

## 音響によるツノナシオキアミの現存量推定精度向上に寄与

水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部 漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

1. ツノナシオキアミ (*Euphausia pacifica*, 図1) は、主に北日本沿岸に多く生息する最大体長 20 mm 程度の甲殻類です。植物プランクトンを食べて成長し鯨類や魚類の餌になることから、生態系の中で重要な種の一つとして知られています。また、三陸沿岸では直接の漁獲対象にもなっており、養殖の餌料や釣り餌として利用されるほか、干したものが食用としても利用されています。このようにツノナシオキアミは、水産有用種の一つであり、その分布や現存量(ある時点での生物量)を知ることが求められています。
2. 計量魚群探知機を使用した音響調査は、短時間で広範囲を連続的に調査可能という特長を持っており、魚類だけでなくオキアミ類を含む動物プランクトンについても実施されています。音響手法では、計量魚群探知機で得られた体積当たりの音響反射の強さを、生物1個体あたりの音響反射の強さで割ることによって体積当たりの分布密度を求め、これを深度方向に足し合わせることで、面積当たりの分布密度に変換します。尾数は調査面積と面積当たりの平均分布密度の積により求めることができます。このときに使用する生物1個体あたりの音響反射の強さをターゲットストレングス(TS)と呼んでいます。過去にオキアミ類やカイアシ類などの動物プランクトンのTSについて理論的に検討した結果から、密度比(海水に対する動物プランクトンの密度比)と音速比(海水に対する動物プランクトンの音速比)の2-3%程度の変化でTSは20dB変わることが報告されています(Chu et al., 2000)。20dBは現存量推定値では100倍の変化に相当し、無視できない誤差になります。TSが季節や年で大きく変動する場合には、その季節や年に応じたTSを使用



図1. 本研究で対象としたツノナシオキアミ。

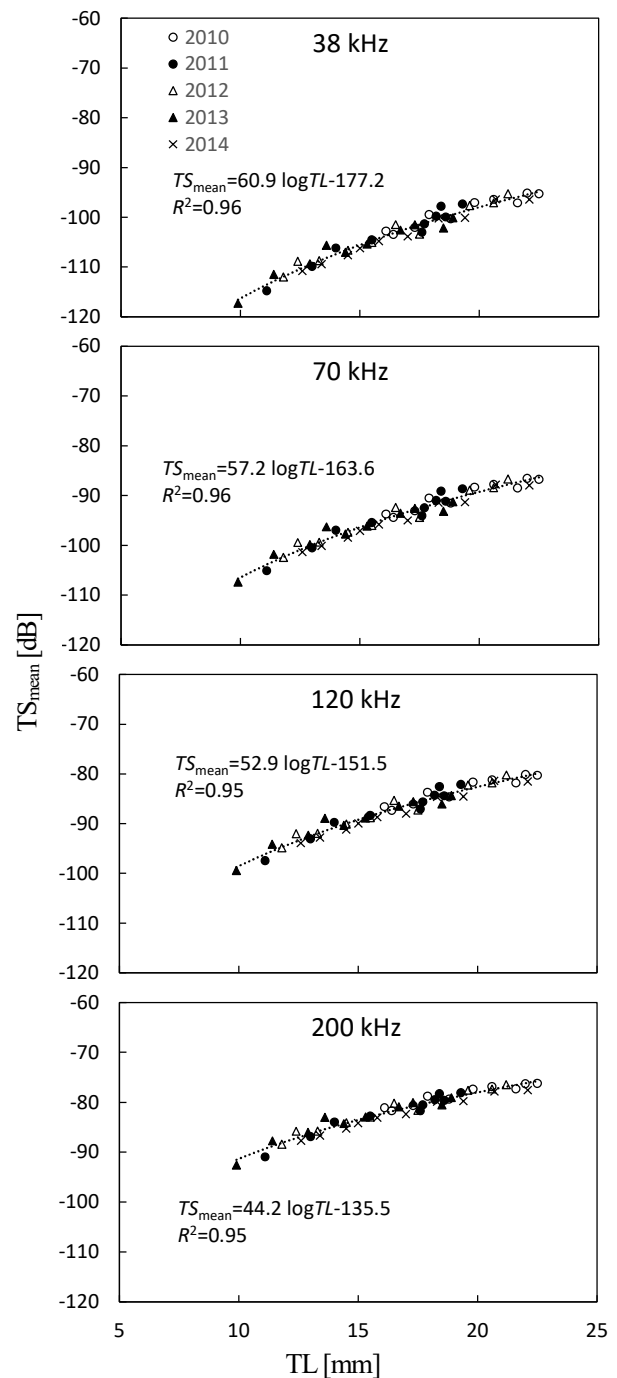


図2. ツノナシオキアミの全長(TL)と姿勢平均TSの関係

する必要があるため、その変動の程度をあらかじめ知っておく必要があります。

- 3.そこで本研究では、北海道釧路沖でツノナシオキアミの密度比、音速比を5年間にわたって測定し、その年変化を調べました。次にこれらのパラメータを使い、

音響調査で使用される周波数 38、70、120、200 kHz について、ツノナシオキアミの姿勢平均 TS<sup>\*1</sup> を計算し、現存量推定に必要な全長と TS の関係を明らかにしました。

## 研究成果

1. 調査は 2010～2014 年の期間、北海道釧路沖で行いました。サンプル採集には、網口面積 5 m<sup>2</sup> のフレームトロールである MOHT、10 m<sup>2</sup> の多層曳可能な MOCNESS、口径 80 cm のリングネットを使用しました。また、TS の計算に必要な周囲の海水の密度と音速の値を調べるための調査も同時に実施しました。得られたサンプルからツノナシオキアミのみを抜き出し、密度比と音速比の測定を行いました。密度比と音速比はそれぞれ density bottle 法<sup>\*2</sup> と T チューブを用いた伝搬時間計測法<sup>\*3</sup> で測定しました。測定した結果から、密度比と音速比に年変動がどの程度あるかを確認しました。
2. 各年の密度比と音速比を使用して計算したツノナシオキアミの姿勢平均 TS を図 2 に示します。上から周波数 38、70、120、200 kHz の順に示してあり、横軸は全長 (Total length、TL、単位 mm)、縦軸は対象の遊泳姿勢分布を考慮した姿勢平均 TS ( $TS_{\text{mean}}$ 、単位 dB) です。図中のシンボルの違いで各年の違いを示しています。4 周波とも各年の間で姿勢平均 TS に大きな変化がないことがわかりました。また、すべてのデータを使用した近似曲線も一緒に示しています。この図から TL と姿勢平均 TS の関係は以下の式で表されることがわかりました。

$$38 \text{ kHz } TS_{\text{mean}} = 60.9 \log TL - 177.2$$

$$70 \text{ kHz } TS_{\text{mean}} = 57.2 \log TL - 163.6$$

$$120 \text{ kHz } TS_{\text{mean}} = 52.9 \log TL - 151.5$$

$$200 \text{ kHz } TS_{\text{mean}} = 44.2 \log TL - 135.5$$

## アウトカム

1. 本研究の結果からツノナシオキアミの密度比と音速比の年変化は、TS に大きな影響を与えないことがわかりました。
2. 今回測定した密度比と音速比の値から計量魚群探知機で使用される周波数 38、70、120、200 kHz における TL と姿勢平均 TS の関係を示しました。これからは本調査海域のツノナシオキアミの現存量推定には、本研究で示した関係式を使用することができます。

## 本成果が記された論文

福田ら. (2022) 海洋音響学会誌. 48(1), 1-14

Doi: 10.3135/jmasj.48.1

## 参考文献

D. Chu, P. Wiebe, and N. Copley, ICES J. Mar. Sci., 57, 1128-1142(2000).

## 注

\*1 TS は姿勢によって変わるため、現存量推定のときには姿勢変化の影響を考慮した平均値を用います。

\*2 密度の異なる溶液を作製し、オキアミが中性浮力となったときの密度をオキアミ密度とする手法です。

\*3 T 型のチューブをさかさまにし、片方に送波器、もう片方に受波器をつけ、チューブの中の海水だけあるいは多数のオキアミを入れた状態で、短いトーンバースト波を送波します。このときのチューブ内通過時間を測定し、オキアミの体内を通過する音波の速度を推定する手法です。