

学 位 論 文 題 名

音響資源調査によるスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*)

太平洋系群の若齢魚の年級豊度推定

学位論文内容の要旨

目 的

北海道周辺海域には、4つの異なるスケトウダラ(*Theragra chalcogramma*)系群が分布する。その一つである太平洋系群は、1970年代以降毎年15万～30万トンの漁獲量水準を維持しており、日本における主要な漁獲対象資源の一つである。近年のスケトウダラ太平洋系群の特徴として、数年間隔での卓越年級群の発生が挙げられる。新規加入群が卓越年級群であるか否かは、その後数年間にわたる資源動向に大きく影響する。よって、精度の高い資源評価および資源動向の予測を行うためには、翌年以降に新たに加入する若齢魚群の年級豊度を事前に把握し、将来の資源動向予測に反映させることが求められている。

現在、水産研究所においてスケトウダラの資源解析に用いられている手法は Virtual Population Analysis (VPA)であるが、VPAでは最近年の若齢魚の年級豊度を正確に推定することは困難である。そこで、本研究では計量魚群探知機を用いた現存量調査によって加入前のスケトウダラ幼魚・若齢魚の年級豊度を直接推定し、翌年以降の資源評価に反映させることを目的とした。

方 法

本研究では、以下の項目について検討を行った。

1) 調査機器、調査船の特性及び調査の実施に必要な条件の把握

調査機器および調査船の特性として、計量魚探機の経年変化の有

無，船が発する雑音の影響および航走減衰について，また調査の実施に必要な条件としては，気象・海象，調査の障害となりうる要因，さらに調査の成果の受け渡し先である ABC 算定のスケジュールなどについてそれぞれ検討し，最適な調査条件・時期の提示を試みた。

2) 北海道太平洋側水域におけるスケトウダラ若齢魚の分布生態の把握および年齢別の現存量推定

1996年6月から2002年1月までの間，1月および6月の年2回，北海道太平洋側海域の陸棚および陸棚斜面域を対象として計量魚探調査および魚種確認のためのトロール漁獲試験を実施し，スケトウダラの年齢別分布パターンおよび年齢別現存量を推定した。

3) スケトウダラ魚群の年齢組成および年齢別尾叉長組成を魚群分布位置から推定することによる，新たな魚群反応の年齢分解法の検討

漁獲試験の実施にかかる調査努力量の削減を目標として，魚群反応の年齢分解の際に必要な，年齢別平均ターゲットストレングス(TS)と年齢組成比の両パラメータを，魚群の分布位置情報を用いて推定し，海域全体を代表する年齢分解の基準の探索を試みた。

4) 空間統計学の適用による現存量推定値の精度評価および調査設計における適切な調査定線間隔の設定

空間分布構造を扱う統計学の一種である空間統計学(Geostatistics)を魚探データの解析に適用し，現存量推定値の標準誤差の推定および最適な調査定線間隔の設定について検討した。

5) スケトウダラ若齢魚群の年齢別現存量推定値の妥当性

第2章で得られたスケトウダラ若齢魚群の年齢別現存量推定値を，その数年後に VPA によって計算された年齢別資源尾数と比較し，その妥当性について検討した。

結 果

それぞれの項目について検討した結果，以下の結論を得た。

- 1) 調査に使用した調査船において，風波を船首側から受けて航走する際に，最大 1.3 dB 程度の航走減衰が発生し，現存量の過小推定につなが

る可能性が指摘された。それに対して、風波を船尾側から受ける航走では、航走減衰は発生しなかった。この結果から、調査時においては、風波の方向に応じて航走方向を調整し、航走減衰の発生を抑えるような航走が推奨された。また、北海道太平洋岸における平均風速の月別変化、調査海域で実施される各種漁業活動、さらには資源評価のスケジュールなどから、調査時期としては6~7月頃が最適であることが示された。

- 2) スケトウダラ若齢魚は初夏および冬季のいずれにおいても襟裳岬周辺から釧路沖にかけての陸棚域を中心に分布したが、調査年によっては日高湾沿岸域においても道東海域に匹敵する規模の若齢魚の分布が確認された。また、いずれの年齢群および季節においても、魚群の日周鉛直移動が観察され、その範囲および程度が季節や年齢によって変化し、昼夜および季節による現存量推定値の違いとして現れた。昼夜による若齢魚の年齢別現存量推定値は、初夏の調査では昼間のデータに基づく値が、また盛夏および冬季の調査では夜間のデータに基づく値がより高い値を示す傾向が見られた。調査時期の違いによる現存量推定結果の変動は昼夜による変動よりも大きく、同じ年級群の現存量が毎冬の調査で減少し、毎初夏の調査で再び増加する傾向が示された。冬季調査時に現存量推定値が大きく減少する原因としては、魚群の調査海域外への逸散、日周鉛直移動の変化に起因する海底デッドゾーンの影響の増大、航走減衰の増加による過小推定などが考えられたが、その原因と影響の程度を特定するには至らなかった。
- 3) スケトウダラ魚群の分布海域および水深情報を用いて、当該魚群における年齢別の平均尾叉長や平均TSを再現することができた。しかし、年齢組成比については、年齢により再現結果に違いが現れた。特に資源評価上最も重要な1歳魚については、パッチ的に分布する傾向が強く、魚群の分布位置情報から1歳魚の分布割合を再現することは困難であった。
- 4) 年齢別現存量の推定に空間統計学を適用することにより、得られた現存量の標準誤差(SEM)は従来の統計手法によって得られるSEMに比べ

大幅に縮小した。また、定線間隔を変化させて現存量およびその SEM を試算した結果、現行の定線間隔である 8 マイルよりもさらに定線の間隔を狭めることにより、スケトウダラ若齢魚の分布をより細かくとらえ、現存量推定の精度の向上が見込まれることが示された。ただし、定線の間隔を細かくすると、調査に要する期間が長くなるため、調査密度・精度と調査時間のトレードオフを考えつつ、調査定線を配置し、運用することが必要である。

- 5) 初夏の道東海域に分布するスケトウダラ若齢魚の現存量推定値と VPA によるスケトウダラ太平洋系群の年級豊度推定結果との間に有意な正の回帰直線式が得られた。ただし、回帰式が有意となった背景には、1995 年級の豊度が計量魚探、VPA いずれの方法においても非常に高く評価され、その他の年級と大きく離れた位置にプロットされたことの影響が大きい。今後も調査が継続されることによってデータ数が増え、かつプロット範囲が広がることにより、より信頼性の高い回帰直線式が得られることが期待される。

学位論文審査の要旨

主査	教授	飯田	浩二
副査	教授	三浦	汀介
副査	教授	齊藤	誠一
副査	助教授	桜井	泰憲
副査	助教授	向井	徹

学位論文題名

音響資源調査によるスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*)

太平洋系群の若齢魚の年級豊度推定

現在、スケトウダラの資源量推定には主としてコホート解析 (VPA) が用いられるが、VPAでは最近年の若齢魚の年級豊度を正確に推定することは困難である。そこで、本研究ではスケトウダラ太平洋系群を対象とし、計量魚群探知機を用いた現存量調査によって加入前のスケトウダラ若齢魚の年級豊度を直接推定し、翌年以降の資源評価に反映させることを目的とした。

本論文では、①調査機器、調査船の特性及び調査の実施に必要な条件の把握、②北海道太平洋側水域におけるスケトウダラ若齢魚の分布生態の把握および年齢別の現存量推定、③スケトウダラ魚群の年齢組成および年齢別尾叉長組成を魚群分布位置から推定することによる新たな魚群反応の年齢分解法の検討、④空間統計学の適用による現存量推定値の精度評価および調査設計における適切な調査定線間隔の設定、⑤スケトウダラ若齢魚群の年齢別現存量推定値の妥当性、の各項目について検討した後、計量魚群探知機を用いたスケトウダラの音響資源調査法の有効性と問題点について考察し以下の結果を得た。

1. 調査機器、調査船の特性及び調査の実施に必要な条件の把握

調査船が風波を船首側から受けて航走する際に、最大1.3 dB程度の航走減衰が発生し、現存量の過小推定につながるため、調査時には風波を船尾から受けるような航走が必要である。また各種漁業活動や資源評価のスケジュールなどから、調査時期としては6~7月頃が最適である。

2. 北海道太平洋側水域におけるスケトウダラ若齢魚の分布生態の把握および年齢別の

現存量推定

スケトウダラ若齢魚は初夏および冬季のいずれにおいても襟裳岬周辺から釧路沖にかけての陸棚域を中心に分布した。また、魚群の日周鉛直移動が観察され、初夏には昼間の値が高く、盛夏および冬季では夜間の値が高い値を示した。また同じ年級群の現存量が冬に減少し、初夏に増加する傾向がみられ、魚群の調査海域外への逸散、日周鉛直移動の変化に起因する海底デッドゾーンの影響の増大、航走減衰の増加が原因と考えられた。

3. スケトウダラ魚群の年齢組成および年齢別尾叉長組成を魚群分布位置から推定することによる魚群反応の年齢分解法の検討

スケトウダラ魚群の分布海域および水深情報を用いて、年齢別の尾叉長やTS分布を再現することができた。しかしながら1歳魚については、パッチ的に分布することが明らかとなり、魚群の分布位置情報による尾叉長やTSの分布を再現できなかった。

4. 空間統計学の適用による現存量推定値の精度評価および調査設計における適切な調査定線間隔の設定

年齢別現存量の推定に空間統計学を適用することにより、得られた現存量の標準誤差(SEM)は従来の統計手法によって得られるSEMに比べ大幅に縮小した。また、定線間隔を狭めることにより、現存量推定の精度の向上がみられた。

5. スケトウダラ若齢魚群の年齢別現存量推定値の妥当性

初夏の道東海域に分布するスケトウダラ若齢魚の現存量推定値とVPAによるスケトウダラ太平洋系群の年級豊度推定結果との間に有意な正の回帰直線式が得られ、計量魚探調査で予測された卓越年級群の発生を確認することができた。

審査員が特に評価した点は次の通りである。

- 1) 風波を船首から受けると最大1.3dB程度の航走減衰が発生して過小推定の原因となることを指摘し、最適な調査時期や航走方法を考案したこと。
- 2) スケトウダラ若齢魚が通常襟裳岬周辺から釧路沖の陸棚域を中心に分布すること、およびそれらの季節による水平移動や日周鉛直移動の特徴を明らかにしたこと。
- 3) スケトウダラの分布海域および水深情報を用いて当該魚群の年齢別平均尾叉長や平均ターゲットストレンジスが再現可能なことを示したこと。
- 4) 空間統計学 (Geostatistics) を適用して、現存量推定値の標準誤差を従来の統計手法に比べ大幅に縮小したこと。また、定線間隔を狭めることにより現存量推定の精度が向上することを示したこと。
- 5) 音響による現存量推定値とVPAによる年級豊度推定値の間に有意な正の相関が得られ、信頼性の高い回帰直線式を得たこと。また、音響調査の結果から1995年級が

卓越年級群となることをいち早く予想できたこと。

以上のことから、審査員一同は本研究が、今後の音響資源調査の設計や評価に重要な知見を与えるものと高く評価し、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。