

地域漁業管理機関における資源管理コンセプトの進展・現状・課題

森下文二
(東京海洋大学)

地域漁業管理機関(RFMO/A)は国際的な漁業資源管理を担う政府間組織であり、現在ではほぼすべての国際的な漁業(漁業資源の保存管理と利用に複数の国家が関係する漁業)が、何らかの地域漁業管理機関の管轄のもとに置かれて管理されていると言える。地域漁業管理機関の歴史は100年を越えるが、その歴史の中で漁業資源管理をめぐる諸問題の発生と展開を受けて様々な変化と進化を遂げてきた。本報告では、地域漁業管理機関における漁業資源の保存管理をめぐる考え方、コンセプトの変遷を振り返ったうえで、近年様々な地域漁業管理機関が、資源評価における不確実性、資源そのものの不安定性、保存管理措置の実効性を確保するためのステークホルダー間の合意形成といった課題に対処するために取り組んでいる資源管理戦略評価(MSE)手法、順応的管理のアプローチ、ガバナンスの変革といったトピックを取り上げる。これらのコンセプトは広い意味での効果的な漁業資源管理のための「技術」であり、人工衛星による漁船監視やDNA分析を用いた水産物市場のモニターといった技術と同様に進歩を遂げてきている。

初期の地域漁業管理機関は、漁業をめぐる多国間の紛争調整や漁業資源の調査研究における相互協力の必要性から設立されたと思われるが、1982年国連海洋法条約では、ストラドリング資源、高度回遊性魚種、海産哺乳動物などの保存管理について関係国が国際機関を通じて協力することを規定し、地域漁業管理機関の必要性を法的に確立した。さらに1995年国連公海漁業協定では、国際的な漁業の管理は地域漁業管理機関を通じて行うという原則を確立するとともに、地域漁業管理機関の機能(保存管理措置の設立、情報収集と科学調査における協力、遵守取締、旗国と寄港国の義務と責任、違法漁業への対処、など)を詳細に規定した。国連公海漁業協定は、予防的アプローチの導入や漁業管理におけるリフェレンスポイントの適用についても規定しており、漁業管理の各要素の基盤を確立した。地域漁業管理機関の定義には幅があるが、現在世界には20~30の地域漁業管理機関が設立されている。

ここで資源管理(人間が管理できるのは漁業活動であり、漁業資源ではないため(ただし、増養殖は資源への関与は行っている)、実際は漁業管理)の要素を整理してみる。

資源管理の一般的な流れとしては、まず対象漁業資源の資源評価が行われる。資源評価を行うためには、漁業・漁獲データの収集と整理、漁獲の傾向や資源豊度の分析・推定などが必要である。資源評価における「技術」に目を向ければ、近年ではICTの役割が重要となっており、デジタルベースでのデータ収集・管理・共有・利用、多様な統計学的手法やモデルを用いた資源豊度・動向の分析・予測が行われている。また、漁業という人間の活動や自然資源においては不可避な不確実性(データの不確実性、環境変動の不確実性等々)、不安

定性（漁業も資源も同じ外部刺激に対して常に同じ反応を示すわけではない）、複雑性に対応するために、やはり様々な手法やコンセプトが開発されてきた。資源管理戦略評価（MSE）手法の先駆者である国際捕鯨委員会の改訂管理方式（RMP）などもこの範疇に入る。

資源評価を受けて（完璧な資源評価というものは現実的には存在しないものの）、資源（漁業）管理措置の策定が行われる。資源管理措置の策定のためには管理目標あるいは政策目標（例えば、漁獲対象資源の産卵資源量を10年間で80%以上の確率でMSYレベルに回復させる、5年間で漁獲努力量を半減させて漁業の経済効率を改善する、等々）を設定し、これを実現するための手段（アウトプットコントロール、インプットコントロール、テクニカルコントロール、それらの適切な組み合わせ）をデザインし選定することとなる。

さらに、策定された保存管理措置を実施し、監視取締措置などを通じてそれらの順守を図る必要がある。地域漁業管理機関の活動の中でも、この分野は特に多くの技術が開発され実施されてきたと言えよう。例えば、国際的な漁業では常識化しているVMSによる漁船行動のリアルタイムでの把握、ICTの発達が可能としたCDS等の漁獲物追跡・認証システム、DNA分析技術や集団遺伝学の発達が可能とした漁獲物の種・系群・個体識別とその登録・参照、などを思い浮かべることが出来る。

地域漁業管理機関が取り組んできた資源管理の展開を見ると、その管理目標のコンセプトが変遷してきたことが窺える。初期の管理目標は北太平洋のオヒョウ、北大西洋のタラなどの漁獲をめぐる関係国間の利害調整・対立の緩和にあった。また、北太平洋オットセイや鯨類に関しては生産調整や利益配分の側面も存在した。やがて漁業活動の拡大による資源の乱獲や自然要因による資源変動に伴う豊漁・不漁に対応するために資源学が発達し、そこからMSYのコンセプト、それを達成するためのTACなどの導入が資源管理の主流となる。国連海洋法条約の諸規定にも、このコンセプトが色濃く反映されている。さらに進んで、漁業資源の不確実性や不安定性への対応、海洋生態系に関する認識の進展に対応するために、予防的アプローチ、生態系アプローチなどのコンセプトが地域漁業管理機関でも重要となってくる。近年締結された漁業関係条約・協定や、生物資源管理に関する規範を打ち出した各種の規範（FAOの責任ある漁業の行動規範など）ではMSYをベースとした資源管理に加えて、予防的アプローチや生態系アプローチへの言及が多数存在する。

他方、これらのコンセプトの定義については必ずしも明確ではなかったり、具体的には何を意味するのかについて各種の解釈や主張が行われてきた。例えば、1992年に開催された国連環境開発会議（地球サミット）では予防原則を「深刻な、あるいは不可逆的な被害のおそれがある場合には、完全な科学的確実性の欠如が、環境悪化を防止するための費用対効果の大きな対策を延期する理由として使われてはならない」と定義した。しかし、予防原則と予防的アプローチは区別されており、漁業管理の分野では原則的には予防的アプローチが適用される。また、漁業関係者の中では予防的アプローチは漁業の禁止と同意であるとの印象が強く、反発も大きい。これは公海流し網漁業やサケマス沖取り漁業が予防的アプローチの名のもとに壊滅した経験などに根差したものと思われる。しかしながら資源の枯渇を

防止するために抑制されたTACを設定することなども予防的アプローチであり、資源管理の中では日常的に採用されるアプローチでもある。

生態系アプローチについても様々な解釈やイメージが存在する。FAOは漁業への生態系アプローチの導入について詳細なテクニカルペーパーを出版しているが、他方では海産哺乳動物や海鳥の混獲をめぐる漁業の制限や禁止が生態系アプローチとして主張されてきたことなどから、予防的アプローチと同様の反発が見られる。生態系アプローチの具体化と類型化の試みとして、筆者は混獲 (Incidental Catch)、多種一括管理 (Multi-Species Management)、生態系の保護 (Protection of “Ecosystem”)、包括的アプローチ (Comprehensive Approach) を提唱した (Morishita 2008)。

地域漁業管理機関による資源管理は様々な課題に直面している。例えば、資源管理措置の主流であるアウトプットコントロールの場合は、まず資源評価 (資源量の推定等) を行い、それに基づいて生物学的漁獲可能量 (ABC) を算出し、それに社会経済的要素を勘案して総漁獲可能量 (TAC) を決定する。しかしその過程には、問題点として、資源量推定値における不確実性、その他の生物学的、海洋環境的不確実性 (加入率、自然環境変動、自然死亡率、系群構造、回遊経路、海洋生態系内での相互関係 (捕食・非捕食) 等) に加えて、資源管理目標の設定をめぐる見解の対立やその結果としての漁業交渉による合意形成の失敗などが存在する。地域漁業管理機関の機能不全が批判された事例も数多いが (例えばミナミマグロ)、その多くは上記のような問題点への対応の不足や失敗がトリガーとなっている。

このような問題への対応のひとつとしてMSE (Management Strategy Evaluation) の手法が挙げられる。これは、漁業資源管理における不確実性 (科学的な不確実性と政策的選択の双方を含む) を勘案したうえで最適の資源管理措置を選択する手法で、RMPはこの先駆的システムである。MSEの要素 (典型的な例だがこれが唯一ではない) としては、次のようなステップがある。

(1) OM (Operating Model) の作成 :

- 漁獲対象資源について既存の知見に基づいてモデル (仮想現実) を作成する。
- これに様々な不確実性のオプション (自然死亡率、加入率、系群構造、混獲やIUUレベル等々) を加えていき、多数のOMの組み合わせを作成する。
- 実際のデータと照らし合わせることで、妥当ではないオプションを落としていく (Conditioning)
- OMを使ってシミュレーションを実施、ここから資源状態に関する様々な情報が推定できる (B、Bmsy、F、Fmsy、Observation error 等々)

(2) BRP (Biological Reference Points) と管理目標の検討・設定 :

- OMのシミュレーションや社会経済的 (政策的) 要因から管理目標を決める (例えば、10年後に資源量をBmsyまで80%の確率で回復させる)
- HCR (Harvest Control Rule) 候補の検討、これにはBRP (T (Target) RP やL (Limit) RP) の設定を含む、いくつかの候補を設定

- 評価指標(performance indicator)を選択。
- (3) HCR の候補 (オプション) のシミュレーション

- 評価指標と比較して「合格者」を選択
- 選択された HCR に基づき資源を管理

(4) 実施のレビュー

- 一定期間ごとに新たな科学的情報や漁獲の実績を取り込んで上記の評価を繰り返す
- 必要に応じて OM の修正 (例えば取り込む不確実性の変更)
- 必要に応じて HCR の修正

MSE の利点としては、科学的・政策的な不確実性を勘案できること、したがって運に任せられた資源管理から脱却できると期待できること、どの不確実性の要素が資源管理結果に影響を与えるかを把握できること、一度 MSE が実施出来れば、漁獲枠の決定ごとの交渉が不要となりうること、適切にデザインされればステークホルダーの参加が確保出来ることなどが挙げられる。他方、問題点としては、OM の作成とシミュレーションに高度な技術とそれを実施する能力が必要であること、全体的に膨大なリソースが必要であること (MSE、監視取締、レビューの実施等、開発途上国には厳しい)、評価方法や相反する管理目標の調整が必要であること、モデルベースの資源管理に対する批判も存在すること、などが考えられる。

地域漁業管理機関はその目的や管理手法について様々な変遷を経てきており、近年は多くの地域漁業管理機関がパフォーマンスレビューをおこない、ガバナンスの改善や資源管理コンセプトのアップデートを実施している。しかし、ステークホルダーの参加確保 (NGO の参加拡大も含む)、開発途上国の能力開発の必要性、気候変動などの地球環境問題への対応とその地域漁業管理機関としての対応の限界、多国間環境協定等との連携・調整の必要性など、従来の地域漁業管理機関の枠組みを超えた課題も山積している。

参考文献

MORISHITA, Joji, What is the ecosystem approach for fisheries management?, Marine Policy 32 (2008) 19-26

佐藤洋一郎・石川智士・黒倉寿編、海の食料資源の科学、勉誠出版 2019 年、ISBN 978-4-585-24301-4

漁業法改正による沿岸漁業管理の変化と課題

日高健

(近畿大学産業理工学部)

1. はじめに

「水産政策の改革」の中核をなす漁業法の改正が2018年12月の国会で可決し、70年ぶりといわれる水産政策の改革がいよいよ本格化しようとしている(2020年12月1日施行予定)。漁業法は、日本における水産制度の核となるものであり、漁業権や漁業許可を始めとした漁業や漁場の管理に関する基本的な制度を定める。このため、漁業法の大幅な改正は漁業や漁場の管理のあり方を大きく変えることになる。今回の漁業法改正に対して学会や業界に大きな反響を呼び、厳しい批判の声も出ている。批判の多くは、TAC (Total Allowable Catch) 制度の拡充やIQ (Individual Quota) 制度の導入、さらに区画漁業権における優先順位の削除に集まっている。しかし、著者は漁業法第1条にあった漁業の民主化が削除されたことに始まり、TAC制度やIQ制度への対応から生じる漁業構造の変化や資源管理や沿岸漁場管理のガバナンスの階層型への変化を重視する[1]。これらによって、日本における沿岸漁業管理のあり方が変わってくると考える。

2. 漁業制度改革のポイント

「水産政策の改革」の目的は、水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化を両立させ、漁業者の所得向上と年齢バランスの取れた漁業就業構造を確立することとなっている。そのために、次のような六つのポイントが示されている[2]。

- ① 新たな資源管理システムの構築
- ② 漁業者の所得向上に資する流通構造の改革
- ③ 生産性の向上に資する漁業許可制度の見直し
- ④ 養殖・沿岸漁業の発展に資する海面利用制度の見直し
- ⑤ 水産政策の方向性に合わせた漁協制度の見直し
- ⑥ 漁村の活性化と国境監視機能を始めとする多面的機能の発揮

これらのうち、①、③、④は直接漁業法に関わるものである。漁業法改正の中心課題は、TAC制度の拡充とIQ制度の導入による新しい資源管理システムの導入である。また、他の改正事項を含めて全体に共通するのは効率性の向上である。つまり、水産資源を回復させ、水産業を成長産業化させるために、あらゆる漁業制度をできるだけ効率化するというのが、今回の水産政策の改革であり、それを受けた漁業法の改正であるように思われる。

旧漁業法(正確には現行漁業法。以下、旧漁業法)は、漁業生産力の発展と漁業の民主化を目的としていた。前者は効率化が必要であることから、旧漁業法には効率化と民主化という両立の難しい課題が内包されていたのであるが、今回の改正によって効率化に絞られた。つまり、漁業生産に関する制度を徹底的に効率化することが、今回の漁業法改正の主眼である。

3. 漁業民主化の削除と漁業ガバナンスの変化

3-1. 漁業法第一条の変更

旧漁業法の目的は、第1条に次のように記されている。

第1条 この法律は、漁業生産に関する基本的制度を定め、漁業者及び漁業従事者を主体とする漁業調整機構の運用によって水面を総合的に利用し、もつて漁業生産力を発展させ、あわせて漁業の民主化を図ることを目的とする。

つまり、漁業生産力の発展と漁業の民主化を目的としていた。先ほど述べたように漁業生産力の発展のためには効率化が必要であり、多くの漁業者を含む漁業の効率化を図るためには、強力な権限を持ったトップが集権的に管理を行う方がよい。今回の新型コロナウイルス対策がまさにそうである。一方、漁業の民主化は明治漁業法下での特定階層による既得権の排除という目的から、漁業者が自分たちで浜のルールを決めることを制度化するものであった。しかし、浜での話し合い、すなわちコミュニケーションには時間がかかり、効率は悪い。旧漁業法では、効率化とコミュニケーションのトレードオフをどう解決するかが課題であった。

これをうまく解決しようとしたのが、1980年代に導入された資源管理型漁業である[3]。これは、漁業者だけではなく、行政や科学者が入って、合理的根拠のもとに関係者で協議して資源や漁場利用のルールを決めるというものである。資源管理型漁業は、効率化と民主化を両立させる日本人の知恵の結晶であったと思う。

しかし、漁業法の改正によって、第一条の目的から「民主化」の文字が削除されてしまった。それに代わって明確に規定されたが、資源や漁場管理に関わる国や都道府県の責務である。

3-2. 漁業ガバナンスの変化

著者は、これを漁業ガバナンスの変化と呼びたい。ガバナンスとは、「人間の作る社会的集団における進路の決定、秩序の維持、異なる意見や利害対立の調整の仕組みおよびプロセス」(宮川・山本、2002) [4]である。簡単に言うと、誰がその組織の方向性や行動を決めるのかということを表す。古くは、最高権限を持つトップの下に形成される階層的なガバナンス構造が中心であったが、近年では多様な主体が意思決定に参加する水平的なガバナンス構造が主流となっている[5]。

旧漁業法では、漁業管理や資源管理に関する行政の責務は明確でなく、漁業者の自主管理が重要視されていたことから、様々な関係者が横並びで責任を持つ水平的なガバナンス、

いわゆる協働型ガバナンスであった。これに対し、新漁業法では資源管理や沿岸漁場管理において国が最高の責務を持ち、それが都道府県に移譲され、さらに漁協に移譲されるということが明記された。つまり、関係者が縦に並ぶ階層型ガバナンスに変化したのである。ここでは、上の階層が下の階層に権限を委譲し、下は上に説明責任を負うという関係を意味する。一番下の実行部隊である漁業者は、都道府県からの権限移譲と監視監督のもと、漁業を行い、資源管理措置を実行する。協働型ガバナンスであれば、行政と漁業者が協議して、あるいは漁業者が自主的に浜のルールを作り、公的な規制と組み合わせて管理が行われた。しかし、民主化が外れた階層型ガバナンスでは、公的な規制の下で都道府県による監視監督のもとで漁業者は漁業や資源管理措置を行い、都道府県に報告することになる。濱本（2018）[6]が指摘するように都道府県にそこまでできるのか、不法違法操業あるいは過少報告がはびこるだけではないのかという問題が生じる。階層型ガバナンスに変更するのであれば、都道府県の管理者が漁業者の漁獲情報を迅速かつ正確に収集し、それを分析し、現場にフィードバックする仕組みがなければ有効な管理はできない。TAC 制度や IQ 制度が入るのであればなおさらである。あるいは、縦型の階層型ガバナンスであっても、資源管理型漁業で工夫されたような都道府県と漁業者の新たな協働の仕組みを考案することが必要となる。これまでの協働管理の歴史と経験を考えると、漁業者による自主管理を捨て去る選択肢はないように思う。

4. 漁業構造の変化と漁業管理の対応

4-1. 漁業制度改革によって引き起こされる漁業構造の変化

次に、漁業制度改革によって想定される漁業構造の変化について検討する。漁業制度改革によって拡充される TAC 制度と導入される IQ 制度は、市場メカニズムに基づく資源管理理論からは妥当なものであり、効率的に資源管理が行われると予想される。しかし、問題は、市場メカニズムや資源管理のプレイヤーが合理的経済人であることを前提としたものであることだ。合理的経済人とは、市場の正確な情報を迅速に獲得し、それを自己利益の最大化のために合理的に計算して追及する人間像である[7]。また、労働や資源の移動の自由も条件になる。これらの制度の対象となる漁業は、合理的経済人モデルに合致するものであることが必要だ。

現実の日本漁業に当てはめると、沖合漁業や遠洋漁業は企業経営であり、対象になる可能性がある（そのまま該当するということではなく、可能性があるという意味で）。ただし、沿岸漁業層が 74,151 経営体、中小漁業層が 4,862 経営体、大規模漁業層が 54 経営体である（2018 年漁業センサスによる）。中小漁業層のうち、10～20 トン階層が 3,339 経営体、20 トン以上階層が 1,575 経営体である。このように日本における漁業経営体の大多数は沿岸漁業である。この階層は小型・零細で漁業就業者数 1～3 人の家族労働を主とする生業

経営体であり、とても合理的経済人モデルには当てはまらない。

今後、TAC 制度と IQ 制度を日本漁業全般に当てはめるとすると、漁業経営体の大部分を構成する 10 トン未満の生業経営体をどう取り扱うのかという、漁業構造上の本源的な問題に突き当たる。

4-2. 漁業構造変化の三つのシナリオ

この漁業構造上の問題に対して、三つのシナリオが考えられる。第一のシナリオは、10 トン未満の小型・零細の生業漁業は切り離し、10 トン以上の中型漁業だけを TAC 管理、IQ 管理の対象とするシナリオである。中型漁業に対して、集中的な合理化と権限の集中を行い、設備投資も進める産業政策をとるというものである。生業漁業に対しては、生活漁業として地域政策のなかで存続を図ることになる。このシナリオでは急激な漁業構造の転換が進められることになる。第二のシナリオは、小型・零細の生業漁業も全体として積極的に近代化・合理化を進め、TAC 管理・IQ 管理の対象とするものである。対象となる経営体の選別が行われなことから、業界には受け入れられやすいが、漁業構造の変化はゆっくりとしか進まず、新しい資源管理の成果も発現しにくいと思われる。第三のシナリオは、小型・零細漁業のうち、能力のある一部の経営体のみ近代化・合理化を進め、他の生業経営体は地域政策で対応するというものである。生業経営体の選別をどうするかという問題はあるが、実効性はあがる。

4-3. 漁業構造変化に対応した漁業の情報化

生業経営体が近代化・合理化するためには、漁獲情報、市場情報、経営管理に関する徹底的な情報化が必要である。TAC を決定するための MSY 水準を推定するためにも漁獲情報の精緻化が必要である。現在、漁船の上で何がどれだけ漁獲されたのかについては、市場での出荷状況を確認するまで正確に知ることは難しい。また、市場での取扱量や価格形成について、市場での取り扱いの多くが相対取引され、あるいは市場外で流通しているにも関わらず市場情報が漁業者には渡りにくい。さらに、経営と生活が一体化した生業経営であると経営の合理的判断ができない。以上のような理由から、生業経営体の徹底的な情報化によって生業経営からの脱却が必要である。

1960 年代に、多数の生業経営で成り立っていた商業が、チェーン式のスーパーマーケットによって置き換えられ、産業構造が変わるという流通革命(林、1962) [8]が唱えられた。スーパーマーケットは増加し、生業経営の零細商業は減少したものの、スーパーに置き換わることはなかった。その代わりに、ICT と流通技術で武装したコンビニエンスストアが零細商業の転換形態として登場し、小売業界を席卷している。その結果、小売商業の構造は百貨店・GMS、スーパーマーケット、コンビニエンスストア、伝統的な零細商業が混在する形になり、商業構造は緩やかに変化し続けている。

著者は、漁業構造も同じように大型漁業層と中小漁業層、ICT で武装した小型漁業、伝統的な零細漁業という 4 層構造になるように予想する。漁業法改正後の新漁業法による漁業管理は、このような漁業構造の変化を見越した、徹底的な情報化によって達成されると考える。

参考文献

- [1] 日高健 (2019) 「漁業法改正を補完する里海の役割」 漁港漁場漁村研報 Vol. 46、pp. 4-7。
- [2] 水産庁「水産政策の改革について」
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/kaikaku/attach/pdf/suisankaikaku-18.pdf>
- [3] 長谷川彰 (1985) 『漁業管理』 恒星社厚生閣
- [4] 宮川公男・山本清 (2002) : パブリック・ガバナンスー改革と戦略 (NIRA チャレンジ・ブックス)、東京、日本経済評論社、p. 15。
- [5] 外川伸一 (2011) 「ネットワーク型ガバナンスとネットワーク形態の NPM : 病院 PFI をケース・スタディとして」 社会科学研究、第 31 号、pp. 47-88。
- [6] 濱本俊作 (2018) 「水産政策の改革法案を論評する : 県行政 OB の視点から (水産行政の大転換=水産政策改革構想に反対する)」 農村と都市をむすぶ 68(11)、pp. 27-35。
- [7] 喜治都 (2014) 「合理性についての規範的アプローチ」 玉川大学経営学部紀要 2013(21)、pp. 41-59。
- [8] 林周二 (1962) 『流通革命—製品・経路および消費者』 中央公論

データ連携と管理型水産業

和田雅昭

(公立ほこだて未来大学)

1. はじめに

令和最初の成長戦略となった安倍内閣による「成長戦略フォローアップ（内閣官房）」には、水産業改革としてスマート水産業の推進が掲げられており、データに基づく漁業・養殖業を支援する水産業データ連携基盤（仮称）を2020年までに構築・稼働させることが明記されている。これを受け、水産庁は2019年度に「水産業の明日を拓くスマート水産業研究会」を開催し、スマート水産業の社会実装に向けた議論を重ねてきた。筆者は連携基盤ワーキングチーム長としてこの研究会に参加しており、2020年12月の稼働に向けて、水産業データ連携基盤の構築を進めている。また、SDGsの取り組みとして、インドネシア共和国においても海洋水産省と連携し、スマート水産業を推進している。本報では、筆者の視点で国内外のスマート水産業を展望する。

2. 資源管理の成功事例

国内における資源管理の成功事例として、新潟県佐渡市前浜地区におけるホッコクアカエビの資源管理と北海道留萌市留萌地区におけるマナマコの資源管理を挙げることができる。前者はえびかご漁業に日本で初めて個別漁獲割当（IQ）制度を導入した事例であり、後者はなまこけた網漁業に日本で初めてICTを導入した事例である。これらの事例には、定着性の高い資源であること、混獲が無視できるほど少ない漁法であることなど、いくつかの共通する条件をみつけることができるが、注目すべき条件は他地区や他漁法と資源が競合していないことである。そのため、部会単位で合意形成を図ることにより、ルールを定めて漁業者が主体となって資源管理に取り組むことができている。留萌地区におけるルールとは、全漁船の位置情報と漁獲情報をリアルタイムで共有することであり、資源の状態を把握し漁獲量をコントロールしている。スマート水産業の先駆けとなる事例である。

3. 水産業データ連携基盤

留萌地区の事例は、魚種や漁法を問わず位置情報と漁獲情報の2つの情報があれば、資源の評価と管理に取り組めることを示している。筆者は合意形成という文化面については専門外であるため、技術面から水産業データ連携基盤を紹介する。水産業データ連携基盤

を構築・稼働させる最大の目的は資源管理であり、適切な資源評価に基づく漁獲枠の設定に活用される。資源が競合する魚種については、地域や漁法の枠を越えてデータを相互利用する必要があることから、水産業データ連携基盤はデータ共有のプラットフォームとしての役割を担う。提供されるサービスは大きく2つに分類することができる。ひとつは、これからスマート水産業に取り組む経営体向けのサービスであり、スマート水産業に対応した機器を導入するだけで、データ共有が可能となる。この場合、位置情報や漁獲情報は水産業データ連携基盤のデータベースに蓄積される。もうひとつは、すでにスマート水産業に取り組んでいる経営体向けのサービスであり、APIと呼ばれるデータ入出力の仕組みを利用することで、データ共有が可能となる。この場合、位置情報や漁獲情報は各経営体が運用するシステムのデータベースに蓄積されている。水産業データ連携基盤は、APIによりデータ共有を実現するものであり、データの物理的な所在やフォーマットの違いを意識することなく、全国に散在して蓄積されているデータの相互利用を可能とする。

4. 国内外のスマート水産業

筆者らは、国内では、まき網漁業、刺網漁業、いか釣漁業、まぐろはえ縄漁業などにスマート水産業を展開している。国内の漁船には航海計器が装備されており、位置情報はGPSプロットから、また、漁獲情報は漁業協同組合の販売記録から、それぞれ自動で取得することができ、リアルタイムの資源評価が可能となっている。今後は、地域や漁法の枠を越えたデータの相互利用と資源管理に発展することが期待される。一方、インドネシア共和国では、まき網漁業でスマート水産業を展開している。インドネシア共和国の漁船には航海計器が装備されておらず、また、販売記録も管理されていない。そこで、スマートフォンを用いて位置情報と漁獲情報を取得している。スマートフォンで撮影した写真には、Exifとして日付時刻、緯度経度の情報が記録されており、写真には魚種と漁獲量の情報が含まれている。写真から漁獲量を推定するため精度の問題は残るが、漁獲圧やCPEが数値化できており、資源の評価に活用されている。なお、インドネシア共和国では地域の枠を越えたデータの相互利用が実現している。

5. おわりに

海洋環境や社会環境の変化に順応し、持続可能な水産業を実現するためにも、資源管理は地球規模の課題である。筆者は水産業データ連携基盤の標準化と国際展開を視野に入れており、技術面から国の枠を越えたデータの相互利用を支援していきたいと考えている。合意形成や国際交渉において、数値は重要な指標となる。経営規模や国力にあわせたさまざまな形のスマート水産業が国内外で展開されることを楽しみにしている。

IT を用いた漁業支援 —三重県を中心に—

江崎 修央

(鳥羽商船高等専門学校 情報機械システム工学科)

1. はじめに

三重県の海岸線は1000km程度あり、北部から南部までそれぞれ地域の特色をいかした多種多様な漁業が営まれている。「伊勢湾地域」は、大小の河川が注ぎ、遠浅の砂浜が広がることから、あさりなどの貝類を採る漁業や、のり養殖業、いかなごやかたくちいわしを採る船曳網などが盛んである。「鳥羽・志摩地域」は、湾内の海水と外洋水が複雑に混合する伊勢湾口部やリアス式海岸による天然礁など好漁場に恵まれていることから、湾内の真珠、魚類養殖や共同漁業権内のいせえび、あわび漁、沖でのまき網など盛んに行われている。「熊野灘地域」は、黒潮の影響を強く受けることから、熊野灘へ回遊してくる魚を対象とした漁業や、リアス式海岸の湾内での魚類養殖などが盛んにおこなわれている。また磯釣りなどの遊漁も盛んである。

本報告の目的は、多種多様な漁業において IT を用いた漁業支援の仕組みを構築し、高齢化による労働力不足や、新規参入を促進する方法について議論することである。

2. 海面養殖向け自動給餌

リアス式海岸の湾内では、マダイ、ブリ、シマアジ、マグロなどの海面養殖が盛んに行われている。多くの養殖筏にはタイマー式の給餌機が備え付けられており、設定時間に任意の餌量を給餌している。しかしながら実際に摂餌しているかを確認する手段がなく、特に冬場においては、少しの水温変化等により摂餌量が大きく変わり、残餌が発生している可能性がある。ここで、海面養殖業にかかる費用の60%から70%は餌代であり、無駄餌を減らすことは重要である。

そこで、我々は図1に示すような海面養殖向けの活性判定を用いた自動給餌システムを構築し、給餌中に摂餌行動がおさまりに、活性状態が低くなった場合に給餌停止する仕組みについて実証実験を行なっている。養殖魚への給餌量は、魚体サイズ×魚数×給餌率で決定する。ここで給餌率とは、飼料メーカーが推奨する給餌量であり、魚体サイズと水温により決定されるが、自動計算するためのモデルを回帰分析により算出して利用している(図2)。

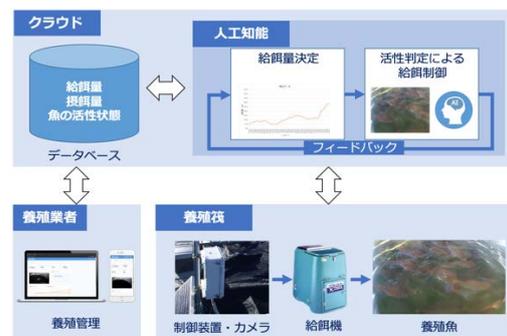


図1 海面養殖向け自動給餌システム

図3は、マダいの摂餌中と通常時の画像例である。これらを画像識別により分類し、給餌中に摂餌行動が見られない場合は、給餌を停止し無駄餌を与えないようにする。なお給餌量の積算値を記録することで、不足分については活性の高い時に与えるようにしてある。

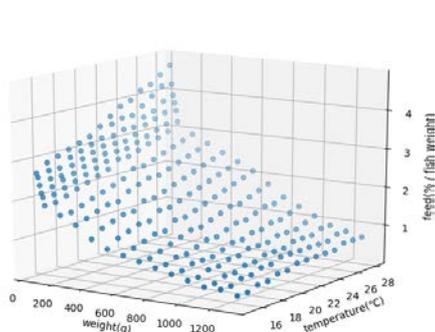


図2 給餌率の算出



図3 マダいの活性状態の違い

活性状態の画像識別には、MicrosoftのCustom Visionを利用しており、図3のように高活性500枚、非活性500枚の画像を用いて学習させるだけで、表1に示す通り90%後半の識別率が得られる。実際の活性判定では、非活性状態が5回続けば給餌停止するようにして運用している。

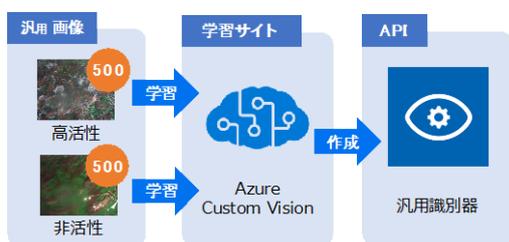


図3 識別器の学習方法

表1 活性判定結果

		識別器による判定結果	
		高活性	非活性
入力画像	高活性	96.8%	3.2%
	非活性	2.8%	97.2%

図4、図5はブリの摂餌時、平常時の様子である。同様の仕組みを使って識別実験を行った。図6に示すのは識別結果で、赤の区域が給餌している状態を示している。青のプロットのうち1（上）は、摂餌状態と識別、0（下）は活性が低いと識別している。後半では活性が下がってきたことが検出できており、給餌停止が可能であることがわかる。



図4 ブリ摂餌時

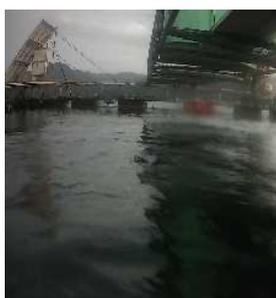


図5 ブリ非活性

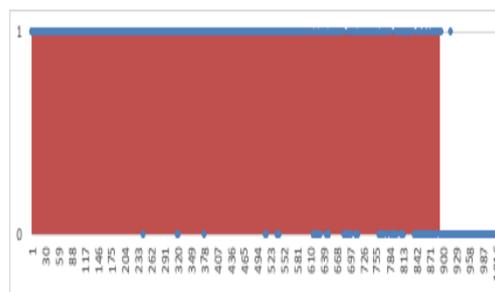


図6 活性状態の識別結果

3. 海苔養殖支援 bot

伊勢湾の沿岸やリアス式海岸の湾内では、黒のりや青のりの養殖が盛んに行われている。三重県は地域や地形によって支柱式と浮流し式が採用されている。本取り組みは、海苔養殖漁場に設置した海洋観測機から得られるデータを基本として、機械学習によって構築された AI により海苔の生産者に適切な海象情報等を提示し、養殖の支援を実現するものである。



図7 海苔養殖支援 bot の概要



図8 海洋観測機

養殖支援 bot としては、日本で最も利用者の多い SNS である LINE 上で実現している。LINE bot に配置されたリッチメニューのボタン (図9) を押すことにより、海洋観測機で収集している、水温 (図10)、水位 (図11)、養殖場の状態が表示される。また、JAXA の衛星データから最新の伊勢湾のクロロフィル画像を切り出して提示する。

水温、水位、画像の詳細な閲覧には専用の Web サイトも構築しており、LINE で水温などを表示したのちに、画像などをタッチするとサイトへ移動する。その後、カレンダー機能などを用いて任意の日付のデータを閲覧することができる。

つまり、養殖場でのイベント発生時には、LINE の特徴であるプッシュ通知を受け取ることで生産者の注意を引き、生産者が情報を知りたい場合には、簡単な操作で必要な情報が得られる機能を実現した。さらに、詳細な情報にアクセスすることも可能にしている。



図9 海苔養殖支援 bot



図10 3層水温

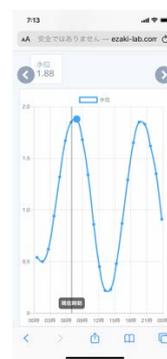


図11 潮位の変化

4. おわりに

本報告では、三重県で営まれている海面養殖および海苔養殖に対して提供可能な IT サービスを紹介した。水産関係者からの IT 活用に関する期待値は高く、今後も様々なサービスを構築し、提供していきたい。

参考文献

- [1] Kaito HATTORI, Nobuo EZAKI, Motonori SAEKI, Munenori NISHIMURA, Jun HASHIMOTO and Osamu TAKAHASHI (2019), Introduction of feeding adjustment model and general-purpose aquaculture management web site, International Conference on Fisheries Engineering 2019 (ICFE2019)
- [2] Motonori SAEKI, Nobuo EZAKI, Kaito HATTORI, Munenori NISHIMURA, Jun HASHIMOTO and Osamu TAKAHASHI (2019), Artificial Intelligence for Automatic Feeding of Aquaculture Fish”, International Conference on Fisheries Engineering 2019 (ICFE2019)
- [3] 服部魁人, 江崎修央, 佐伯元規, 高橋完, 坂本竜彦 (2020), 海面養殖の自動給餌実現のための深度推定による魚体測定, 映像情報メディア学会研究会
- [4] 佐伯元規, 江崎修央, 服部魁人, 高橋完, 坂本竜彦 (2020), 海面養殖のための自動学習による活性判定器の構築”, 映像情報メディア学会研究会

人工衛星によるモニタリング技術を用いた漁業活動の把握について

大関 芳沖
(水産研究・教育機構)

1. はじめに

水産資源の持続的な利用には、正確かつ迅速な資源量の推定が必須であり、そのためには正確な漁獲量の把握が基本となる。我が国周辺では、2019年時点で52魚種87系群の資源評価が行われており、2025年までに200魚種に拡大する計画である。しかしながら、87系群のうち33系群については、周辺国の海域にまで分布していたり、公海域に分布した魚群を外国漁船が漁獲しているため、漁獲量の正確かつ迅速な把握に何らかの問題を抱えている。このため資源評価担当者は、我が国水域における産卵量や稚仔魚・若齢魚の分布量など、漁業とは独立した指標を加味しながら、資源の評価精度向上に努力している。

一方で、資源評価結果を基に算出される漁獲可能量など漁業管理に関わる施策は、国内漁業者のみに適用されるため、周辺国の漁業により悪化した資源に対する漁業管理を国内だけに強制しているとして、一部の魚種の漁業管理に対しては漁業者の不満も大きい。

こうした問題の解決には、外国漁船による漁業活動や漁獲量を高い精度で推定し、資源評価の精度を向上させるとともに、得られたデータを基に周辺国との共同資源管理を進めていくことが必要である。近年、人工衛星を用いた解析技術が向上し、漁業活動の推定における応用も多くなってきている。本報告では、北西太平洋と日本海を例に最近の事例について紹介したい。

2. 人工衛星による情報収集

2-1. 技術的な発展

沖合における漁船漁業活動を把握するための人工衛星関連技術として、次の4種類が実用に供されている。第1は、漁船から発信されている衝突事故防止用の自動船舶識別装置(AIS: Automatic Identification System) 信号を利用して、漁船の国籍・船名を把握し航跡等を解析する手法である。沿岸ではすべてのAIS信号を捕捉することができるが、沖合では条件によって人工衛星によるAIS信号の受信が困難な場合も多く、漁船の中には故意に発信を停止する船もあるため、すべてを把握することは困難である。

2番目は、宇宙からの夜間光モニタリングにより、夜間に灯光を利用して集魚する操業を解析する方法である。この方法の歴史は古いが、2011年に米国によって気象衛星S-NPPが打ち上げられたことにより飛躍的に進展した。S-NPP衛星は北極と南極の上を通る極軌

道衛星で、軌道下の 3000km 幅を 742m の解像度で 10W 電球程度の夜間光を観測できる。観測データは地球を周回する毎にノルウェーのスヴァールバル諸島にある受信局を經由して米国に送信され、観測から数時間後には処理済みのデータがインターネットで一般向けに公開されている。広域的で毎日定時に観測が出来、夜間照明を使用する漁船を検知することができるが、雲や月明かりにより観測が妨げられる欠点もある。

3 番目は、人工衛星に搭載された合成開口レーダー (SAR: Synthetic Aperture Radar) を用いる船舶モニタリングであり、1991 年に打ち上げられた日本の JERS-1 (Japanese Earth Resources Satellite-1) やカナダの RADARSAT 等の観測画像を用いて行われた。当初は、漁船活動ではなく海上交通路のモニタリングに注目が集まっていたが、最近は漁業活動や洋上転載の解析への応用が進みつつある。雲を通して大型の鋼船を識別出来るが、定常的ではなく、海域の広域をカバーすることは出来ない。また、木造船については、洋上の反射構造物が少ないことから、把握しにくいという欠点もある。

最後の高解像度可視光画像は、船舶種類の特定にむけて最も有効な目撃証拠となるが、雲による制限を受け、軍事用以外の目的では特定の海域を十分な解像度と定期的な頻度で観察することは出来ていない。以上のように、これら 4 種の衛星監視技術は以前から漁業活動や個々の船舶識別に用いられてきたが、それぞれに技術的な限界があり、統合して用いられることで、漁業の全貌を浮き彫りにできるようになると考えられている。

2-2. 解析結果と資源評価に向けた問題点

Oozeki ら(2018)^[1]では、夜間光画像と AIS 情報の解析を統合することによって、北西太平洋海域におけるマサバを対象とした中国漁船による漁業活動の推定を試みた。この中では、漁船の国籍と位置を AIS 情報から、操業回数と位置を夜間光画像から得ることで、両者を統合し、人工衛星の表面水温データから対象魚種を推定するという方法を採用した。この結果を基に、運搬船の AIS 情報解析結果に基づいて本国との往復頻度を推定するとともに、聞き取り調査等に基づく一晩当たり漁獲量の情報を用いて、中国によるマサバ漁獲量の推定を行った。この論文が出た後に NPFCC の遵守委員会では、漁獲量報告だけでなく、洋上転載による漁獲物運搬に関する報告概要も提出する取り決めがなされるに至っている。

Park ら(2020)^[2]では、日本海のうちでも特に北朝鮮海域における漁業活動を対象に、AIS 情報から漁船の国籍と位置を、夜間光画像から操業状況をそれぞれ解析し、得られた結果を合成開口レーダーの画像と高解像度可視光画像を照合させることで、漁船形状と操業実態の具体的な把握を行った。さらに AIS 情報を追跡することで、北朝鮮海域で操業している漁船が中国を母港として活動していることを明確にしたうえで、韓国東岸を北上して北朝鮮海域に向かう中国の二艘曳きトロール網船と火光利用敷網漁船の隻数を、韓国沿岸警備隊の目視確認数と照合して検証した。操業海域からみてこれらの漁船はスルメイカを対象としていると考えられたことから、韓国のトロール船ならびに沿岸イカ釣り船の 1 日 1

隻当りの CPUE を当てはめて、中国漁船によるスルメイカ漁獲量を推定した。この報告は、米国の GFW(Global Fishing Watch)が中心となって、韓国海事機構や水研機構など世界の 8 機関が共同で解析を進めた結果である。GFW は 2015 年の設立から AIS 信号を基本とした漁船漁業活動の全球的なマッピングとデータ提供を行っており、持続的な水産資源利用と漁獲行為の継続への理解は、漁業活動の透明化と衆目の下での漁業管理により進められるという理念に基づいて活動している。

最近の二つの報告では漁業活動の把握については概ね達成しているが、漁獲量の推定には他のデータを援用したり、一部の聞き取り結果を引き延ばしたりせざるを得ず、推定された結果をそのまま資源評価に用いるには精度が疑わしい。また、これらの解析の過程で、特に公海域では漁業活動そのものよりも洋上転載活動を把握する方が、漁獲量をより正確に推定出来るのではないかと考えられるようになってきた。そこで、GFW では新たに運搬船による洋上転載活動を個別に追跡できる carrier-portal サイトを新たに公開した^[3]。

これらの活動と研究成果の発信を通して、公海域における漁業をいずれかの地域漁業管理機関の管理下に置き、漁船の活動や運搬船の活動を公のものとするすることで、各国が報告している漁獲量や転載量の検証を可能とする方向に、世界は動いているように思われる。こうした動きの中で、未だ散見される IUU 漁業活動は、合法的な漁業活動に対比してこれまで以上に目立つようになり、排除にむけた公的な監視活動が加速されていく状況にある。人工衛星による観測技術の進歩を背景に、各国が正確に情報を提供する風土が構築され、近い将来には精度の高い資源評価と現実的な漁業管理が実現できることを期待したい。

参考文献

- [1] Y. Oozeki, D. Inagake, T. Saito, M. Okazaki, I. Fusejima, M. Hotai, T. Watanabe, H. Sugisaki, M. Miyahara (2018) “Reliable estimation of IUU fishing catch amounts in the northwestern Pacific adjacent to the Japanese EEZ: Potential for usage of satellite remote sensing images.” *Mar. Policy* 88, 64–74.
- [2] J. Park, J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N. A. Miller, K. Takasaki, H. Kubota, Y. Oozeki, S. Doshi, M. Midzik, Q. Hanich, B. Sullivan, P. Woods, D. A. Kroodsmma (2020) Illuminating dark fishing fleets in North Korea. *Sci. Adv.* 6, eabb1197.
- [3] <https://globalfishingwatch.org/carrier-portal>