

## イルカからイワシまで音で見つける水産資源

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-07-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 赤松, 友成 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010333">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010333</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



## イルカからイワシまで音で見つける水産資源

赤松 友成（水産工学研究所 生物音響技術研究チーム）

### 1. 新しい海洋生物探査手法

アメダスで全国各地の降雨量が瞬時に見られるように、魚のいる場所や種類がわかったら、どんなに便利でしょう。これまでのところ、水産資源の分布は、船による漁獲調査と衛星などによる海表面水温情報などを組み合わせて予測されてきましたが、海の中を泳いでいる魚を直接見ることはできませんでした。海洋が宇宙と並ぶ最後のフロンティアと呼ばれるのは、人間が直接行くことが難しいというだけでなく、広域な遠隔観測ができないことが大きな理由です。

海中を見るなら音波を使うしかありません。たとえば遙か遠くに豆粒のように見える貨物船がいても、水中マイクロホン垂らせばゴロンゴロンというエンジン音が意外に間近に聞こえます。音波は、水中では空気中より吸収されにくく、光よりずっと遠くまで伝わるからです。よく知られているのは魚群探知機で、人間の耳には聞こえない超音波を発し、魚からのこだまを受信して、魚群の位置や量を測ります。ただ、これまでの技術では、こだまの大きさから魚の量はわかって、その種類を知ることができませんでした。

ところが最近、海洋生物の種類や行動がわかる音響技術が生まれつつあります。海の生き物の声を利用した長期自動観測システムや、魚の中身が見える超高精度なソナーなどです。これら対象判別機能を備えたロボット観測器を船舶に搭載することで、アメダスのように日本周辺

の水産資源の状況を時々刻々モニタすることが、にわかに現実味を帯びてきました。

### 2. 声でイルカを見つける

声を使った調査が実用段階に入っているのはイルカです。イルカはよく鳴きます。その声をたよりにイルカの数を知ることができるようになりました。イルカは魚群探知機と同じような仕組みで、超音波を使って水中を探る能力もっています。超音波のような高い音は、魚にあたるとよくこだまが跳ね返ってくるからです。最近の研究で、イルカがこの超音波を頻繁に発していることがわかってきました（図1）。見通しの効かない水の中では、音でしばしば辺りを探る必要があるのでしょうか。そこで私たちが考えたのは、イルカが見えなくてもこの声を受信すれば、いるかないかわかるのではないかということでした。



図1 録音装置を吸盤でとりつけたイルカ（スナメリ）  
こうした調査により、イルカが頻繁にソナー音を発しあたりを探っていることがわかりました。

中国の揚子江にすむイルカの国際共同調査が行われることになり、水産総合研究センターは、イルカの声を受信する音響機材を積み込みました。この装置はマイクロホンが2つあります。人間が2つの耳で音の方向がわかるのと同じように、鳴いているイルカの方角を測ることができます。すると鳴いているイルカの方角が別々にわかるので、音響調査では難しいとされてきた個体数を知ることができるようになりました。この調査では、音だけで200頭ほどのイルカを確認できました。いまでは専用の調査船を用意するのではなく、貨物船に録音装置を取り付けています。いわばイルカの自動調査ロボットです。武漢市にはビールの工場があります。できあがったビールを満載した貨物船が、月に2回ほど上海までの1,100kmを往復します。船主の快諾を得てはじまったこのプロジェクトでは、毎回百頭近いスナメリを確認しています(図2)。乗船するのは中国の学生2人だけで、装置を上げ下げしたり電池交換するだけです。調査は基本的には機械に任せます。千キロ以上の水域のイルカの調査を4日間で完了できる音響調査はとても強力といえます。



図2 揚子江でのイルカの発見位置(図中左■)  
この図では90頭のスナメリが発見されました。

この観測を続けていけば、スナメリが減っている地域がわかるでしょう。武漢や南京といった大きな都市でスナメリの行き来が遮断されてしまうと、とくに上流側に取り残されたスナメリで近親交配がすすみ、絶滅してしまう可能性があります。大都市の護岸を自然な状態にもどし、イルカが自由に往来できて漁業もずっとやっていたいけるようになるのは、まだ先のことでしょうか。日本の水産研究が蓄えてきた知識や技術が中国に応用できることは多いと感じます。

### 3. こだまで魚を区別する

イルカが超音波のソナーを持っているという話をしましたが、その能力は素晴らしいものです。たとえばほんの0.3mmしか厚みが違う円筒形の物体を、音だけで見分けることができます。手で触っても絶対にわかりません。これはアメリカ海軍が行った実験で明らかになりました。イルカは訓練すれば人間に区別できたかどうかを報告することができるので、こんなことがわかったのです。そればかりか、材質や形までわかることが示されました(図3)。

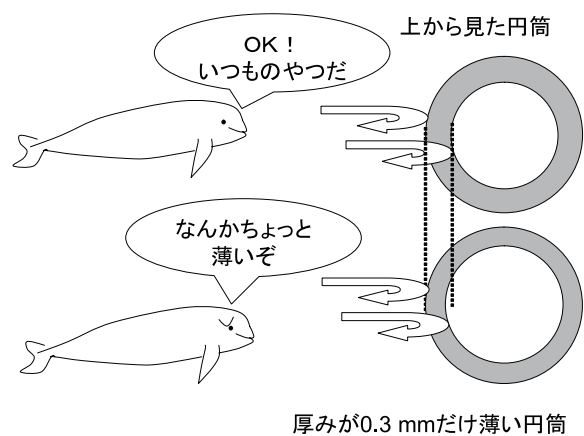


図3 イルカの弁別能力  
イルカは0.3mmの厚みの差も、超音波のこだまで聞き分けることができます。

この能力を人間が利用できれば、どんなに素晴らしいでしょう。魚の量だけでなく、種類や脂の乗り具合までわかるのですから。イルカのソナーの秘密は、その短い音波にあります。2万分の1秒というとても短い時間しか続かないので、海の中でも音の長さは8cmくらいしかありません。ということはとても近い2尾の魚からのこだまを簡単に区別できるということです。原理がわかっているにもかかわらず、そんな短い音をしかも高出力で出す装置がこれまでありませんでした。ところが近年、民間の会社がこうした能力をもつイルカ型の送受信器を開発しました。水産総合研究センターではこの装置を用いて、館山湾のカタクチイワシの群れを見ることに成功しました（図4、図5）。

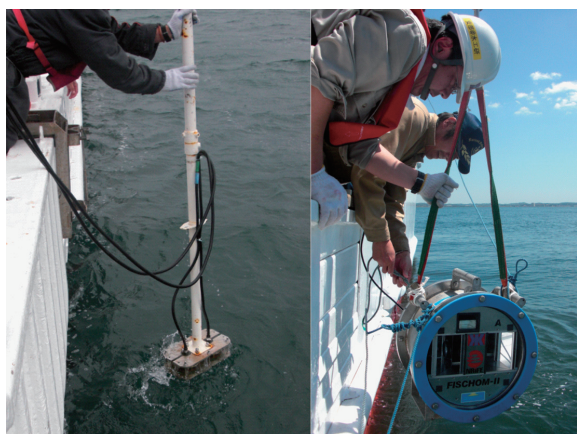


図4 館山湾で調査船たか丸より沈められるイルカ型送受信器(左) 魚の種類を確認するための水中ステレオカメラ(右)

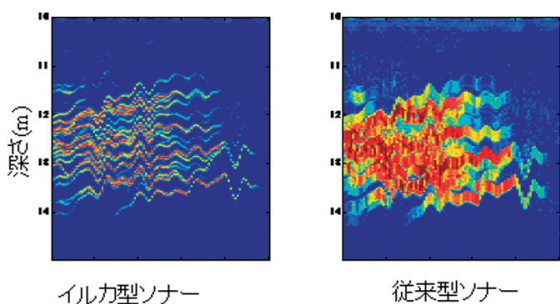


図5 イルカ型ソナー(左)と従来型のソナー(右)の比較 同じカタクチイワシの群れですが、イルカ型ソナーでは一尾一尾が分離してきれいに見えるのに対し、従来型ソナーでは群れになると細かいところが見えません。

イルカ型ソナーではカタクチイワシが一尾一尾確認できるのに対し、従来型ソナーでは個々のイワシの映像がつぶれてしまっています。これはイルカ型ソナーが約8cmの精度で海中を見られるのに対し、従来型では50cm程度になってしまうからです。従来型ソナーがアナログの白黒テレビとするならば、イルカ型ソナーはいわばカラーのハイビジョンテレビと言えるでしょう。

カラーになったというのは比喩ではありません。イルカ型ソナーのもうひとつの特徴は、こだまの音色の区別ができるということです。つまりイルカのように、ものの厚みを知ることができます。同じアジにイルカ型の音波をあてると、背中側からではこだまが短いのに、斜め前方向からではこだまが長くなりました（図6）。これは見かけ上の奥行きが魚の角度によってかわるためです。つまりこだまの音色が違います。従来型ソナーでは、魚の高さを知るのとはとても難しいと言われてきました。それは使っている音があるひとつの振動数しかなく、こだまの音色もピーという口笛のような音しかはねかえってこないからです。こだまの大きさつまり魚の量を知るには従来型のソナーは役立ちます

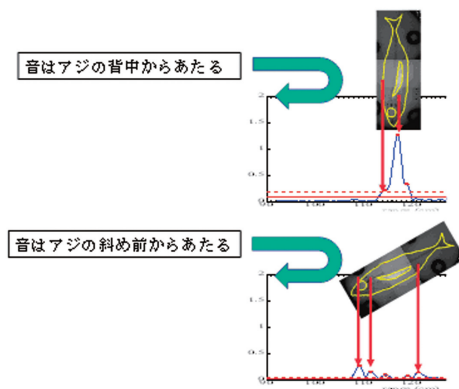


図6 音の入射角度によるこだまの構造の違い 同じアジでも音が当たる方向によって厚みが違います。イルカ型ソナーのこだまにはその違いがあらわれていました。



が、こだまの音色つまり魚の太り具合とか種類の違いを知るには、イルカ型ソナーのほうが圧倒的に有利です。

#### 4. 海のアメダス

これらのシステムを組み合わせることで、高い解像度をもち、広域リアルタイムで、相手が積極的に音を出さなくても海洋のいろいろな資源を見つけられる夢のようなシステムをつくることができると考えています。

これまでに紹介した海の中の生物を自動的に見分ける装置を航行する船にとりつけるといった構想です（図7）。

船は海上をくまなく走り回ります。漁船は魚のいるところを主に走りますし、定期航路の貨物船や客船は、同じ場所を決まった時刻に行ったり来たりします。いずれも理想的な観測プラットフォームです。得られた水産資源の情報は小型ハードディスクに記録して、港に入ったときに無線LANで飛ばせば、自動海中探査ネットワークができあがります。さらにハンディGPSを付けて、船位の軌跡も送信すれば、いつどのどの深さにながいたのかがわかるでしょう。これらを構成する要素技術には、とくに大きなハードルはなさそうです。なんとなれば、魚群探知機にあらかじめこうした記録と転送機能をつけておけば、最新鋭水産資源調査船を仕立てることができます。あとは港にインターネットの接続ポイントを設置すればよいのです。集められた海中からの反射音データと位置情報をあわせれば、まるでアメダスのように、日本の周辺の海の中にいまどんなものがどのように分布しているのかがわかるはずです。

電波を通さない良導体の海表面の薄皮をひっ

pegし、海の底まで海洋資源を見られるシステムがこんなにも簡単にできたらすばらしいです。しかも日本の周辺にはそれこそ無数の船舶が航行しています。これらの船舶の一部でも海中センサーのプラットフォームとなれば、海中資源探査にまったく新しい時代が来るでしょう。まるで衛星画像から雲の動きを見るように、クリックすれば日本の周辺の水産資源の三次元分布が日に日に更新されていくのです。

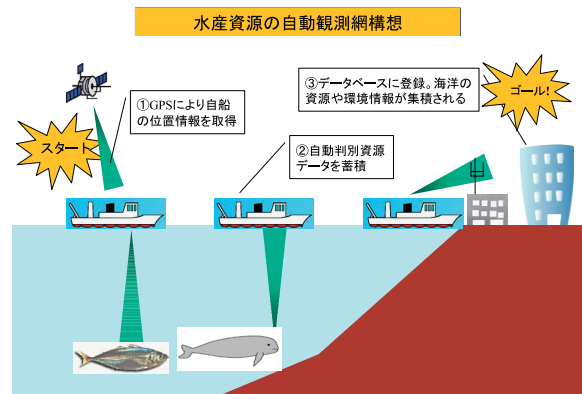


図7 水産資源の自動観測網構想  
海の生き物を自動判別できる目ができれば、これをネットワーク化することで、水産資源を自動観測するシステムが安価にできます。