

— みんなの力でおいしいマグロをいつまでも —

発行・一般社団法人 責任あるまぐろ漁業推進機構

目次

- 1・2面…巻頭インタビュー
- 2・3面…はぐれマグロは群れに入るのか?
- 4面…新型舵、新型バルバスバウで省エネ

# 洋上高速通信の新基準に

インマルサット・マリタイム エリック・グリフィン副社長

遠洋マグロはえ縄漁業などが操業する陸上から遠い海域では、これまで通信インフラが十分に整備されておらず、陸上のように誰もが手軽にインターネットを利用できない船が数多くありました。しかし、移動体衛星通信大手のインマルサット社（英国）が2016年に販売を始めた「インマルサット Fleet Xpress」(フリート・エクスプレス、FX)の導入船では、洋上でも高速・大容量通信が実現できるようになりました。現在では業務の効率化や安全操業の確保のみならず、船員の福利厚生にも活用されています。米国テキサス州ヒューストンのオフィスで、インマルサットでの漁船・オフショア事業を担当する、インマルサット・マリタイムのエリック・グリフィン副社長に、メールインタビューという形で、洋上通信の現状やFXの特徴を聞きました。

(インタビュー・黒岩裕樹)



して手動で操作する必要はありません。

——FXの導入で海洋産業にどのような変化が生まれましたか

**エリック副社長** 例えば商船の場合、1隻が1か月に消費するデータ量の平均は、FXが投入される前の14年に5ギガバイトでしたが、19年半ばには270ギガバイトへと急増しています。FX導入船は20年6月現在、世界で9,000隻を超えました。革新的な船主および運航会社にとっての“ゴールドスタンダード”となっています。

旅客船ではWi-Fi設備がないと旅客の確保は期待できず、商船でも船舶管理の質の向上や業務の持続性に不可欠なシステムとして定着しました

(2面につづく)

——インマルサットはどのような会社ですか

**エリック副社長** インマルサットは1979年に国際機関として設立され、1999年から民間企業として再スタートしました。海から起業した点特徴的で、だからこそ船側が求める海域に衛星を配備し、通信環境を整え、世界の海事産業とともに成長してきました。

海運国である日本も重要な市場です。40年前の設立当初から日本を代表する企業とパートナー関係を構築して、船主や船員に向けて安定した通信環境を提供してきました。

——FXのサービスの内容を教えてください

**エリック副社長** FXは通信の高速性と安定性に優れるサービスです。

まずは、これまでの移動体衛星通信システムよりも高速で、大容量通信に適したグローバル・エクスプレス(GX)回線を確保し、洋上において最大10メガbpsの高速性を実現しましたが、GX回線の周波数帯には天候などによって通信速度が左右されやすい欠点がありました。

そこで、通信速度は遅くても安定性に優れる既存のフリートブロードバンド(FB)回線を併用することにしました。GXの機能が発揮しにくい天候帯に突入し、通信が不通になる前にFB回線に切り替えることで、安定性や継続性を担保します。

GXとFB、2つの回線の優位性を組み合わせたことで、極地を除く全世界で24時間、オンライン状態を維持し続けられるサービスを始めました。2つのネットワーク回線の切り替えは、船内機器により自動的に行われるため、乗組員が作業を中断

(1面からつづく)  
た。

### ——漁船におけるF Xの利用は

**エリック副社長** グローバルに通信環境が保証された海域で、海況や天候などの情報が手軽に取得できれば操業の幅が広がります。AI（人工知能）やIoT（モノのインターネット）と共存することで、過去の漁獲実績と海況データをビッグデータで解析、漁場予測を支援するサービスも精度を上げつつあります。

リアルタイムでの漁獲報告は、資源の持続可能な利用にも貢献します。規制内容の迅速な配信はトラブルの未然防止に役立つほか、船と陸の間の連絡を密に行えることで運行



2023年までに12基の衛星が配備される(イメージ図)

計画を共有、質の高い補給などを通じて船員のさらなる負担軽減も図られるでしょう。

さらにエンジンやウインチ、電気系統などの機器監視及び遠隔保守で船舶管理を向上させることもできます。外地入港の交渉や漁獲物の販売といった意思決定も、陸上との疎通を確保することで迅速かつ確実に、業務の効率化に寄与します。

乗組員の減少や高齢化が叫ばれる現在にあって、こうした新技術が経験を補い、習熟度を高め、人材の早期育成にも活用できる環境をつくれます。

今の世の中では、乗組員の福利厚生を改善し、社会的孤立感を減らすことが、最大のメリットではないでしょうか。個人でインターネットを使える時間を増やし、ビデオ通話や交流サイト(SNS)を通じ家族や友人と定期的に連絡を取り合うことで、洋上での孤独感が軽減され、船員の生活改善にも役立ちます。

デジタルインフラが浸透した陸上の生活に慣れている若い世代にとっては、F Xの導入が漁船を就業先に

選ぶ決め手になるかもしれません。

### ——今後予定するサービスは

**エリック副社長** GXの提供範囲を北緯75度以北の北極圏まで拡張するため、22年に新たな衛星を打ち上げます。北極圏専用の高速衛星通信は世界で初めてです。

利用者は米国やカナダ、スカンジナビア諸国など北極圏ユーザーや、当該海域の漁業だけではありません。地球温暖化による影響から、北極圏は夏季に太平洋側と大西洋側を結ぶ航路として開拓が急ピッチで進んでいます。スエズ運河やマラッカ海峡経由の航路より距離が短く、治安の面でもメリットは大きいです。

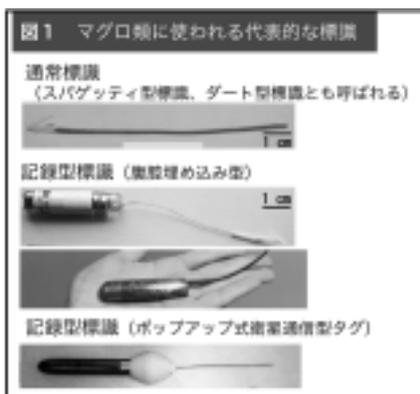
このように利用海域が広まり、1隻あたりの利用容量も増えている現状で、衛星通信の消費容量はさらなる増加が予測されます。それでも常時接続を担保し続けるためには、現状で5基あるGX衛星だけでは不十分です。新たに7基を追加し、23年までに計12機体制を予定しています。ここにインマルサットの妥協はありません。

## はぐれマグロは群れに入るのか？

鈴木 治郎 (元遠洋水産研究所浮魚資源部長)

はじめに

少し奇妙なタイトルを掲げて、クロマグロの群れについて考えるところを述べたい。このきっかけとなったのは、大西洋クロマグロにおける記録型標識(標識魚の水平・鉛直方向の詳細な遊泳軌跡を記録できる電子標識でE-tagと呼ばれる)を使って得られた回遊結果をどう解釈するのかをめぐり、いくつかの大きな疑問が湧いてきたことである。なお、マグロ類に使われる標識の代表的なものを図1に示しておく。通常標識



とポップアップ記録型標識はマグロの外部につけ、腹腔埋め込み型の記録型標識は腹部を切開して腹腔に挿入し、縫い合わせ後放流する。記録型E-tagは、放流地点と再捕地点の記録しか判らない通常型の標識と比べ、詳細な回遊情報が得られるので、現在数多く実施されている。クロマグロへのE-tagの取り付けは、定置網に入った個体を取り上げて行うか(図2)、あるいは定置網の中で行うほか、チャーターした小型船上でローリングなどで漁獲した個体について行われる。その際、一時的に標識魚は群れから引き離されることになる。もちろん標識魚が単体で遊泳している場合も考えられるが、定置網の場合は群れで遊泳していたことがほぼ確実であるし、その他の場合でも、集群して漁獲のチャンスが大きいところで捕獲の上、放流することから、標識魚が群れの中の個体であると考えてよいであろう。数々の貴重な情報をもたらしてきたE-tag調査であるが、いったん群れ



から隔離された標識魚のE-tagによる回遊軌跡は、個々に見ると、バラつきが極めて大きく、何らかの傾向(例えば、これまで想定されている回遊経路と合致するものがあるか否か)をそれらから抽出することにはしばしば困難を覚える。また、タグ装着のストレスで行動様式が影響を受けることも考えられる。これはE-tagの装着のみに限らず、外科手術を伴うタグに程度の差はあるものの共通事項であり、標識放流の結果を解釈する際に不確実要素として残る面倒な問題である。

これらに関連して、ジブラルタル海峡近くの大西洋岸にあるモロッコの定置から同じ時期に放された個体は、地中海に産卵のために入ると、入らずに大西洋に留まるものがある。さらに、北米沿岸で規則的な

季節回遊を示していた個体が、ある年になると突然大西洋を横断し、地中海に回遊するといった、まったく異なった回遊をしたりするという有名な報告もある (Blocketal.,2005、NATURE,434(7037),1121-27)。これらの行動は常時起こっていることなのだろうか？ここで、私が重要だと思うのは、これまでに行われてきたE-tagの数は通常型標識の数と比べるとはるかに少なく、さらにE-tagから得られた回遊情報は先に述べたように、かなりバラバラなことが多く、ある事象（例えば、東西資源の混交率）を定量化することには注意が必要であり、得られた結果を機械的に一般化して考えることは危険であるということである。

この課題の解明は生物学的に重要であるばかりではない。群れることや群れとしての回遊に関する知見は、一見資源評価・管理とは関連していないように見えるが、実はそれらにもきわめて深い影響を与えているのである。以下、2つの例を取り上げたい。

### 大いなる謎

最初の例を紹介しよう。産卵後に地中海から出てきてポルトガルの定置に入った群れから同じ日（2017年7月11日）に複数放流された個体のうち、大西洋を横断してカナダ沖まで回遊した5個体の回遊経路を見ると（図3）、回遊経路が複数あることを示している。回遊した魚の経路を見ると、南北方向に互に2000キロほど離れている場合がある。そうすると、これらの個体は単独で遊泳しているのではないだろうか？もし群れとして回遊しているとしたら、どのように群れと遭遇するのか、群れとの遭遇は偶然なのか？このような疑問が解決され、魚が具体的にどのような経路で時空間的に回遊し、東

西資源の混交がどのような割合で生じているかという情報は、資源評価・管理にとってキーとなる問題である。残念ながら、この問題は今のところよくわかっておらず、現在取り組みが進行中であるクロマグロの管理戦略評価（MSE）でも、大きな不確定要素の一つとなり、研究者の悩みとなっている。

次に、先に述べたモロッコの定置網に入ったクロマグロのE-tagの話である。モロッコの定置網は、産卵のため地中海に入る前の大型の産卵群を漁獲することが古くから知られている。このクロマグロに2011-2013年の5月下旬にE-tagを付けて放流したところ、地中海にすべての個体が入るわけではなく、年によっては、ほとんどの個体が地中海に入らず、大西洋にとどまったことが明らかになった（図4）。先に述べたように、E-tagの装着は魚にかなりのストレスを与えると考えられ、そのために、放流後に正常に回遊を行い得るかどうか疑念がある。群れから一度切り離され、単体として放流された魚が、正常な回遊を行い得るかどうか分からない。さらに、地中海に入らなかった個体の中には、蓄養中に産卵する機会を逸し、その後放流されたものが含まれているのかもしれない。そうであれば、その個体は、あえて地中海に入る必要はないかもしれないので、地中海に入らなくても、その魚が西大西洋のクロマグロであるとは断言できない。事実、モロッコの定置で漁獲されたクロマグロの遺伝学的解析では、ほぼすべての魚が地中海起源であることも報告されている。ただし、E-tagと遺伝学的手法の双方ともサンプル数が極めて少ないので、このモロッコの件についてはいまだに結論が出ておらず、モロッコの漁獲は従来通り東大西洋群として資源評価が行われている。しかし、もし、地中海に入らなかったマグロがメキシコ湾起源の西大西洋生

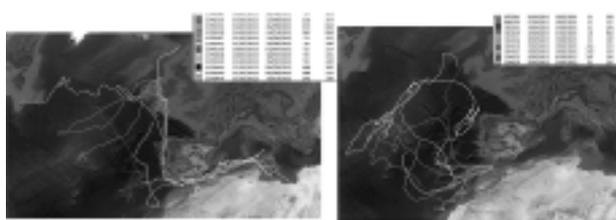


図4 モロッコの定置（左図の白の△印）から2011-2013年の5月下旬にE-tagで放流されたクロマグロで、地中海に産卵のために入った17個体の回遊経路（左図）と入らなかった11個体の回遊経路（右図）  
ICCAT/SCRS資料

まれのクロマグロであるなら、現行の資源評価や管理は大幅に変更されることになるかもしれない。というのは、モロッコの定置網の年間漁獲量は西大西洋クロマグロに対する全体のTACに匹敵する量であるからである。このように、E-tagによる回遊結果の解釈は複雑な要素が絡み合っているので簡単ではない。

### 離れマグロが群れに入るかどうかを確かめることは可能か

先に紹介したのは2つだけの例であるが、このほかにも多くのわからないことが、集群生態・回遊についてはある。話の発端にもどるが、それでは離れマグロが、群れに入るのか否かを確かめる方法はあるのだろうか？もっとも直接的な方法としては、バイオロギングというのが考えられる。これは最近行われるようになった手法で、カメラやイルカに小型のカメラを装着し、周囲の情景を撮影してもらう方法である。ただし、この方法では、うまく装着出来たととしても、今のところ1日くらいしか記録できないようだし、カメラを確実に回収できるかどうかはわからないという難点を克服する必要がある。定置網に入ったクロマグロを2つに分けて、それぞれにE-tagをつけて、一方は群れとしては放流し、他方は1-2日後で放流し、放流後の回遊パターンに差があるかどうかを比較するという方法もあろう。

この方法では、後で放した離れ個体が群れに入ったかどうかを知ることにはできないが、少なくとも群れで遊泳している魚と単体魚の間で行動が異なるか否かを知ることが可能であろう。また、これまでに行われた標識放流の結果を、この問題の解決手掛かりを探すことを念頭に置いて、詳細に検討してみることで、何か情報が得られるかもしれない。さらに、現場で魚を見ている漁業者との意見交換で有用な示唆が得られる可能性があるであろう。



図3 Azores沖の定置で、2017年7月11日に放流された西大西洋に回遊した5個体のクロマグロの回遊経路。図中の白角の△印は11日この位置を指す（資料提供：森川博文氏）

## 新型舵で14%省エネ

かもめプロペラ

“横配置”発案で抵抗なし

かもめプロペラ(株)(本社・横浜市)は2枚の舵(かじ)をプロペラの両側に設置する新設計の舵「ゲートラダー」の開発に成功した。搭載船で14%の省エネ性能を確認した。船の推進の抵抗になっていたプロペラ後方の舵がなくなったうえ、ゲートラダー自体が推進力を生む特殊形状により、燃油消費量を削減する。旋回能力も国際海事機関(IMO)基準を大きくクリアしている。

船舶の舵は通常、プロペラのすぐ後に設置され、生み出された強い水流に対し左右に傾けることで針路をコントロールしている。ただ、プロペラ直後の水の流れを受けることで、舵の存在が推進力に抵抗をかけるブレーキにもなっていた(舵抵抗)。

ゲートラダーはプロペラを囲むよう配置したことで、舵抵抗をなくした。断面が翼形の特殊形状で、通常



プロペラの両側に配置する新発想のゲートラダー

舵では生まれぬ推力が大きな省エネ効果につながるとしている。

世界初搭載となった2,500トンのコンテナ船“しげのぶ”では、舵だけが従来型の同型船“さくら”との海上試運転結果を比較したところ、14%もの省エネ効果を示した。2018年の就航後1年間の実運航データで比べても、14%を上回る省エネを確認している。

海象条件の悪い冬は一般に燃費が落ちるが、“しげのぶ”は、年間を通じて低燃費が安定していた。同社はゲートラダー自体が生む推進力に加え、「プロペラの両サイドに配置した舵が、不均一なシケ波を進行方

向側に整流し、エネルギー効率を落とさないためではないか」と考察する。この働きが衝撃波などの発生を抑え、静音効果も生み出した。

船の向きを変える舵本来の機能についても、通常航行で2枚のゲートラダーが連動し、旋回性と保針性に優れる。最大速度時の旋回性能はIMO基準を十分に満たす。港内では2枚を非対称な舵角に操作することで、スラスター同様の横移動を実現、離着岸性能を向上させる。

ゲートラダーの性能を最大限に発揮させるには、船型や各種装置を一体で設計・配置する必要がある。新造船で効果を発揮する。「どのような船種・船型にも利用できる」(同社)としており、499トンの型貨物船ほか、今夏に竣工する内航船計2隻の搭載が決まった。漁船では、走行距離が長くシケの多い海域でも操業する遠洋船や、安定して船速を出せるまき網運搬船などで特段の効果を見込んでおり、「船主や造船所と一緒に、漁法に合った設置や使用方法などを考えていきたい」と、意欲を示した。

## 新型バルバスバウ

### 水切れよく省エネ効果

#### 第1漁福丸、初航海で手応え

(株)漁福(本社・福島県いわき市)の遠洋マグロはえ縄船・第1漁福丸(479トン)が4月13日、初航海を終え神奈川県三崎港に入港した。省エネ効果を高めるバルバスバウ(球状船首=喫水線下の船首部の丸く突出した球状の突起物)の進化版であるTM-フィッシャーバウについて、小松金三漁労長は「確実に燃油を削減できた」と手応えを語る。具体的な効果は「改めて計算が必要」と前置きしたうえで、「感覚的には3~4%」と答えた。

バルバスバウは航走中に船の前面の水圧が上がり、受ける抵抗(造波抵抗)を減らす効果をもつ。経済的で船速も上げられることから、ほとんどの船舶に採用されている。だが、

積み荷が軽くなればバルバスバウが水面上に出て抵抗が増すなど、喫水の変化が大きい船では省エネ効果を出しにくいケースもあった。

これに対しTM-フィッシャーバウは船首がまっすぐ下に降りた形で、船底近くに膨らみを持たせた。バルバスバウとストレートバウの各長所を採用しており、喫水の変化にかかわらず、造波抵抗を効果的に減らせる範囲が広い。国のもうかる漁業創設支援事業を活用して三保造船所で建造。数十年ぶりと言われた新設計に、業界が目撃していた。

初航海を終えた小松漁労長は新型バルバスバウの印象について、水面を掻き分けて前進する際に船首水面下に負荷がかかりにくく「水切れ」がよい」と語る。一方で船の横揺れには「被代船と遜色がなく安定していた」とし、推進性能についても太平洋の比較的穏やかな海域で操業したことで、「問題はなかった」と述べた。



垂直な先端部のTM-フィッシャーバウ

燃油削減については「本航海では間違いなく効果が出た」と断言する。漁福は広大な西経漁場の再構築に向け、漁場探索に適した機動力と省エネ性能を発揮する第1漁福丸と同時期に、転載船に極力頼らない魚倉容積を拡大した第35漁福丸を建造、既存船を合わせた計4隻で経営改善の検証を行っている。小松漁労長は「省エネ効果が明確に示されれば、これまで燃油を気にして躊躇(ちゅうちゅう)してきた漁場も探索したい」と、次回以降の漁に意欲を示した。

#### 編集後記

Dr. 鈴木の問題提起は、外科手術を伴う電子標識を装着されたマグロは、群れから離されて放流された後、果たして代表性のある移動(回遊)をするのか、というものです。

魚の回遊には、棲息温度帯の制約があり、偏光を利用した太陽コンパスを利用するなどが知られているので、放流・回収件数を増やしていけば、代表的な回遊パターンが見えてくるものを思われます。(長畠)