

# 選択的漁獲のためのエビ籠の設計要因に関する 基礎的研究

## 学位論文内容の要旨

### 【研究背景及び目的】

籠は漁具構造も簡単であり、鮮度の良い漁獲物を手に入れることのできる漁具である。しかし、一度入籠した個体は脱出することが難しく、適切な漁獲選択性を持たない漁具を使用した場合には未成熟個体まで漁獲することになり、漁業資源の維持が困難となる恐れがある。これらを防止するためには籠漁具の構造と対象種の行動との関係を明らかにし、籠の選択性能を向上させる必要がある。本研究では、北海道でエビを主対象に操業されている籠に着目し、選択的漁獲が可能な籠を設計するために必要な要因について解明することにした。

道南の砂原地域で操業されているエビ籠漁業では漁獲されるエビのほとんどがトヤマエビであり、混獲される魚種は少ないが甲長 25mm 以下の未成熟個体が多く漁獲されており、籠の選択性を向上させることが求められている。トヤマエビは歩行と遊泳の 2 つの行動習性を持っているため、籠に入籠する過程が他の魚種とは異なると考えられ、歩行により入籠する場合は目合の影響が大きい。遊泳により入籠する場合には籠の形状要素である傾斜面の長さ、傾斜面の角度等が入籠するまでの過程で重要な要因として考えられる。さらにエビ籠の場合、入籠した個体は脱出することが難しいことから脱出口のような脱出装置を取り付け小型の個体の漁獲を減少させることも検討する必要がある。

本研究では最初に北海道の 3 つの地域で使われているエビ籠の安定性を比較し、次にトヤマエビの行動と入籠過程を調べ、北海道砂原地域で使われているエビ籠について籠の形状要素である傾斜面の長さ、傾斜面の角度を変化させた場合のエビの入籠率、入籠時のサイズ選択性、入籠過程を調べ、脱出口の有効性を検討して選択的な漁獲が可能なエビ籠の設計に必要な要因を明らかにすることを目的として以下の実験を行った。

### 【エビ籠の安定性】

北海道ではエビを獲るために大きく分けて半球形と円錐台形の 2 つの形状の籠を使用している。漁獲性能では入口が横に付いている円錐台形が優秀であるという報告があるが、使用している現地漁業者によると籠を敷設する漁場の潮流が速いと、漁獲量が落ちることから半球形の籠よりは安定性が良くないといわれている。このような籠の水中での安定性

を判定するために北海道で使用されている半球形の砂原エビ籠と臼尻エビ籠、円錐台形の紋別エビ籠の3種について抗力と静止摩擦力を実験により計測した。摩擦力は紋別エビ籠が重いいため最も大きかった。抗力は砂原エビ籠が他の地域のものに比べて大きかった。これらの力の釣り合いから転倒する流速 $V_f$ は臼尻エビ籠は $V_f=0.86\text{m/s}$ 、砂原エビ籠は $V_f=0.76\text{m/s}$ 、紋別エビ籠は $V_f=0.72\text{m/s}$ となり、紋別エビ籠が最も転倒しやすいことが分かった。

### 【エビ籠の入籠過程】

トヤマエビの歩行パターンと歩幅を調べるため、平板のボードと縮結が異なる5種類の網地パネルを用い、歩行実験を行った。また、トヤマエビのエビ籠への入籠過程を調べるため、現用エビ籠の形状を基準とした模型籠を製作し、傾斜面の長さまたは角度のみを変化させた場合について、エビの行動を水槽実験により調べた。トヤマエビは歩行する時は6本の歩脚を使用して歩き、平坦な面では規則的な歩行パターンを持って歩行をするが網地のような路面の状態では規則的な歩行パターンを維持することができなかった。さらに歩行する時は左右の歩脚を組みにして連続的に動かして歩行をするため、歩行中に穴のような障害がある場合は歩くのが難しいことが分かった。また、網地の上を歩く時には網糸と平行な方向に歩こうとする傾向が見られた。入籠する時には大部分の個体で出現から接触→登り→傾斜面に止まる(安着1)→平面に止まる(安着2)→入籠するパターンが最も多く見られた。そして傾斜面の長さが長いほどかごの傾斜面に何度も止まった後に入籠し、出現から入籠までの時間も長くなった。一方傾斜面の長さが短い場合は出現→登り→入籠のパターンで登ってすぐ入籠する個体の数が多かった。

### 【入籠時のサイズ選択性】

現用エビ籠の形状を基本として傾斜面の長さや傾斜面の角度を変化させた時の入籠時のサイズ選択性を調べた。本研究では選択性を判断する指標として1歳未満の未成熟個体の甲長25mmを用いることにした。最適なエビ籠を設計するためには2つの要因がどのように選択性に関わっているのかを明らかにする必要がある。このために、傾斜面の長さや角度の組み合わせを様々に変化させた模型籠を作り、甲長組成を一様にした供試個体群の階級別入籠率を求め、選択性曲線を推定した。選択性曲線から50%選択甲長 $l_{50}$ が25mmとなる形状を求めると、現用エビ籠については傾斜面の角度55°に対して角度を約10°程度大きくするか、現用エビ籠の傾斜面の長さ44cmに対して長さを約12cm程度長くするとある程度甲長25mm以下の個体の入籠をへらすことができると判断した。さらに、傾斜面の角度と長さを様々に変化させた場合に $l_{50}$ が25mmとなる籠の傾斜面の角度と長さは、角度が45°の場合、長さは64cm、角度が55°の場合、長さは54cm、角度が65°の場合、長さは48cm、そして角度75°の場合には長さは35.4cmとなった。 $l_{50}$ を25mmとした場合には角度が大きくなるほど傾斜面の長さは短くなることが分かった。現用エビ籠は傾斜面の角度が約55°、長さが44cmであるため、現用エビ籠の傾斜面の角度を大きくし、傾斜面の長さを短くすることが手近な改良方法である。

## 【エビ籠の脱出口】

エビ籠は漁具構造から見ると、一度入籠した個体は脱出することは難しい。このため、未成熟個体の漁獲を減らすために籠に脱出口を設置することが考えられる。エビに対する適正な脱出口の大きさを算定するため、長方形の脱出口形状を想定して高さと幅を変化させた隙間(スリット)を通過するエビの甲長組成から選択性曲線を求め $l_{50}$ が25mmとなる脱出口の大きさを算定した。さらに実物の籠に脱出口を2, 4, 6, 8, 10個設置した水槽実験を行い脱出する個体の甲長組成を調べた。脱出口は高さと幅を変化させたスリットの通過実験により高さ20mm×幅40mmの長方形に決定した。選択性の分析により、 $l_{50}$ が25mmとなる脱出口の数は8個が適切であると判断した。現在、脱出装置を取り付けた操業は行われていないが、籠の形状の工夫と同時に脱出口を設けることが未成熟個体の乱獲防止に有効な手法であると期待される。

## 【エビ籠の形状】

選択的漁獲が可能なエビ籠を設計するための要因として籠の形状的な要素である傾斜面の長さや角度の変化が漁獲特性に大きく影響することがわかった。エビ籠は傾斜面の設計において長さや角度、どちらか一方の要素のみを変化させても籠の大きさが大きくなるが、漁業者の取り扱いを考慮すると適切な選択性を維持しながら、大きさは小さいことが要求される。現用籠について考えると、傾斜面の長さを増加させるより傾斜面の角度を増加させた場合の方が籠の大きさをほとんど増加させずにすむと考えられる。ここで本研究の結果から、砂原地域で使われているエビ籠を改良する方法を考える。籠の取り扱いや船上への搭載の面から考えて現用エビ籠より大きくなることは好ましくない。そこで底面の大きさを現用籠の110cmとして $l_{50}$ が25mmとなる傾斜面の長さや角度を用いて籠の高さと内容積を計算した。内容積の最も大きなものは傾斜面の角度65°、長さ48cmの籠であるが籠の高さも大きくなる。次に内容積の大きな籠は、傾斜面の角度75°、傾斜面の長さ35.4cmの籠であり、この場合の籠の高さは34.2cmとなり水中での安定性も良いと考えられる。内容積は現用籠より1.30倍ほど大きくなるため、現用籠の内容積を確保するには籠の大きさを小さくすることも可能である。また、水槽実験の結果からエビ籠においても脱出口を使用することで未成熟個体の漁獲をある程度減らすことができる。しかし、脱出口を設置する場合脱出口の数が多いと脱出口を通じて未成熟個体が入る可能性があるため、籠の形状的な要素の選択作用が有効となるように脱出口の数や配置を考慮する必要がある。

近年、エビの資源量維持と管理の方策として様々な取り組みが提言され実施されているが、現用の籠では未だに未成熟個体の入籠が多く、すべての未成熟個体を再放流することは実現していない。本研究結果により、入口の大きさや目合だけではなく籠の形状を変化させたり脱出口を設置することによって未成熟個体の漁獲を少なくし、さらに選択的な漁獲が可能になる籠漁具の開発を進めることができると考える。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 齊 藤 誠 一  
副 査 教 授 三 浦 汀 介  
副 査 准教授 平 石 智 徳  
副 査 准教授 清 水 晋  
副 査 准教授 藤 森 康 澄

学 位 論 文 題 名

## 選択的漁獲のためのエビ籠の設計要因に関する 基礎的研究

籠は漁具構造も簡単であり、鮮度のよい漁獲物を手に入れることのできる漁具である。しかし、一度入籠した個体は脱出することが難しく、適切な漁獲選択性を持たない漁具を使用した場合には未成熟個体まで漁獲することになり、漁業資源の維持が困難となる恐れがある。これらを防止するためには籠漁具の構造と対象種の行動との関係を明らかにし、籠の選択性能を向上させる必要がある。

本研究は、北海道でトヤマエビを主対象に操業されている道南の砂原地域のエビ籠に着目し、選択的漁獲が可能な籠を設計するために必要な要因について解明したものである。砂原地域でのエビ籠漁業では漁獲されるエビの大部分はトヤマエビであり、混獲される魚種は少ないものの、甲長 25 mm 以下の未成熟個体も多く漁獲されており、籠の選択性能を向上させることが求められている。またトヤマエビは歩行と遊泳の 2 つの行動習性を持っているため魚類と違った入籠過程になることから籠の形状等も選択性に関わる要因として考えられる。最初に北海道の 3 つの地域で使われているエビ籠の安定性を比較し、次にトヤマエビの行動と入籠過程を調べ、砂原地域で使われているエビ籠について籠の形状要素である傾斜面の長さ、傾斜面の角度を変化させた場合のエビの入籠率、入籠時のサイズ選択性を調べた。さらに脱出口の有効性を検討して、選択的な漁獲が可能なエビ籠の設計に必要な要因を明らかにしたものである。得られた主な成果を以下に示す

- 1) 北海道で用いられているエビ籠では白尻エビ籠がもっとも転倒しにくい形状であることを明らかにした。

- 2) トヤマエビは平坦な路面では規則的な歩行をするが、網地などの路面に穴がある状態で、規則的な歩行が困難な場合には遊泳により移動することを解明した。
- 3) 現用エビ籠の傾斜面の角度を用いて、傾斜面の長さのみを変化させた実験から、傾斜面の長さが長いほど、トヤマエビが入籠するまでの時間も長くなることを明らかにした。
- 4) 傾斜面の角度と長さを様々に組み合わせた実験を行い、50%選択甲長が 25 mm となる組み合わせを見いだした。
- 5) 水槽実験により脱出口の形状を決定し、甲長 25 mm 以下の個体が 50%以上脱出する脱出口の数は 8 個であることを明らかにした。
- 6) 現用エビ籠の傾斜面の角度と長さを改良し甲長 25mm 以下の未成熟個体が入籠数を減少させることの可能なエビ籠の形状を見いだした。

以上の成果は、現用エビ籠の形状を変化させることで入籠する個体の甲長を制限できる可能性を具体的に示したものであり、本研究の解析手法を用いることでエビ籠の漁獲選択性を向上させることが可能となり、この研究分野のさらなる発展に資するものとして高く評価できる。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。