HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	計量スキャニングソナーを用いた魚群の行動と音響散乱特性に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	高橋, 竜三
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第11324号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55379
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Ryuzo_Takahashi_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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：高　橋　竜　三

審査委員

主査　教授　平石智徳
副査　教授　飯田浩二
副査　教授　宮下和士
副査　准教授　向井　徹

学 位 論 文 題 目

計量スキャニングソナーを用いた魚群の行動と音響散乱特性に関する研究

近年開発された計量スキャニングソナー(計量ソナー)は，水平方向に音響ビームを走査して探索範囲を拡大するとともに，魚群の後方散乱強度を定量化する機能を有しており，魚群量推定への応用が期待されている。しかし，ソナーでは音波を水平方向に放射するため，魚のターゲットストレングス（TS）の水平面指向特性が必要であり，また，魚の姿勢も未知なので，魚群量推定に用いる適当な平均 TS が簡単に得られない。

そこで本研究では，まず，漁船に搭載した計量ソナーを用いて魚群を追跡することにより，魚群の移動進路と移動速度を推定した。さらに，異なる方位から魚群の後方散乱強度を連続的に測定することにより，魚群の後方散乱強度の指向特性を推定した。次に，この魚群の後方散乱強度の指向特性を基に魚群内の魚の水平面姿勢分布を推定した。最後に，魚群の移動方向と魚の姿勢分布から，時々刻々と変化する魚群の適応平均 TS を求める手法を考案し，これを用いることにより，従来の方法に比べて魚群量推定の精度が向上することを明らかにしたものである。本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1. 計量ソナーを用いて航走中の漁船から魚群の追跡を行い，その移動進路と速度を推定し，潮流や船舶からの逃避行動を考察した。その結果，昼間のサバ魚群には有意な向流行動が見られた。また夜間のサバ魚群の移動速度は昼間に比べて優位に速く，操業中の漁船が発する水中雑音からの逃避行動と考えられた。
2. 計量ソナーで計測される魚群のエコーは船舶との距離と共に減衰するが，適切な減衰補正を行うことで，距離に依存しない魚群の後方散乱強度を得ることができる。そこで入射角が連続的に変化した時の，魚群の散乱強度を解析することにより魚群散乱強度の指向特性を推定することができた。
3. 魚群散乱強度の指向特性は，魚群の移動進路と直角方向で最大を示し，移動速度が速いほどその指

向性が鋭くなり, 魚群内の魚の TS の指向特性と魚の水平面姿勢分布を反映していると考えられた。

4. 魚の水平面姿勢分布を正規分布と仮定したとき，魚群散乱の指向性関数が TS の指向性関数と魚の水平面姿勢分布の確立密度関数の積で表されることから，最小２乗法を用いて，統計パラメータを推定したところ, 水平面姿勢分布は魚群の移動方向を平均として, 標準偏差が, capelin 魚群で 14°～36°，カタクチイワシ魚群で１1°～12°と推定された。また魚群の移動速度が速いほどこの標準偏差が小さくなる傾向があった。
5. 推定された魚の水平面姿勢分布に基づき，時々刻々変化する魚群の適応平均 TS を求め，魚群量を推定したところ，従来の平均 TS を用いた時と比べて，推定値の標準偏差が半減し，魚群量推定の精度を向上させることが明らかとなった。

以上の成果は計量ソナーを用いた魚群行動研究や魚群量推定の精度向上に大きく貢献するものと判断される。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。