

# 高効率にデータ回収 回遊魚の群れを追う

群れをなして大海原を泳ぐ魚類の生態を解明するには、多くの個体の高精度なデータが求められる。北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの宮下和士教授らは、低価格で高性能なロガーの大量放流と受信ネットワークを駆使して、データ回収率を高めた次世代型バイオロギング・システムを開発している。



みやもと よしのり  
**宮本 佳則**  
東京海洋大学  
学術研究院海洋資源エネルギー学部門  
教授  
1996年 東京水産大学大学院水産学研究所  
博士課程修了。博士(水産学)。2016年より  
現職。

みやした かずし  
**宮下 和士**  
北海道大学  
北方生物圏フィールド科学センター  
教授  
1996年 東京大学大学院農学生命科学研究  
科博士課程修了。博士(農学)。2011年より  
現職。13年よりCREST研究代表者。

きたがわ たかし  
**北川 貴士**  
東京大学  
大気海洋研究所  
准教授  
2002年 東京大学大学院農学生命科学研  
究科博士課程修了。博士(農学)。12年より  
現職。

## 光や電波が届かない 海中の情報可視化

春告魚とも呼ばれるニシン。サハリンを回遊して、産卵のために北海道沿岸の浅瀬に押し寄せ季節もすぐそこだ。ニシンの体は細長く、体長は30センチメートル前後。その小さな体に装着できるロガーを開発し、産卵期の遊泳履歴を解明したのが、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの宮下和士教授だ。バイオロギングは「光も電波も届かない海中の情報を可視化して、海洋生態系の謎に答えを出せる強力な道具」と、その魅力を語る。

外洋を縦横無尽に移動する回遊魚を追いつけることは困難を極める。

「漁場周辺など特定の範囲の情報はありましたが、これまで広い海域をまたいで連続計測する手法はなく、漁場間の行動履歴は全くのブラックボックスでした」と、東京大学大気海洋研究所の北川貴士准教授は言う。

しかも回遊魚の多くは群れで移動する。「個体ではなく、集団としての魚の動きを定量的に把握するには、一度に多くの個体を計測できる仕組みが必要です」と、東京海洋大学学術研究院海洋資源エネルギー学部門の宮本佳則教授が力を込める。

相当な数のロガーの放流が必要となるが、水産研究で主流のロガーは高額だ。海洋を広く移動する魚の再捕率は低く、必然的にデータ回収数も少ない。これらの問題を克服し、「回

遊魚の群れの行動を解明して、水産資源の管理や環境保護にも役立てたい」と情熱を懸けるメンバーが集まり、宮下さんを中心に研究チームを結成した(図1)。

## 小型で高性能なロガー 低価格化に挑む

ロガーを装着した個体の大量放流には莫大な費用がかかり、自ずと放流数が制限される。ロガーの脱落や、装着した動物が帰還しないといった不測の事態も起こり得る。データを十分に回収できなければ、信頼に足る解析結果は得られない。

バイオロギング初期の研究対象がアザラシやウミガメだったのは、大き

なロガーでも取り付けられるという理由の他に、産卵期や繁殖期に同じ場所に戻ってくる習性があり、回収しやすいからだ。「何十万、何百万円もの研究費を、ロガーが1つも戻ってこないかもしれない再捕率の低い動物に投資するのは、大きなリスクを伴います」と宮下さん。

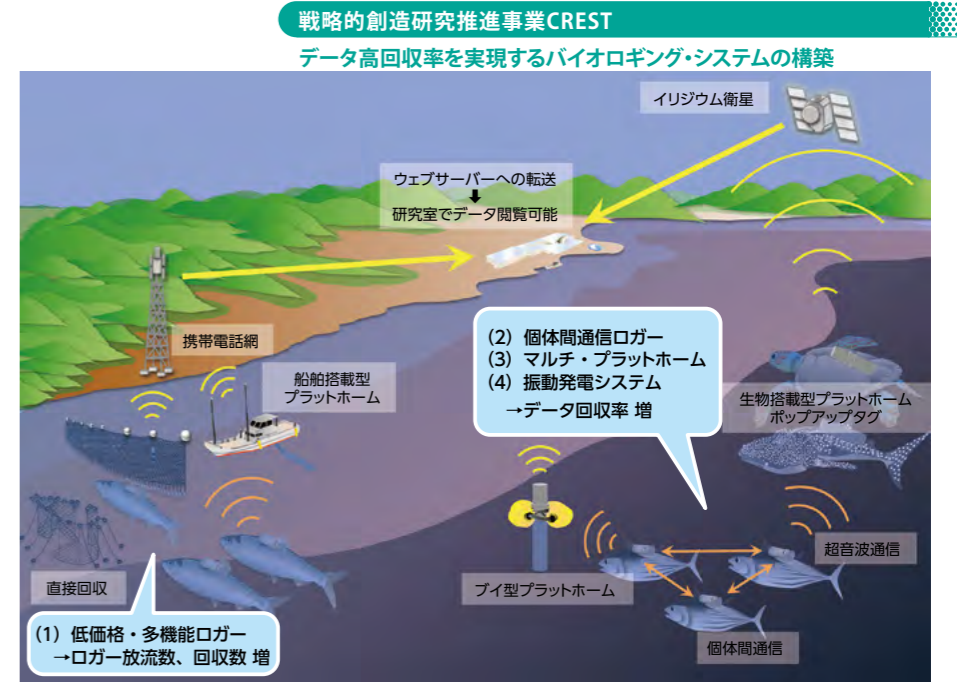
性能や品質が既存品と同じで、低価格なロガーを量産化できれば、大量放流を実現して回収数を増やせるのではないかと。国内メーカーの協力を得て、水深は既存品と同等で、水温への追従性がより優れたロガーの開発に成功した(図2)。

「1万7000円と、既存品の3分の1まで抑えることができました。最終的には10分の1の価格を目指します」と宮下さんは意気込みを語る。

低価格ロガー以外にも、メモリーやバッテリーの大容量を実現したり、多様なセンサーを搭載したりするなど、既存品を上回る高性能なロガーを開発している(図3)。いずれも既存品より小さく、これまでロガーの装着が困難だった小型魚への適用も可能となった。

## 魚の再捕率の低さを克服 他個体ロガーとデータ共有

ロガーを装着した魚の再捕率は、魚種にもよるが数パーセントから20パーセントと低い。ロガーの回収が難しいならデータだけを回収すればいいと、個体間通信ロガー「InterFish



■図1 次世代型バイオロギング・システムの概要。データ回収率を向上させるため、従来よりも低価格なロガーを作成した。さらに超音波技術を活用してロガー自体に通信機能を持たせ、それらを遠隔で受信することに成功した。

(インターフィッシュ)]を開発した。従来のロガーでは、装着された個体の情報しか入手できないが、隣接する他個体のロガー間で通信を可能とした。

個体間通信システムの基盤技術の開発に取り組んだ宮本さんはこう語る。「魚同士が遭遇した時に、位置情報や深度、水温、遭遇個体数、遭遇時間など、互いのデータを記録するので、群れとしての行動の把握につながります」。

岩手県・大槌湾でサケ10尾にインターフィッシュを装着したところ、母川帰帰で来遊した7尾を再捕獲できた。北川さんがこう説明する。「従来であれば再捕獲できなかった3尾のデータは

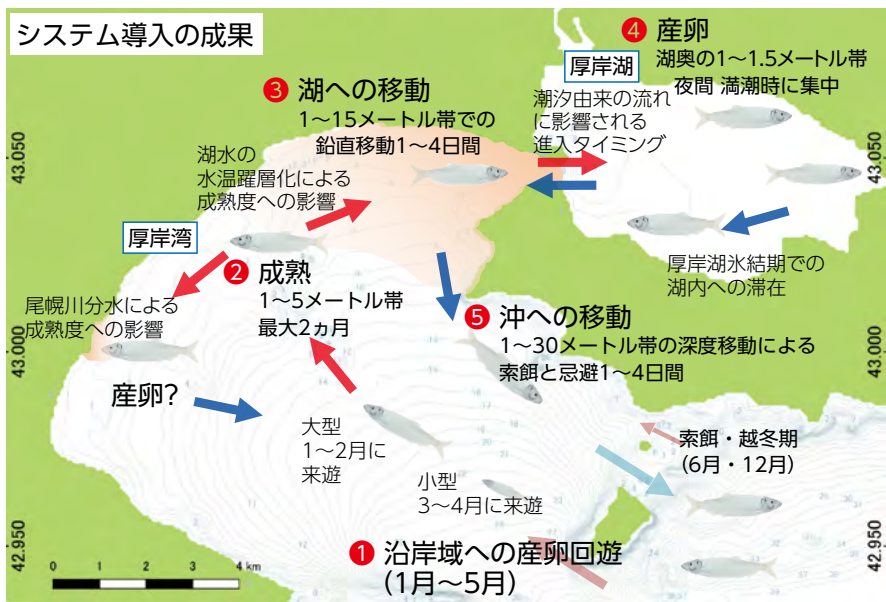
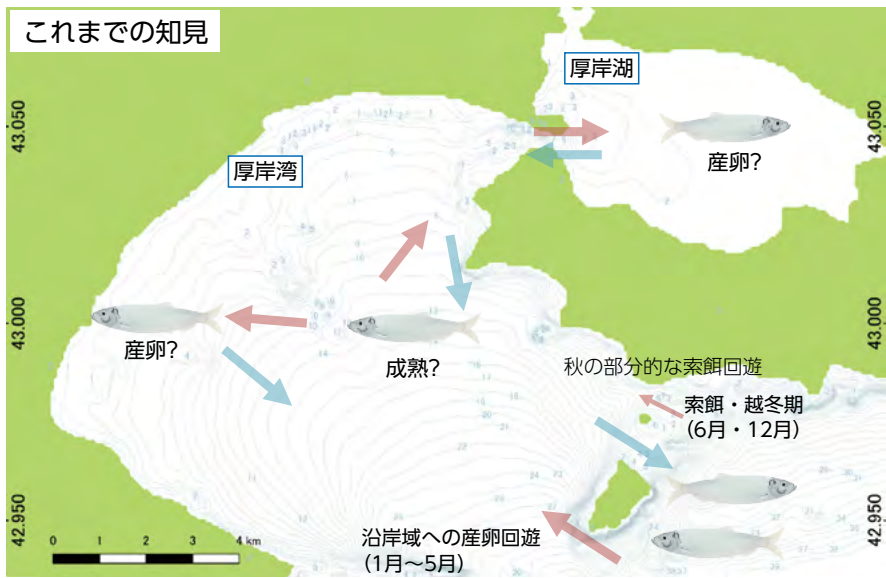
ゼロですが、7尾のロガーを介してデータを取得できたので、データ回収率は実質100パーセントとなりました」。

## リアルタイムに遠隔受信 実証実験で回収率向上

ロガーを回収できない場合でも、データを高い確率で取得するため、マルチ・プラットフォーム対応の受信機を開発した。受信機が回収したデータは、外洋からはイリジウム衛星通信、沿岸からは携帯電話網を介して、ほぼリアルタイムで研究者に転送される。受信機を回収する手間や費用がかからないのが利点だ。



■図2 既存品の3分の1の価格帯まで抑えた小型の水温・深度ロガー。■図3 開発したロガーの数々。9つのセンサーを搭載した多機能ロガーは環境情報と生体情報を同時に取得できる。ピンガー(超音波発信機)とピンガー・ロガー、インターフィッシュは、たくさんのピンガーから届く受信機の情報一度に受信できる原理を採用し、受信率が飛躍的に高まった。既存品では全ての情報を同時受信できなかった。



■図4 北海道厚岸湾でのニシンの調査結果。昼間は深度3~4メートルの底層に留まるが、夜は1~2メートルの表層を泳ぐ。成熟するまでは湾に長期間滞在し、夜間に頻りに移動する。その後、4~8度の水温を経験しつつ、鉛直(垂直)移動を繰り返して産卵場となる湖へ進入した。産卵は湖奥の水深1~1.5メートル帯、夜間の満潮時に集中していた。産卵後は短期間で沖に分散した。個体群の来遊傾向、個体の成熟度ごとの詳細な回遊特性も明らかになった(富安信 2018 北海道大学博士論文の図に基づき作成)。

マルチ・プラットフォームは海洋ブイ型と船舶搭載型の2種類が開発されている。海底に固定するブイ型は定点で受信するのに対し、漁船などの船舶搭載型は魚を追って動けるので広域で受信可能だ。船舶の電源を利用するのでバッテリー残量の心配もない。

開発したロガーやデータ回収システムの実用性を、北海道厚岸湾に来遊したニシンの行動調査で検証した(図4)。ニシンが泳いだ水深と周囲の水温の測定に成功するとともに、ロガー回収率が約14パーセントに対し、データ回収率は約47パーセントと大幅に向上した。従来と同額予算でデータ回収率が3~5倍も向上すると期待される。

沖縄県・与那国島周辺では、400匹近くのカツオで実証実験を行っている。

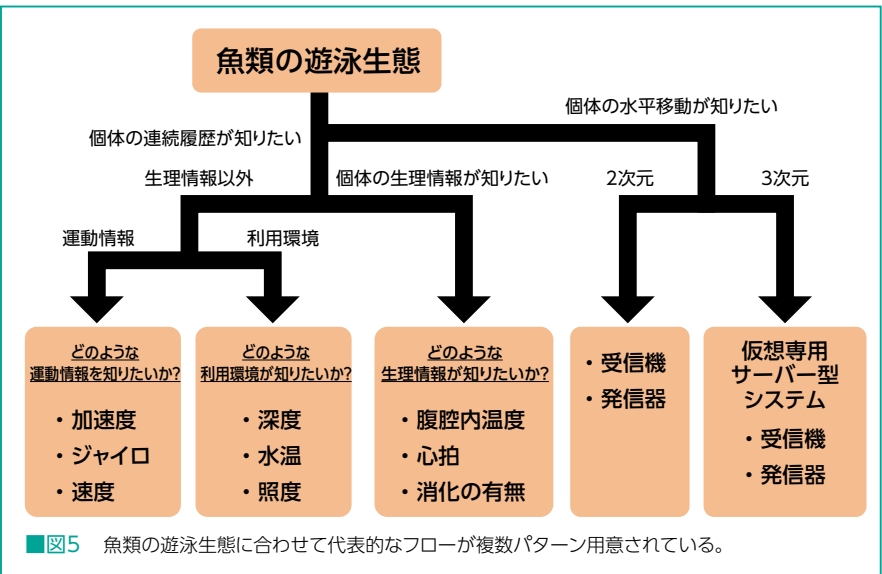
る。沖合で泳ぐカツオはデータの回収がさらに困難で、ロガー回収率は約3パーセントだったが、データ回収率は約50パーセントを実現した。魚類としては驚異的なデータ回収率といえる。

### 研究ガイドライン作成 目指すは世界標準

開発したロガーは、全国の8つの水産試験場や民間企業で、各地の魚類などの調査に利用されている。「研究者の要望や調査結果を聞いて、細部まで配慮が行き届いたシステムに改良したい」と宮本さん。バイオロギング研究の発展や普及への貢献を目指す。

北川さんが中心となって作成しているのが、研究者向けのガイドラインだ。対象とする魚種の生態、研究目的や予算に応じて、システム導入案を提示するもので、近く冊子媒体やウェブサイトでの公開を予定している(図5)。ロガーの装着方法などを詳細に説明する動画コンテンツも充実させる。「アイデア次第でユニークな研究ができます。ぜひ技術を使ってみて、バイオロギングの面白さを知ってほしい」と北川さん。

「野外での実証実験が成功した時は感動に震えました」と宮下さんが続ける。「この喜びを多くの研究者と共有するためにも、次世代型バイオロギング・システムを世界に先駆けて魚類で標準化したい。野心的で挑戦的な試みですが、きっと道が拓けると確信しています」。



■図5 魚類の遊泳生態に合わせて代表的なフローが複数パターン用意されている。