



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the broadband target strength characteristics of Pacific herring (<i>Clupea pallasii</i>)
Author(s)	王, 梓
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第16703号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16703
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99548
Type	doctoral thesis
File Information	Zi_Wang_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：王梓 Zi WANG

審査委員	主査	教授	藤森康澄
	副査	教授	向井 徹
	副査	助教	長谷川浩平
	副査	特任助教	閻 乃箏

学 位 論 文 題 目

Study on the broadband target strength characteristics of Pacific herring (*Clupea pallasii*)
(太平洋ニシンの広帯域ターゲットストレングス特性に関する研究)

本論文は、開鰾魚である太平洋ニシン（*Clupea pallasii*）を対象として、広帯域音響手法を用いてそのターゲットストレングス（TS）特性を体系的に解明した研究である。開鰾魚は体内の鰾が口や肛門につながっており、水面で空気を飲み込んだり、口や肛門からガスを排出したりすることで鰾の大きさを調整している。従って、TS 測定はできるだけ手を加えずに Free に泳いでいる状態で測定することが望ましい。しかし詳細な TS 特性を知るためには懸垂法などの制御法を使う必要があり、鰾の状態をいかに自然状態に近くするかが問題となる。本種においては、過去にいくつかの TS 測定例があるが、それぞれが異なる値となっており、どれを音響資源量調査に適用するか問題であった。またすべて成魚の測定例であり、稚魚については知見がない。そこで本研究は音響資源量推定において基礎的かつ重要な TS について、測定手法や成長段階の違い、同じ開鰾魚や閉鰾魚との違いについて検討を行った。さらにそれらをもとに、現場での太平洋ニシンの音響資源量調査に用いるべく周波数や体長と TS との関係を提案した。以下に本研究の成果を要約する。

1. 音響散乱の主要因である鰾、遊泳行動、広帯域 TS 特性について、稚魚と成魚で比較したところ、それらの違いはほとんどなかった。
2. 体長 1 cm 当たりの TS である規準化 TS は、尾叉長 FL と波長 λ の比である FL/λ との関係において、 $FL/\lambda = 5$ 付近に明瞭な遷移点が存在し、5 以上の時はほぼ一定値を示したが、それ以下の時は FL/λ の減少とともに大きくなった。
3. 懸垂実験および音響散乱モデルの一種である Kirchhoff-ray mode (KRM) モデルを用いて、広帯域 TS の姿勢角依存性および周波数依存性を調べ、KRM モデルが実測結果を合理的に説明できることを示した。従って、ニシンのような開鰾魚の広帯域 TS 推定には KRM モデルが有効であることがわかった。
4. 成長段階 (juvenile–adult) および魚種間の比較を通じて、開鰾魚類と閉鰾魚類の広帯域 TS 特性の共通点および相違点を整理し、それらが鰾形態の違いに起因することを示した。
5. 太平洋ニシンの音響資源調査において、適切な周波数として 38 kHz や 70 kHz を選定するとともに、体長と TS の関係式として $TS = 20\log L - 69.1$ の使用を提案した。

本研究は、実験・理論解析・現場観測を有機的に統合し、太平洋ニシンにおける広帯域 TS 特性を定量的かつ体系的に明らかにしている。これらの成果は、太平洋ニシンのみならず他の開鰾魚の TS 特性を調べる際の指針になるとともに、閉鰾魚や無鰾魚の TS 特性との違いを示し将来的な魚種判別の可能性へもつながるものである。

以上の成果は、太平洋ニシンの資源管理に必要な資源現存量の推定を音響手法で行う上で大きく寄与するものである。よって、審査員一同は申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。