

学位論文題名

標本採集用曳航型中層刺網の開発に関する研究

学位論文内容の要旨

【目的】 国連海洋法の批准に伴い、日本国内においても TAC 制度が導入され、関連する研究機関では資源調査およびこれに関連する研究が盛んに行われている。資源調査対象種として重要な浮魚類の採集には、大型の漁労設備を持たない海洋調査船においても操業が比較的容易な中層刺網が使用される場合が多い。しかし、操業中に網の敷設水深(以後、網水深とする)を調節できないため、海域や時刻によって遊泳水深が異なる場合が多い浮魚類を確実に採集することは困難であった。そこで、本研究では、操業中に網水深の調節可能な漁具を実現することを目的とし、1本のワープで刺網を曳航する曳航型中層刺網(以下、曳航型とする)を考案し、模型実験により曳航型の基本構成を決定するとともに、ワープ長操作時における網水深応答特性に関する要因の分析を行った。さらに、海上実験により、網水深調節の実用性とマイワシに対する採集能力および海洋調査船における操作性を調べ、曳航型の標本採集用漁具としての有効性を総合的に評価した。

【材料および方法】

1. 基本設計 ワープを網の浮子綱に直接連結する方式(直接方式)とブライドルを介して浮子綱と沈子綱に連結する方式(ブライドル方式)の2種類の模型を作製し、曳航時の網成りや網水深の応答を調べた。実験は本学回流水槽において行われた。模型網は東京大学海洋研究所所有の中層刺網を田内の模型相似則に従い寸法比1/30に縮尺したものを使用した。流速(12-49 cm/s)と錘(9.8-21.7 gw)を変化させた場合について、模型網を水面から沈下させ、浮子綱と沈子綱の前端・後端および錘の計5箇所の水深変化と整定時の網成りをビデオカメラに記録した。また、東京水産大学の大型回流水槽において、寸法比1/15で網全長や網丈を変えた数種類の模型網を用いて、流速(10-50 cm/s)、錘(42-121 gw)をそれぞれ組み合わせた条件における網の抗力を6分力検力器を用いて測定した。これらの結果から、ワープ連結方式と最適な錘の重量を決定するとともに曳航型に最適な構成と網の仕様について検討を行った。

2. 網水深応答特性 模型実験により、異なる錘重量、操作条件(操作ワープ長、ウインチ操作速度)でのワープ長変化にともなう

網の沈下、浮上の過程を調べた。実験は東京水産大学の大型回流水槽において行われた。ワープには、ステンレスワイヤ（ $\phi 0.7$ mm）を沿わせたナイロン組み紐を使用し、コンピューター制御小型ウインチを用いて操作した。小型圧力センサーを網の浮子綱前端、後端の2カ所に取り付け、錘重量（10–39 gw）、操作ワープ長（50–150 cm）、およびウインチ速度（5–15 cm/s）をそれぞれ変えた場合の網の挙動を調べた。さらに、実物網を試作し、海上実験により曳航型の網水深応答特性を調べた。実験は北海道大学水産学部研究調査船うしお丸（128 ton）を用いて行われた。ワープには一般に刺網の沈子綱に使用される鉛芯入りロープ（ $\phi 10.4$ mm）2本合わせを使用した。メモリー深度計を浮子綱前端と後端に装着した。ワープ張力の計測にはトップローラーに組み込まれた張力計を使用した。静的特性に関する実験では、錘に空中重量 30 kgw の鉛を用いて、ワープ長を 100–200 m の3段階に設定し、網1反の場合は船速を約 1.0 kt までの間で3段階に、網2反の場合は約 2.0 kt までの間で5段階になるようにプロペラピッチ角を設定した。動的特性に関する実験では、網1反を使用して錘の重量を 13–56 kgw の5種類に変え、ワープ長を 100 m に固定し、プロペラピッチを船速 1 kt に対応する 0.8° から -0.8° に変化させた場合と、プロペラピッチを 0.6° に設定し、投網後にワープを 100 m（錘が 30 kgw の場合は 200 m）まで繰り出した場合の網の挙動を調べた。得られた結果を一次遅れ系モデルに当てはめ、 K （ゲイン定数）と T （時定数）を最小自乗法により算出した。

3. 採集能力および操作性 伊豆大島沿岸において東京大学海洋研究所の研究船淡青丸（470 ton）を用いてマイワシ *Sardinops melanostictus* 採集試験を行い、曳航型の採集能力と操作性を調べた。曳航型の比較対象として流し網型（従来の中層刺網）を用いた。また、3種類の目合（33, 37, 43 mm）を用いた採集試験結果から、Kitaharaの方法を用いてマイワシの選択性曲線を推定し、漁獲特性の違いについて調べた。さらに、これらの試験を通して、投・揚網の作業性や曳航型の網水深調節の実用性を評価した。

【結果と考察】

1. 基本設計 低流速域での網成りが良好で、かつ平衡水深に速く整定する直接方式が、曳航型に適したワープ取り付け方式であると判断した。錘の重量は甲板上での作業性を考慮すれば、人力で扱える約 30 kgw 程度が限度と考えた。網丈を増すと曳航時に網成りの崩れが大きく、作業性も悪化することから、現有の流し網型の網丈約 10 m 程度が適切と考えた。そして、直接方式のくびれに起因する破網の防止と漁獲低減の回避を目的として、ワープと連結される最前部に網全長 10 m 程度の網成り調整用の網を付加した。以上の構成を曳航型の基本的な仕様と考え、曳網状態として網の対水速度が 0.5 kt とし、本実験結果から推定した実網の抗力をもとに網の平衡水深を試算した結果、錘重量を 30 kgw とすれば、ワープ長 200 m で網水深約 80 m を実現でき、主に浮魚類を採集対象とする場合

において十分な平衡水深が得られることが分かった。

2. 網水深応答特性 模型実験においてワープ長操作時の網の挙動を調べた結果、網はワープ操作終了直後にオーバーシュート頂点に達し、そこから平衡水深へ復元する時間は、ほぼ一定の時間内に収まった。そして、実網を用いた海上実験により網水深応答に関する特性を調べた結果、曳網速度を変えた場合の網の挙動は、プロペラピッチ角を入力、網水深を出力とした一次遅れ系モデルにより表現することが可能であり、 T は、錘の重量によらずほぼ一定で、錘が重くなるにしたがい K の値は増加した。一方、ワープ長の操作では、オーバーシュートを無視できる場合には、一次遅れ系モデルにより表現できた。また、オーバーシュートが生じる場合の整定時間は、ワープ操作に要する時間に約 6 分を加えた時間として計算することができた。また、曳航型の網の平衡水深は、網の対水速度の指標となるワープ張力の増加にともない浅くなり、ワープ張力の減少とともに深くなった。

3. 採集能力および操作性 両漁具により漁獲されたマイワシの尾数や漁獲体長範囲がほぼ等しかったことから、曳航型は流し網型とほぼ同等の採集能力を持つことが分かった。一方、両漁具の選択性曲線を推定した結果、最適体長や、相対体長の大きい範囲で若干の差が見られた。このことから、曳航型では、網の部位によって網目にかかる張力に差が生じている可能性が示唆された。また、海洋調査船における両漁具の操作性を比較検討した結果、曳航型は流し網型に比べて構成が簡単であることから、投網準備から揚網に至るまでの作業を短時間で行うことが可能であり、十分に扱いやすい漁具であることが分かった。

以上の結果から、曳航型は、資源調査研究の主要対象種である浮魚類の成魚に対して十分な採集能力があり、また、操業中における網水深の調節が実用的に可能で海洋調査船における操作性にも優れた標本採集用漁具であると結論された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 三 浦 汀 介
副 査 教 授 梨 本 勝 昭
副 査 教 授 飯 田 浩 二
副 査 助 教 授 清 水 晋

学 位 論 文 題 名

標本採集用曳航型中層刺網の開発に関する研究

水産資源の持続的な利用とその管理のために、現存資源量の正確な推定が必要となり、海洋資源調査で簡単に使用できる標本採集用漁具に対する要求が高まっている。資源調査対象種として重要な浮魚類の採集には、大型の漁労設備を持たない海洋調査船では操業が比較的容易な中層刺網を使用する機会が多い。しかし、中層刺網は操業中に網水深の調節ができないため、海域や時刻によって遊泳水深が異なる機会が多い浮魚類を確実に採集することが困難であった。そこで、本研究では、操業中の網水深調節を可能とし甲板上の作業を単純化できる、1本のワープで刺網を曳航する新しいタイプの曳航型中層刺網（曳航型）の開発が試みられた。

本研究において評価される点は次の通りである。

- 1) 模型実験による整定時間や網成りの評価、および甲板上での操作性の観点から、曳航型の漁具構成は、網全長 100 m、網丈 10 m、錘重量 30 kgw 程度の規模で、ワープを網の浮子綱前端に直接取り付ける構成が良いことを明らかにした。
- 2) 模型実験および試作した実網を用いた海上実験の結果から、網の対水速度を低速（0.5 kt 程度）で一定に保ち、ワープ長を調節することにより、曳航型の網水深を目的の水深に制御可能であることを明らかにした。
- 3) 実網を用いた海上実験により、プロペラピッチ角を変化させた場合の網水深の応答を調べ、網水深の変化を一次遅れ系モデルにより表現した。その結果、錘重量を増すにしたがいゲイン定数は増加するが、時定数はほぼ一定となることを明らかにした。そして、錘重量を一定の限度内で増すほど、同じ時間でより大きな水深変化量が得られることを明らかにした。
- 4) ワープ長を変化させた場合の網水深の応答を、顕著なオーバーシュートが生じない場合には一次遅れ系モデルにより表現し、

錘重量 30 kgw でワープ長を 200 m 繰り出した場合のゲイン定数は約 0.3, 時定数は約 9.0 分であることを明らかにした。

- 5) 模型実験の結果から、オーバーシュート頂点から平衡水深へ復元するのに要する時間は、操作条件によらずほぼ一定の時間以内に収まることを確認した。そして、実網実験により顕著なオーバーシュートが生じた場合の整定時間は、ワープ操作に要する時間+約 6 分(オーバーシュート頂点から復元するのに要する時間)として計算できることを示した。
- 6) 曳航型と流し網を同時に用いたマイワシ採集試験結果をもとに、両漁具の選択性曲線を推定した結果、最適体長の差は目合相対体長で 0.2 であり、調査上問題となる差ではないことを明らかにした。また、目合相対体長の大きい範囲での相対効率に若干の相違が見られた点について考察し、網目にかかる張力に差が生じている可能性を示唆した。
- 7) 両漁具の投網準備から投・揚網に至る甲板上での作業を定量的に評価し、曳航型の作業が容易にかつ短時間で行えることを確認した。

以上の結果は、新しい標本採集用漁具を開発し、その有効性を実際の海洋資源調査の現場で評価したものであり、資源計測技術の発展に寄与した点で高く評価される。よって、審査員一同は、本研究の申請者が博士(水産学)の学位を授与される十分な資格を有すると判定した。

なお、平成 12 年 2 月 22 日の研究科委員会最終審査において、投票の結果、総投票数 29 票、可とするもの 29 票で研究科委員全員が合格と判定した。