

成果報告書

研究課題：道南沿岸域に生息する動物プランクトンの音響散乱特性の解明

研究代表者：長谷川浩平（北海道大学大学院水産科学研究院）

研究の目的

動物プランクトンは、魚類の餌生物としても重要な役割を担っている。そのため、海洋生物の資源量は、人が直接利用する魚類だけでなく、動物プランクトンに対しても行われている。その中でも、計量魚群探知機を用いた音響手法による水産生物の現存量推定は、比較的広い範囲を短時間で観測でき、定量的なデータが得られる。そのため、魚類や動物プランクトンの現存量を把握するために世界で広く利用されている。

計量魚群探知機を用いて現存量を知るためには、対象生物の音響散乱特性に関する知見が必要となる。特に、1 個体あたりの反射強度を表すパラメータであるターゲットストレングス (TS) の情報は必須となる。しかし、動物プランクトンは体サイズが小さく、体内に音波を強く反射する成分を持たないため、TS を実測することは難しい。そこで本研究課題では、弱散乱体である動物プランクトンの音響散乱特性を解明するために、動物プランクトンの TS を測定できるシステムを構築した。また、道南沿岸域に生息する主要な動物プランクトンの 1 種であるツノナシオキアミの TS を構築したシステムを用いて測定した。

研究の内容

魚類などの TS の測定には、実験水槽に生物を懸垂して実測する方法（懸垂法）が用いられる。本研究課題においても、懸垂法によって動物プランクトンの TS を測定するシステムを構築した。

本システムは、音波を送波し、動物プランクトンからの反射波（エコー）を受波してその強度を調べるための音響装置と、動物プランクトンを懸垂する

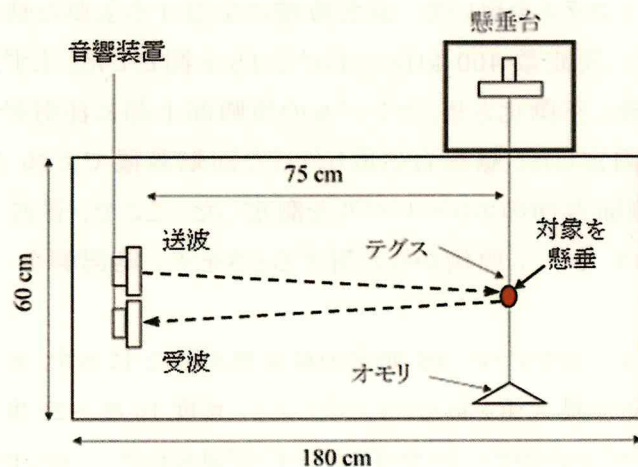


図 1. TS 測定システム

ための懸垂台で構成される(図 1)。水槽のサイズは動物プランクトンのような小型の生物を懸垂した時にも状態が確認できる程度の物が望ましいが、水槽のサイズが小さすぎると、水槽の壁面や水面で反射した音波がノイズとなり、正しい測定結果が得られなくなる。本システムでは、このトレードオフを考慮して市販の亚克力水槽(サイズ: 180 cm×60 cm×60 cm)を使用した。その他のノイズの原因となる項目として、①電源からのノイズ、②懸垂のために用いる錘からのエコー、が考えられた。そこで、電源からのノイズをなるべく少なくするために、アルミ箔をシールドテープ

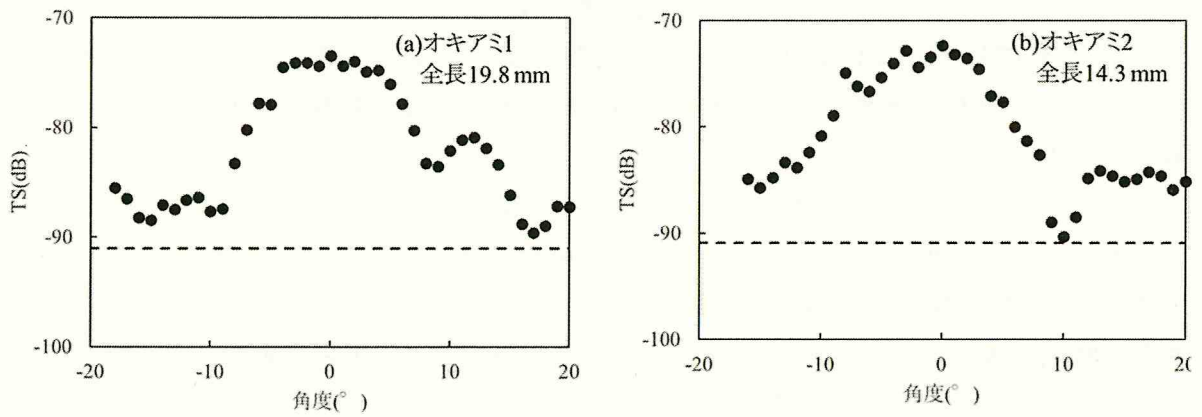


図 2. ツノナシオキアミの TS 測定結果，黒い丸が音波入射角に対する対象の TS の値で，点線は測定時のノイズレベルを表している

として用いて，音響装置のケーブルに巻き付けた。また，錘からのエコーの影響を検証するために，ナス型の錘と平板型の錘をそれぞれ使用した時のノイズレベルを測定した。その結果，平板型の錘を用いたほうがナス型の錘よりも約 10 dB ほどノイズレベルが低くなった。そのため，動物プランクトンの測定時には，平板型の錘を使用し，錘が水槽底面と平行になるように配置することで錘からのエコーを最小限に抑えた。その結果，ノイズレベルは-90 dB 程度となった。これは，大型の動物プランクトンであれば，十分に TS 測定が可能なノイズレベルと考えられた。

本システムを用いて，道南海域に生息する主要な動物プランクトンの 1 種であるツノナシオキアミの，周波数 400 kHz における TS を測定した。まず，実験直前まで生きていたサンプルに麻酔を施し不動化させ，サンプルの頭胸部上部に注射針を用いて 0.08 号のテグスを通し，水槽内に固定した。懸垂台に取り付けた回転装置で±20 度の範囲で音波入射角を変化させながら，側面方向のエコーレベルを測定した。ここで，音波入射角は，体軸と直角に音波が入射するときを 0°，頭側から入射するときを+，尾部側を-とした。

ツノナシオキアミの TS 測定の結果例を図 2 に示す。角度 0 度付近で最大値を取るメインローブと，角度 10 度～20 度の範囲にいくつかのピーク(サイドローブ)が見られた。これらは，理論的な計算によっても見られる特徴であることから，本システムにより正しく TS が測定できていたと考えられた。

今回の実験では懸垂台を手動で回転させたが，測定の自動化を図るために懸垂台をステッピングモーターにより回転させるための装置を開発した。この装置は，ステッピングモーター部(オリエンタルモーター，RKS566MCD-3)と，1 ステップごとの角度調整のためのギアボックスで構成した(図 3)。本装置を用いることで，懸垂した生物を自動で 1 度ごとに回転させることができるため，効率的な TS 測定が可能になる。

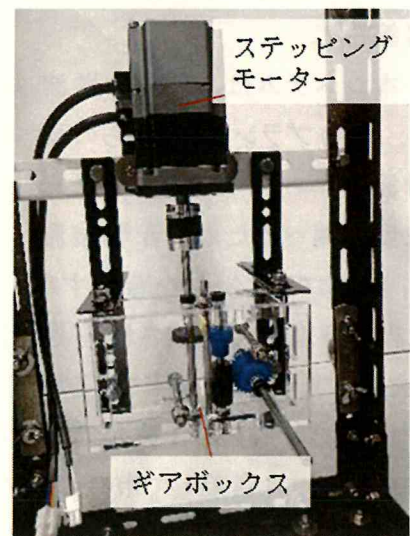


図 3. ステッピングモーター