

氏名(本籍)	井 上 喜 洋
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	農 第 3 3 3 号
学位授与年月日	昭 和 6 2 年 6 月 1 1 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当

学位論文題目 超音波機器による，定置網漁場における魚群の行動に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 川崎 健	教授 西澤 敏
	教授 野村 正

論文内容要旨

超音波機器による、定置網漁場における魚群の行動に関する研究

井上喜洋

I 研究目的と方法

定置網漁業は沿岸漁業の中で最も多くの生産量をあげ、200海里内沿岸水域の高度利用が必要とされる中でその地位は今後ますます重要になることが考えられる。固定漁具である定置網の漁獲はその漁場へ来遊する魚群の行動に大きく依存しているが、魚群の行動の科学的な把握が困難であったため、漁業者の経験と推測により操業されてきた。このため魚群に対する定置網の漁獲過程には不明な点が多く、適切な漁場利用、漁具の改善を実施する妨げになっている。

本研究では自然環境下における魚群を対象に主にスキャニングソナーを用いてその動態を調査し、定置網の漁獲機構の中で主体となる定置網へ入網するまでの行動を解明した。調査は1980年～1985年の間に表1に示す相模湾および三陸沿岸の13の定置網漁場ならびに三重県、長崎県および富山県の各漁場において実施した。魚群の動態観察は定置網周辺水域に設置したソナーを昼夜連続して作動させ、直径500mのソナー観察範囲に写る魚群の映像をビデオに録画することにより行ない、得られたビデオの再生により1～2分間隔（約50画面/時）で魚群の移動状態、分布の変化等を解析した。

その結果、魚群が定置網へ入網するまでの過程は環境要因と漁具機能に関連して次のようにまとめられる。すなわち、魚群はそれ自身のもつ活動の日周性によりそれぞれの水域における地形（海岸、海底）および流れ等の環境

要因に対応した離岸・接岸行動を繰り返す。この魚群の離岸・接岸行動に伴う移動が定置網の垣網により阻止され、魚群は端口に誘導される。さらに、このような魚群の示す行動過程を以下の4項目を中心に詳しく検討した。

- 1) 魚群の日周行動と入網状況との関連
- 2) 漁獲と魚群の行動との関係
- 3) 垣網の阻止、誘導効果
- 4) 定置網周辺における魚群の規模と移動状況

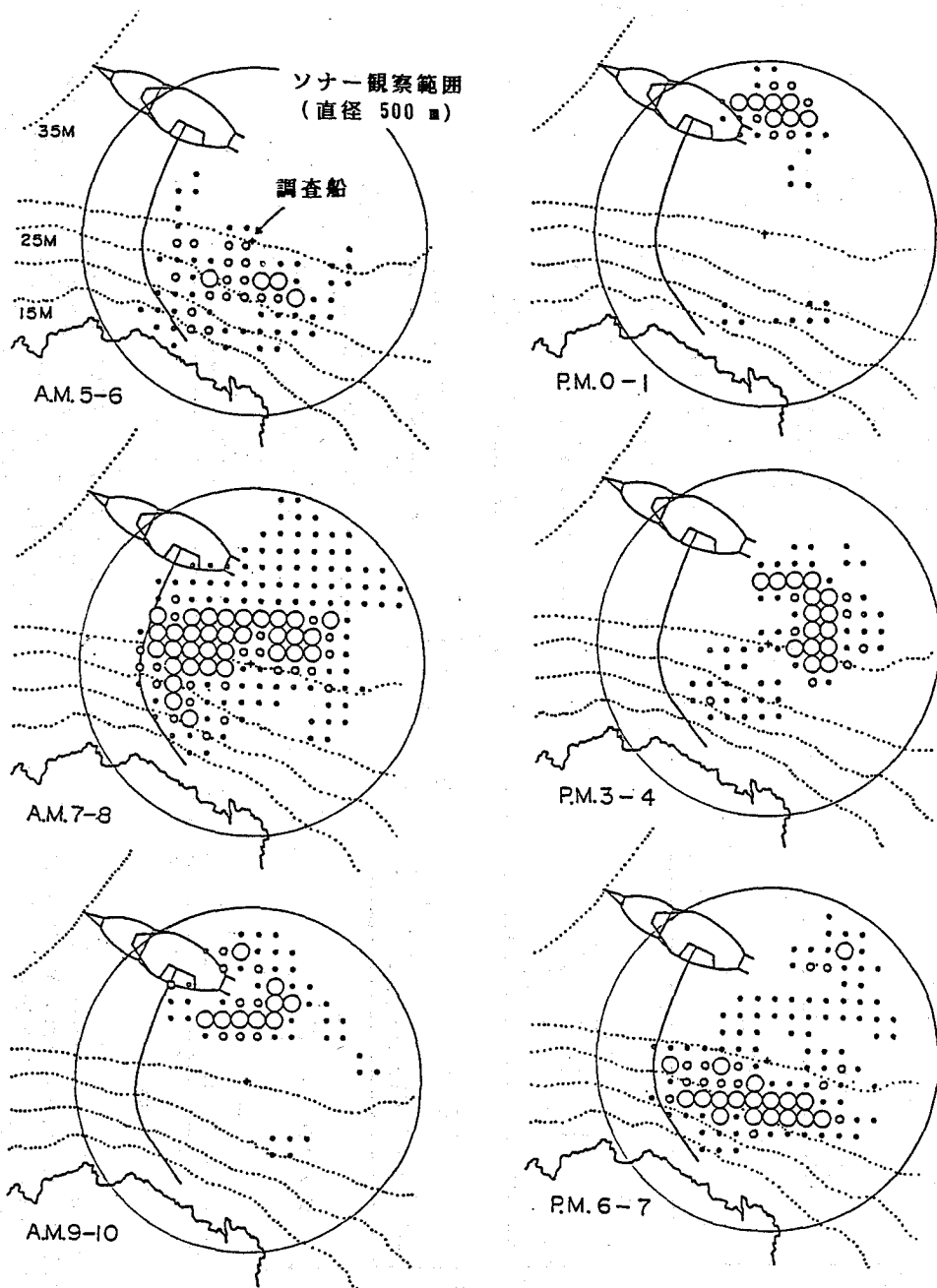
II 研究結果

1) 魚群の日周行動と入網状況との関連

長崎県五島におけるトビウオ類は図 1 に示す定置網周辺における魚群の分布変化からわかるように、日中から夕刻にかけて接岸し、早朝に岸から沖合へ向かう日周行動を示す。このような魚群の日周性に伴う離岸・接岸の行動が岸近くに張り建てられている定置網と出会う機会を与え、その結果定置網の漁獲対象となると考えられた。同様の日周行動が相模湾におけるゴマサバおよび三陸沿岸におけるサケにも認められ、このような現象は魚群の普遍的な行動と考えられる。魚群の活動は魚種により異なり、図 2 に調査で得られた魚種の一部について活動状況を示すように、トビウオ類、サケは昼間、ゴマサバ、サンマは夜間、イワシ類、ウマヅラハギは夕刻を中心とした日周性をもつ。さらに、定置網漁場への魚群の来遊は、図 3 にサケの事例を示すように、魚群の持つ活動時間帯により昼間あるいは夜間等を中心として来遊が繰り返される。この定置網漁場へ来遊した魚群数と定置網漁獲量との関係は、図 4 のサケの事例から、定置網漁獲量は網の周辺水域へ来遊する魚群数の対数値に対する一次回帰式として表わせる。また、同様に得られたゴマサバの事例から定置網の漁獲効率を検討すると、図 5 に示すように、定置網周辺水域へ魚群の来遊数がある点を越えると、漁獲効率はむしろ低下する。このような現象は、定置網の収容量が十分に大きいことから、漁獲効率が魚群の性状に依存していることを示すものと推察された。

2) 漁獲と魚群の行動との関係

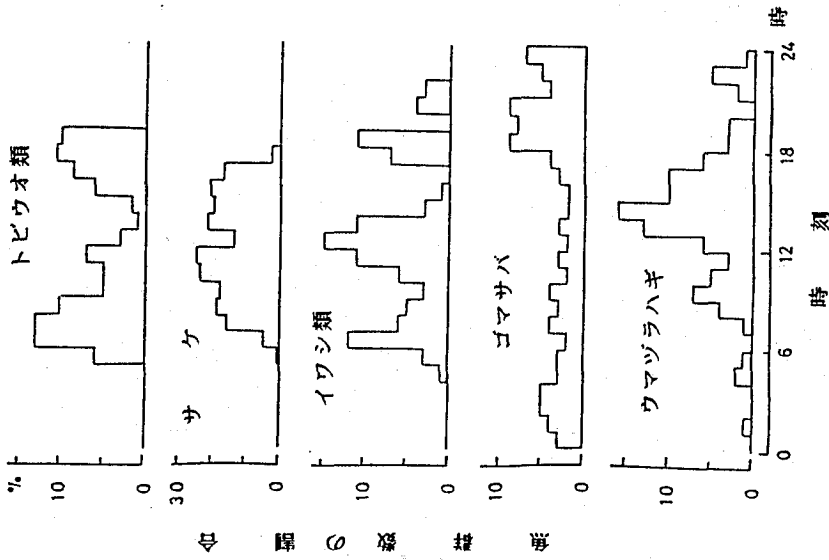
相模湾と三陸沿岸における定置網漁場を中心に魚群の行動を調べた。相模湾の中で平坦な海底地形を有する定置網漁場では、イワシ類が接岸するに従



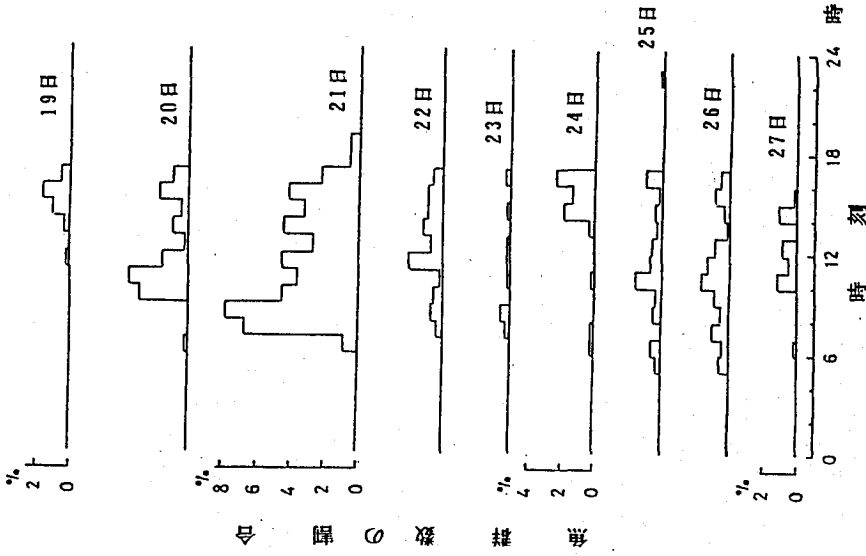
☒ 1 魚群分布の日周変化

ソナーの観察範囲を 25m×25m に区分し、各区画に観察された魚群映像を 1~2 分間隔で計数し 1 時間毎の出現頻度にまとめた魚群分布。○は魚群の出現頻度の様子を表わすもので頻度の多少で大、中、小に 3 区分した。区分は各時間毎に平均 M と標準偏差 s を求め次のように決めた。

(大円 $> M + s$, $M + s \geq$ 中円 $\geq M$, $M >$ 小円)

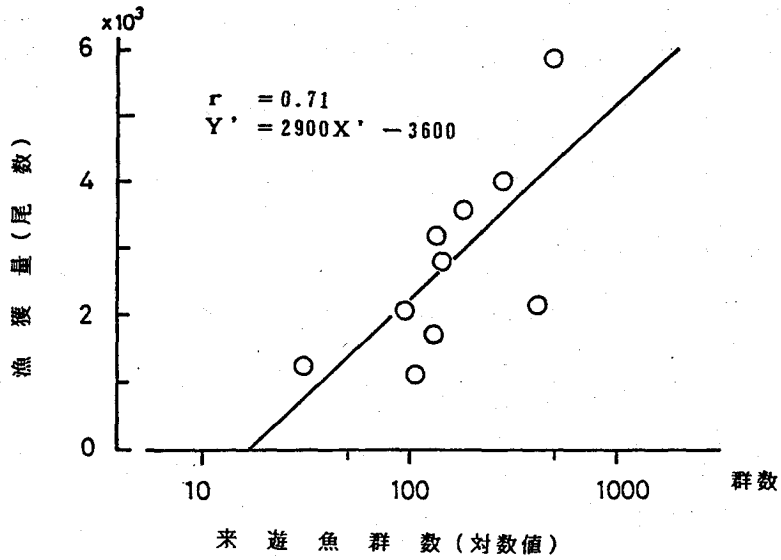


2 魚群の活動時刻ソナーの観察範囲に來遊した魚群を計数し1時間毎にまとめ、24時間(1日)に來遊した魚群に対する比として魚種別に示した。

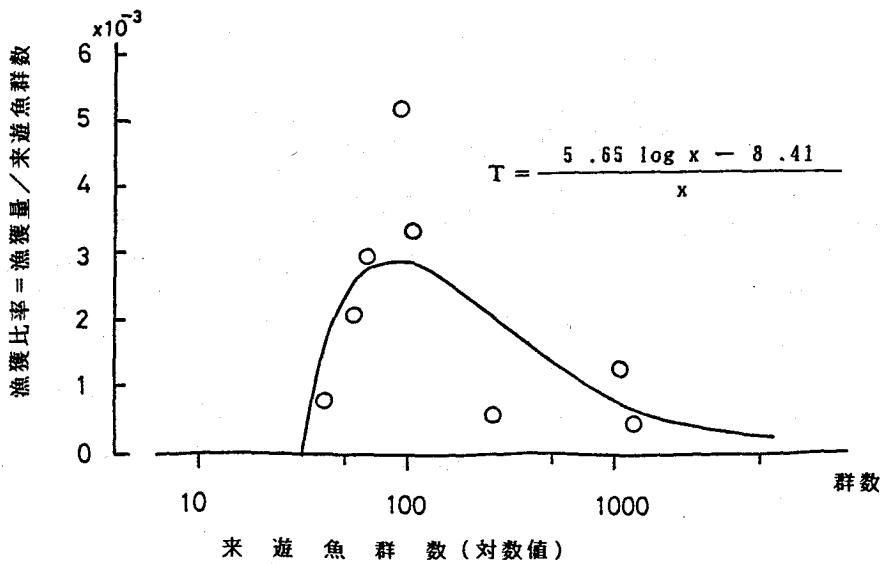


3 サケの日別、時刻別魚群数の変化ソナーの観察範囲に來遊した魚群を計数し1時間毎にまとめ、調査期間中(11月19日~27日)に來遊した魚群数に対する比として示した。(大建定置網、

1984年)

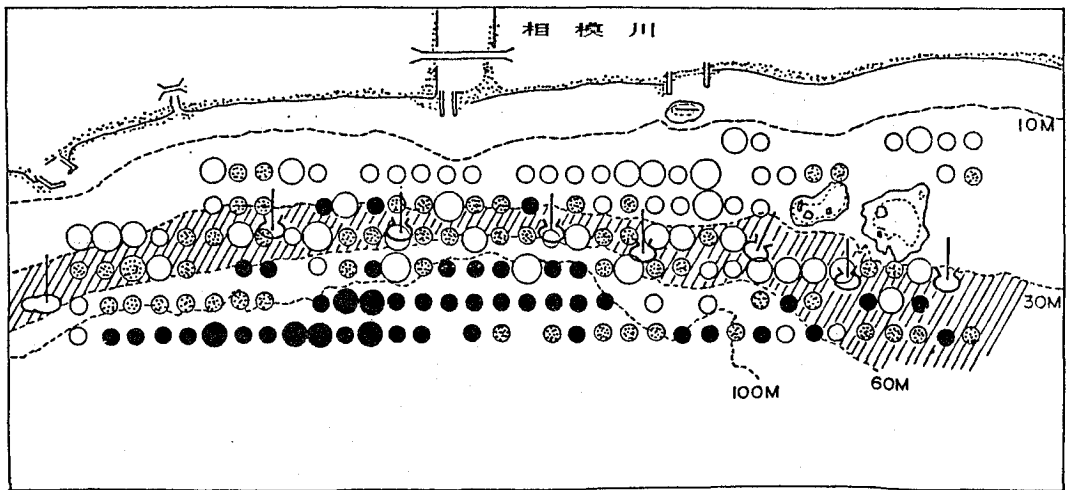


☒ 4 サケ魚群の来遊数と漁獲量
 定置網で漁獲されたサケの日別漁獲量(尾数)を Y' 、
 垣網前面に当たるソナーの観察範囲へ来遊した日別魚群
 数の対数値を X' とし、相関係数 r および回帰直線を求
 めた。(大建定置網、1984年)



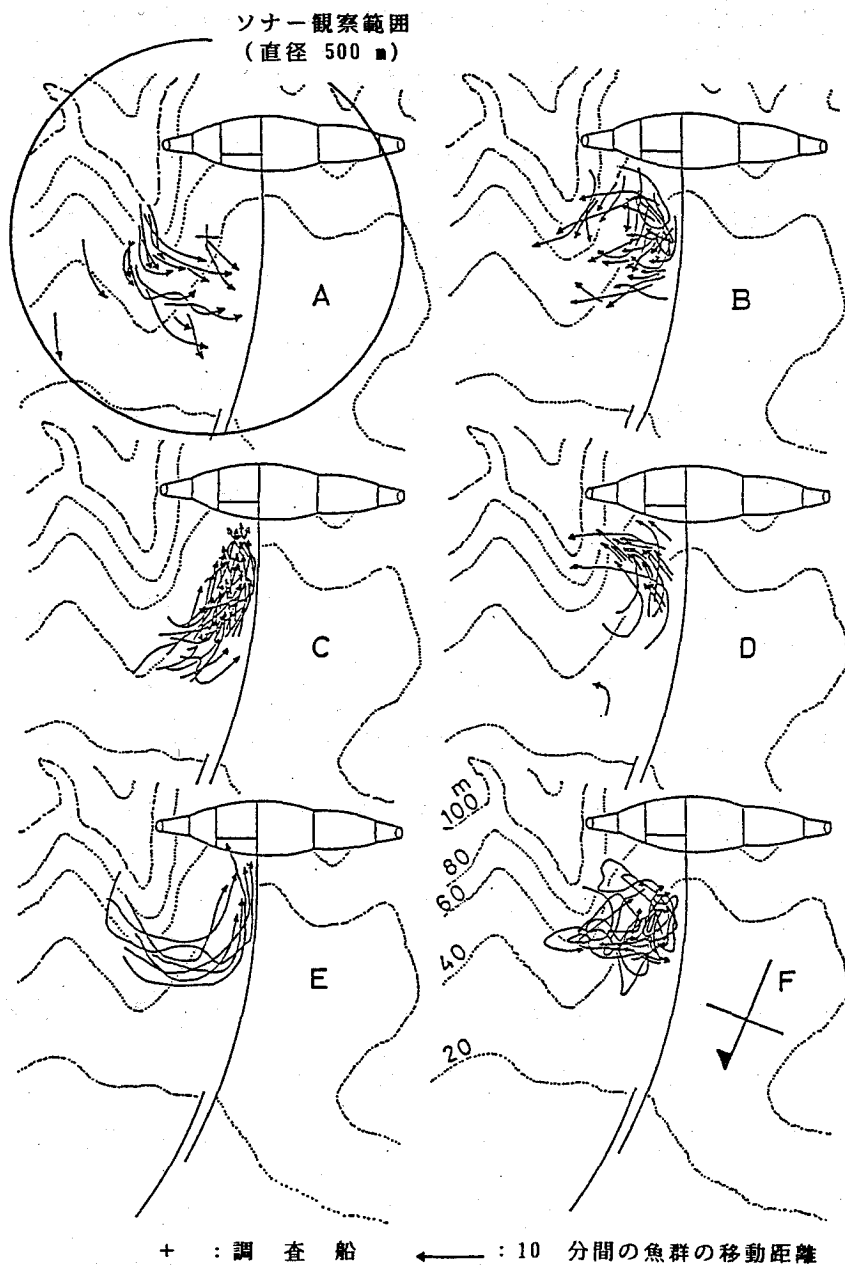
☒ 5 ゴマサバ魚群の漁獲比率
 来遊魚群数 x に対する漁獲されたゴマサバの漁獲量(ト
 ン)の比を定置網の漁獲比率 T として表わした。(道合
 定置網、1984年)

って群を分散させることが、図 6 の魚探機による魚群分布調査からわかり、このような漁場では垣網の効果を除けば魚群の入網までの行動はランダムなため、『ひさご網』および『両落し網』が採用される。また、海底地形が複雑で海谷が発達した水域に張り建てられている定置網では、図 7 に示すように、流れに対応して来遊した魚群が海谷に沿って沖合から接岸し、等深線に沿って垣網へ向かいその機能により端口に誘導される。このような入網径路をとるゴマサバは、来遊した魚群の 46 % に相当することを推定した。



群れ規模：○ 小 ● 中 ● 大 魚群数：○ 1~2 ○ 3~5 ○ 6~10 ○ 11~20

図 6 魚群の水平分布(表中層)
調査水域へ来遊した表中層魚群について、群れ規模と魚群数から求めた分布。図中の斜線部は大、中、小型魚群が多く出現した水域。



☒ 7 道合定置網漁場における魚群の行動 (1984年)

ソナーで連続して観察された魚群の移動径路。移動径路によりA~Fのパターンにまとめて示した。移動距離は最も頻度の多い魚群の速度 $15^{\circ}/\text{分}$ に基づいて推定した。

A : 深みに沿って垣網へ向かう魚群

C : 垣網に沿って羽口へ向かう魚群

B : 深みに沿って網へ向かうが、
浅海域へ去る魚群

D : 垣網から離れる魚群

E : ランダムな行動を示す魚群

一方、三陸沿岸のサケ定置網は、東側に湾口を有する連続した大小の湾内に多数設置されており、サケ魚群は湾内に流入する流れとともに、湾の北側から湾奥へ向かい、南岸に沿って再び湾外へ去る。湾内に新たに定置網を張り建てた場合、魚群の移動は、張り建て前の岸に平行した移動(図8)から垣網の機能による岸に直角な移動(図9)となる。このため定置網へ入網するまでの行動は定置網の張り建て位置により、湾の南岸では、図9のように湾外へ向かうため岸沿いに移動する魚群および北側では、図10のように湾内に差し込むように接岸する魚群がそれぞれ垣網により阻止、誘導されて端口に向かう。

このような、環境の異なる水域における魚群の行動も、定置網に対する入網行動としては同じであるとみなせた。すなわち、来遊する魚群の径路、行動には違いが認められるが、定置網周辺ではいずれの魚群も、接岸あるいは岸沿いに移動する途中で垣網に出会うためその阻止、誘導機能により入網に至る。

3) 垣網の阻止、誘導効果

垣網は魚群が通過できる30~60cmの目合を持つが、その機能を整理すると、図11に示すよう通過率は8%と低く、その阻止率は極めて高い。垣網に沿って誘導される魚群は76%に達し、沖へ向かう魚群が岸へ向かう群の約3倍に達する。このような魚群の行動に変化が起きる水域は、図12の垣網周辺水域における魚群の分布から垣網から60mまでの範囲と推定された。また、魚群の垣網に対する進入角度は、図13に示すように60度以内が主で、この傾向は魚群の来遊径路が異なる相模湾のゴマサバおよび三陸沿岸のサケについても認められ、魚群の多くは垣網に出会う前にすでに沖へ向かう態勢にあると考えられる。このため、垣網の張り建て形状を曲線にすることに

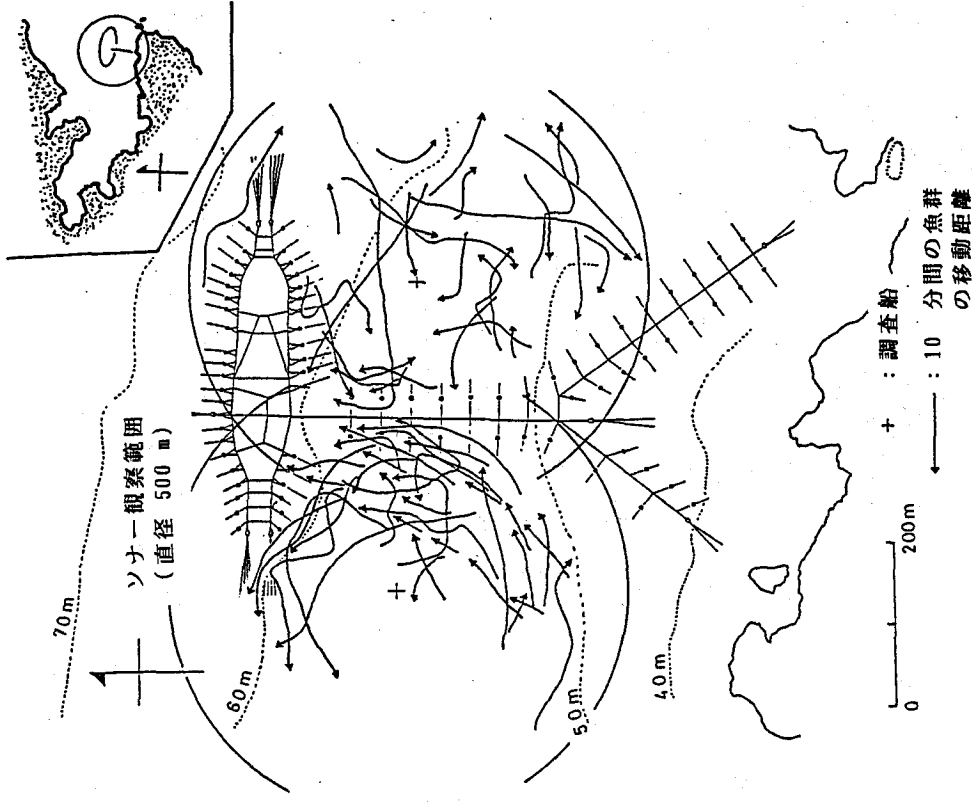


図9 定置網岸側水域における魚群の行動(1984年)ソナーで得られた大建定置網の岸側水域に來遊したサケ魚群の移動径路および唐丹湾における漁場位置を表わす。魚群の出現時刻、移動速度は異なるが、まとめて示した。移動距離は最も頻度の多い魚群の速度 15 cm/sec に基づいて推定した。

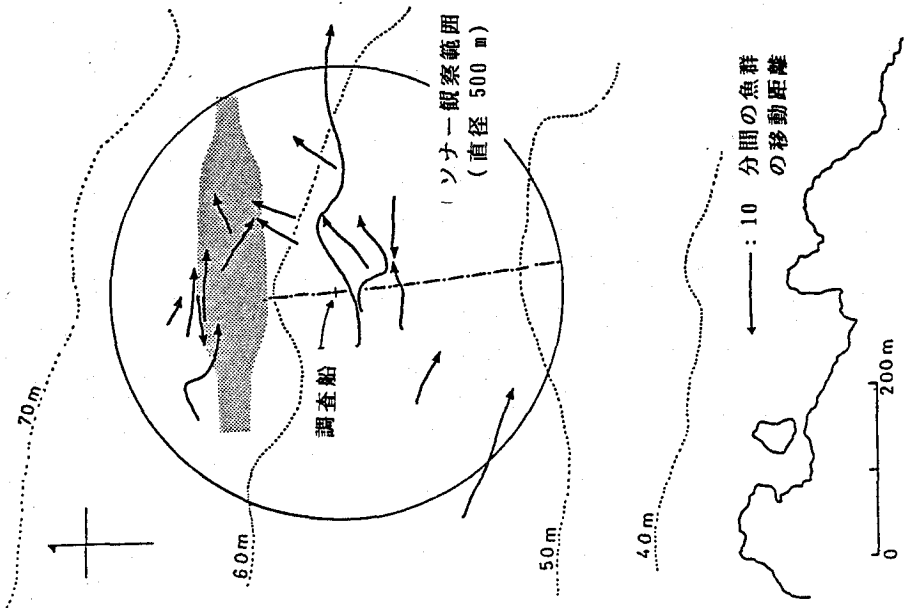


図8 定置網張り建て予定水域における魚群の行動大建定置網を張り建ててる前年に実施したソナー調査で得られたサケ魚群の移動径路を示す。図中、影を施した部分は定置網張り建て予定水域を表わし、移動距離は最も頻度の多い魚群の速度 15 cm/sec に基づいて推定した。(1983年)

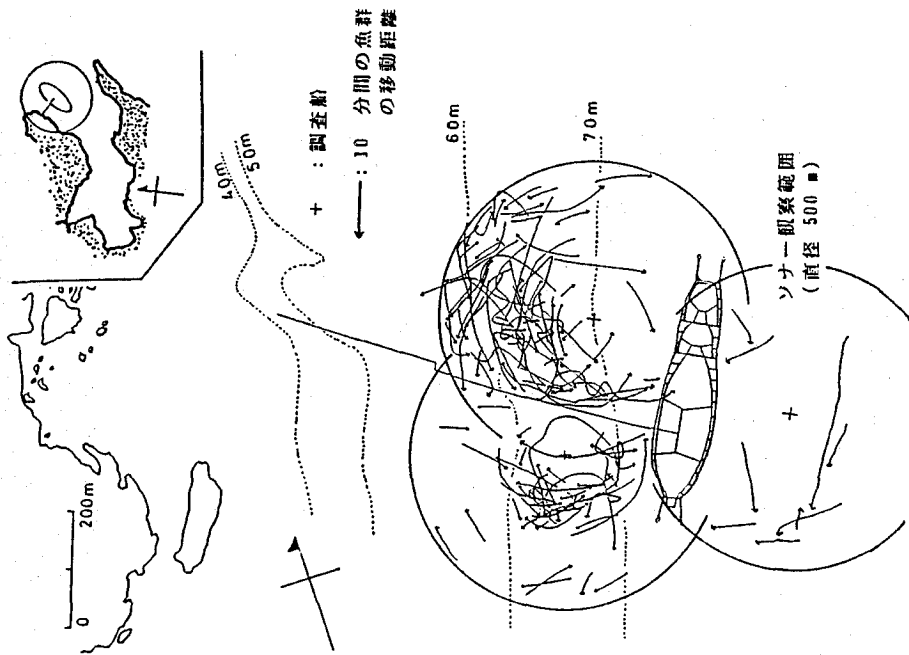


図 10 沖野島定置網周辺における魚群の行動 (1984年) ソナーで得られた定置網周辺へ来遊したサケ魚群の移動径路および大槌湾における魚群の出現時刻、移動速度は異なるが、移動距離はほぼ等しい。

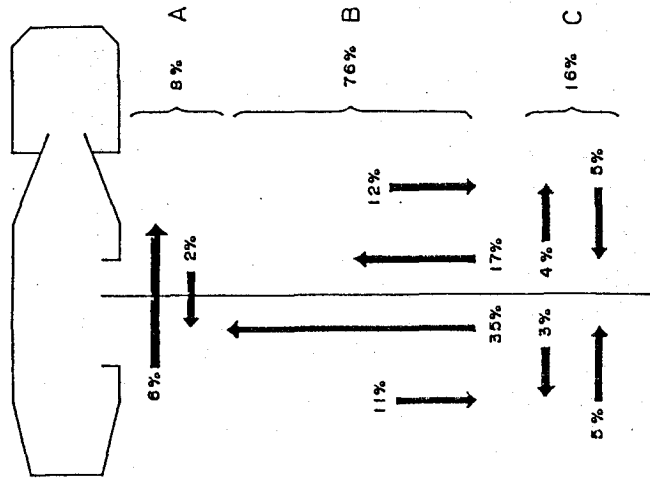


図 11 魚群に対する垣網の阻止、誘導効果ソナー調査で得られた、垣網前面および後面水域へ来遊した魚群の行動を次ぎのように3区分し、各行動を取る魚群の割合(%)を求めた。矢印は垣網に対する魚群の移動方向を表す。
A: 垣網を通過した群れ B: 垣網に沿って移動した群れ

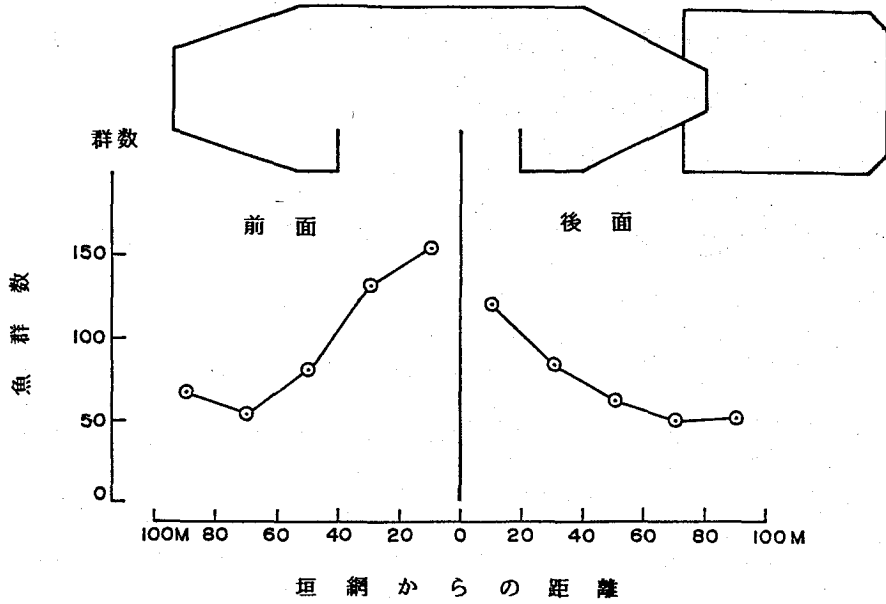


図 12 垣網の影響範囲

垣網前面および後面水域を20m × 20mの区画に分け、垣網からの距離20m毎に垣網に平行する区画における魚群の出現頻度の総和を求めた。魚群の計数はソナー映像の読み取り間隔1~2分毎に行なった。

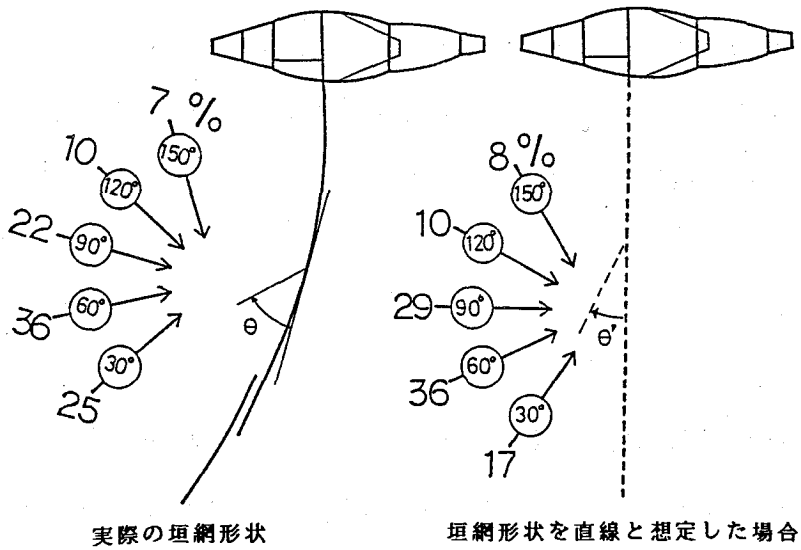


図 13 垣網に対する魚群の進入角度 (道合定置網: 1984年)

ソナー調査で得られた垣網前面水域へ来遊したゴマサバ魚群を対象に、垣網の形状が実際の場合(曲線)と直線と想定した場合について垣網に対する進入角度別(θ, θ')の魚群数による頻度割合(%)を求めた。進入角度は垣網の岸側から30度毎に区分して魚群の計数をした。

より、垣網に対する魚群の進入角度は小さくなる。さらに、魚群の垣網に沿う行動は走性的行動であることを推察した。

4) 定置網周辺における魚群の規模と移動状況

定置網に関連する魚群の性状として、魚群の規模と移動速度を取りあげた。魚群の規模は定置網の漁具構造を設計する基準となる。網周辺に来遊した魚群には大きな群は少なく、長さ37m、巾15m前後の小さな規模の群が多く、調査したいずれの定置網も大部分の魚群が通過できる広さの端口を持っていた。

一方、群れの移動速度をトビウオ類、サケ、ゴマサバ、イワシ類、ウマヅラハギおよびスルメイカについて求めた。いずれの魚種においても $15\sim 23\text{ }^{\circ}\text{m}/\text{sec}$ 前後の速度の場合が多く、定置網周辺水域では魚群の移動速度は比較的遅い。また、魚群の移動速度は定置網の岸側水域で約 $18\text{ }^{\circ}\text{m}/\text{sec}$ であるが、沖側水域ではこれより早い $25\text{ }^{\circ}\text{m}/\text{sec}$ 前後の速度であり、沖合と定置網周辺水域の魚群では移動行動が異なることが示唆された。さらに、定置網のある水域では流れの速さは多くが $10\text{ }^{\circ}\text{m}/\text{sec}$ 以下であり、魚群の移動速度と流速との差は小さいと推察された。

III 考 察

定置網漁業はその漁獲過程を含めてほとんどが沿岸へ来遊する魚群自身の生態に依存しており、環境要因の影響を強く受ける。その半面、定置網は資源への圧迫が少ない自然に適応した漁法と考えられる。しかし、規模の大きな固定漁具である定置網はその性質上排他的であり、また多くの経費を必要とするために魚群の行動を的確に把握することが困難な現状では新しい試み

を実施することが少なく、過去の経験のみに頼って操業されてきた。このため漁具の適正化を図ることも、沿岸水域の有効な利用を図ることも現実的には困難であった。

定置網周辺水域における魚群の行動研究から定置網の漁獲過程、特に魚群が定置網へ入網するまでの過程は魚群自身の行動要因に依存するところが多い。すなわち、魚群はそれ自身のもつ活動の日周性によりそれぞれの水域における地形（海岸、海底）および流れ等の環境要因に対応した離岸・接岸行動を繰り返す。この魚群の離岸・接岸行動に伴う移動が定置網の垣網により阻止され魚群は端口に誘導される。このような知見は沿岸水域における環境条件および来遊する魚群の離岸・接岸行動等を十分に把握することで、適正な漁場の選定と効果的な垣網の張り建てが可能であることを示している。

我が国の漁業を取り巻く情勢は厳しく、200海里内沿岸水域の高度利用が従来にも増して重要になっている。今後、沿岸漁業の適正な発展を促進するためにも、各地の定置網漁場の科学的な研究が必要となる。そして、限られた魚類資源を永続して有効に利用するためには資源管理の観点から選択性の高い機能的な漁具、漁法の確立と適正な漁業管理が必要であろう。本研究で得られた魚群の行動に関する知見は基礎的なものであるが、以上のような目的に沿って漁業技術の発展を目指すために有効であり、この知見を現状の定置網漁業における漁具、張りたて位置等の改善、適正化の検討、また将来の定置網漁業における新素材、新技術の導入、適正な漁業規模を維持管理するための基礎資料として活用していくことが充分可能と考えられる。

審査結果の要旨

定置網漁業の歴史は古く、300年前に遡るが、魚群がどのような過程を経て定置網に入網するかはよくわかっていなかった。しかし、音響機器の進歩によって、近年魚群の行動追跡が可能となった。

本研究は、水平方向の魚群像を捉えることのできるソナーを駆使して、定置網漁場における魚群の行動を詳細に観察したものであって、調査は1980-1985年に三陸沿岸の13の定置網漁場および三重、長崎、富山各県の漁場において実施された。

魚群が定置網に入網するまでの過程は、環境要因と漁具機能に関連して次のようにまとめられる。すなわち、魚群はそれ自身の持つ活動の日周期性により、それぞれの水域における地形（海岸、海底）および流れ等の環境要因に対応した離岸・接岸行動を繰り返す。この魚群の離岸・接岸行動に伴う移動が定置網の垣網により阻止され、魚群は端口に誘導される。

魚群の示すこのような行動過程が、つぎの4項目について詳細に検討された。

- 1) 魚群の日周行動と入網状況との関連
- 2) 漁獲と魚群の行動との関係
- 3) 垣網の阻止、誘導効果
- 4) 定置網周辺における魚群の規模と移動状況

定置網漁業はその漁獲過程が沿岸へ来遊する魚群自体の生態に依存しており、また魚群の沿岸・移動は環境要因の影響を強く受ける。一方、固定漁具であるため定置網の性格は排他的であり、また多額の経費を要するため、魚群の行動の的確な把握が困難な状況の下では新しい試みが少なく、過去の経験や勘のみに頼って操業されてきた。しかし、本研究によって、沿岸水域における環境条件および来遊する魚群の離接岸行動の特性に基づいて、漁場の適正な選定や垣網の効果的な張り建てを可能とする基礎的な知識が得られたと考えられる。

以上の点から、本研究は農学博士の学位を授与するに十分な内容を持つものと評価することができる。