

氏 名(本籍) あき 秋 やま 山 せい 清 じ 二

学位の種類 博 士 (農 学)

学位記番号 農 第 605 号

学位授与年月日 平 成 11 年 3 月 10 日

学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学位論文題目 定置網漁法における適正な揚網方法と魚群の行動制御に関する研究

論文審査委員 (主 査) 教 授 大 森 迪 夫
教 授 谷 口 和 也
教 授 竹 内 昌 昭
教 授 有 元 貴 文
(東京水産大学)

論文内容要旨

第1章 序論

定置網漁業は海面漁業生産量の11.3%,沿岸漁業生産量の35.7%を担う我が国沿岸域の基幹的漁業種である。しかし,近年では就業者数の減少や高齢化にともなう漁労体数の減少が懸念されており,漁獲技術の適正化による生産性の向上が求められている。定置網漁法は漁具を一定の場所に固定して設置し,来遊する魚群の入網を待って漁獲を行う受動的な漁法であるため,その漁獲結果は定置網に対する魚群の行動に大きく依存する。このため,定置網漁法は魚群の対網行動に適合した漁具構造や操業方法の確立に向けて発展し,現在では入網魚群の逸出防止と蓄積性の向上を目的とした複雑な構造を有する落網型の定置網が全国に広く普及している。しかし,最近の超音波機器による魚群行動調査によると,落網型の定置網からは依然として多くの魚群が逸出しており,漁具構造や操業方法に更なる改良の余地が認められている。定置網漁業の生産性向上を図るためには,定置網からの魚群の逸出を防止し,入網魚群を無駄なく有効に漁獲する操業方法を確立する必要がある。本研究では,定置網の揚網方法による漁獲量の変化を操業実験で調べ,現行の揚網方法に内在する技術的な問題点を明らかにするとともに,これを解決するための適正な揚網方法と魚群の行動制御技術に関する検討を行った。

第2章 定置網の揚網方法による漁獲量の変化と適正な揚網方法

定置網漁法では網内に入網した魚群を最終的に漁獲する手段として揚網作業が行われる。入網魚群を無駄なく有効に漁獲するためには,魚群の対網行動に適合した揚網方法の確立が必要である。本章では,定置網の揚網時刻,揚網間隔および揚網部位と漁獲量の関係を操業実験で調べ,適正な揚網方法に関する検討を行った。

1. 定置網の揚網時刻と漁獲量の関係

千葉県館山湾および岩手県大槌湾の小型定置網(図-1)を4時間間隔で揚網し,揚網時刻と漁獲量の関係を調べた。ウルメイワシやマアジなどの多魚種を漁獲対象とした館山湾の小型定置網では,朝夕の薄明薄暮時に漁獲量が増加した(図-2,左)。一方,サケを漁獲対象とした大槌湾の小型定置網では,夕刻の薄暮時に漁獲量が増加した

(図-2, 右)。しかし, 両定置網の現行の揚網時刻は魚群の入網時刻に適合していないため, 魚群が網外へ逸出する可能性がある。入網魚群を無駄なく有効に漁獲するためには, 魚群の入網時刻に対応した適正な時刻に揚網を行う必要がある。

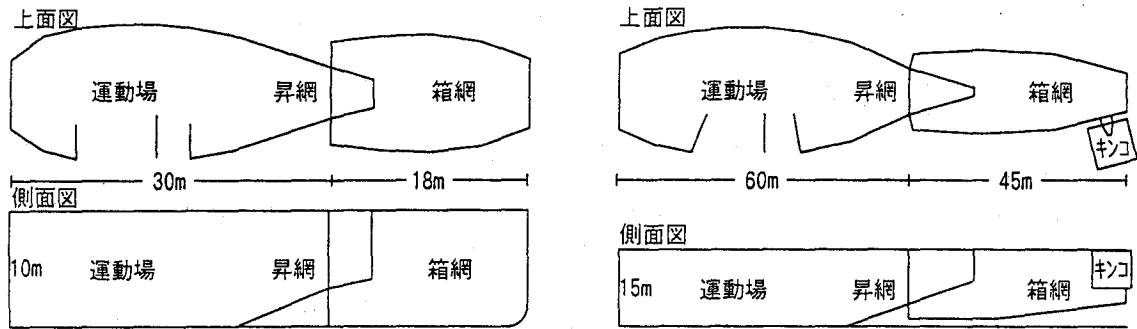


図-1. 操業実験に使用した定置網の漁具形状(左; 館山湾, 右; 大槌湾)

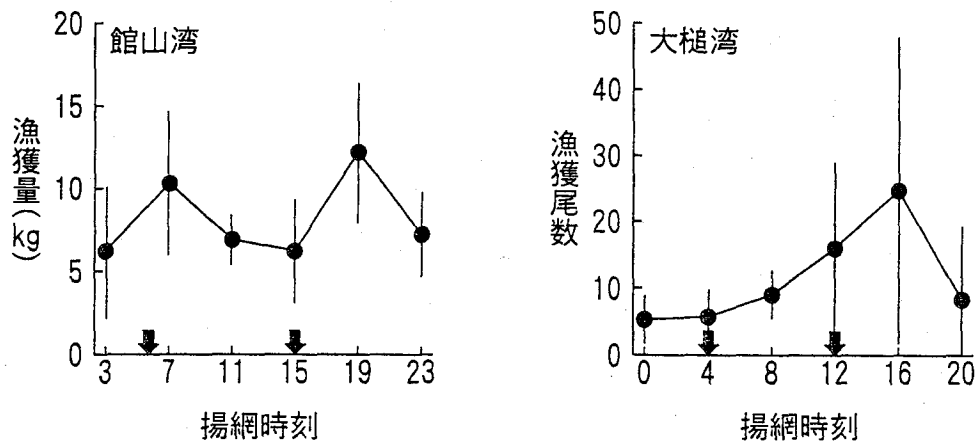


図-2. 定置網の揚網時刻と漁獲量の関係(左; 館山湾, 右; 大槌湾)
黒丸は平均値, 縦線は標準偏差, 矢印は現行の揚網時刻を示す。

2. 定置網の揚網間隔と漁獲量の関係

千葉県館山湾の小型定置網を3, 6, 12, 24時間間隔で, 岩手県大槌湾の小型定置網を4, 8, 24時間間隔で揚網し, 揚網間隔と漁獲量の間隔を調べた。ここで, 定置網に入網した魚群が逸出せず, 時間経過とともに網内に蓄積されていくとすれば, 1網あたり漁獲量は揚網間隔に比例して増加し, 24時間積算漁獲量は揚網間隔にかかわらず一定になることが期待される。館山湾の小型定置網では揚網間隔の延長にともない1

網あたり漁獲量が増加したが、実測値は期待値を大幅に下回り、また、24時間積算漁獲量は有意に減少した(図-3, 上)。これより、館山湾の小型定置網では入網魚群の一部が網外へ逸出することが明らかになった。この定置網では、入網魚群の網外逸出を防止するため、揚網間隔を短縮する必要がある。一方、大槌湾の小型定置網では揚網間隔の延長にともない1網あたり漁獲尾数が増加し、24時間積算漁獲尾数も有意には減少しなかった(図-3, 下)。これより、大槌湾の小型定置網では入網魚群が時間経過とともに網内に蓄積されることが明らかになった。

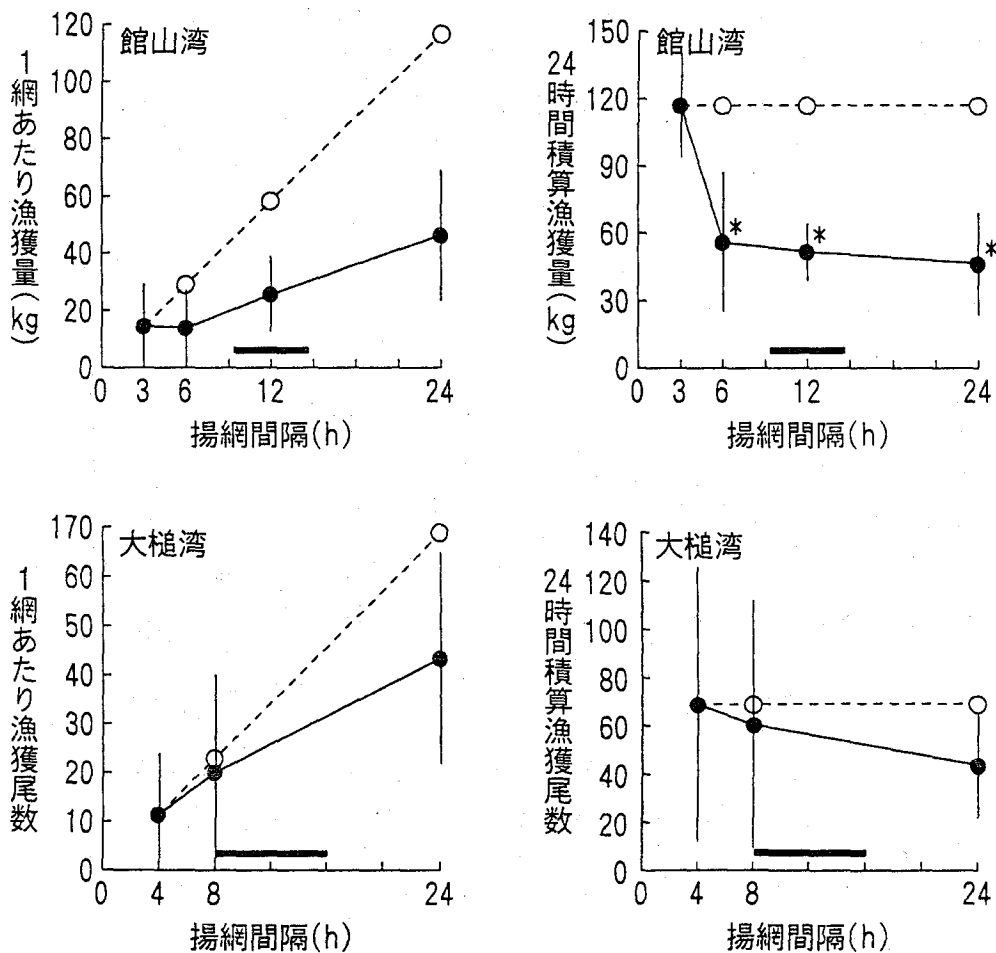


図-3. 定置網の揚網間隔と漁獲量の関係(上; 館山湾, 下; 大槌湾)

黒丸は実測値の平均値, 縦線は標準偏差, 白丸は期待値, 黒帯は現行の揚網間隔を示す。24時間積算漁獲量の*は実測値と期待値に有意差があることを示す(t-検定, $P < 0.05$)。

3. 定置網の揚網部位と漁獲量の関係

千葉県館山湾,岩手県大槌湾,石川県金沢沖の小型定置網および神奈川県平塚沖の大型定置網で操業実験を行い,揚網部位と漁獲量の関係を調べた。館山湾の小型定置網における運動場と箱網の魚群分布割合は20:80,大槌湾の小型定置網における箱網とキンコのサケの分布割合は31:69,金沢沖の小型定置網における第1箱網と第2箱網のマイワシの分布割合は10:90,平塚沖の大型定置網における第1箱網と第2箱網の魚群分布割合は27:73となった(表-1)。また,各定置網では昇網や漏斗網などのカエシの後部の魚群密度がカエシの前部を大きく上回り,カエシの効果によって漁具内部の魚群密度が上昇することが確認された。しかし,通常は揚網されない運動場や第1箱網には,箱網や第2箱網で漁獲されなかった魚群の残留が認められた。これらの残留魚群は,時間経過とともに網外へ逸出する可能性があるため,揚網部位を拡大して漁獲の確実性を高める必要がある。

表-1. 定置網の揚網部位と漁獲量の関係

| 漁場 | 漁獲魚種 | 揚網部位 | 平均漁獲量 (kg) | 分布割合 (%) | 網容積 (m ³) | 魚群密度 (kg/m ³) | 比率 (B/A) |
|-----|------|------|---------------|-------------|--------------------------|------------------------------|-------------|
| 館山湾 | 多魚種 | 運動場 | 5.1 | 20 | 2800 | 0.0018(A) | 7.3 |
| | | 箱網 | 21.1 | 80 | 1600 | 0.0132(B) | |
| 大槌湾 | サケ | 箱網 | 58.8 | 31 | 6100 | 0.0096(A) | 19.9 |
| | | キンコ | 133.8 | 69 | 700 | 0.1911(B) | |
| 金沢沖 | マイワシ | 第1箱網 | 114.3 | 10 | 24700 | 0.0046(A) | 9.6 |
| | | 第2箱網 | 1084.3 | 90 | 24500 | 0.0443(B) | |
| 平塚沖 | 多魚種 | 第1箱網 | 629.0 | 27 | 173300 | 0.0036(A) | 4.7 |
| | | 第2箱網 | 1660.0 | 73 | 99100 | 0.0168(B) | |

第3章 定置網漁法の漁獲過程における魚群の行動制御

定置網に入網した魚群を無駄なく有効に漁獲するためには、揚網時刻の変更や揚網間隔の短縮、揚網部位の拡大が必要である。しかし、就業者数の減少と高齢化が進んだ定置網漁業において、これらの揚網方法を採用するためには、揚網作業の大幅な省人省力化を可能にする魚群制御技術の導入が必要である。本章では、海中に気泡を幕状に発生させた気泡幕の魚群制御効果に着目し、定置網漁法への応用を目的とした水槽実験と海上実験を実施した。

1. 気泡幕の魚群制御効果に関する水槽実験

気泡幕の魚群駆集効果に関する基礎的な知見を得るため、直径1m、水深1mの小型円形水槽および直径7m、水深1mの大型円形水槽を用いて移動する気泡幕に対する海産魚の行動を観察した。実験の結果、気泡幕に遭遇した海産魚は顕著な逃避行動を示すことが観察され、気泡幕による魚群の駆集が可能であることが確認された。

2. 気泡幕の魚群制御効果に関する海上実験

定置網内における気泡幕の魚群制御効果を定量的に評価するため、石川県金沢沖の小型定置網を用いて以下に記す2種類の魚群駆集実験を実施した。

第1箱網から第2箱網への魚群駆集実験：定置網の第1箱網に残留している魚群を気泡幕によって第2箱網へ駆集する実験を行った(図-4)。第1箱網の網下に設置した気泡発生管に圧縮空気を供給して気泡幕を発生させ、これを第2箱網方向へ移動させた。第1箱網から第2箱網へ駆集された魚群量(A)と、第1箱網に残留した魚群量(B)を操業実験で調べた結果、駆集成功率 $\{A/(A+B)\}$ は75~98%となり(表-2)、第1箱網の揚網作業を省略できることが明らかになった。

運動場から箱網への魚群駆集実験：定置網の運動場に残留している魚群を気泡幕によって箱網へ駆集する実験を行った(図-5)。運動場の海底に設置した15本の気泡発生管へ順番に圧縮空気を供給し、気泡幕の発生位置を箱網方向へ移動させた。箱網だけを揚網した場合の通常漁獲量(C)と、運動場から箱網へ駆集された魚群量(D)を操業実験で調べた結果、漁獲増加率 (D/C) は6~33%となり(表-3)、魚群制御技術の導入による漁獲効率の向上が確認された。

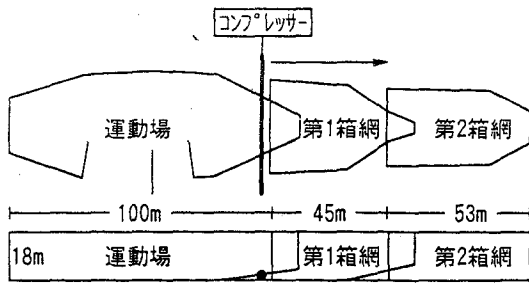


図-4. 第1箱網から第2箱網への魚群駆集実験
太線および黒丸は気泡発生管を示す。

表-2. 第1箱網から第2箱網への魚群駆集実験の結果

| 実験番号 | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|--------|------|-----|
| 駆集魚群量(A, kg) | 25 | 30 | 100 |
| 残留魚群量(B, kg) | 3 | 10 | 2 |
| 駆集成功率{A/(A+B), %} | 89 | 75 | 98 |
| 主要漁獲魚種 | カクチイワシ | トビウオ | マアジ |

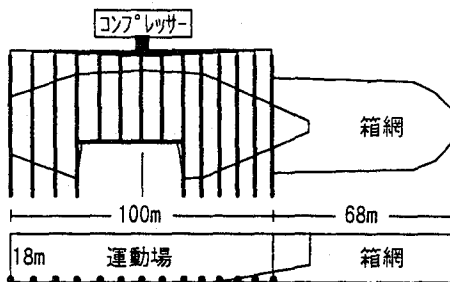


図-5. 運動場から箱網への魚群駆集実験
太線および黒丸は気泡発生管を示す。

表-3. 運動場から箱網への魚群駆集実験の結果

| 実験番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 通常漁獲量(C, kg) | 649 | 89 | 1136 | 741 | 191 | 400 | 470 |
| 駆集魚群量(D, kg) | 124 | 26 | 184 | 73 | 63 | 25 | 149 |
| 漁獲増加率(D/C, %) | 19 | 29 | 16 | 10 | 33 | 6 | 32 |
| 主要漁獲魚種 | マアジ | マアジ | マルアジ | マアジ | トビウオ | マアジ | マアジ |

第4章 総括

定置網漁業の生産性向上を図るためには、魚群の対網行動を重視した適正な揚網方法の実践により、漁具が有する漁獲の性能を最大限に引き出すことが重要である。また、定置網に入網した魚群の行動を人為的に制御する技術の導入により、入網魚群の効率的な漁獲と揚網作業の省人・省力化を同時に実現することができる。既存の定置網漁法は魚群の入網を待つ漁獲を行う消極的な漁法とされてきたが、揚網方法の適正化と魚群制御技術の導入により、機動性の付与された積極的な漁法への転換が可能である。

論文審査結果要旨

定置網漁業は我が国沿岸域における基幹的漁業種であるが、近年では就業者数の減少や高齢化にともなう漁労体数の減少が懸念されており、漁獲技術の適正化による生産性の向上が求められている。定置網漁法は陥穽型の網漁具を一定の水域に固定して設置し、これに魚群が入網するのを待って漁獲を行う受動的な漁法である。したがって、定置網漁業の生産性向上を図るためには、定置網に対する魚群の行動に対応した適正な揚網方法を確立する必要がある。この論文では既存の定置網漁業における揚網方法の問題点を操業実験結果に基づいて解析し、その解決へ向けた具体的な方策を追求、提示したものである。

まず、定置網の適正な揚網方法について検討するため、定置網の揚網時刻、揚網間隔、および揚網部位と漁獲量の関係を操業実験によって解析し、現在の揚網時刻は魚群の入網時刻に適合していないこと、揚網間隔を延長すると魚群の網外逸出が増えること、および通常は揚網されない運動場や第1箱網には入網魚群の一部が残留することを明らかにした。これらの結果をもとに、定置網に入網した魚群を無駄なく有効に漁獲するためには、揚網時刻の変更、揚網間隔の短縮、および揚網部位の無駄なく有効に漁獲するためには、揚網時刻の変更、揚網間隔の短縮、および揚網部位の拡大が必要であることを提言している。これらの操業実験はいずれも実際の定置網漁場に設置された実物の定置網漁具を使用して行っている。このような操業実験はこれまでに殆ど行われたことがなく、今回得られた実験結果は定置網漁業の操業現場へ円滑に還元しうる貴重な知見である。

一方、上記で提案された揚網方法を実際の定置網漁業で実践していくためには、揚網作業の大幅な省人省力化を可能にする魚群制御技術の導入が必要である。そこで、海中に気泡を幕状に発生させた気泡幕の魚群制御効果に着目し、これを定置網漁業に応用するための実験を行った。まず、気泡幕に対する魚類の行動を実験水槽内で観察し、気泡幕に遭遇した魚類が顕著な逃避行動を示すことを確認し、次に、気泡幕に対する魚群の行動を各種の定置網で潜水観察し、定置網内の魚群を気泡幕によって任意の部位へ駆集、集積しうることを明らかにしている。これらの観察結果に基づき、定置網内の魚群を気泡幕によって任意の最終漁獲部位へ駆集、集積するシステムを試作した。次に、定置網内における気泡幕の魚群駆集効果を定量的に評価するための操業実験を行い、第1箱網に残留している魚群の75～98%を気泡幕によって第2箱網に駆集できること、および運動場に残留している魚群を箱網に駆集する事により、通常の操業時よりも漁獲量を6～36%増大させることが出来ることを明らかにした。これらの結果は、気泡幕を用いた魚群制御技術の導入によって、入網魚群の効率的な漁獲と揚網作業の省人省力化を同時に実現できることを示唆しており、就業者の減少や高齢化の問題を抱える定置網漁業に新たな展開をもたらすものと期待される。

このように、本論文では現在の定置網漁業における揚網方法の問題点を明らかにし、また、その問題を解決するための一つの方策として、気泡幕による魚群行動制御技術の有効性を提示している。本論文で明らかにされた知見は、今後の定置網漁業の発展に大きく貢献するものと考えられる。よって、本論文の著者に対して、博士（農学）の学位を授与するに値するものと判断した。