

回転式選別機による魚介類分離の試み

井上喜洋*・松村一弘**

Experiment on Fish and Shellfish Separation Using Rotating Sorting Machine

Yoshihiro INOUE and Kazuhiro MATSUMURA

Abstract: There is no effective selective machine that can be used by coastal fishing boats. A rotating sorting machine, in which a round cage was rotated to release fish and shellfish from sorting holes opened in the middle of the cage, was prepared. An experiment was carried out to grasp the basic separation performance of this sorting machine. The sorting experiment using fish and shellfish showed that this machine was useful for rough sorting (separation), even though separation performance was poor for fish with much mucus. It will be possible to improve this machine into a sorting machine with convenient features such as small size and space saving for coastal fishing boats.

Keywords: *sorting machine, rotating sorting*

1. 緒言

漁船の船上で使用できる選別機としては、サンマ漁業で大型ローラー式が一部で使われているが、沿岸の小型船で使用できる効率的な選別機は実用化されていない。場所をとらない選別方法として新たに傾斜した籠を回転させる選別方法の開発を進めている。この回転式選別機の基礎的な機能を調べるため、小型実験機を製作し、魚介類の分離実験を行った。

なお、本研究は、財団法人日韓・日中新協定対策漁業振興財団の日本海底びき網漁業操業転換推進事業(2000~2002年)の一環として実施した。

2. 実験方法

回転式選別の機能を把握するため、漁獲魚介類の中からエビ類を選別することを想定した基礎的な分離実験を実施した。回転式選別は、回転させた籠内に収容した魚介類の滑り方の違いで籠中央に設けた選別孔に、必要な魚介類を落下させ分離する方法である。この滑り方の違いは、魚介類の重さと粘液に依存するので、形態、性状の異なるサルエビ、メイタガレイ、マイワシおよびカタクチイワシを用いて選別実験を実施した。実際の操業では、複数の種が混ざった状態で漁獲されるが、今回は基礎的な分離状態を知るため、単一種毎

に分離状態を調べる実験とした。実験は、2002年3月に籠の回転回数、回転速度の違いによる分離状態、および魚介類の種類別に分離状態を調べた。回転回数および回転速度の実験は、同一魚介類を用いて繰り返し、種類別分離状態の実験は実験毎に新しい供試魚を用いて行った。分離の良否は、籠の選別孔から落下した個体数、籠内に残った個体数をそれぞれ計数した結果から判断した。また、用いた魚介類について生物測定を実施した。

3. 回転式選別実験機

実験機の外観を、図1に示す。直径660mmの円形金網(網目:1脚5mm角目)の外側に高さ330mmの側壁フレームを備え、内側にプラスチック製の網(網目:1脚9mm菱目)を張り付けた円筒型籠(以下、籠)である。この籠の底面中心部には、直径160mmの選別孔が開けてある。また、選別孔には選別調整のために直径6mm長さ60mmのロッド6本を中心に均等に配置した。これらロッド先端を結ぶ線により囲まれる円形空間の直径は40mmである。籠は、底面が鉛直線から45度傾斜した回転板に取り付けた。図2は円筒籠の駆動レイアウトを模式的に示した。電圧制御タイプの単相100V、25W、回転数90~1400r/minの図3に示す特性を持つ変速モータを使用した。モータ回転は減速比1:18のギ



図1 選別実験機

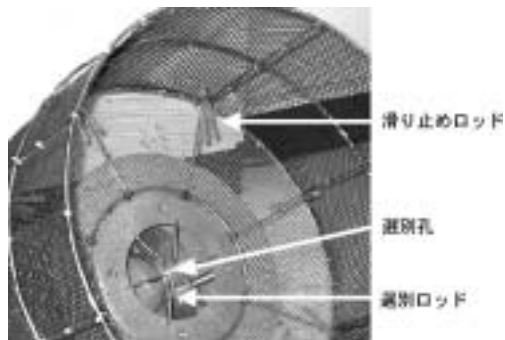


図4 選別孔と選別ロッド及び内壁の滑り止めロッド

ヤヘッドで減速され、さらにギヤヘッドに取り付けた歯数22枚の歯車から回転板を駆動している歯数110枚の歯車間で1/5に減速される。よって、籠の回転数は1~15.5r/minで無段階に調整できる。

選別機構としては、籠の底面と魚介類との摩擦の違い、すなわち滑り方の違いにより選別孔に落ちる魚介類を分離する。この摩擦の違いは、個々の魚介類の重さと体液による粘性に依存し、落下速度と落下線の違いとして現れるので、底面の傾斜と選別孔の大きさを適切に選べば分離が可能となる。

実験機は傾斜が急であったため、籠の下端部に入れた魚介類が滑り上部に運ばれることが困難であった。そこで、急遽直径10mm長さ80mmのプラスチック製滑り止めロッドを1カ所に2本を1組として図4に示すように籠の内壁の8箇所に中心向きに均等に取り付けた。この場合ロッドの1本は底面に接した形で取り付け、他の1本は先端部が底面から40mmの高さになるように調整した。この2本のロッドの内壁への取り付け高さは、底面から25mm以内になるようにした。



図2 円筒籠の駆動レイアウト

4. 実験結果

(1) 籠の回転回数と分離状態

籠が1回転に要する平均時間を7.3秒（モータ回転数740r/min）とした場合、魚介類の種類別に1回転毎の分離状態を調べた。実験は、平均尾叉長20.5cm、平均重量85gのマイワシ23尾、平均体長16.0cm、平均重量51gのメイトガレイ17尾および平均体長11.0cm、平均重量5.4gのサルエビ150尾を用いて各3回行った。（図5、6参照）分離状態としては、籠が1回転する毎に選別孔に落下した個体数を計測した。各分離実験の結果をまとめると図7に示すとおりとなる。

結果から見るとマイワシは、籠を7回転させると選別孔に落下する固体は20%以下であるが、メイトガレイは、6回転で約60%が落下する。サルエビは、7回転で選別孔に落下する固体は、95%以上となる。一応、魚介類の種類により分離状態に違いがあることが確かめられた。また、今回の実験機では、エビ類の分離が主体であるが、5回転させると約90%が選別孔に落下することが分かる。

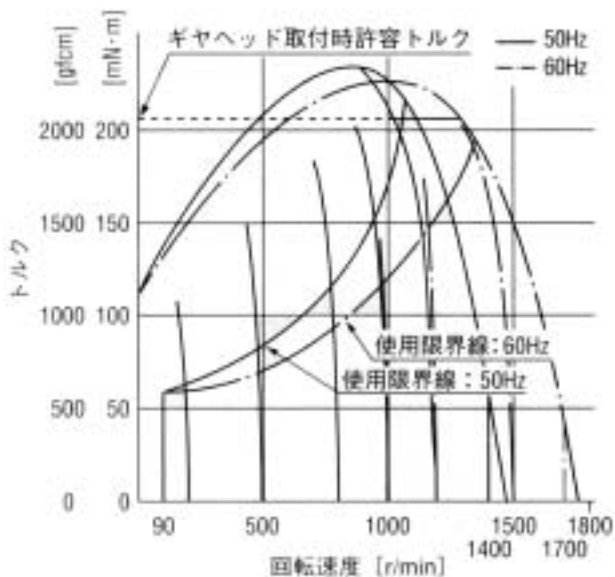


図3 モータの出力特性



図5 選別機に入れたサルエビ



図6 選別機に入れたメタガレイ

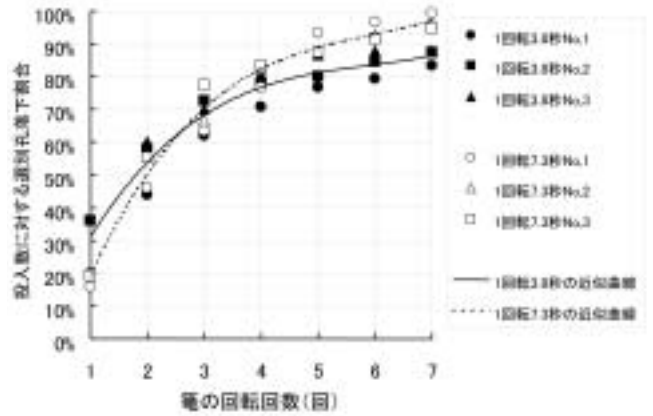


図8 籠回転回速度の異なる落下割合 - サルエビの場合 -

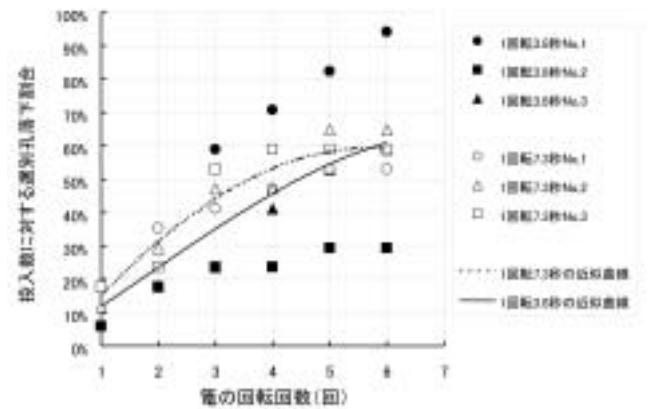


図9 籠回転回速度の異なる落下割合 - メタガレイの場合 -

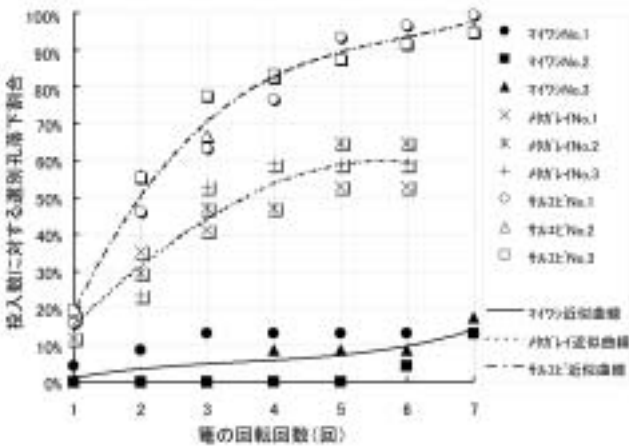


図7 種類別の籠の回転回数と落下割合

(2) 籠の回転速度の違いによる分離状態

回転速度の違いによる分離状態を見るため、籠が1回転に要する平均時間を前述の約1/2となる3.8秒（モータ回転数1400r/min）とした場合について、前述のサルエビおよびメタガレイを用いて1回転毎の分離状態を調べた。各分離実験の結果を、前述の1回転に要する平均時間が7.3秒の結果と対比させて図示すると図8と図9となる。

図から分かるように、サルエビでは約70%が選別孔に落下

する。回転数が少ない3回転までに落下する個体数は、回転速度が遅い場合と大差がないが、7回転後の籠内に残る個体数は4倍近く増加している。メタガレイの場合も回転速度が遅い場合と分離状態は大差が無い。結局、回転速度は遅い方が分離効果は良いと判断できる。

(3) 魚介類の種類別分離状態

前述までの結果から、籠が1回転する平均時間を7.3秒で5回転させたとき、魚介類の分離状態を調べた。ここでは、大きさの似た、粘液があるカタクチイワシとサルエビに比較対照としてマイワシの3種について実験を行った。実験に用いたマイワシの平均尾叉長19.0cm、平均重量65g、カタクチイワシは、10.5cm、8.1g、サルエビは、10.0cm、5.5gであった。実験に用いた魚介類は、毎回新しいものに変えた。これらの実験状況は図10、11および結果は表1～表3に示す通りである。これら結果表を落下割合別まとめると図12に示す通りとなる。大きさの異なるマイワシは選別孔に落下する率が約30%以下と低い。カタクチイワシとサルエビは、いずれも選別孔に落下する率が高く、カタクチイワシ約90%、サルエビ、約80%である。カタクチイワシは大きさがサルエビと大差なく、しかも粘液が強いため相互に密着してまとまり落



図10 サルエビの分離状態
上下2枚のパレットが1組の分離状態を表す。
上は選別機に残った個体、下は選別孔から落下した個体を示す。



図11 カタクチイワシの分離状態
上下2枚のパレットが1組の分離状態を表す。
上は選別機に残った個体、下は選別孔から落下した個体を示す。

表1 マイワシの分離状態

単位：個体数

実験No.	落下数	籠内残数	合計
No. 1	2	12	14
No. 2	4	9	13

表2 カタクチイワシの分離状態

単位：個体数

実験No.	落下数	籠内残数	合計
No. 1	59	4	63
No. 2	60	4	64
No. 3	52	9	61

表3 サルエビの分離状態

単位：個体数

実験No.	落下数	籠内残数	合計
No. 1	35	10	45
No. 2	42	5	47
No. 3	33	13	46
No. 4	38	9	47

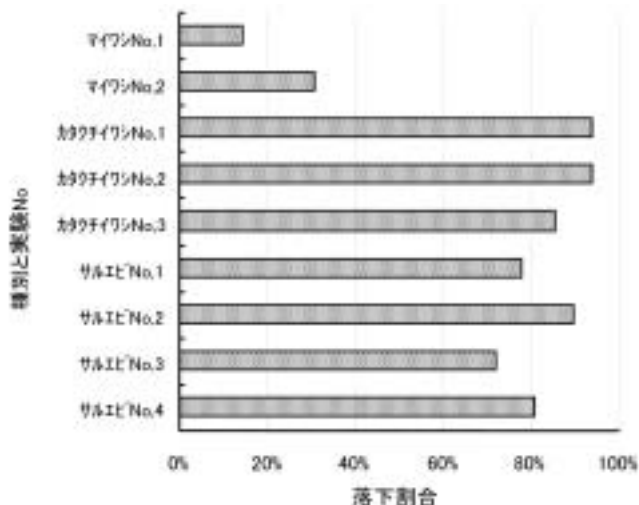


図12 種類別の落下割合

下した。サルエビは足やヒゲが籠の網目や突起物に絡み落下が阻害されていた。

(4) 魚介類の分離現象の違い

回転式選別機を作動させた場合、魚介類が選別孔へ落下するまでの現象には種類により違いが認められる。これらについてエビ類との分離を考慮して整理すると次のようになる。

- 1) マイワシ：選別孔の直径以上の大きさを有するためか、落下する個体数はサルエビに比べ約10%以下に留まり、粘液も少なく滑りは良く籠内で転がる。選別孔への落下個体は、頭部或いは尾から鉛直に近い姿勢で陥落する。この場合、選別孔上端縁辺から離れて落下する。水平状態に近い姿勢の場合は、選別孔に取り付けられた下側の選別ロッドに当たるため落下が防止される現象が認められた。
- 2) メイタガレイ：選別孔の直径と同程度の大きさであるが、形態が菱形で薄く粘液が豊富な魚である。このため、籠内における挙動としては転がることは無く、粘液により緩やかに滑る。落下個体数はサルエビに比べ約半分と分離状況は悪くなる。選別孔への落下個体は、多くが頭部或いは尾から鉛直に近い姿勢で陥落する。この場合、粘液のため選別孔上端縁辺から吊り下がるような状態でずり落ちる。従って、選別孔に取り付けられた選別ロッドは機能しない。
- 3) カタクチイワシ：形態としては選別孔の直径の60~70%、サルエビとはほぼ同じ大きさ、重量を持つ粘液の多い魚である。籠内における挙動としては、粘液により緩やかに滑る。また、個体或いは複数が絡み合い固まり（群体）として転がり、滑る。このため、落下個体数はサルエビに比べ同程度か、上回り、分離はされない。選別孔への落下個体、群体は、あらゆる姿勢で陥落する。この場合、多くが粘液のため選別孔上端縁辺から吊り下がるような状態でずり落ちる。しかし、群体状態で落下するものは、上端縁辺から離れて陥落するものもある。群体状態の場合、群体を形成する一部の個体が選別孔に取り付けられた下側の選別ロッドに当たるため落下が防止される現象も認められた。

4) サルエビ：形態としては選別孔の直径の60～70%，粘液は無く、殻があるため滑りは良いが、触角，脚（足），長いヒゲ（第2触角）等が籠，他個体等に絡まる現象が多々観察された。落下個体数は，90%程度と分離状況は良い。このため，籠内における挙動としては，単体，群体状態で良く滑り転がる。選別孔への落下個体，群体は，あらゆる姿勢で陥落する。いずれも，選別孔上端縁辺から離れて陥落する。一部の個体が選別孔に取り付けられた下側の選別ロッドに当たるため落下が防止される現象も認められた。

5. 考 察

回転式選別の機能を把握するため実験機を用いて，選別対象魚介類の中からエビ類を選別することを想定した基礎的な分離実験を実施した。実験機は，回転する籠内に収容した魚介類の滑り方の違いにより選別孔に落ちる魚介類を分離する。この滑り方の違いは，個々の魚介類の重さと粘液に依存するので，形態，性状の異なる或いは似かよった魚介類を用いて選別実験を実施した。エビ類としては，サルエビ，対照生物としては，粘液が無く，大きさが異なるマイワシ，粘性を持ち形態が異なるメイタガレイ，粘性を持ち形状が似ているカタクチイワシを使用した。

今回の実験結果から見ると籠が回転した回数が増すと選別孔から落下する個体数の積算値も増加する。しかし，いずれも5回転で約80%が落下していることから適正選別回転の回数があることを窺わせた。回転速度については，遅速の2種類のみであるが，回転速度を2倍にしても選別孔から落下する個体数は，大差なく最終的に籠内に残る個体数が増加することがわかった。この結果から見れば遅い速度の方が選別に有利のようである。籠内に取り付けた滑り止めロッドおよび選別孔の選別ロッドは機能としては役立つが，生物への損傷が多く認められた。これについては形状と規模について検討が必要である。

選別機能については，問題点も多く認められたが，可能性の高い興味ある結果が得られた。分離対象生物が，マイワシに類似した形態，性状を持つ場合であれば，サルエビとの選

別は充分可能と考えられる。従って，漁獲時に採集される貝殻類，ヒトデ・イソギンチャク類，大型魚介類であれば十分分離可能と思われる。また，対象生物が粘液を持つ場合も，メイタガレイのように形態が異なれば，多少の工夫で分離効果を高めることは可能と判断できる。しかし，カタクチイワシのように形態的に類似し，粘液に富んだ生物とサルエビの選別については，今回の実験機では，困難である。確実な分離を達成するためには大幅な改良が必要となる。すなわち，少なくとも次のような改良を施す必要がある。

- ・ 回転する籠の内側は，エビ類の触角，脚類が絡まらないような滑らかな材質，仕上げ状態にする。
- ・ 籠の傾斜は対象選別の生物種類と量等により変える必要があるので，任意の角度に調整できるようにする。
- ・ 粘液を持つ生物は底面に沿ってゆっくり移動するので，選別孔周辺に緩やかな凹みを作るか，或いは選別孔の縁を緩やかに高めて選別孔への進行を防止する。
- ・ 選別孔および選別ロッドの規模について，対象生物の大きさとの関係を詳細に調べる。
- ・ 籠の内壁に設けた滑り止めの形状，規模について検討する。
- ・ 籠の直径，すなわち内壁から選別孔までの距離の検討。
- ・ 最適な回転速度と回転数の検討。これらは，籠の規模，対象生物と関係する。

回転式選別は，機構が簡単で装置の小型化が可能であり，設置場所や作業空間が狭くても良いこと，選別の繰り返しが可能である等，優れた特徴が認められるので，今後の改良開発研究次第では十分漁業に役に立つ選別機として期待できる。

6. 謝 辞

本稿をまとめるにあたり，回転式選別実験機的设计・製作にご助言，ご協力頂いた(有)コムテック板東忠典社長に謝意を表す。