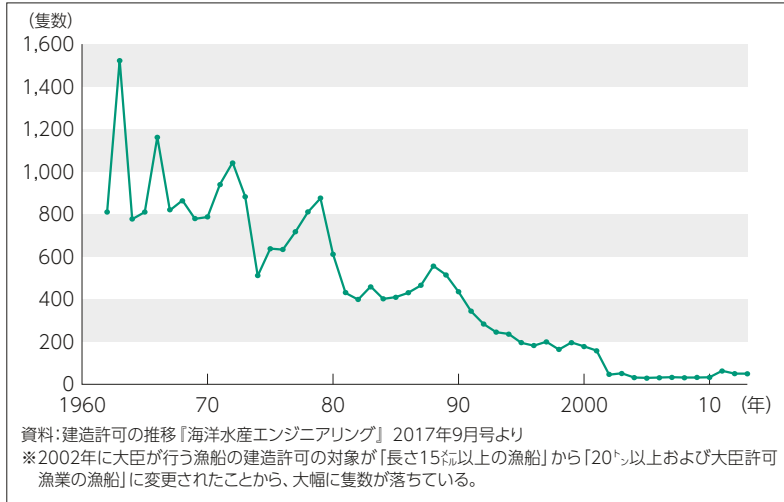


図1 漁船の船齢構成（2017年度水産白書より）

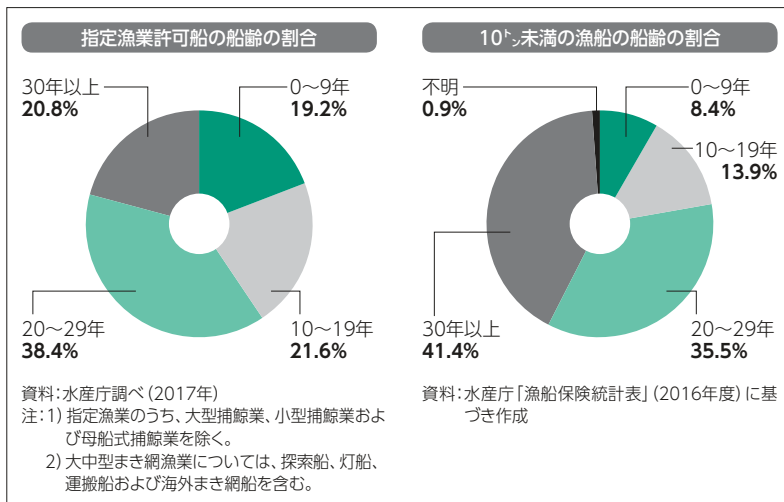


表2 「もうかる漁業創設支援事業」の利用実績（シンポジウム発表資料より）

漁業種類	実施件数		
	改革型	マイルド多角化	計
遠洋まぐろはえ縄	14	7	21
遠洋かつお一本つり	4	4	8
大中型まき網	18	1	19
海外まき網	2	2	4
べにずわいがに籠	2	0	2
沖合底びき網	22	3	25
近海まぐろはえ縄	2	0	2
近海かつお一本つり	4	0	4
かつお一本つり	1	0	1
中型まき網（中小型を含む）	10	4	14
小型いかつり	4	5	9
さんま棒受網	1	2	3
合計	84	28	112

2018年3月時・実施中を含む

性の向上・国際競争力の強化につながるトン数制限の緩和などにより、これまで以上に漁船改革の自由度が高まることが期待される。

以上を踏まえると、漁船漁業は、高船齢化対策として単に漁船更新を進めるのではなく、漁業の成長産業化に向けて、官民連携して生産性・収益性の高い新たな漁船づくり（改革型漁船）をする重要な時期を迎えている。

新しい漁船づくりに求められるポイントは、水産資源と調和しつつ経費を低減した効率的な操業、漁獲物の高付加価値を確保するための設備、若者にとって魅力ある漁船での労働環境の

実現に集約される。

実現達成度は漁場や漁業種類によって異なるだろうが、業種別団体が作成している長期建造計画では、水産庁の「もうかる漁業」などの成果を踏まえた漁船建造を行うこととなる。

環境変化を配慮し漁船追求

今後の技術開発などの進展や資源管理・許可制度の見直しなど、漁業を取り巻く環境変化を的確に捉えつつ、最適な改革型漁船を追求していくことは必須だ。

厳しい状況にある漁船漁業だが、漁業種類によって漁船の規模・構造などは多様であり、個々に合わせた対応が必要となる。加えて、漁獲対象資源の状況とその資源管理の方法、漁業就業者の高齢化と新規参入者・担い手の不足、生産（漁船）と消費・流通との連携の実態などにも配慮すべきである。

「もうかる漁業」では、漁船漁業の構造改革を進めるために、先駆的な取り組みが展開されてきた。事業は二〇〇七年に始まり、現在も継続されている。利用実績は事業開始後の一〇年間で、各漁業種類の総数が一二二件（表2、個別計画に

については六頁末の(注)を参照)となっている。業種別に取り組んだ成果を活用することは効率的で確実な漁船建造につながるため、多くの関係者間でこの情報を共有することが重要となるだろう。

そこで、今年三月に、漁船の更新対策を円滑かつ確実に実現するために「漁船競争力強化プロジェクト・シンポジウム」が開催された。先駆的な取り組みのうち、シンポジウムで紹介された遠洋まぐろはえ縄漁業と大中型まき網漁業のプロジェクトなどをとりあげる。

遠洋まぐろはえ縄漁業の事例では、乗組員の居住環境の向上と省エネ設備の導入によるコスト削減、また、PWM装置(主機軸発電)などの設備導入と省エネ運転の徹底による二〇%以上の燃油削減効果、漁獲物凍結前での冷海水予冷による品質向上によってキハダマグロの魚価アップが図られたことなどが紹介された。

省エネ機器は単に導入すればよいものではなく、運航などソフト面との効率的な組み合わせにより効果が発揮されること、漁獲物の品質向上については、画一的な処理ではなく漁獲物の種類に応じた適切な扱いが効果を得るのに重要であることが示唆された。

大中型まき網漁業の事例では、東シナ海海域での改革型漁船の導入について紹介された。一九九〇二層甲板型まき網漁船(写真)の登場で、乗組員の居住性・安全性で大幅な改善が実現し、若い乗組員の確保にもつながったという。

また、灯船一隻を削減して作業艇としたため船団がスリム化されたこと、ブライン凍結(マイ

ナス二〇度以下に冷却した濃厚な溶液に食品を漬け込んで凍結させる方法。通常の冷凍法より凍結に要する時間が速い)の導入により、ブリの新たな販路が開拓されてきたことなどが紹介された。

この他、今年設立された造船会社から、二〇一九年完成予定の新造船所施設の概要、漁船漁業を支える造船所として継続できる基盤づくりの考えなどが紹介された。造船所でも他産業と同様に技術伝承、後継者育成が肝要であり、長期建造計画に基づく漁船建造の推進は、造船所にとっても、施設・組織の基盤維持を行う上でも有益であると評価された。

スマート技術で競争力を

どの産業でも競争に勝ち残るために、効率化・合理化や、新製品・新サービスを実現するための技術開発が進められている。漁船漁業も経済事業である以上、技術開発による進化・変貌は重要課題だ。

しかし、漁船漁業の産業規模は農業の一割程度であり、極めて小さい。さらに漁船建造関連企業にとっては、商船やプレジャーボートなど共通の需要があり供給メーカーの企業競争が行われる電子機器企業を除けば、技術開発の投資対象としての魅力が乏しい状況だ。従って、漁船漁業の技術開発・技術革新の取り組みの多くは、国の支援策に頼らざるを得ない。

現在は、コンピュータや通信技術の高度化を背景に、AI、ICT(情報通信技術)、IoT(モノのインターネット)を活用した先進技術開発

が精力的に推進されている(図2)。

このスマート水産業の取り組みの中でも、具体的な事例を紹介しよう。まず、かつおを漁獲対象とする漁業(海外まき網漁業、遠洋・近海かつお一本つり漁業)では、ドローンの活用とICTを組み合わせた高効率魚群探索システムの開発が行われている。

魚群探索には大型漁船に有人ヘリコプターを利用する方法もあるが、これには多額の経費が掛かり、また中・小型漁船では活用できないという問題がある。このシステム開発は、かつおを漁獲する全業種にとって、漁場探索範囲の拡大に伴う生産性を向上(探索能力拡大による水揚げ額向上、探索時間短縮に伴うコスト削減)させる上で極めて有益であり、早期の実用化が期待される。

また、かつお一本つり漁業では、ロボット釣りの開発が進められている。竿を用いた釣り操業には熟練した技と強靱な体力が必要であり、二〇年以上前にもこの開発が試みられたが、普及に至るまでの性能が確保できなかった。近年の開発研究では、高度な制御技術と軽量・高性能化したサーボモータなどを用いて人間の能力により近づけ、かつおつり操業での船上配置などの工夫と併せて、生産性の向上を図ろうとしている。

他分野の先進技術を導入

ICT以外にも、水産業に有効な最新技術がある。例えば、介護などの分野で発展している軽量化技術を応用した、スマートスーツの導入だ。



199トン二層甲板型まき網漁船(『海洋水産エンジニアリング』2015年1月号より)

まず、養殖作業用にオリジナルのスマートスーツが開発された。そして、京都府京丹後市の懸垂式トリガイ養殖場で、このスーツを用いて漁労作業の省力化および安全性向上の実証試験を実施したところ、作業者の労力の軽減が図れることが確認された。

漁船漁業においても、引き上げ作業時用のスマートスーツの開発は有効であり、このような洋上作業時の軽労化技術の導入が、乗組員の長期間にわたる健全な労働環境の確保に資することが望まれる。

図2 スマート水産業

水産業におけるIoT、ロボット、ドローン等の先端技術を推進

- 水産分野においては、海外まき網漁船等の漁場探査にドローンの技術開発が進捗
- 水産業の課題である担い手不足、高齢化等にとまなう省人・省力化に資するロボット技術の開発を推進
- 水産分野でのドローンやロボット等の更なる利用の可能性を探求し、技術開発を推進

漁船機関の遠隔管理

- ICTを利用して、漁船機関をエンジンメーカーが陸上から24時間体制で遠隔管理し、異常を早期発見&故障を予防
- 本システムにより機関職員の大幅な労力削減が可能

[導入費用例:エンジン改造費用 約50万円(一部エンジン不要)、陸上側管理費別途]
 ※ヤンマー株式会社等(水産庁平成24年度 漁船リニューアル促進技術開発事業の事例)

かつお一本釣りロボットの開発[開発中]

- 最新の制御プログラムにより「しゃくり」など乗組員と同様の動きを再現
- 電機駆動により精密な動作制御を可能とし、釣獲能力を向上させつつ危険な釣り上げを回避
- 装置の小型化、構造の単純化により耐久性を向上

※日光水産株式会社、株式会社タカハシ・インテック(水産庁平成29年度 水産業革新的技術導入・安全対策推進事業の事例)

また、遠洋まぐろはえ縄漁船では、冷凍設備の稼働状況の「見える化」制御盤と冷凍機などの制御システムによる過冷却を排除し、適正温度を保持する高効率冷凍運転支援システムや、大中型まき網漁業の運搬船の漁獲物の高品質化を図る冷海水システムの実証研究も進められている。

既に、さんま棒受網漁業ではLED集魚灯を導入したことで、ほとんどの漁船で大幅な省エネルギー化を実現した例もある。「もうかる漁業」での実証や要素技術の開発などの先駆的な取り組みでは多くの成果が出始めている。

※2018年2月13日未来投資会議構造改革徹底推進会合 水産庁資料より抜粋

さらに、衛星センサーの高性能化による漁海情報などの向上や、衛星通信技術の進展による洋上でのインターネット利用の簡便化など、漁業以外の分野から先進技術が導入できる可能性は多く潜在している。漁業の成長産業化に向けて、ますます精力的な展開が期待されるところだ。

改革型漁船の流れは確実に進んでいる。現在は、二〇年以上前の漁船建造時には存在しなかった技術の導入や、労働環境改善のために居住区を確保する大型化などが図られている。漁業種類によりそれぞれ課題が異なるため、漁船の理想型を最大公約数的な表現でまとめるのは難しいが、新たな技術開発の進展とともに、時代にマッチした生産性の高い漁船づくりが行われるだろう。

加えて、政府が規制改革の方針を示したことで、資源管理や漁獲規制など、今後漁船漁業を取り巻く環境も変化するはずだ。

漁船の建造費は高額なため、着実な改善・改良が求められる。漁船漁業を取り巻く環境変化に適応した漁船建造を常に進めることによって、さらに効率的で合理的な「改革型漁船」が生まれる。

今後も引き続き、漁船の素晴らしい進歩に貢献できるように尽力したい。

(注) 漁業構造改革プロジェクト進捗状況・特定非営利活動法人水産業・漁村活性化推進機構のウェブサイト
http://www.fpo.jf-net.ne.jp/gyoumu/hojyojigo/01kozo/kozo_file/20180615_m_sinchokutizu.pdf

魚活ボックスのレンタルの拓く活路

活魚の専用コンテナ「魚活ボックス」を物流機器のレンタル企業が独自開発し、水産流通にイノベーションを起こしつつある。鮮度を保ち、高魚価を維持し、儲かる漁業につながると話題を呼んでいる。ヒントは加工用野菜にある。と言います、漁業の成長産業化を拓くいきさつを当事者が大いに語る。

活魚専用コンテナを独自開発

二〇一八年六月に水産庁から『水産政策の改革について』が示され、漁業の成長産業化に向けて「水産資源管理」「競争力ある流通構造」「担い手の確保」などの方針が示された。国家戦略として、水産業の将来像を描き、成長軌道に乗せるための施策である。

いずれの取り組みも諸課題を真正面から改革しようという意義あるものであり、これらを成し遂げれば日本の水産業は成長産業になり得るだろう。

私も日建リース工業が現在取り組んでいる「魚活ボックス」の技術は、このうち「競争力ある流通構造」に貢献できているのではないかと考える。「魚活ボックス」は、加工用野菜でのレンタル大

型メッシュボックスによる物流構築の成功事例を水産に転用し開発した活魚の流通システムだ。

二酸化炭素で活魚を睡眠させて、高密度で輸送する活魚専用コンテナのことで、「魚活ボックス」を利用した流通システムを構築することで究極の鮮度で産地から消費地まで魚を運ぶことが可能となる。

「魚活ボックス」は一七年八月に開発完了し営業展開をスタートした。開発には、二年もの年月を要し、どのような条件で、長時間の睡眠と生存状況を維持できるかの研究を行った。そして、五〇〇〇匹を超える魚で実証実験を繰り返すことで開発できた。

「魚活ボックス」は、高濃度の二酸化炭素を海水に一定濃度で溶解することで魚を睡眠させて、酸素溶解濃度をコントロールすることで、長時間の



日建リース工業株式会社 代表取締役社長

関山 正勝 Masakatsu Sekiyama

せきやま まさかつ
1967年東京生まれ。90年富士銀行（現みずほ銀行）入行。97年日建リース工業入社。2012年から現職。取締役工場本部長時代にトヨタ自動車生産性本部より直にTPS方式の指導を受ける。著作に『第三創業の時代』（事業構想大学院大学出版社）。

睡眠を実現し、生存を維持する仕組みで、輸送後は通常の水槽に移しかえるだけで、魚は覚醒する。魚の活性を抑えるため、高密度の長時間輸送が可能だ。例えば、マダイであれば収容密度三〇%超で二四時間の活魚輸送を、技量や経験がなくとも、誰でも実施することが可能である。

さて、「魚活ボックス」のメリットだが、第一に低活性化状態を維持するため、身の擦れの低減、アンモニア濃度抑制による積載密度の向上が図られ、結果として運搬効率の向上が挙げられる。

第二には、活魚車での輸送の問題解決が挙げられる。本装置は活魚運搬車と同様の機能ともいえるが、大きな機能差が存在する。活魚車は、水と魚を満載して産地から消費地まで運搬し、荷下ろしした後は空車（何も積載せず）にて産地まで戻ることになる。一方、「魚活ボックス」の場合、荷卸し



「魚活ボックス」二酸化炭素や酸素の濃度をコントロール(左) 睡眠状態の魚(右)

先に近い当社のセンターに「魚活ボックス」を返却することで、帰りに別な荷物を輸送することができるなど、輸送効率の向上を狙える。

○八年四月に出された「トラック運転者の労働

時間等の改善基準」によって実質一六時間以上の連続運転が禁止され、一六時間運転後は八時間の非拘束状態が求められる。これは実質的に九州から東京への、長距離の活魚運搬が難しい条件となっており、抜本的な解決策は見いだせていない。「魚活ボックス」は、これらの活魚車が抱える問題を解決するすべとなる。

小規模漁港からも活魚出荷

第三に小規模漁港からも活魚出荷が可能になる点が挙げられる。活魚車は一〇ト車といわれる大型車や中型車があるが、長距離輸送になれば大型車両にならざるを得ない。ドライバー一人で運搬するので中型車では輸送効率が悪く、重量当たりの運搬経費が高くなり市場流通価格に見合わない。したがって大型車での出荷が必要になり、水一〇トに対して一〜二トの活魚を積む計算になり、それだけの活魚を準備できる漁港は非常に少ない。実際、現在の活魚車で運搬される魚の多くは養殖魚になっている。

「魚活ボックス」の場合、水一トに対して三〇〇〜四〇〇キログラム程度の魚になるので小規模の漁港でも活魚出荷の実現性があり、地域で連携することで各漁港から一コンテナを出荷すれば大型車分は準備できると考えられる。同時に宅配便などの一般トラックやJ-Rコンテナを活用した運搬が実現できるため大きなイノベーションを実現できる。

第四に作業性の改善が挙げられる。活魚車では車両到着後に積み込み作業が始まり、順番待ちの列ができる。荷下ろし時もドライバーがトラック

荷台に上がり、たも網を水槽に入れて魚を別の水槽に移す。工程の全てが人海戦術であり、順番待ちの列が生まれ、結果として運送効率の悪化に繋がっている。作業負荷が大きく、長時間拘束につながっている荷捌き方法とも言え、改善の必要性が求められてきた。

「魚活ボックス」の場合、事前に出荷準備ができ、トラック到着後はほぼ全ての港にあるであろう二トフォークリフトで積み込み可能であり、荷下ろしも簡単に行える。積み下ろし作業時間は大幅に改善でき、運送効率とドライバー確保にも寄与できる。事前作業でも到着後でも「魚活ボックス」は畜養槽として使用できるため、混雑した漁港や市場から自分たちのペースで仕事ができるシステムともいえる。

第五に繁忙に合わせた運用が可能であることが挙げられる。年末年始は魚の消費も多く、活魚車は常に不足している。コンテナ型で一般車両での輸送も可能な「魚活ボックス」を使う事で、増車も容易であり、かつレンタル故に、使用量も流通量に併せて活用でき、繁忙に影響を受けないコスト構造を構築する事が可能となる。

その他の活用方法やメリットとして「魚活ボックス」および二酸化炭素睡眠を活用した締め作業や歯切り、成長測定などの管理や出荷作業がある。特に、鋭い歯を持ったハモについては、相噛み防止や作業時の安全性、作業性にメリットがある。

農産での物流構築を転用

なぜ、当社が「魚活ボックス」を開発したのかを記載したい。



「魚活ボックス」を積載したトラック

加工用野菜でのレンタル大型メッシュボックスによる物流構築の成功事例を水産に転用したものだと言頭に触れた。日建リース工業はもともと建設業界向けのレンタルで創業したが、その後、全く異なる産業界でレンタル化を展開してきた。特に近年は農産物などを中心に流通業界におけるレンタル事業を展開している。

従前の野菜などの農産物の流通は、段ボールで箱詰めされ、J Aやスーパーに流通していた。段ボールを利用してきた理由は、産地である地方で

安価に入手でき、消費についても捨てれば済むからである。産地では多数の段ボールを組み立て、工場ではそれらを開梱し畳んで捨てていた。

非常に非効率で無駄な状況だと感じた私たちが、レンタルの力でこの課題を解決することができた。具体的には、これまで使用してきた段ボールの代わりに、農産物用の大型メッシュボックス（以下、カゴ）をレンタルすることで大きな無駄を削減することに成功した。

当社にて産地にカゴを納入し、産地では収穫された野菜をカゴに詰めて工場に発送する。工場ではカゴで大量に納入された野菜を使い、使い終わって不要になったカゴは、畳んで積み重ね保管、一定レベルの量になった段階で、弊社が回収し整備、再度産地に納品するという循環型のパレット活用レンタルソリューションを開発、導入した。これにより、段ボール代の約半額で野菜を納入できるようになった。しかも多数の段ボールを組み立て詰め込み、工場では開梱し、畳んで捨てるという無駄や、リサイクルできるとはいえ一回で資源を消費してしまう無駄を削減できた。

一方、水産物流通にも多くの課題がある。そこで、これら農産の成功事例を水産で考え課題を解決することができないだろうかと取り組んだ。発泡スチロールなどの魚を入れるための容器を、レンタル化できる容器に替え、従来、大型の活魚車のみでしか輸送できなかった活魚について、リサイクル可能な小ロットな活魚専用コンテナを開発し、それらをレンタルし、その回収を弊社が行い、循環させることで、水産業の業務の合理化と、小規模な漁港などの商機創出が促進できるので

はないか、と考えたのだ。

魚価高めるライブチェーン

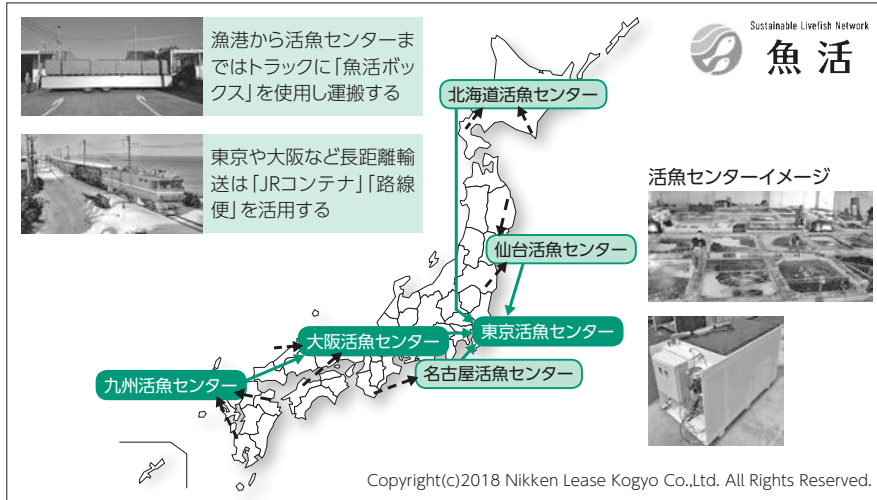
活魚には魚本来の価値があり、最適なタイミングで締めることができることで、関東の人が好む熟成や関西の方が好む締めたてのコリコリした触感など、地域や魚種ごとに一番のおいしさを提供できる流通方法といえる。消費と生産をリンクすることで高い値段で流通を維持することができる余地がある。また、小さな漁港からの活魚出荷が実現するため、今まで流通していなかった魚種などを地元のおいしい魚として提供でき、場合によってはブランド化も推進できる。

現在、当社では「魚活ボックス」を活用した流通システムを従来のコールドチェーンに対し、魚を活かしたまま流通するものとしてライブチェーンと命名し展開を急いでいる(図)。

築地から豊洲に市場が移設されると今までの活魚水槽が約六〇％程度に減少するので今までの以上に活魚は流通しにくくなるだろう。それを補いつつ活魚流通をすることで水産業の活性化を目指すため、東京・大阪・名古屋・福岡・仙台・北海道に活魚センターを構築する計画である。この活魚センターでは生産者から活魚を受け入れて、一時保管し、J Rコンテナや一般貨物路線便で消費地に運ぶハブの機能を有す。

今も過去も水産物の流通は鮮魚中心であり活魚は貴重であった。しかしこのままでは豊洲市場の活魚水槽縮小によりさらに貴重になる。高い魚価を維持する意味でも、活魚の流通を拡大するサービスを民間企業として構築する取り組みが

図 ライブチェーン網



当社の言うライブチェーン構築である。

一大消費地の東京・大阪をはじめとする大都市に活魚センターを構築し、全国の漁港から活魚を運搬集約し、保管することで時化の日でも究極の鮮度を保持した活魚が供給可能となる。それがライブチェーンの最大の意義である。

私たちは「魚活ボックス」の提供については、販売ではなく、あくまでもレンタルにこだわりたいと考えている。

仮に漁業協同組合に「魚活ボックス」を販売し

た場合、その「魚活ボックス」は漁協の所有物となる。その漁協は漁獲した魚をコンテナに入れ、築地まで運搬するとその「魚活ボックス」を回収し漁協に戻さなければならぬ。販売した場合、どうしても回収を前提に流通を組み立てる必要がある。段ボールや発泡スチロールはいまだに捨ててしまえるコストとして販売して終わりの、ワンウェイ商品となっているが、「魚活ボックス」の場合、コストと受け入れ側の処分方法の手間から不可能である。「魚活ボックス」はレンタルで提供し、数多くのお客さまにご利用いただくことで、市場に集まった空きコンテナを回収し、整備して再び産地に戻すことができる。そうすれば必要な数だけ「魚活ボックス」をレンタルで借りて魚を出荷すればよいだけであり、面倒な手間やコストが掛からない。

このシステムが構築できると発泡スチロールなども対象にレンタル化できる可能性がある。輸送する箱類をレンタルプラットフォームにすることで水産業界の合理化を実現することが当社の目標である。

儲かる漁業へ大きな効果

水産業を取り巻く課題は数多くあるが、最大の問題は就労者の減少であり、高齢化が進み世代交代が進んでいない点と言える。なぜ次世代への引き継ぎに苦労しているのかと言えば「儲からない」からだと言われている。アベノミクスの効果から人材不足が顕著に表れているが、若い人材が都内の便利なオフィスで働くより、命の危険がある外洋で、自然相手の仕事ともいえる漁業には就

業を選ぶことは、非常に難しいと考えられる。

しかしながら二〇二〇年以降の日本経済には不安感が否めない。国債発行残高の増大や国内生産労働人口の減少などを考慮すると、日本経済は大きく停滞する可能性が大きい。そのような経営環境に変わったときにはゼロサムの世界に変わり、誰かの得は誰かの損になるようなシェア争いの競争激化環境になり得る。競争優位性の少ない産業で今まで通りの成長を期待するのは難しいと言わざるを得ない。

ではなぜ水産業は儲からないのかと検討すると大きな要因にオリンピック方式の漁業方法という問題が挙げられる。時化の日には誰も漁に出ず、時化の翌日には皆が漁に出る。つまり売れる、売れないにかかわらず、誰よりも多くの漁獲を目指すことで収益向上ができるので、皆が競って漁獲するのだ。旬の時期にはどの船でもその魚種が漁獲され、販売量よりも多い漁獲は値下げを生み、売り急がなければならぬ状況となる。これが安売りの原因とも言える。また、魚の消費が上がるのは土、日であるが、日曜日は漁協や主要市場などは、休日稼働していないケースが多い。業界全体にマーケットの動向と生産、流通にズレがあり、ほとんど調整機能が働かない。この問題に対して、漁獲した魚を活かし、売れる時期に販売できるようにすることで、出荷調整ができ、大きな効果が期待できるのではないかと、考えている。

「魚活ボックス」によって、儲かる水産業の実現のために、多数のメリットと、魚の運搬方法にイノベーションを引き起こすようなインパクトを与えたい。



地の利を活かした養殖産業の競争力

研究施設を産業の中心地に置き、その地に教員や研究員が定住して研究にあたるレジデント型研究が効率的な産業研究や開発として話題を呼ぶ。愛媛大学の南予水産研究センターが日本有数の養殖産業の研究拠点として注目を集めている。産官学連携のレジデント型研究の挑戦をレポート。



愛媛大学南予水産研究センター教授

松原 孝博 Takahiro Matsubara

まつばら たかひろ
1957年岐阜県生まれ。86年北海道大学大学院博士課程単位取得退学88年修了。水産学博士。北海道区水産研究所を経て2009年より現職。南予の美しい環境と持続的な養殖生産の両立を目指し、実践的研究を進め、現在は、スマの養殖技術開発や魚類の卵や精子の形成機構研究などを行う。

産官学でレジデント型研究

世界的に海洋性タンパク質のニーズが高まり、野生の魚介類を対象とする漁船漁業による漁獲量は極めて高いものとなっています。

FAO(国際連合食糧農業機関・The Food and Agriculture Organization of the United Nations)の統計では、世界中の多くの水産資源で資源水準の低迷が見られ、一九八〇年代に利用可能な量は限界に達して、以後漁獲量は横ばいの状況にあります。

一方、世界銀行(The World Bank)によれば、魚類養殖の生産量は今後も増え続けると予想され、増加する世界の人口を支える、発展が期待される産業と位置付けられています。わが国に目を向けると、近年では若者を中心に魚離れが進

んでおり、漁獲物、養殖生産物ともに、国内消費の伸びは期待できない状況にあります。

こうした中で、愛媛県の南予地域は、特徴的なリアス式海岸と宇和海の良質な海水に恵まれ、わが国屈指のマイダイ、ハマチの養殖基地です。しかしながら、少品種大量生産の弊害としての魚価低迷、餌や燃油などコストの上昇、赤潮被害や魚病の蔓延、就労者の減少など、養殖を取り巻く環境は、やはり厳しい状況が続いています。

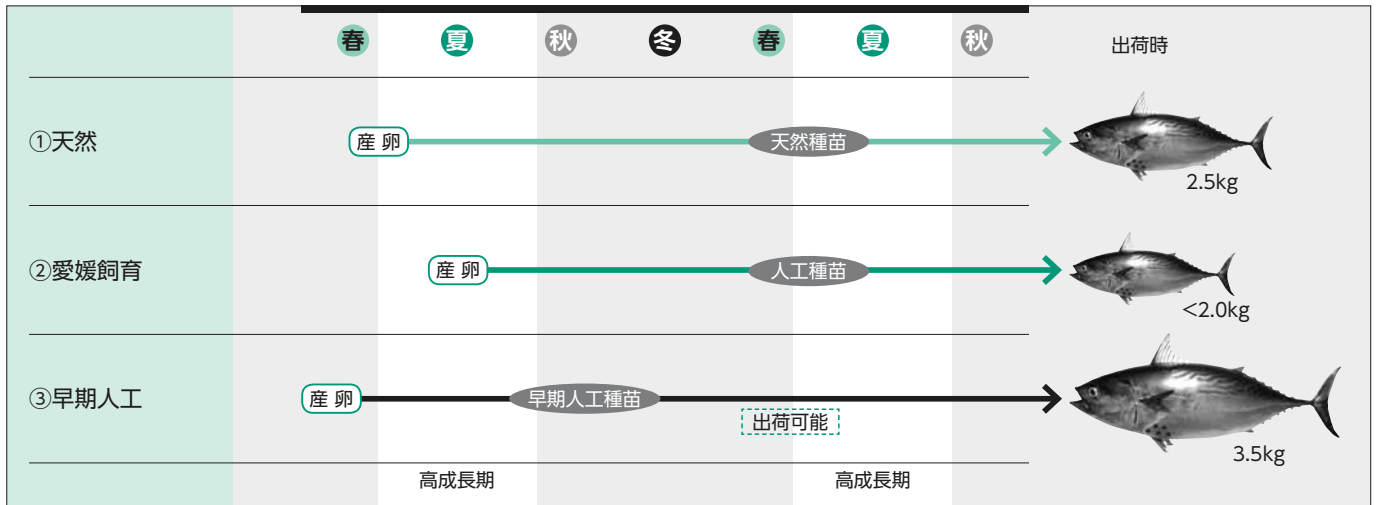
こうした問題を解決していくことを目的に、愛媛大学は社会連携推進機構に南予水産研究センターを発足し、南予地域に位置する愛南町との二人三脚により町内に研究拠点を開設しました。産業の中心地に研究施設を置き、教員や研究員はその地に定住して研究に当たる研究スタイルは「レジデント型研究」と呼ばれ、近年、産業研

究・開発には最も効率が良いとされているスタイルです。

レジデント型水産研究拠点である南予水産研究センターは、車で一時間以内の距離にある愛媛県水産研究センターと密接な研究連携を構築し、さらに愛媛県、愛南町、漁業協同組合、漁業・養殖企業と緊密な協力体制を築き、まさにレジデント型研究のメリットを最大限に活用しています。

プレイヤーの多い水産分野では、産官学連携は難しい場合が見受けられますが、情報の発信や研究者の交流による情報収集が可能な中核拠点の存在は、人口こそ少ないものの日本有数の養殖基地である南予地域を元気にする起爆剤になると確信しています。また、こうした産業研究チームの存在こそが、養殖先進地域をより発展

図 スマの産卵時期と成長



させるための必須アイテムとなるのではないでしょう。

南予水産研究センターの研究は、地域から要望の高かった問題からテーマを選んでいきます。それらの中で、今回はわれわれが現在力を入れている「多様性を持った養殖」、すなわち商業的競争力の高い新養殖対象種の導入、遺伝子解析とICT(情報通信技術)利用による赤潮からのリスク回避を中心に紹介したいと思います。

併せて、愛南町の若手養殖企業経営者とベンチャー企業のコラボレーションにより開発が進められている、IoTによる効率的な給餌システムについても紹介します。

小型マグロ「スマ」の養殖開発

国内でのマグロ類人気が高まり続ける中、増えるクロマグロ需要の一部は養殖で賄い、資源管理の一翼を担う施策が進められています。

現在、マグロ類と人気を二分する養殖サーモンに目を転じると、そこに見られる魚種は大西洋サケを中心に、ニジマス、ギンザケ、マスノスケなど単一ではないことが分かります。一方、日本国内のマグロ類では唯一クロマグロが養殖されています。

小型マグロ類の養殖は、設備投資が抑えられ、大手以外でも参入が容易なマグロ養殖を可能にする革新的発想と考えました。

そこで、愛媛大学と愛媛県では、南予地域にまれに來遊する南方性小型のマグロ類である「スマ」を養殖対象魚として選び出し、地域間競争および国際競争において優位性を確保する戦略的

魚種と位置付け、先に述べた独創的な研究・産業一体型の体制により養殖基盤技術の開発・研究を行ってきました。

スマ養殖の成否に直結する最大の技術的課題は、天然に匹敵またはそれ以上の性能を有する種苗を作り得るか否かにあると言えます。天然魚は南方海域において六月前後に産卵し、七月八月には体重約一〇〇gの幼魚に成長して高知や愛媛沖に來遊します。それを飼育すると冬の二・二月には一・二〜一・五kgグラム、一年半で二・五kgグラムに達します(図)。

一方、愛媛県の海面で飼育した親魚の産卵は七月八月と天然に比べて二カ月ほど遅れ、夏期の高水温下での高成長期を十分に経験できず一kgグラム未満で初年越冬に至ります。そのため、天然よりも前に受精卵を獲得し、初年の高水温期をいかに長く経験させるかが、出荷時期を決定付けることとなり、愛媛での養殖を成功に導く鍵となります。

早期種苗生産に関するこれまでの成果では、二〇一五年、五月中旬の早期産卵誘導に成功し、生産した種苗約四〇〇〇尾により養殖業者による試験養殖が開始され、二月初旬に平均二・二kgグラム、大きいものでは二・九kgグラムに達することが分かっています。一六年、一七年は前年よりさらに早い生まれ日の「完全養殖種苗」をそれぞれ一尾以上生産して試験養殖が実施されており、明らかに成長が速く、生後八カ月から既に出荷が開始されています。

養殖したスマは、「全身トロ」と評されるほど脂がのり、刺身用高級商材として注目されています。

ます。一五年には、ブランド魚「伊予の媛貴海ひめたかみ」として愛媛県産養殖魚「愛育フィッシュ」の仲間入りを果たし、研究開始からわずか五年で、地域産業として芽生え始めています。

今後、スマ養殖を安定した地域産業としていくためには、商業的養殖現場で求められる優良なスマを大量に生産する技術が必要になってきます。

愛媛大学と愛媛県は、一七年度より文部科学省地域イノベーション・エコシステム形成プログラムに採択され、スマ養殖を大型産業化するための研究開発を開始しました。

スマの次世代型育種システム

スマは非常に早く成長する魚ですが個体差が激しい魚でもあります。わずか七カ月で体重三キログラム近くに達する個体がいる一方、一・五キログラムにしか育っていないものもあり、出荷販売に大きな障壁となっています。

また、マグロ類特有の筋肉の「赤身」の発色や脂ののりについても個体差が見られ、そろったサイズ、そろった品質のスマを生産する技術が必須の条件です。

そのために、私たちは農業や畜産で盛んに行われてきた品種や系統の作出、すなわち「選抜育種」をスマ養殖に導入することとしました。人工授精が容易にできないマグロ類では、狙った個体同士を一对一で交配することは困難です。そこで今回のプログラムでは、新たな試みとして「次世代型育種システム」の開発に着手しました。

このシステムは、「借腹生産技術」を軸として導入することで、マグロ類では不可能と考えられた選抜育種を推進し、さらに作出した優良系統を永久的に復元することを可能にします。

次世代型育種システムは以下の四つの要素技術から構成されます。

一 スーパーエリート選抜・養殖生簀の中から、高成長や低温耐性などの優良形質をもつ個体を選抜育種します。

二 生殖幹細胞凍結保存バンク・スーパーエリート魚の生殖細胞を凍結保存し、それに付随する個体情報をデータベース化して管理します。これによってスーパーエリート系統を飼育管理し続ける必要がなくなります。

三 代理親によるスーパーエリート種苗生産・スーパーエリートの生殖幹細胞を移植された代理親を作出し、スーパーエリートの種苗を生産して養殖に用います。代理親はスーパーエリートの卵や精子を優先的に作るよう、不妊化や低妊性処理をしておきます。

四 ゲノムDNA鑑定を用いた家系管理・親魚の選定、種苗の親子鑑定、ゲノム情報を用いた優良形質の管理など、育種の精度を高めます。

こうした次世代型育種システムの大きな特徴は、死んでしまった魚の卵や精子を復元できることです。例えば、生簀から出荷の際にとび抜けて大きな魚が見つかることがあります。さらにそうした魚の中に身質や味も極上と評価されるものが出てきます。通常の選抜育種では、その時点で魚は死んでおり、後の祭りです。しかし、次世代型育種システムでは、生殖幹細胞を保存し

ておけば、後でその形質を復元することが可能になります。

夢の広がるシステムですが、実現するにはまだ多くの課題が残っています。時間はかかるかもしれませんが、まずはスマで、そしてまだ育種がなされていないほとんどの養殖魚についても将来このシステムが適用できていくことを目指しています。

ICTを用いた赤潮の早期対策

次に、赤潮のリスク回避に、発生を早期に検出しようという研究をお示ししましょう。

愛南町を含む宇和海海域は全国で有数の養殖生産量を誇りますが、有害な赤潮プランクトンの大規模増殖による突発的な赤潮の発生は、魚介類の大量斃死へいしや品質劣化をもたらし、安定的生産を行う上で大きな障害となっています。現在、赤潮に対する積極的な防除法は確立されていないため、赤潮や魚病の被害低減のためには、早期発見、早期対策が重要となります。

南予水産研究センターでは愛南町や町内漁協、生産者の方々と共同で、有害赤潮プランクトン早期検出系を用いた「赤潮早期検出システム」を開発し、ICTを用いて町内の生産者へ情報発信を行っています。

従来では、赤潮が発生すると、着色した海水が漁業者などから自治体などの検査機関に持ち込まれ、顕微鏡観察によりプランクトンの有害性が確認されます。

しかし、顕微鏡観察では、類似した形態のプランクトンが多いために、見分けるための熟練し



赤潮プランクトンの遺伝子測定に活躍するリアルタイムPCR装置

た技術や「観察眼」が必要な上、多試料を検査するのに労力や時間などを要していました。また、海水が着色したときには、既に漁場に広く拡大していることも多く、対応が遅れて大量斃死につながることもありました。

これら赤潮に対して、発生前や初期段階で予測、発見し、迅速な対応ができれば、漁業被害を大幅に防除することができます。南予水産研究センターでは、魚類および貝類養殖に有害な赤潮プランクトンについて、遺伝子情報を利用して類似のプランクトンを区別し、赤潮発生前の低濃度でも検出できる高感度測定系を確立しま

した(写真)。本検出系では顕微鏡で検出可能な濃度より低濃度である海水五〇ミリットルに一細胞からでも定量できるようになり、赤潮が発生する前から予測することが可能です。

現在、特に愛南町海域で問題となっている四種の有害赤潮プランクトンについて、高感度検出の結果を基に、赤潮発生前の春先に「赤潮予報」として町内の水産関係者に周知を行うとともに、愛南町運営の「愛南町水域情報ポータル」のサイトを介して生産者へ定期的に情報を発信し、さらに赤潮発生時には愛南町水産課より緊急情報メールの発信を行っています。この取り組みは「愛南方式」と呼ばれ、赤潮の早期対策、被害低減につながっています。

「愛南水域情報ポータル」では赤潮情報に加えて、愛南町内の日々の水質情報(海水温、溶存酸素、塩分濃度)の発信や、電子カルテ化した魚病診断の結果を、それぞれの生産者が閲覧できる「魚健康カルテシステム」も構築しており、農業分野に比べてICT導入が遅れている水産分野での先進的事例として注目されています。

日本屈指の養殖基地目指す

最後に、愛南町で進むIoTを用いた養殖生産管理システムを紹介しましょう。

現在、魚類養殖では、餌の原料となる魚粉の慢性的な高騰が大きな問題となっており、餌代が生産コストの六割以上を占めています。また、他の一次産業と同様に、少子高齢化や後継者不足などに伴う労働力不足などの問題も抱えています。そこで、養殖業にIoTを利用する取り組み

も愛南町で積極的に進められています。

愛南町はウミトロン株式会社(代表:藤原謙氏)と共同で、養殖生簀の自動給餌器にスマートフォンと連動したカメラを設置し、リアルタイムで養殖生簀内の魚の様子を確認しながら、給餌器を遠隔操作するシステムの開発を進めています。

IoTを用いた本システムにより給餌コントロールが可能となり、効率的な給餌や餌代の削減、作業の省力化などが期待されます。

※

今回は主に愛媛大学と愛南町が進めている新しい研究事業を中心にご紹介しました。他にも、サツキマスやアオリイカの養殖技術開発、魚病の発生・流行予察、海水温の短期的変化の予測など、地域からの要望を取り上げた研究を進めています。マダイ養殖では次々と機械化が進められ近代的な養殖への変貌の先陣を切っている姿が町内で見るができます。

若い就労者や跡継ぎの不足は残された課題となっている他、地球温暖化による漁場環境の変化、国民の高脂肪含有魚種への嗜好の変化や生ゴミの出ない大型魚の偏重など、対峙していかねればならない課題は山積していますが、愛媛南予地域発の競争力ある養殖産業を実現していくことは、環境条件に恵まれた日本屈指の養殖基地の果たすべき社会的役割と考えています。



本稿作成には、愛媛大学南予水産研究センター准教授藤原謙氏、同センター准教授清水園子氏に協力していただきました。