



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on quantification of commercial fisheries echo sounder information for visualization of fish school distribution in Hyuga-nada, Miyazaki, Japan [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	朱, 妍卉
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15269号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89664
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Zhu_Yanhui_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 朱 妍 卉

学 位 論 文 題 名

Study on quantification of commercial fisheries echo sounder information
for visualization of fish school distribution in Hyuga-nada, Miyazaki, Japan
(日向灘における魚群分布の可視化に向けた漁業用魚群探知機の定量化に関する研究)

現在の水産生物の資源量調査では、広範囲の海域における水産資源を短時間で調査することを可能にする音響手法がよく用いられている。そのほとんどは、官公庁船や大学等の調査船に搭載された計量魚群探知機(以下、計量魚探機)を用いた調査手法である。計量魚探機は、原理的には通常の魚群探知機(以下、普通魚探機)と大きく変わらないが、対象物の反射強度を数値化することで、全反応が定量的に示せるようになっている。しかし、計量魚探機は大型の調査船に設置されることが主であるため、調査頻度と調査範囲に制限がかかり、水深の浅い沿岸海域での調査に不向きであるといった問題がある。そのため、沿岸海域においては、計量魚探機を用いた資源量調査がなかなか進んでいないのが現状である。よって、沿岸海域において、資源評価に必要な音響情報を高頻度・広範囲に収集できるような、データ取得方法の開発が強く求められている。そこで、沿岸漁業で使用する小型漁船のほとんどに搭載されている普通魚探機を用いた資源量調査を考えた。普通魚探機を計量魚探機のように使用することができれば、複数の漁船で漁を行う度に大量のデータの取得が可能となる。しかし、従来の普通魚探機で測定したデータに定量性がないため、資源量評価に用いるには普通魚探機の定量化が必要である。また、普通魚探機は漁船に設置しており、海という常に荒れている環境で長期にわたって使用されているため、定期的な較正も必要となっている。そのため、定期的に較正できる簡易な較正手法の確立が必要となっている。よって、本研究の目的は、普通魚探機で測定した海底面の反射強度を用いた較正方法の有効性を実証することである。

一般的に、魚探機の較正は反射強度が既知の金属標準球（以下、較正球）を用いて行う。しかし、この方法は較正球を送受波器の音軸上に設置して作業する必要があるため、時間も人力もかかる較正方法である。よって、本研究では、普通魚探機を定期的に較正できる簡易方法として、較正球の代わりに、時間的・物理的に大きく変化しない海底面の反射強度を利用した較正方法を考えた。これは、あらかじめ較正球で較正済の普通魚探機で基準値となる海底面反射強度マップを作成し、他船がそのマップを通過しながら海底面のエコーを測定することで簡単に較正が行える仕組みとなっている。この仕組みの実用性を検証するための較正調査を2020年7月4日～5日に宮崎県島浦島の沿岸海域において、中型まき網船鶴島丸を使用して行った。本研究の場合は、鶴島丸に搭載されている普通魚探機（FCV-1500L, 15kHz/200kHz）の測定結果を検証するために、同船に外付けした計量魚探機（KSE300, 38kHz/120kHz）を同時に使用し、両者の計測結果を比較した。海底面反射強度マップに使用する基準値を決定するために、音響指標である体積後方散乱強度SVと表面後方散乱強度SS、解析範囲グリッド等のパラメータの妥当性を検討した。

較正球で較正済の普通魚探機は、両周波数において較正球の測定値と理論値の差が0.3 dB以下であったため、

較正済の普通魚探機は資源量評価に使用できることを証明できた。その後、較正済の普通魚探機と計量魚探機から推定した同海域の生物量は、低周波数ではほとんど差がなかったことから、普通魚探機を用いて資源量評価するには、低周波数を使用することによって精度良く生物量の推定が期待できる。また、両魚探機で海底面音響反射強度を比較した場合、普通魚探機の海底面一次反射は、SSとSV両方において飽和状態になっていたため、海底面反射強度マップの基準値には海底面の二次反射を使用した。海底面二次反射のSSとSVを1 pingごとに計算した結果、両魚探機の差はSSでは大きく、SVでは小さかったため、海底面反射強度マップに使用する音響指標はSVの方が妥当であることを証明できた。従来、普通魚探機を用いた海底面反射強度の計算には表面後方散乱強度SSを使用するべきとされているが、SSの計算式が普通魚探機と計量魚探機で異なるため、両魚探機の結果を比較する際に、計算式の違いによる反射強度の差は避けられない問題となる。そのため、本研究の結果から両魚探機の海底面音響反射強度を比較する場合、従来のSSではなく、SVの使用が有効であると考えられた。その後、SVを用いて海底面反射強度マップの基準値を計算した場合、海底面の二次反射をグリッド50 mで抽出した値が最も有効であることが判明できた。さらに、その基準値で作成した海底面反射強度マップを用いて未較正の普通魚探機を較正した結果、海底面反射強度マップで較正した普通魚探機と較正球で較正した普通魚探機で計測した同魚群の反射強度に大きな差が見られなかった。よって、本研究では、普通魚探機から得られた海底面の反射強度を用いる新たな較正方法の実用性を検証することができた。普通魚探機が計量魚探機と同様に資源量評価に使用するすることができ、将来的には、少数で高価な計量魚探機の代わりに、安価で広く普及している普通魚探機を用い、漁船を中心とした資源量評価の体制の構築が期待できる。

最後に、海底面反射強度マップで較正した普通魚探機一隻を用い、巻き網船の漁獲情報と組み合わせして2019-2020年の日向灘沿岸海域の資源量推定・漁場評価を実施した。巻き網の漁獲量と普通魚探機から推定した生物量は正の相関が示され、漁獲量が多くなるとともに推定生物量も多くなっている傾向が見られた。また、複数日の音響情報から、日向灘沿岸海域における魚群分布の月変化が可視化できた。いわし類が主に漁獲された月では、岸から20,000 m以内の大陸棚上に魚群が多く分布していたが、さば類が多く漁獲された月では、岸から20,000 mより沖側に魚群が多く分布していた傾向が見られた。いわし類は大陸棚上～大陸棚縁辺域までの海域が好むが、さば類は陸棚縁辺域とその沖合に多く分布している特徴があるため、各月の魚群分布の変化がそれぞれの優先種の生態を反映していることが分かった。本研究では、海底面反射強度マップで較正した普通魚探機一隻のみで日向灘沿岸海域の魚群分布が可視化できた。今後、海底面反射強度マップを使用した較正方法を船間較正に適応すれば、同じ海域で複数の普通魚探機が同一レベルになり、より詳細に魚群分布・生物量の変化が可視化・評価できると思われる。

本研究で確立した海底面の反射強度を用いた較正方法によって複数の漁船が簡単に較正でき、ほとんどの小型漁船に搭載されている普通魚探機を資源量調査に使用できると考えられる。複数漁船の操業日の音響情報・漁獲情報等を解析することによって、生物量と海洋環境の変動・関係を詳細に把握できる。今後、これら膨大な基礎データに人工知能技術を組み合わせることで、データ解析の自動化が期待でき、高精度な資源評価・管理に繋がると考えられる。さらに、自動で得られた魚群分布情報を情報通信技術で漁業者に公開する仕組みを構築することによって漁業者が漁場における現存量を視覚的に把握することが可能となる。近い将来、勘と経験に基づく漁業からデータに基づく漁業へとスムーズに転換することも期待できる。