

## 小型底曳網漁船の衝突事故の実態と 船上での選別作業の軽減化の検討\*<sup>1</sup>

梶川和武・永松公明・井上 悟 (水大校)

### Research of Actual Conditions of Maritime Collision Concerning Coastal Small Fishing Boat and Investigate to Reduce the Fish-sorting Time

Yoritake Kajikawa\*<sup>2</sup>, Kimiaki Nagamatsu\*<sup>2</sup>, and Satoru Inoue\*<sup>2</sup>

Our investigation on the recent state of marine accidents of small trawl boats operating in the west coast off Shimonoseki, indicate that about 80% of coastal trawl fishermen have experienced collision accidents while fishing. The main cause of these accidents was an improper lookout while they were busy for fish-sorting work on the deck. We presume that if fishermen are able to deploy the new device developed by us and named as SURF-BRD which has a function of automatic selection for size and species, the sorting time could be decreased significantly and reduced marine accidents by small trawl boats. To improve the selectivity of SURF-BRD for decreasing sorting-time, we have to elucidate the factor involved in fish-sorting work. We carried out a series of trawling experiments using an existing shrimp trawl. A set of digital video camera recorder was used to measure the precise time consumed for fish-sorting work during all test tows. From these experiments, we found a clear relationship between the number of marketable catch (X) and sorting time (Y) by tow which was expressed in the following equation:  $Y=1.10X+209.97$  ( $r^2=0.968$ ). Also, we tried to find out which would be the most time consuming factor in operation, using multiple regression between shrimp and other marketable species. The result of multiple regression suggested that fish-sorting time could be mainly influenced by the number of shrimps. It is concluded that if SURF-BRD is improved according to the present results and employed by a shrimp trawler, it would make possible to reduce the fish-sorting time and collision accidents by shrimp trawlers.

平成8年から平成12年までに全国で海難に遭遇した船舶は年平均8,360隻で推移しており、その中、漁船は1,440隻であった\*<sup>3</sup>。漁船の主な海難は衝突事故であり、その原因の大半は漁労作業中における見張り不十分であった\*<sup>4</sup>。特に小型底曳網漁業では操業形態が1人乗りであり、船上で漁獲物を水揚と投棄に分ける選別作業の専念が見張りを不十分にさせたと推察される。したがって、この種の海難の防止策のひとつとして、選別作業の軽減化が望まれる。

著者らは資源の有効利用を目的として、無駄な漁獲を防ぐ混獲防除装置 (SURF-BRD) <sup>1~3)</sup> の開発研究を行っている。この当初の目的に加えて、本装置の選別機能を有効

に活用して、現在の選別作業を煩雑にしている要素を排除することができれば、選別作業の軽減化が可能となり、海難防止につながると考えられる。

本研究はSURF-BRDを導入することによって選別作業を軽減化する場合に必要な基礎資料を得ることを目的として、実施された。まず、アンケートにより、下関の日本海側海域の衝突の実態やSURF-BRDの導入に対する小型底曳網漁業者の意識を調べた。さらに、試験操業を実施して選別作業の実態を観察して、作業を煩雑にしている要因の分析を行った。

本研究をとりまとめるにあたり、ご校閲いただいた水産

2005年1月11日受付. Received January 11, 2005.

\* 1 本報の要旨は平成16年度日本水産学会中四国支部例会において発表した。

\* 2 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fishery Science and Technology, National Fisheries University)

\* 3 平成13年度版 海難審判の現況 (<http://www.mlit.go.jp/maia/07toukei/genkyou/genkyo2001/gen2.pdf>)

\* 4 海難レポート2004 (<http://www.mlit.go.jp/maia/07toukei/genkyou/rep2004/rep2004top.htm>)

大学校 名誉教授 藤石昭生博士に御礼申し上げます。

## 2 資料と方法

### 2.1 アンケート調査

本研究では、下関市の日本海側で操業している小型底曳網漁船の衝突事故の実態やSURF-BRDの導入に対する漁業者の意識を把握するために、アンケート調査を行った。本調査は下関市の彦島漁業協同組合（組合員数82人、経営体数47）にご協力頂き、同組合所属の小型底曳網漁業者を対象とした。本組合は組合員のうち92%が小型底曳網漁業者であって、同漁業者数は下関市の日本海側の組合および支所の中で最大である\*。本調査ではアンケート用紙を40部配布して、26部回収した。

### 2.2 試験操業

下関ひびき漁業協同組合伊崎支所所属の第三海幸丸（2.9 t）を備船して、2003年9月23日に下関市の日本海側の水深30m 付近の漁場で試験操業を実施した。

操業は1時間曳きを基本とし、日没時をはさんで日中1回、夕まずめ1回、夜間3回の計5回の曳網を実施した。なお、本稿ではそれぞれの曳網について、曳網時刻が早い順に番号を付け、以降、この番号を網次番号と呼ぶ（Table 1）。実験に使用した漁具は当業船が使用中のエビ漕網である（Fig. 1）。この漁具は漁業者の経験則に基づいて作成されたものであり、天井網が取り付けられている。また、全体的に小目合で構成されているため、投棄個体の混獲が多い<sup>4)</sup>。

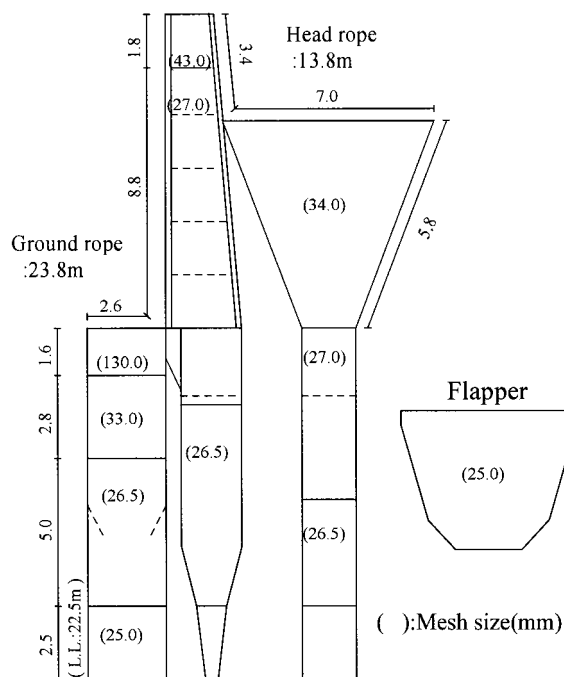


Fig. 1 Net plan of existing trawl in Shimonoseki.

### 2.3 選別作業の解析方法

本研究では、揚網後に漁業者に通常の漁獲物の選別作業を行ってもらい、その様子を2～3m離れた位置からデジタルビデオカメラ（Sony DCR-PC105）で撮影した。後日、撮影した映像を再生して、作業内容を確認しながら、選別作業時間をストップウォッチで計測した。

### 2.4 漁獲内容の調査方法

実験で得られた漁獲物の詳細を調べるために、船上での

Table 1 Outline of experimental hauls by existing trawl

Date	Haul No.	Towing time	Towing speed (Knot)	Depth of fishing area (m)
2003 9.24	1	16:26~17:26	1.7	29.0
	2	17:48~18:49	1.8	31.0
	3	19:24~20:24	1.8	32.6
	4	20:44~21:46	1.8	29.2
	5	22:05~23:00	1.5	28.8

\* Sunset time: 18:12

選別作業後、漁獲物を水揚げ個体と投棄個体とに分けて研究室に持ち帰り、冷凍保存した。後日、解凍して、種の判別と尾数及び重量の計測を行った。

選別作業の軽減 …………… 84% (10人)  
 魚の品質が良くなる …………… 8% (1人)  
 長時間の曳網が可能 …………… 8% (1人)

### 3 結果

#### 3.1 アンケートの調査結果

小型底曳網漁業者の衝突事故について調査した結果、衝突した経験がある漁業者は26人中20人と、全体の約8割を占めた (Fig. 2-(A))。これらの衝突の原因を調べると、見張り不十分に相当する選別作業中が63%を占めており、選別作業が見張りを妨げている最も大きな要因と考えられた (Fig. 2-(B))。以上の結果から、本研究の調査の対象地域においても、選別作業時の見張り不十分に起因する小型底曳網漁業者の衝突事故が多発している実態が浮き彫りになった。

この結果から本漁業における選別作業は漁業者にとって重労働<sup>3)</sup>であり、作業の軽減を望んでいる人が多いことが分かった。選別作業の軽減は、安全性の向上ばかりでなく、漁業者の肉体的な負担を軽減させることができるため、腰痛などを持つ漁業者の健康の保全にもつながることが期待される。

次に、SURF-BRDの導入の是非と選別作業の軽減について、アンケート調査の結果をとりまとめた。

#### 3.2 漁獲物の種組成

まず、本装置の導入に関して、次の結果が得られた。

選別作業時間は漁獲物の種組成や量に依存すると考えられるため、網次ごとに漁獲物を水揚げ対象個体あるいは投棄個体に分けて種数と量 (尾数, 重量) を計測して、Table 2にまとめた。なお、各曳網回数における投棄個体の種数には有用種でありながら商品サイズ未満のために投棄されているものが含まれている。したがって、水揚げ対象個体の種と重複していることがある。Fig. 3に、網次ごとに水揚げ個体と投棄個体の種組成とそれぞれの尾数を示した。ここでは、それぞれの網次において漁獲尾数が上位3位までの種 (アカエビ *Metapenaeopsis barbata*, トラエビ *Metapenaeopsis acclivis* はまとめてアカエビ属 *Metapenaeopsis* とした) についてはそれぞれ尾数を求め、残りの種についてはその他の項目にまとめて尾数を求めた。

本装置の導入に賛成 …………… 39% (10人)  
 本装置の導入に消極的 …………… 22% (6人)  
 現時点でどちらか判断がつかない …………… 39% (10人)

試験操業で得られた総漁獲物は73種, 5,834尾,

さらに、SURF-BRDの導入により期待できる項目として、次の結果が得られた。

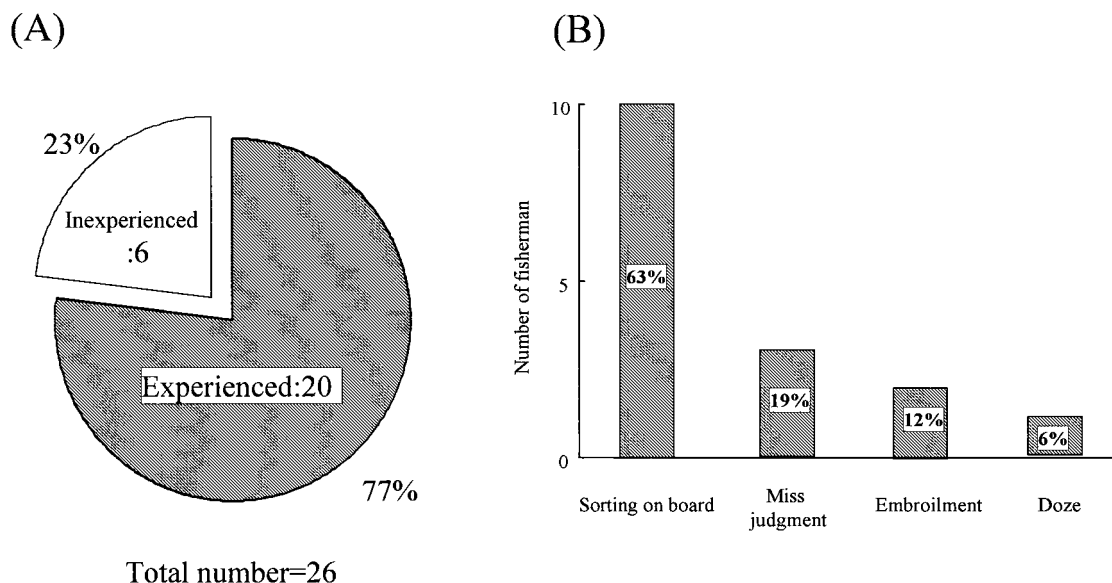


Fig. 2 Number of coastal trawl fisherman met with collision accidents in Shimonoseki (A) and cause of collision (B).

Table 2 Catch number and weight in the fishing experiment

Haul No.	Marketable/Non-marketable	Species	Number	Weight(g)	Total		
					Species	Number	Weight(g)
1	Marketable	17	117	7500.1	34	301	8728.3
	Non-marketable	24	184	1228.2			
2	Marketable	24	335	12746.7	35	1075	18142.3
	Non-marketable	19	740	5395.6			
3	Marketable	23	558	8681.5	39	1703	17040.6
	Non-marketable	25	1145	8359.1			
4	Marketable	25	787	10039.5	42	1438	13966.0
	Non-marketable	31	651	3926.5			
5	Marketable	22	426	7113.1	34	1317	13864.2
	Non-marketable	24	891	6751.1			
Total	Marketable	47	2223	46080.9	73	5834	71741.4
	Non-marketable	56	3611	25660.5			

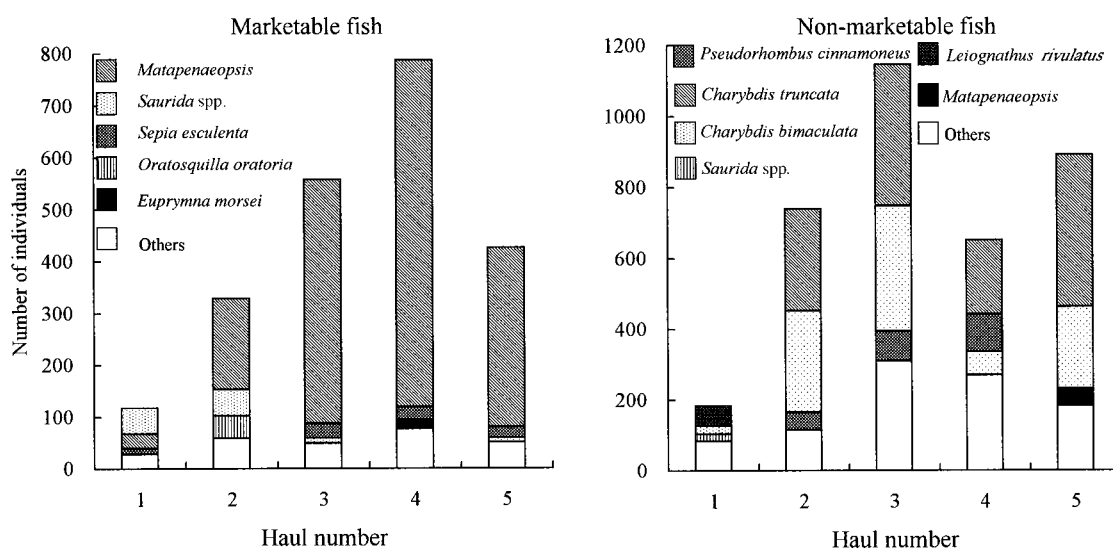


Fig. 3 Marketable and non-marketable fish composition by haul number.

71.74kgであった。そのうち、水揚個体は47種、2,223尾、46.08kg、投棄個体は56種、3,611尾、25.66kgであった。

各網次における全漁獲尾数は、日中（網次番号1）では301尾、夕まずめ（網次番号2）では1,075尾、夜間（網次番号3～5）では1,317～1,703尾と、日中から夕まずめ、夜間にかけて増加する傾向が認められた。

各網次における水揚個体の漁獲尾数は、全漁獲尾数と同様に曳網の時間帯によって異なり、最小117尾（網次番号1）から最大787尾（網次番号4）まで大きく変動した。一方、種組成は、日没前の網次番号1、2ではサイズ選択が必要な比較的大きい個体であるエソ類 *Saurida* spp.、シヤコ *Oratosquilla oratoria*、コウイカ *Sepia esculenta* の漁獲割合が高かった。しかし、日没後の網次3以降ではアカエビ属の占める漁獲割合がそれぞれの網次において84、85、81%と高い水準で推移した。

これに対して、各網次における投棄個体の種組成も曳網の時間帯によって変動し、網次番号1ではオキヒイラギ *Leiognathus rivulatus*、ケンサキイカ *Photololigo edulis*、エソ類の漁獲割合が上位を占めた。しかし、網次番号2以降の各網次においては、小型カニ類（フタホシシガニ *Charybdis bimaculata*、ヒロハイシガニ *Charybdis truncata*）がそれぞれ78、66、42、74%と高い割合を占めた。

また、投棄個体が漁獲物を占める割合は各網次では尾数比で45～69%と変動し、全体では全漁獲物の62%を占めた。

### 3.3 選別作業の工程

選別作業を撮影した映像を解析した結果、船上での選別作業は以下の5つの工程から成ることが分かった。

1. 漁獲物の選別を行う箱（以降、選別箱と記す）と、選

- 別後にそれぞれの個体を入れる箱（以降、分別箱と記す）を船尾甲板上に配置する。
2. 魚槽から漁獲物をタモ網で取り出して、選別箱に入れる。
  3. 選別箱に入れた漁獲物からアカエビ属以外の水揚個体（エソ類、シャコ、コウイカなど）を選別して、それぞれの分別箱に入れる。
  4. アカエビ属を選別して、分別箱に入れる。
  5. 残った個体を船外へ投棄する。

選別作業は1の準備作業の後、魚槽から漁獲物がなくなるまで2～5の作業を繰り返していた。また、本作業では、3および4の工程で水揚個体を選別した後に、選別箱に残った投棄個体を一括して投棄していた。このため、投棄個体の選別については、ほとんど時間を要しておらず、投棄個体数の増減が選別作業時間に直接に影響を与えるとは考えにくい。一方、水揚個体数の増減は選別作業時間を左右する要因となると推測できる。

### 3.4 網次別の選別作業時間と水揚個体数

網次ごとに漁獲された水揚個体数と、その時に計測された選別作業時間の関係を調べるために、回帰分析を行った。なお、ここでは選別作業時間の計測は2～5の工程を対象とした。その結果、以下の回帰式が得られた (Fig. 4)。

$$Y = 1.10X + 209.97 \quad (r^2 = 0.968) \quad \dots \quad (1)$$

Y：選別作業時間 (秒)    X：水揚個体数  
r<sup>2</sup>：決定係数

ここで、(1)式が選別作業時間 (Y) の予測に役立たないという帰無仮説を立てて、分散分析を行った。その結

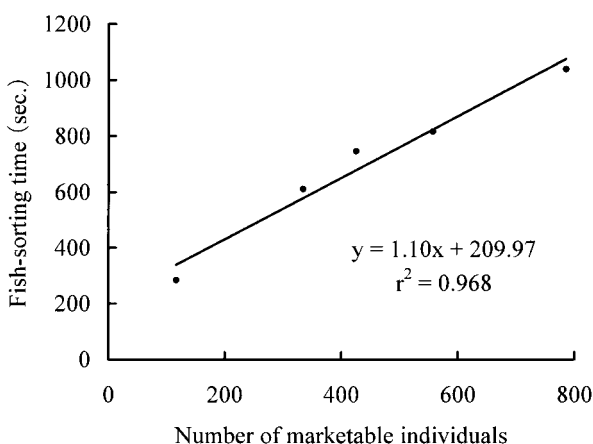


Fig. 4 Relationship between the number of marketable individuals and fish-sorting time.

果、有意水準5%で、帰無仮説が棄却された ( $F$  値=89.677,  $\phi = 4$ ,  $p < 0.05$ )。したがって、(1)式を用いれば、水揚個体数 (Y) から選別作業時間 (X) の予測が可能であると判断できる。

### 3.5 選別作業時間を左右する種の判別

前項において、水揚個体数と選別作業時間の回帰式の有意性が認められたことから、水揚個体数の増減が選別作業時間を左右すると判断できる。したがって、水揚個体の多くを占めるアカエビ属が選別時間を左右していると推測できる。しかし、それ以外の種が選別時間を左右している可能性も残されている。そこで、本研究では、アカエビ属とアカエビ属以外の2つのグループに分けて重回帰分析を行い、選別作業時間に影響を与えたグループの判別を行った。その結果、以下の重回帰式が得られた。

$$Y = 1.10X_1 + 1.23X_2 + 227.45 \quad \dots \quad (2)$$

Y：選別作業時間 (秒)    X<sub>1</sub>：アカエビ属の漁獲尾数  
X<sub>2</sub>：その他の漁獲尾数

さらに、(2)式の重回帰係数X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>の有意性を検定するために、係数を0とする帰無仮説を立てて、t検定を行った。その結果、有意水準5%でX<sub>1</sub>の係数は棄却されたのに対して、X<sub>2</sub>の係数は棄却されなかった (X<sub>1</sub>係数:t値=7.59,  $\phi = 4$ ,  $P < 0.05$ , X<sub>2</sub>係数:t値=1.11,  $\phi = 4$ ,  $P > 0.05$ )。したがって、X<sub>1</sub>の係数のみが有意であったため、選別作業時間はアカエビ属の漁獲尾数の影響を受けたと判断できる。

そこで、アカエビ属を変数 (X)、選別時間を従属変数 (Y) とする回帰式を以下に求めた (Fig. 5)。

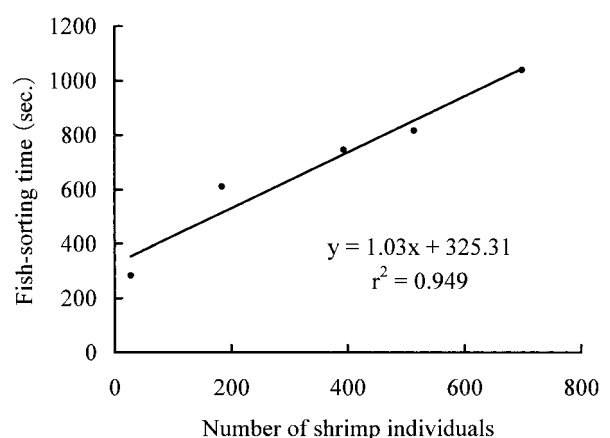


Fig. 5 Relationship between the number of shrimp individuals and fish-sorting time.

$$Y=1.03X+325.31 \quad (r^2=0.949) \dots\dots\dots (3)$$

Y：選別作業時間（秒） X：アカエビ属の漁獲尾数  
 $r^2$ ：決定係数

ここで、(1)式の時と同様に(3)式についても、その有意性を判断するために選別作業時間(Y)の予測に役立つかないという帰無仮説を立てて、分散分析を行った。その結果、有意水準5%で、帰無仮説が棄却された( $F$ 値=55.514,  $\phi=4$ ,  $p<0.05$ )。

以上の結果から、(3)式は(1)式の決定係数より値は小さいものの、アカエビ属の漁獲尾数が選別作業時間に大きく寄与していることが明らかになった。したがって、SURF-BRDの導入により、アカエビ属の選別作業の手間を省くことができれば、選別作業時間が短縮されると推測できる。

#### 4 考 察

当地域における小型底曳網漁業の操業実態を漁業者の報告を基に時系列にまとめると、以下ようになる。通常、当業船は14:00に出港して、1時間程度航走して漁場に到着する。直ちに第1回の投網を行い、曳網を開始する。曳網時間は1~2時間程度である。その後、約15分程度の揚網作業の後、漁獲物を一旦、魚槽に入れて、直ちに第2回目の投網を行う。投網が終了した後、漁獲物の選別作業を開始する。作業の内容は魚種選別、サイズ選別、塵芥投棄、選別後の投棄個体の投棄に分けられる。作業終了後、引き続き1時間程度曳網し、第2回目の揚網作業に移る。一連の作業は1日の操業で4~5回繰り返される。選別作業は曳網中の15~30分程度であるが、船尾甲板で行われ、この間、見張りが不十分な状況になる。

本研究のアンケート調査によって明らかになったように、下関市の日本海側における小型底曳網漁船の衝突事故は操業中の選別作業時に最も多く発生していた。したがって、この見張りの空白の時間を如何に短縮させるかが海難事故防止に役立つと考えられる。

現時点では、SURF-BRDは実用化の実験段階であり、その特性が漁業者間に知られていない段階にあると判断される。本装置を漁業者に使用してもらうためには、講習会などを開催して本装置の利点を十分に紹介する努力が必要であろう。また、アンケート調査の結果から、漁労作業の中で選別作業が最も重労働であると考えている漁業者が多く存在していることが推察される。したがって、SURF-BRD

が選別作業の軽減化に適した装置であることを証明することができれば、さらに本装置に対する理解者が増加すると考えられる。上述の状況を考えても、現時点でSURF-BRDの導入に対して好意的に捉えている人が39%(10人)であったことは高い値であったと考えることができる。したがって、当地域においてSURF-BRDの導入による作業の軽減化を検討することは妥当であろう。

もし、SURF-BRDの導入によって投棄個体の漁獲をアカエビ属の漁獲よりも大幅に減らすことができれば、作業工程4と5を入れ替えてアカエビ属を一括して選別することで、作業時間の短縮が可能であろう。さらに、これらの成果は衝突事故の予防に繋がると考えられる。今後はこれらの推測を検証するために、SURF-BRDを導入した漁具による選別作業時間についても計測を行う必要があるだろう。

#### 5 要 約

本研究独自のアンケート調査の結果から、下関市の日本海側で操業している小型底曳網漁業者の8割が衝突を経験していることが判明した。これらの衝突事故の大半は選別作業中に発生していた。

著者らは、資源の有効利用を目的として無駄な漁獲を防ぐために開発した混獲防除装置(SURF-BRD)の分離機能を有効に活用できれば、選別作業時間を短縮することができ、さらに、これが海難事故の軽減に繋がると考えた。しかし、装置を有効に活用するためには、その前段階として現用の漁具で選別作業を煩雑にしている要素を把握し、これらを排除する方法を考案する必要がある。

そこで、本研究では2003年9月下旬に試験操業を実施して、選別作業の工程や選別時間を調べ、作業を煩雑にしている漁獲物の特定を試みた。

試験操業での選別作業を解析した結果、作業は以下の工程から成ることが判明した。①選別箱と分別箱を船尾甲板上に配置する。②魚槽の漁獲物を選別箱に入れる。③選別箱に入れた漁獲物からアカエビ属(アカエビ、トラエビ)以外の水揚個体を、種別に分別箱に入れる。④アカエビ属を分別箱に入れる。⑤選別が終了した後、選別箱に残った投棄個体を一括して船外へ投棄する。

工程⑤で投棄個体を一括して投棄していることから、工程③と④における水揚個体数の増大が選別作業時間を増大させたと推測できる。両者の関係を明確にするために回帰分析を行った結果、 $Y=1.10X+209.97$ の回帰式が得られ、両者には強い相関( $r=0.984$ )があることが判明した。

さらに、選別作業を煩雑にしている種を限定するために、水揚個体のうち、漁獲尾数が最も多かったアカエビ属と、それ以外の種の2グループに分けて重回帰分析を行い、各グループの個体数が選別作業時間に与えた影響を検定した。その結果、アカエビ属の個体数が選別作業時間を左右すると判断された。したがって、SURF-BRDの導入で投棄個体の漁獲をアカエビ属よりも削減できれば、工程④と⑤を入れ替えてアカエビ属を一括して選別することで作業時間を短縮でき、さらに衝突事故も軽減されることが考えられる。

## 文 献

- 1) 梶川和武, 藤石昭生, 井上 悟, 永松公明, 濱野 明 : 日水誌, 64, 189-196 (1998).
- 2) 梶川和武, 藤石昭生, 永松公明, 東海 正, 松田 皎 : 日水誌, 65, 278-287 (1999).
- 3) 梶川和武, 胡 夫祥, 東海 正 : 日水誌, 67, 710-716 (2001).
- 4) 藤石昭生 : 漁業の混獲問題 (松田 皎編), 恒星社恒星閣, 東京, 1995, pp. 30-42.
- 5) 川崎潤二・天下井 清 : 日航論, 95, 259-267 (1996)