

## 水産資源を守る 新しい漁法を 目指して 有元貴文先生

東京海洋大学海洋科学部教授

取材・文：斉藤勝司

### 年間2700万tもの魚が 捨てられている？

>有元先生が取り組んでおられる漁法の開発研究についてお聞かせください。

魚を獲る漁業には様々な方法があります。魚を誘導して網で獲る定置網や、袋状の網で魚の群を追いかけて獲るトロール漁法など、古くから数多くの漁法が考えられてきました。ただし、これま

日々の食卓を賑わせてくれている魚介類。近年、乱獲によって魚が減りつつあると言われています。一方、世界的に人口は増加するばかり。当然、食料を増産しなければなりません。ただし、ただ魚をたくさん獲ることばかりを考えているのは、そう遠くない将来に水産資源は枯渇してしまうでしょう…。そこで、魚群の行動を研究することで、水産資源を守りつつ必要な魚だけを得る方法(漁法)が研究されています。今回は、漁法開発の最前線に迫ってみることにしましょう。

での漁法の開発は、いかに効率的に魚を獲るかを念頭において進められてきました。簡単に言ってしまうと、「たくさん獲る」ことだけを考えた漁法の開発だったんです。しかし現在は、たくさん獲れば良いという考えだけではすまなくなっています。限られた水産資源をいかにして有効に利用するのを考えていかなければならなくなってきたんです。

現在、世界の人口は60億人を超えて、2020年

魚の遊泳能力を調べる回流水槽を説明する有元先生。右から左へと流れる水の中で魚を泳がせ、上部に設置されたカメラで撮影。ビデオを見ながら尾ひれを動かす回数を数えて、個々の魚種の遊泳能力を調べていく。



には80億人、2060年には100億人に達すると試算されています。それだけの人間が生きていけるだけの食料を生産しなければならないわけですが、陸地での農業による食料増産は難しくなっています。耕地面積を増やそうとすれば、森林を伐採しなくてはならず、森林による二酸化炭素の吸収ができなくなって、地球温暖化を悪化させてしまいかねません。人口増加に対応できるだけの食料増産の大きな部分を海が担っていく必要があります。漁業の重要性が改めて認識されてきています。>それなら、よりいっそう魚を獲れる漁法を開発しなければならないんじゃないでしょうか？

確かにたくさん獲れたほうがいいでしょう。しかし、それが可能なのは水産資源が無尽蔵にある場合だけ。限りある魚群を獲りつくしてしまうようなことがあってはなりません。必要な魚だけを獲るようにしなければならないんです。

海の中に生息している魚には、大きな魚もいれば、小さな魚もいます。同じ1匹の魚でも、大きく成長してから獲れば食べられる量は増えますね。その意味で、小さな魚のうちに獲ってしまうのは資源のムダづかいにもつながります。

それに、漁業は産業ですから、不必要な魚をいくら獲っても売ることはできません。商品として



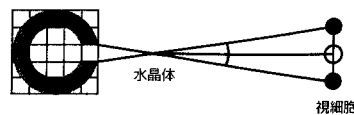
「責任ある漁業」と破壊的な漁業 食料を求めて漁業を行う場合、自然環境への悪影響を抑えることが求められます。そこで豊かな海を残していくために自然環境に悪影響を与えることのない「責任ある漁業」という考え方が広まりつつあります。たとえば、絶滅の危機にあるウミガメを誤って獲らないように、漁法の改良が求められており、上の写真の本にはウミガメを獲らない方法が紹介されています。また、フィリピンなどの珊瑚礁では、漁業にダイナマイトや猛毒のシアン化合物を用いることが行われており、その悪影響は大きなものとなっています(左のポスター)。有元先生はこうした破壊的な漁業を止めさせるための活動も行っているのです。

扱えないほど小さな魚や、商品価値の低い魚種は、たとえ網に入って獲れたとしても、海に捨てられるだけ。事実、1994年に国連食糧農業機関(FAO)が発表したレポートによると、年間2700万tもの魚が、獲られたのにも関わらず、捨てられているという推計を発表しました。

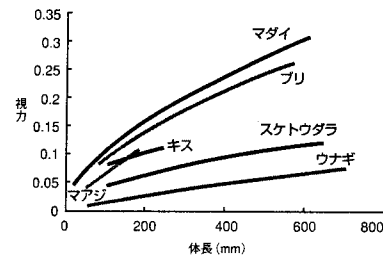
>2700万tですか!?

はい、とんでもない数字ですね。近年、イワシの漁獲量が激減して、日本の総漁獲量も減って、600万t程度になっていますが、この数字と比較すれば、2700万tという数字がどれほど大きいものかわかるでしょう。これでは、いつかは水産資源は枯渇してしまいます。

このレポートは衝撃的なもので、現在の漁業に対する強烈な警告となりました。この数字が本当に正しいのかどうかという議論はもちろんありましたが、私のように魚の行動と漁業の関係を研究している者にとっては大きな励みになったんです。今は2700万tもの魚をムダに獲っているとしても、この魚を獲らないようにできれば、それだけの魚を将来の食料資源として保存できることになる。つまり、必要な魚だけを獲る新しい漁法を開発することの重要性を示しているようなものなんです。それだけに、魚群の行動を研究した成果



魚の視力の考え方(上)、魚の視力と体長の相関(右)  
視細胞が少ないと対象物がぼやけたものとなり視力は低下。逆に視細胞が多いと細かく像が見れるため視力は良くなる。この原理から、網膜の視細胞を数えると、人間の視力と同じように調べられます(提供:東京海洋大学 蒲谷道香)。



を活かして、新しい漁法を開発しなければならないと考えているんです。

## 魚の視力を測定するには?

>必要な魚だけを選んで獲る漁法は、どのように開発するのでしょうか?

「釣で突く漁法などでしたら、漁師が魚のサイズを確認して、大きな魚だけを獲ればいいので、開発する必要もありません(笑)。しかし、ほとんどの漁法では、魚の大きさを確認して獲るなんてことはしていませんから、まだまだ改良すべき点が多いんですね。

たとえば、大きな魚だけを網に誘導することができれば、小さな魚を獲らずにすむと考えられますね。そこで私が利用しようと考えているのが、魚の視力なんです。すでにたくさんの魚種について視力を調べているんですが、同じ種類でも大きくなればなるほど視力が良くなっていることが明らかになったんです。ならば、この視力の差を活

かせば、大きな魚だけを選ぶことが可能になると考えられるんですね。

ある魚群を網で獲ろうとしている時に、大きな魚の視力がいいことを利用して、早めに網の存在を気付かせる。通常、網が近付いてくことに気付けば、どんな魚でも逃げようとします。ここで、この逃げようとする反応をうまく利用して、逆に網に誘導することができれば、理屈の上では大きな魚だけを選んで獲ることができます。ですから、魚群の行動を調べる第一歩として、魚の視力を調べるのが重要なんです。

>魚の視力を測定するんですか? 学校で視力検査をするようにはいきませんか?(笑)

眼の中で、目標物の像を結び網膜の視細胞を数えて、理論的な視力を調べます。専門的には「分解角」というんですが、網膜の一定の面積当たりの視細胞の数が多ければ多いほど、対象物の像をシャープに認識できるわけですね。そこで魚の目の構造を顕微鏡で観察し、視細胞の数を数えることで、魚の視力を調べることができるんです。すると、同種でも体長が大きければ大きいほど、視力は良いという結果が得られました。

>大きな魚ほど視力が良いことがわかったとして、その事実をどのように活かせば、大きな魚だけを選択的に獲ることが可能になるのでしょうか?

「袋状の網を曳いて魚群を獲るトロール漁法であれば、小さな魚は網の存在を気付かせないままで小さな魚用の脱出口をつけておくなどして網をすり抜けていってもらうようにする。一方、大きな魚だと早くから網が近付いてくることがわかっていますから、当然、逃げようとするんですが、ここで逃げようとする行動を逆に利用して、網口の

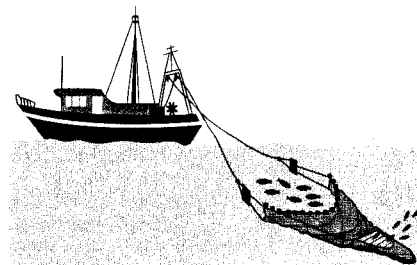
中央に集まるようにしてやる。これで大きな魚だけを獲得することができるんです。ただし、こうした選択性の高い漁法を開発するには、魚の遊泳能力を調べなければなりません。

トロール漁法の場合、網で追いかけて獲るわけですから、魚の遊泳速度よりも遅い速度で網を曳いては獲ることはできません。ただし、あまりに速く網を曳いてしまえば、網が近付いてくることを気付かせなければならぬ大きな魚に対しても、網が近付いてくることを気付かないうちに魚群の位置まで網が達してしまうことになり、うまく大きな魚だけを誘導できなくなる。ならば、網を曳く適度な速さを考えなければならぬんですが、そこで魚の遊泳能力を調べる必要が出てくるんです。

## 疲れしらずの魚の筋肉

>魚の遊泳能力というのは、どのようにして調べるんですか?

「回流水槽という、水の流れを作ることができる水槽に魚を入れて観察します。一定の速度の流水の中を泳がせてみて、尾ひれを動かす回数を数えます。この尾ひれを動かす回数というのは、人間で言えば歩数に相当するものなので、1回、尾ひれを動かすことでどれだけ進むのかがわかれば、速度は簡単に算出できますよね。

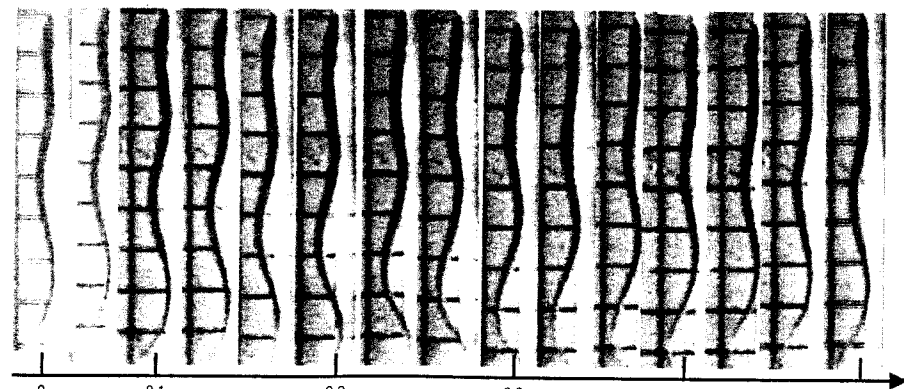


袋状の網を曳いて魚群を獲るトロール漁法。魚群に近付いていく過程で、うまく大きな魚だけを網口に誘導し、網目を大きくしたり出口を設けたりすることで小さな魚を逃がせば、水産資源を有効に利用できるのです。

ただし、漁法の開発で重要視しなければならないのは、最大速度を調べるのではなく、どれだけの速さで泳ぎ続けられるかということなんです。

「一般に魚の泳ぐ速度というのは、疲れることなく一生泳ぎ続けられる「持続速度」、持続速度よりも速くてすぐに疲れてしまう「中間速度」、そして、数秒しか持続できない「突進速度」の3つに分けられています。私たちは持続速度を調べたいんですが、魚の一生を観察し続けるなんてことは不可能ですから、とりあえず2時間観察すれば、持続速度を算出できると考えています。

>一生泳ぎ続けても疲れれないというのは、すごいことですね。人間なら、どんなにゆっくり歩いたとしても、数時間も歩けば、疲れて動けなくなってしまうが…

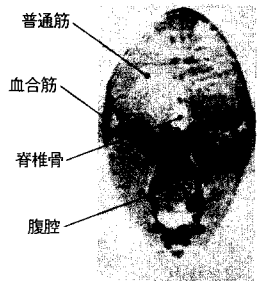


泳ぐウナギを真上からとらえた映像。川や池に棲むウナギは岩などの物陰でじっとしていますが、回流水槽の中では泳がなければならず、遊泳能力を調べられます。約40cmのウナギだと、その遊泳速度は秒速約65cmでした。(提供:東京海洋大学 谷内大亮)

経過時間(s)

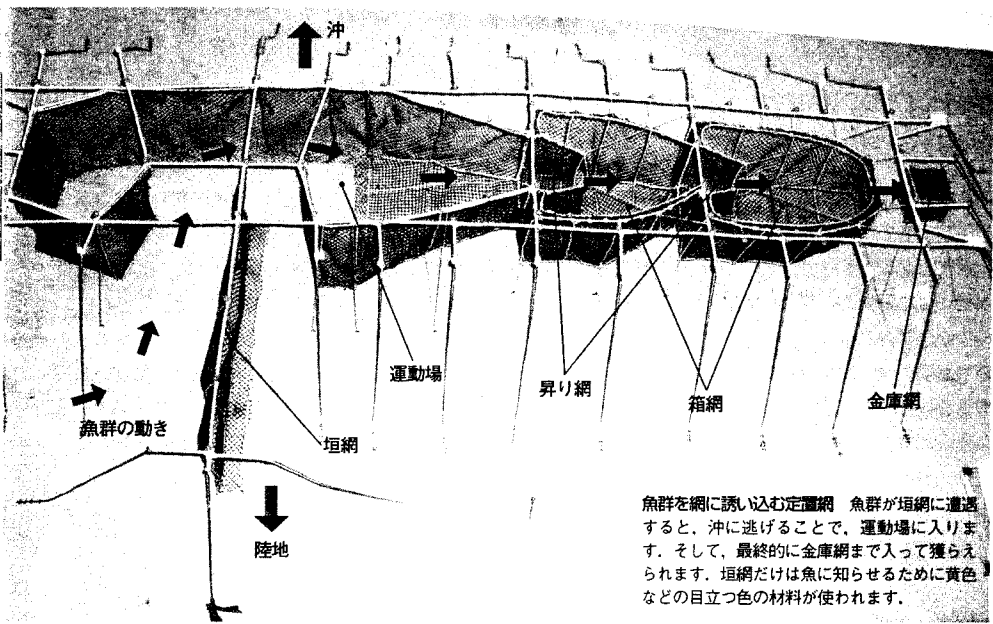


Takafumi Arimoto



魚の断面の様子 普段は血合筋だけで泳ぎ、普通筋は敵に追われるなどの緊急時しか使いません。血合筋だけでも泳ぎ続けられるのです。

## Takafumi Arimoto



魚群を網に誘い込む定置網 魚群が垣網に遭遇すると、沖に逃げることで、運動場に入ります。そして、最終的に金庫網まで入って獲られます。垣網だけは魚に知らせるために黄色などの目立つ色の材料が使われます。

それには魚の筋肉の構造が関わっています。魚の筋肉は、血合筋と普通筋の2種類に分けられます。ブリなどの切り身を見ると、白い部分と赤黒い部分があるのに気付くと思いますが、白いところが普通筋で、赤黒いところが血合筋なんです。実は、魚は持続速度で泳いでいる限り血合筋しか使わないんです。この血合筋は血液成分が非常に多いところで、筋肉を使っても、疲労の原因となる乳酸をすぐに代謝してしまうため、乳酸がたまらず、疲れることはありません。そのため、一生

泳いでも疲れることはないんですね。しかし、中間速度や突進速度で泳ぐとすると、血合筋だけでなく、普通筋も使うため、乳酸が代謝されずにたまってしまいますので、その速度を維持できなくなってしまいます。ですから、漁法を開発するための基礎データをとる場合、持続速度だけを考えればよく、2時間も泳ぎ続けられるのなら、それは血合筋だけを使った泳ぎなので、2時間泳げれば、それは持続速度だと考えていいというわけですね。これまでにマアジ、アナゴ、シロギス、ウグイ、コイなどの持続速度を調べました。ここに視覚について研究した成果を加味して、より良い漁法の開発を目指しているんです。

なるほど、視覚と遊泳能力。これが必要な魚だけを得る漁法を開発する鍵となっているんですね？  
視覚と遊泳能力だけで新しい漁法が開発できるほど簡単なことではありませんよ、というのも、魚の種類それぞれで視覚や行動は異なりますし、漁法も千差万別。これまで得られた研究成果だけで、有効な新しい漁法が開発できるわけではありません。私は魚の視覚から、その行動を明らかにするというテーマとして研究をやっていますが、視覚だけでは説明できない現象がたくさん

あるんです。  
たとえば、定置網では魚群に垣網の存在を認識させて、運動場に誘導し、最終的に箱網、金庫網と呼ばれる部分で獲られます。ですから、魚群に対して垣網の存在を知らせるようにしているんですが、魚群探知機で魚の動きを観察していると、視覚だけでは認識できないほど離れたところから、垣網の存在を察知して、魚群が進む方向を変えていることがあるんです。「そんなところから垣網が見えているわけがないだろう」と思っても、現実には魚群が反応している。そういう行動をとるような海底地形を選んで網を仕掛けていますし、また、視覚以外の感覚器官も利用している可能性があります。はっきりと証拠があるわけではありませんが、今、考えられているのは聴覚です。定置網に潮流がぶつかることによって発生する音を察知して、定置網の存在を認識しているんじゃないかと推定されているわけです。

また、魚の視力はわかってても、魚に存在を認知させたいものの背景がどうなっているのかによっても、魚が認識してくれるかどうかは違ってくる。魚が海面を見上げる場合、太陽の光を受けて背景が明るくなるため、黒いもののほうが認識しやすくなる。逆に魚が海底のほうを向いていた場合、背景は暗い海底なので白などの明るい色のほうが認識しやすくなる。こうした違いも考慮に入れると、個々の漁法を改良していくには、まだまだ調べなければならないことはたくさんあります。  
>有元先生の研究が進展すれば、水産資源を枯渇させない漁法かどうかでも区別できるようになるんじゃないでしょうか？

そういう研究も進めています。これまで、漁業による水産資源への影響という、どれだけ多くの魚を獲ったかが物差しになっていたわけですが、漁具で魚を追いかければ、当然、魚には過度のストレスが加わっているでしょう。たとえ獲れなくても、ストレスで死んでしまっている可能性もあると考えられるようになってきて、漁法別に魚へのストレスも考慮しなければならなくなってきたんです。

私の研究室でも、漁法別に魚のストレスを、コルチゾールなどのストレスホルモン（ストレスが加わった時に血中に分泌されるホルモン）の量や心拍数を測定するなどして、調べようとしてきました。しかし、これがなかなか難しい、というのも、ストレスホルモンを測定する場合、血液を採取しなければならないんですが、実験で与えたストレスなのか、実験後に採血する時のストレスなのかの区別ができず、正確なデータが得られない。将来的には漁法別の魚を含め、自然へのストレスの程度を詳しく調べて、漁法を評価できるようにしたいところですね。

「漁業」というと、漁師のみなさんの長年の経験によって培われてきたものというイメージが強く、科学的な研究とは無縁のものと考えていた読者も少なくなかったことでしょう。しかし、これからの漁法開発は、科学的な取り組みなくして実現するものではありません。これからもおいしい魚をずっと食べられるよう、有元先生の研究によって開発された新しい漁法が、大海原で活躍する日を期待しましょう。



## 有元貴文先生 Takafumi Arimoto

1951年生まれ。東京海洋大学海洋科学部教授、農学博士。東京海洋大学の前身である東京水産大学水産学部卒業。同大学漁業生産学助手、講師、助教授を経て、文部省在外研究員として英国スコットランド農水省海洋研究所に留学。東北大学、広島大学、長崎大学などで魚の行動と漁獲技術についての集中講義も担当。東京水産大学と東京商船大学が統合した2003年10月より現職。漁業対象となる生物の行動を明らかにしながら漁業技術の開発を行う。定置網、トロール、集魚灯漁法に関連した研究が多く、魚のストレス測定から漁獲技術の自然環境への影響の程度を調べ、漁法ごとの評価をするエコ・ラベリングを目指した研究を手掛けている。