

# 仙法志堆（利尻島南西部）におけるホッケの計量魚探調査

板谷和彦・浅見大樹・高嶋孝寛

キーワード：ホッケ、仙法志堆、計量魚探、周波数特性

## はじめに

魚群探知機（以下、魚探）で魚を探するとき、鰾（うきぶくろ）のある魚は、音波が鰾で跳ねかえりやすいので反射が強くなり、魚群反応として明確になります。しかし、鰾のない魚では、音波の跳ね返りが小さいために、反射は弱くなります。ホッケは鰾がないので、魚探で捉えるためにはたくさん個体が集まって濃密な魚群を形成する必要があります。一方、日本海北部の利尻島の周辺域では、春に来遊するホッケ（通称、ハルボッケ）を対象とした沿岸漁業がいくつかあります。その中でも、利尻島南西部の仙法志堆を漁場とするまき網漁業は特徴的で、摂餌のために根<sup>1)</sup>の上に来遊し濃密に集群したホッケ（通称、ホッケ柱）をまき網<sup>2)</sup>で取り囲み漁獲します。このように仙法志堆周辺に出現する濃密な魚群ならば、計量魚探で見ることができるのではないかというのが、この調査を始めたきっかけです。

## 調査方法

調査海域の詳細と魚探調査線について図1に示します。調査は稚内水試の試験調査船北洋丸(237トン)を用いて2000年から開始され、はじめは、調査時間帯の検討や海域の設定など、試行錯誤を経て2002年からは現在の調査スタイルとなりました。仙法志堆には利尻根・折込根といった代表的

な根があり、これらの根の周辺を調査海域としました。調査時期はまき網漁業の漁期前の4～5月とし、時間帯は操業が行われるのと同じ昼間としました。魚探調査のラインはホッケ柱を捉えるために0.5マイル間隔と非常に狭く設定し、1つの根では11ないし13本の調査ラインを設けました。魚探航走後には、特徴的な魚群が多く見られた地点で魚群の正体を釣獲により確認します。計量魚探はシムラッド社製のEK60（2004年まではEK500）の38kHzと120kHzの2つの周波数を使用しました。調査海域はどこも水深100mよりも浅く、根の頂上付近では50mよりも浅くなります。

計量魚探に記録されたデータの一例を図2に示します。図2は根の頂上付近の周波数38kHzの画像で、2つの特徴のある魚群反応を見ることができます。まず、根の周辺には魚群反応（ア）が確認でき、反応が強いことを示す赤色なので誰でもここに目がいきます。次に、海底から離れて浮い

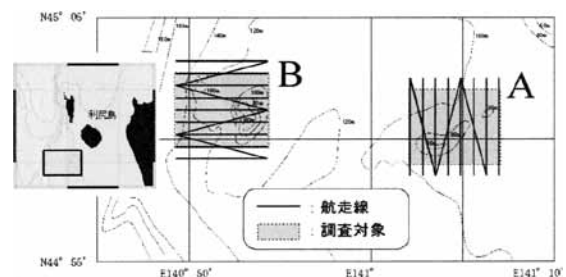


図1 計量魚探調査海域  
A：利尻根周辺 B：折込根周辺

<sup>1</sup> 比較的平らな海底に突き出た岩礁のあるところ。

<sup>2</sup> 魚を網で包囲する漁具。利尻島では1隻の20トン未満船で操業する中型まき網。

ている魚群反応 (イ) が確認できます。魚群反応 (イ) は (ア) に比べると反応が弱い青や緑色を示しています。(ア) や (イ) のような魚群反応が現れた場所で、釣獲調査により魚種を確認するのですが、いずれの魚群に対してもホッケが釣獲されました。ホッケの他には、ソイ類が釣獲されるものの、ホッケのほうが多く釣れることから、ソイ類を無視し、計量魚探に映っている魚群はホッケの来遊量を代表しているとして、周波数 38kHz に映る海底から海面近くまでの反応量の積分値 (NASC、 $m^2/nmi^2$ ) を来遊量指数としました。

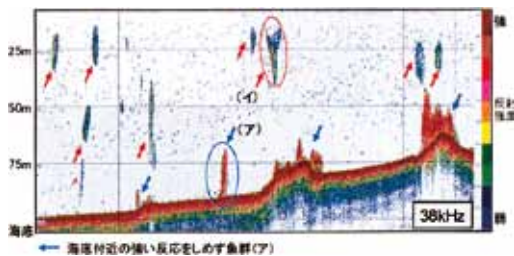


図2 利尻根頂上付近の周波数38kHzの魚探画像

来遊量予測では、計量魚探による指標の他、釣獲によるホッケのサイズ組成や漁場水温などの情報を用いて分析し、『ホッケ計量魚群探知機調査

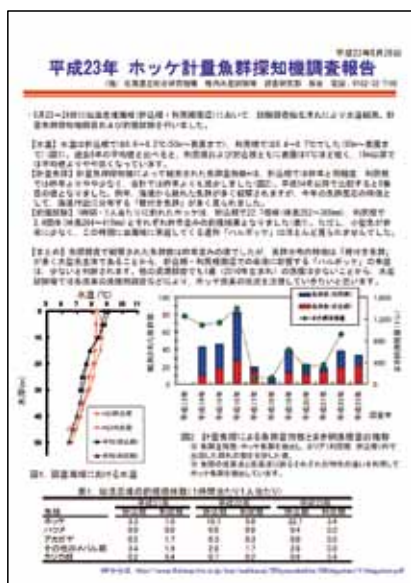


写真1 ホッケ計量魚探機調査報告(平成23年度)

報告』としてマリンネットホームページに掲載(写真1)、関係機関へも配布しています。

漁況予測の試行錯誤

この調査から得られた魚群来遊量指数と、春季のまき網漁業の漁獲量の経年値を図3に示しました。これまで10年ほどのデータが集まり、漁況予測結果の検証をしたのですが、2005年の漁獲量の落ち込みが反映されなかったことなど、予測の精度はあまり良くないことがわかってきました。原因は『魚群の大半はおそらくホッケだろう』としたことです。

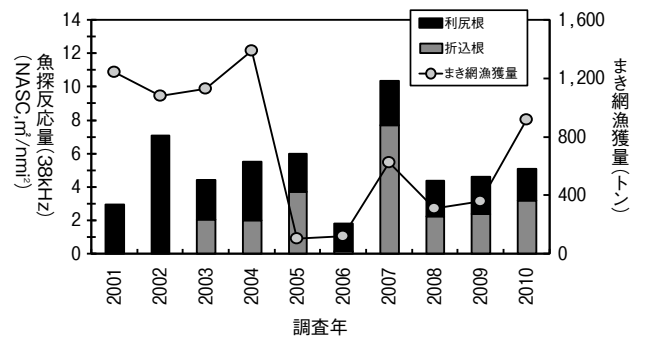


図3 調査から得られた魚探反応量 (38kHz) とまき網漁業による漁獲量の経年変化

ちょうどこの頃、音響資源研究者の間では、複数の周波数を利用して周波数ごとの反射の特徴の違いから、対象とする魚群のみを抽出する手法(差分法)が開発され、いくつかの魚種での事例が報告されるようになってきました。例えば、プランクトンは低周波よりも高周波に強く反射するのに対して、スケトウダラのように鰹(うきぶくろ)のある魚ではほぼ同じか低周波の反射がやや強くなる特徴を利用して、スケトウダラとプランクトンの群れを分離した事例(Miyashita et al. 2004)があります。音響資源研究者は、この調査に対してもホッケ以外の生物(主にソイ類)による影響を指摘し、差分法の利用を薦めました。そこで検討をはじめ

たところ、この調査においてもホッケ魚群の抽出が可能になってきました(高嶋、未発表)。

### 差分法によるホッケ魚群の抽出

ここでは、差分法を用いてホッケと思われる魚群の抽出方法について説明します。計量魚探は、光ではなく音(超音波)を利用して水中を観察する道具です。したがって、観察したいものが音についてどのような特徴(音響反射特性)を持っているかを知ることが重要になります。ホッケの音響反射特性として、38、120kHzの2つの周波数それぞれにおいて1個体当たりの音響反射量(ターゲットストレングス:TS)を調べると、120kHzの場合のほうが38kHzの場合より3~4dB(デシベル)ほど強く反射することがわかりました(図4、高嶋、2006)。

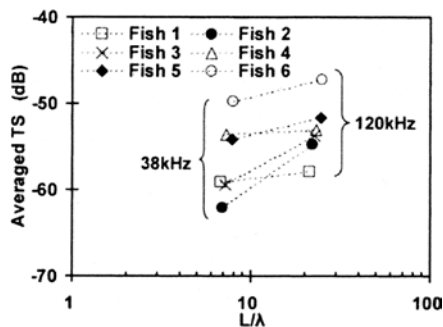


図4 懸垂法で計測されたホッケの周波数別ターゲットストレングス(高嶋, 2006より転記)

この海域に分布する他の魚種としてソイ類が挙げられ、それらとホッケとの分離がこの調査の要となります。ソイ類は立派な鰓を持ちますから、TSはどちらの周波数でもホッケよりもはるかに強く、また、ホッケとは逆に38kHzのほうが120kHzよりもやや強く反応する特性があります。このような周波数特性の違いから目的の魚群を抽出するのが差分法です。

実際に差分法を利用する場面は、2つの周波数

それぞれで得た魚探の画像を見比べて魚群を判別するときですが、現在では、パソコン上で動作する魚探解析ソフト(Echoview、Myriax社製)が開発され、この抽出作業をパソコン上で簡単に行うことができるようになりました。この魚探解析ソフトを使った差分法によるホッケ魚群の抽出については、すでに、日本海南部の奥尻堆周辺に分布するホッケに対して行われ報告されています(藤岡、2011)。今回は、ホッケのTS測定の実験結果(図4)を参考にして38kHzよりも120kHzのほうが4dB以上高くなる魚群を抽出するように設定し解析を実行しました。2つの周波数の魚探画像と差分法で抽出したホッケと考えられる魚群を図5に示します。

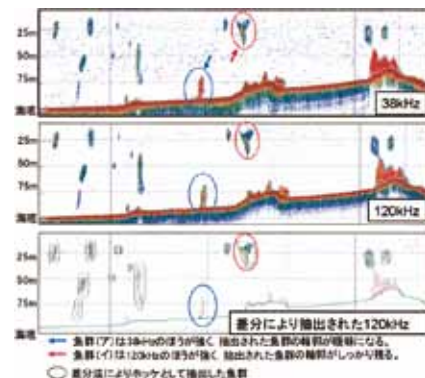


図5 2つの周波数の魚探画像と差分法で抽出したホッケとみられる魚群

ホッケとみられる魚群は、海底から離れていることが多く、差分法で抽出されなかった魚群、すなわち、ソイ類と考えられる魚群は海底付近に分布している様子が多く見られました。以前に実施した水中カメラによる観察では、海底付近ではホッケがソイ類と一緒に分布している様子が確認されています。このような状況では、ソイ類のほうがTSははるかに高いので、差分法でのホッケの抽出は困難で、ソイ類として判断されてしまうと考えられます。

## 漁況予測方法の改良

漁況予測には、その海域の分布量を調べるのが理想ですが、この海域では、ホッケよりもはるかにTSの高いソイ類が分布していることから、計量魚探の積分値からホッケの分布量だけを抜き出すには、ホッケとソイ類の分布割合を正確に把握する必要がありますため、大変な調査労力を要します。また、この海域のまき網漁業は、魚群を確認してその周りを取り囲む漁法なので、魚群の視認性は漁獲量に反映されると考えられるので、探知できた魚群数のほうが分布量をよく表しているのではないかと考えました。そこで、今回は魚群の出現数を使った比較を試してみました。図6に差分法で抽出したホッケ魚群の数とまき網漁業の漁獲量の経年値を示します。

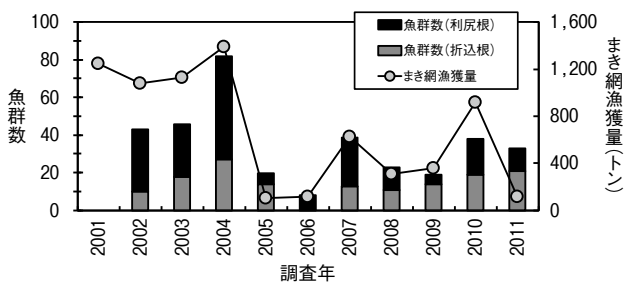


図6 差分法で抽出したホッケ魚群の数とまき網漁業の漁獲量の経年値

両者の推移をみると、図3に示した反応量よりも図6に示した魚群数のほうが漁獲量の変化と合っています。魚群数の推移をみると漁獲量のピークの2004年や、低迷した2005、2006年、その後の増減など一致しており、魚群の出現数を来遊量の指標として用いれば、ある程度漁況を予測できることが確認できました。

最新の2011年の調査では、ホッケ魚群が前年並に比較的多く観察されましたが、その大部分は中層まで浮上せず海底近くに分布する群れ（根付き群）でした。さらに、釣獲調査の結果、群れの中

身は例年よりも大型の魚が主体で、小型のハルボッケではないことが確認されました。これらのことから、春漁に影響するハルボッケの来遊は少ないと予測しました。2011年の漁期は、観察された魚群数ほど振るわず2006年以来の不漁となりました。このように、漁況予測にはひとつの指標だけではなく、魚群が分布する様子や対象魚のサイズ構成、さらに、今回は議論しませんでした水温をはじめとする環境の情報など、複数の情報から判断することが必要と考えられます。

今後は、ホッケの来遊を左右すると考えられている餌生物についても、出現量の経年変化や出現時期の遅延などに焦点を当て、漁況予測の向上につとめていきたいと考えています。

## 引用文献

1) Miyashita, K., Tetsumura, K., Honda, S., Oshima, T., Kawabe, R. and Sasaki, K. : Diel changes in vertical distribution patterns of zooplankton and walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of eastern Hokkaido, Japan, estimated by the volume back scattering strength ( $S_v$ ) difference method, Fish. Oceanogr. 13 (Suppl. 1) : 99-110 (2004) .

2) 高嶋孝寛：海中垂下されたホッケ *Pleurogrammus azonus* のターゲットストレングス。北水試研報,70,73-80 (2006)。

3) 藤岡 崇：音でみる～周波数差分を用いた魚種判別の試み～。試験研究は今,第683号 (2011)。

(いたやかずひこ 稚内水試調査研究部・あさみひろき・たかしまたかひろ 中央水試資源管理部 報文番号B2350)