

アーカイバルタグデータ解析による ブリの回遊履歴推定の試み



古川誠志郎（資源管理部・資源管理グループ）

アーカイバルタグという測器を魚に取り付けて回遊経路を調べる方法と、ブリを事例にしたデータ取得までのプロセスを紹介します

【はじめに】

「魚はいつ・どこにいるのか?」、このシンプルな疑問は、魚を獲るためにも、逆に魚を獲りすぎないようにするためにも大切な情報です。では、どのようにしてこの疑問に答えていけばいいのでしょうか。漁業対象種であれば、その魚が獲れた場所はその魚が居た場所に等しいこととなります。ですので、対象とする魚がいつ・どこで獲れているのかを知ることができれば、「魚はいつ・どこにいるのか?」という疑問に答えることができます。

ところが、「ある個体がいつ・どこにいるのか?」という問いになると、途端に答えるのが難しくなります。例えば、日本とアメリカで同一の魚種が漁獲されていたとします。このときに、例えば、同一の個体が日本から太平洋を横断してアメリカまで移動していたのかという疑問には、漁獲情報だけでは答えることができません。また、仮にこの魚が日本からアメリカまで移動していたとしても、どのような経路でどれくらいの期間をかけて移動していたのかは、漁獲情報だけでは知ることができません。

【照度から位置を推定するアーカイバルタグ】

こうした中、1990年代頃からアーカイバルタグ（図1）という小型の記録計を魚に取りつけて、回遊経路や遊泳行動を記録しようという試みが行われるようになってきました。アーカイバルタグはそれを取り付けた魚が経験する水温、深度、照度（魚の周囲の明るさ）などの環境情報を記録す

ることができます。その中でも特徴的なのが、照度データによる位置の推定です。

もしも対象が陸上動物であれば、記録計にカーナビやスマートフォンに利用されているGPS受信機を内蔵して、正確な位置を特定することができます。ところが、海水中では電波が減衰してしまうためGPSのような電波を用いた測器を利用することができません。そこで、アーカイバルタグを用いた研究では、電波を用いるのではなく、対象魚が経験する照度を時々刻々と記録することによって、日出と日没時刻を記録します。皆さんご存知の通り、地球上の位置によって日出没時刻は違いますので、これを利用して魚の位置を推定します。アーカイバルタグを用いて魚の位置を推定するまでの手順を以下に示しました（本当は、もう少し別の難しい考え方もありますが、ここでは簡単に代表的な考え方のみを示しました）。



図1. ブリに装着して回収されたアーカイバルタグ。ケーブルの先端は水温と照度のセンサーになっており、本体に温度と圧力のセンサーがついている。最近では、数グラム程度にまで小型化が進んでいるものもある。

まず、アーカイバルタグが、それを装着した魚が経験する照度を記録して、それをもとに毎日の日没時刻を推定します。図2 Aを見るとわかると思いますが、日中は明るく、夜間は暗いため照度データから日没時刻を推定することができます。次に、図2 Bのように、日没時刻から正午時刻を見積もり、該当する経度を推定します。さらに、日出と日没の時刻がわかれば、その間の日長（昼の長さ）を推定できます。日長は緯度によって異なるので、これによって魚がいる緯度を推定します（図2 B）。この手順を繰り返すことによって、魚の毎日の位置を推定し、回遊履歴を復元することができるのです。

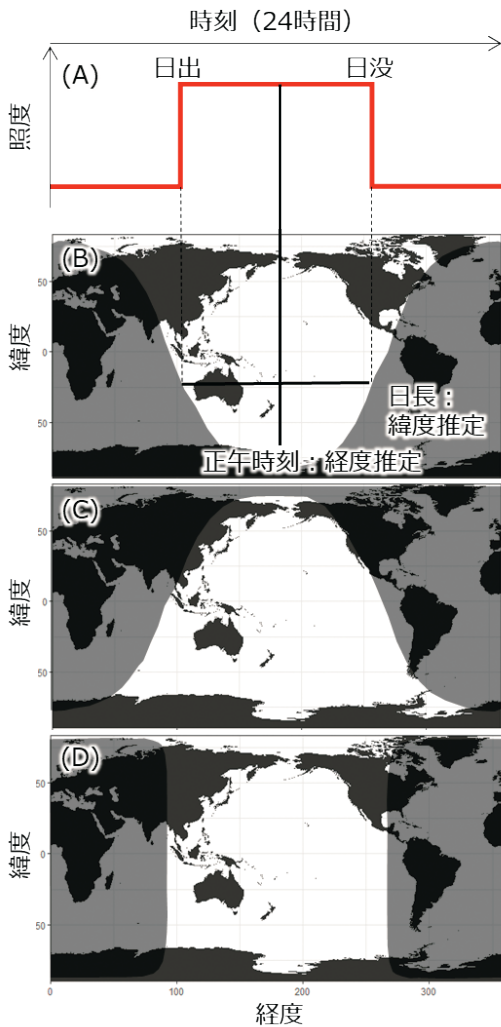


図2. 照度データから位置を推定するための模式図
(A)アーカイバルタグを装着した魚が経験した照度の時系列データの模式図。(B)夏至、(C)冬至、(D)春分・秋分時に地球上のどこが昼で、どこが夜なのかを示した地図の模式図。地図上のグレーの影が夜を示し、白色部分が昼を示す。

【推定位置の精度を向上させる研究】

前述のように、アーカイバルタグは電波を用いた測器が使えない海を回遊する魚の回遊経路を見出すことができる有用な測器です。しかしながら、実はその推定位置の誤差は大きいという欠点があり、実際の位置との差が数百kmに及ぶこともあります。誤差を生じさせる原因として、魚の深淺移動に伴う日没時刻推定の誤りや、春分・秋分時に日長から緯度を推定できないこと等が挙げられます（図2 D）。

このような測位誤差の問題を解決するために、各国の研究者達が知恵を絞ってきました（と言っても、この分野の研究者はそんなに多くはありません）。その方法の一つとして、位置の推定を照度データだけに頼るのではなく、同時に記録された魚の経験水温データを付加することで精度を向上させる方法があります。また、誤差の大きな推定回遊経路から、真の回遊経路を抽出しようとする統計モデルの開発も盛んに行われています。詳細は述べませんが、現在私達は、こういった統計モデルに海洋物理モデル組み込んだ方法を用いることで、日本海を回遊するブリの回遊経路を推定する手法の開発を行っています（図3）。

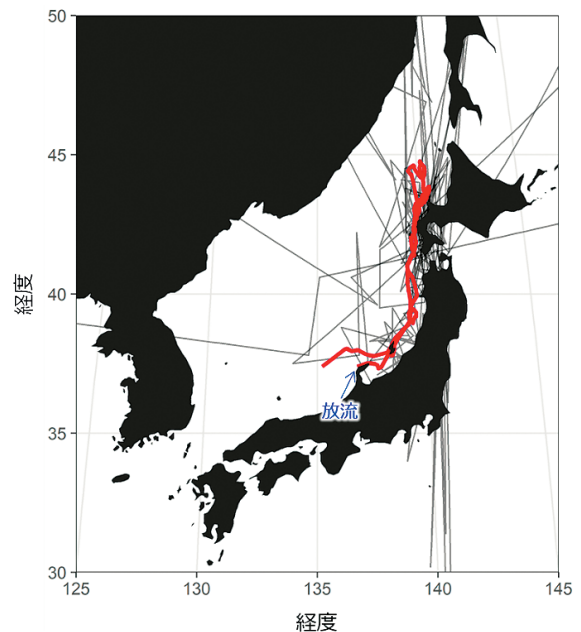


図3. アーカイバルタグで記録された照度データのみを用いて推定したブリの回遊経路（グレーの実線）と、海洋物理モデルを含んだ統計的処理により再構築した回遊経路（赤の実線）

【データを取得するまで】

ここまで、アーカイバルタグを用いて魚の回遊経路を推定する手法を紹介してきましたが、最後に、どのようにアーカイバルタグデータを取得するのか、日本海だけでなく全国的に漁業資源として重要なブリを事例に紹介したいと思います。

まず、ブリにアーカイバルタグを取り付けるところから始まります。ブリでは、魚体へのアーカイバルタグの取り付けは、外科的にメスで腹を開いて腹腔内に埋め込み、脱落しないように縫合糸で腹を縫い合わせています（図4）。この作業は、ブリが獲れる漁船の上で行うことも少なくありません。揺れる船上で生きの良いブリを相手に行う手術は、職人技とまでは言いませんが、それなりの慣れと経験が必要な作業です。次に、この手術でアーカイバルタグを取り付けたブリを再び海に放流します。そして、運良くもう一度この魚が捕獲されてデータを得る機会を得ます。研究者自らが魚を再捕獲できることはほとんどなく、漁業関係者や流通・加工関係者等の皆様のご協力とご報告に支えられています。装着魚が再捕獲されても、まだ油断はできません。アーカイバルタグが

脱落していたり、途中で壊れてデータが記録されていなかったりすることもあります。様々な困難を乗り越え、パソコンにデータを取り込み、データに異常がないことを確認してようやく一安心です。

現在、私は1999年から蓄積されているブリのアーカイバルタグデータを用いて、回遊生態と漁場形成機構の解明を目指して研究を行っています。データの回収に関わった全ての人達への尊敬の念を忘れることなく研究に勤しみたいと思っています。



図4. アーカイバルタグを外科的手術でブリの腹腔内に装着する様子