

## 改良魚体選別器を用いたヨシエビの体長別選別効果

俵積田 貴彦・山田 京平<sup>a</sup>・大形 拓路<sup>a</sup>  
(豊前海研究所)

福岡県豊前海区では11月～翌年3月にヨシエビが多く漁獲されるが、市場出荷の際に体長別の選別作業が行われていないため体長毎の価格形成がなされていない。また、一部の漁協では職員が目視により体長毎に選別（以下、「人為選別」という。）をしているが、労力を要する。そこで、本研究では市販のスリット状の魚体選別器（スリット幅10mm, 13mm, 14.5mm 及び16mm）を改良し、ヨシエビの簡易な選別効果を検証した。改良した同器をスリット幅別に用い、ヨシエビの体長を測定すると、スリット幅別の選択性曲線が算出された。スリット幅10mm, 13mm, 14.5mm 及び16mm の50%選別体長  $I_{50}$  はそれぞれ83.9mm, 101.8mm, 111.6mm 及び122.0mm であった。これらの選別率から体長とスリット幅別の関係を表現したマスターカーブを算出することで、任意の体長を選別するためのスリット幅を試験することなく導き出すことが可能となった。人為選別と比較すると、概ね同等に選別がなされたもののスリット幅によっては一部目視による人為選別が必要であると考えられた。また、同器を用い体長別に選別したヨシエビを市場に出荷したところ、選別していないものと比較して、平均で1.2倍高く競り落とされ、選別による単価向上が確認された。

キーワード：ヨシエビ，魚体選別器，人為選別，マスターカーブ，選別出荷

福岡県豊前海区では11月から翌年3月にかけて解禁される小型底びき網手繰第3種けた網（以下、「けた網」という。）によってヨシエビ *Metapenaeus ensis* がその他の月に比べ多量に漁獲されている（図1）。しかし、漁業者による市場出荷の際、体長毎にロットを揃えるといった選別作業は個人経営の多い当海区ではほとんどなされないため、一箱内に小型のものと大型のものも安価で取引されやすい現状である。多量のヨシエビ選別は数人の労力を要し、一部の漁協では業者等との直接取引に集荷後に職員1～2名が人為選別を行っているが、漁業者一人でも簡易に選別できるような技術開発が課題となっている。

そこで市販の魚体選別器について、ヨシエビを簡易に選別できるように改良し、体長とスリット幅との関係を表現したマスターカーブを算出すると共にその性能を人為選別と比較し、選別による単価向上の効果を検証したので報告する。

### 方 法

#### 1. ヨシエビの形態的特徴

けた網漁期に A 漁協で漁獲されたヨシエビ120尾の体

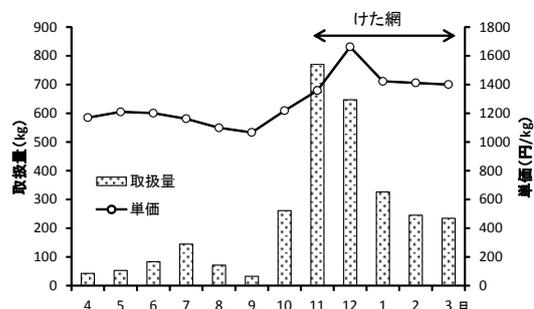


図1 2011～2015年行橋魚市場における月別のヨシエビ平均取扱量及び単価

長及び頭胸甲の最大幅（以下、「頭胸甲幅」という。）を測定し、MS-Excelにより相関関係を調べた。

#### 2. 魚体選別器によるヨシエビ選別

通常、魚類の選別に使用される市販のスリット状の魚体選別器（以下、「既存型」という。）（図2）のスリット幅14.5mm 及び16mm を用い、選別に使用した。30～50尾を選別器内に入れ、水面下にて底面を約30秒程度ゆるやかにゆすり、選別器に残ったものと通過したものの状況を観察した。

<sup>a</sup> 現所属：水産振興課



図2 魚体選別器の形状



図3 改良した魚体選別器

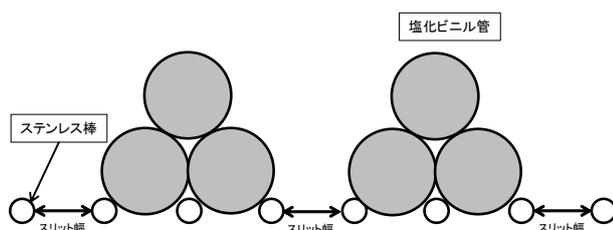


図4 改良した魚体選別器の概略(断面図)

### 3. 魚体選別器の改良

方法2の結果を踏まえ魚体選別器を改良(以下、「改良型」という。)した。その内容は底面の隣り合う2本のスリット間に塩化ビニル管3本を用いてステンレス棒上に2段ピラミッド状に固定し、スリットを1本挟んで同様の処理を施すことにより全体的に凹凸をつくり、ヨシエビを円滑にスリットに誘導し、選別を容易にできるようなものとした(図3及び4)。これを用いて方法2と同様の方法で選別した後、選別器に残ったものと通過したものの状況を観察した。

表1 試験用の規格

スリット幅	選別後	規格	体長
10mm	外	出荷せず	
	内	小	105mm未満
13mm	外	中	105-115mm未満
	内		
14.5mm	外	大	115-125mm未満
	内		
16mm	外	特大	125mm以上
	内		

### 4. 人為選別

A漁協職員により小・中・大・特大に選別されたヨシエビについて規格毎に30尾ずつ体長及び頭胸甲幅を測定し、MS-Excelの*t*検定により統計処理を行い、各規格間の有意差について調べた。

### 5. 改良魚体選別器による選択性推定

けた網で漁獲されたヨシエビ約950尾(平均体長103.6±12.8mm)をスリット幅10mm, 13mm, 14.5mm及び16mmで選別した。選別はスリット幅10mm, 13mm, 14.5mm, 16mmの順とし、方法2及び3と同様に作業を行い、選別器内に残った個体と通過した個体に分け、残った個体を次の選別器に投入した。その後、表1のとおり漁協職員が通常行う人為選別の規格を定義したうえで、それぞれのスリットを通過した個体(16mmは残った個体)について体長を測定した。さらに、方法4で得られた人為選別による結果に対して平均体長及び体長のばらつき程度を*t*検定及び*F*検定によって比較した。

選択性曲線やマスターカーブの推定については、本県豊前海区のかにかご<sup>1)</sup>や小型底びき網の網目選択性<sup>2)</sup>において、Logistic曲線が用いられている。本研究においても同曲線を採用し、最尤法を用い、各スリット幅の選択性曲線を次の式により推定した。

$$r = 1 / [1 + \exp(a/l + b)]$$

r: 選択率

l: 体長

a, b: Logistic曲線のパラメータ

次に、任意のスリット幅選択率マスターカーブ(R)を次の式により推定した。なお、これらの推定は東京九栄株式会社に委託した。

$$R = 1 / [1 + \exp\{a(l-l_0)/(m-m_0) + b\}]$$

$l_0, m_0, a, b$ : Logistic曲線のパラメータ

## 6. 選別ヨシエビの試験出荷

2015年11月9日, 12月7日, 2016年1月11日及び1月18日にけた網で漁獲されたヨシエビ7.0kg, 5.3kg, 3.8kg及び1.7kgを改良型で選別し, それぞれ翌日に北九州市中央卸売市場に活魚として出荷した。出荷に際しては表1の規格に基づき11月10日及び12月8日は小, 中, 大及び特大, 1月12日及び19日は小, 中, 特大と大の混合とし, これらの選別出荷と選別していないヨシエビ(対照区)との出荷額(箱代等の諸経費含まず)を比較した。具体的には対照区については1kg単価を算出した後, 規格毎の重量比を算出した。選別出荷については規格毎に1kg単価を求めた。これらを踏まえ, 対照区における規格毎の重量比で1kgを選別して出荷した合計額を算出し, 対照区と比較した。

## 結 果

### 1. ヨシエビの形態的特徴

体長と頭胸甲幅との関係を図5に示した。ヨシエビは市場出荷時に雌雄に分別して出荷されることがないことから, 雌雄まとめて計算を行った。体長と頭胸甲幅間には相関係数が0.936 ( $p < 0.001$ )と強い相関関係があり, 線形近似式からみると, 体長に対して頭胸甲幅は概ね1/8であった。

### 2. 魚体選別器によるヨシエビ選別

選別後の既存型の状況を図6及び7に示す。選別作業を実施すると, ヨシエビはスリット間において頭胸甲が引っかかるか否かで選別器の内外に分かれた。ただし, スリットと平行になっておらず, 選別に供されていないものが14.5mmで40%, 16mmで50%が選別器内に残った。

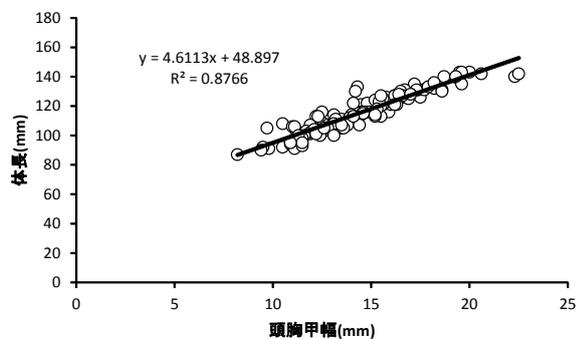


図5 ヨシエビ体長と頭胸甲幅の関係



図6 作業後の既存型内(スリット幅14.5mm)



図7 作業後の既存型内(スリット幅16mm)



図8 作業後の改良型内(14.5mm)



図9 作業後の改良魚体選別器内(16mm)

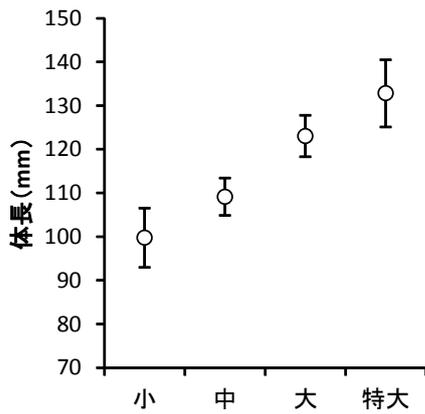


図10 人為選別による規格別平均体長 (mm)

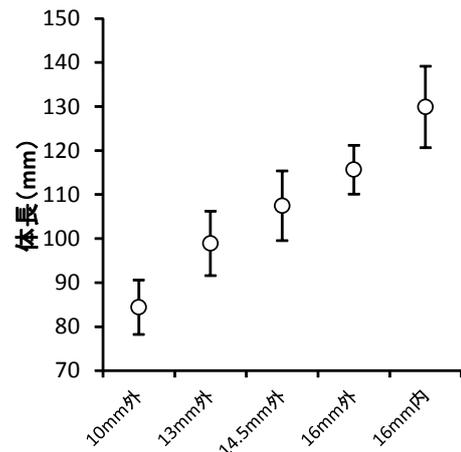


図12 スリット幅別の平均体長 (mm)

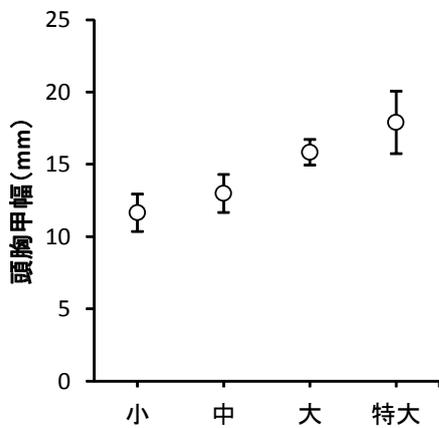


図11 人為選別による規格別平均頭胸甲幅 (mm)

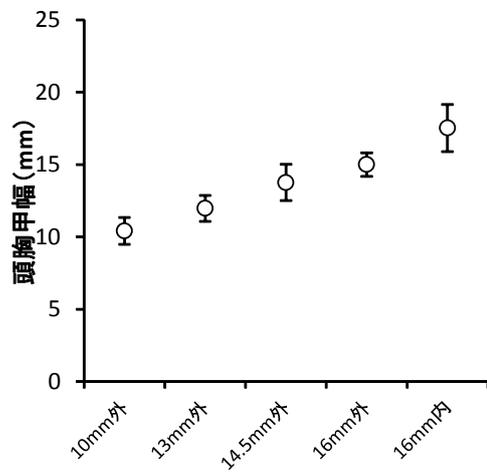


図13 スリット幅別の平均頭胸甲幅 (mm)

### 3. 魚体選別器の改良

選別後の改良型の状況を図8及び9に示す。改良前と同様にスリット間において頭胸甲が引っかかるか否かで選別器内外に分かれ、スリットと平行になっていないものが14.5mmで7%、16mmで20%と改良前と比較して減少した。

### 4. 人為選別

人為選別による規格別体長及び頭胸甲幅を図10及び11に示す。図中の丸を平均値、棒線を標準偏差として示す。平均体長は小で99.8mm、中で109.1mm、大で123.0mm、特大で132.8mm、平均頭胸甲幅は小で11.7mm、中で13.0mm、大で15.8mm、特大で17.9mmであった。体長及び頭胸甲幅ともに多少の誤差はあるものの、平均では各規格間で有意 ( $p < 0.01$ ,  $t$ 検定) であった。

### 5. 改良魚体選別器の選択性推定

各スリット幅を通過したヨシエビを「外」、スリットに残ったものを「内」とし、スリット幅10mm外、13mm外、14.5mm外及び16mm内外に残ったヨシエビの体長及び頭胸甲幅を図12及び13に示す。図中の丸を平均値、棒線を標準偏差として示す。平均体長はスリット幅10mm外で84.4mm、13mm外で98.9mm、14.5mm外で107.5mm、16mm外で115.7mm、16mm内で129.9mm、平均頭胸甲幅はスリット幅10mm外で10.4mm、13mm外で12.0mm、14.5mm外で13.8mm、16mm外で15.0mm、16mm内で17.5mmであった。それぞれに多少の誤差はあるものの、全ての規格間で有意 ( $p < 0.01$ ,  $t$ 検定) であった。さらに、A漁協職員の人為選別と改良型の選別を比較した結果を表2に示す。平均の検定 ( $t$ 検定) では「小」、「中」、「特大」で概ね同等であった。ばらつきについて検討 ( $F$ 検定) すると、「小」、「大」及び「特大」では人為選別と改良型で同等のばらつきであった。

表2 人為選別と改良型の比較

規格	平均体長 (t検定)	ばらつき (F検定)	総合
小 (13mm外)	○	○	○
中 (14.5mm外)	○	×	△
大 (16mm外)	×	○	△
特大 (16mm内)	○	○	○

○:人為選別と同等、×:人為選別と異なる、△:一部人為選別必要

各スリット幅の選択率  $r$  とヨシエビの体長  $l$  との関係については、図14～17及び下記に示される Logistic 曲線が選択性曲線として算出された。

$$r = 1 / [1 + \exp(a/l + b)]$$

スリット幅10mm :  $a = -0.3517$   $b = 29.4944$

スリット幅13mm :  $a = -0.1920$   $b = 19.5462$

スリット幅14.5mm :  $a = -0.2597$   $b = 28.9957$

スリット幅16mm :  $a = -0.2875$   $b = 35.0824$

これらの曲線によると、スリット幅10mm、13mm、14.5mm及び16mmの50%選択体長  $l_{50}$  はそれぞれ83.9mm、101.8mm、111.6mm及び122.0mm、90%選択体長  $l_{90}$  はそれぞれ90.1mm、113.2mm、120.1mm及び129.7mmであった。

各スリット幅の選択率  $r$  をもとにマスターカーブ (R) を体長  $l$  とスリット幅  $m$  の関係で現すと、図18及び次式のような Logistic 曲線が算出された。

$$R = 1 / [1 + \exp\{a(l-l_0)/(m-m_0) + b\}]$$

$l_0 = -148.6810$   $m_0 = -26.8030$   $a = -9.9722$   $b = 62.9643$

このマスターカーブから求めたスリット幅と10%、50%及び90%選択体長との関係を図19に、これより推定した体長と選択率とスリット幅との関係を表3に示す。人為選別による小、中、大及び特大の平均体長に対する選択率が90%となるスリット幅はそれぞれ11.2mm、12.6mm、14.8mm及び16.3mmであった。

## 6. 選別ヨシエビの試験出荷

北九州市中央卸売市場に試験出荷した結果を表4に示す。けた網解禁直後の11月10日では対照区1kg当たりの単価が3,000円(重量比:小;0.13,中;0.26,大;0.26,特大;0.35)に対して、選別出荷した場合は規格別に小で1kg当たり2,800円,中で3,000円,大で3,500円,特大で4,000円であった。これを対照区の重量比に

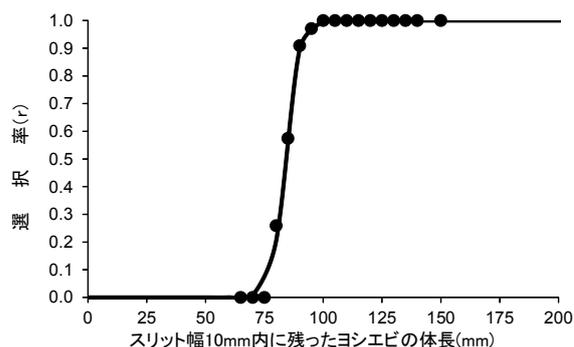


図14 スリット幅10mmのヨシエビ体長と選択率

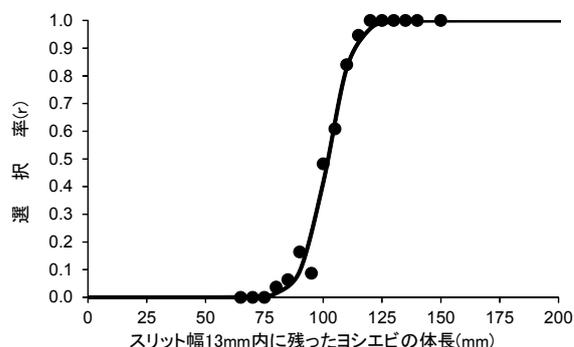


図15 スリット幅13mmのヨシエビ体長と選択率

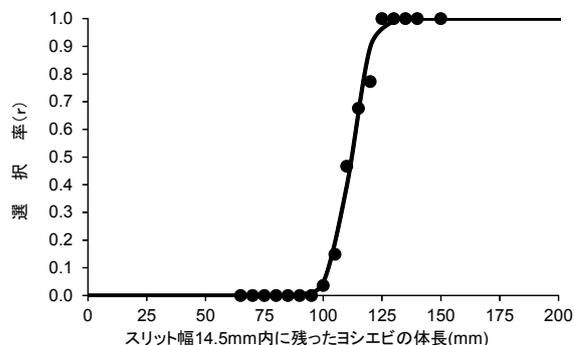


図16 スリット幅14.5mmのヨシエビ体長と選択率

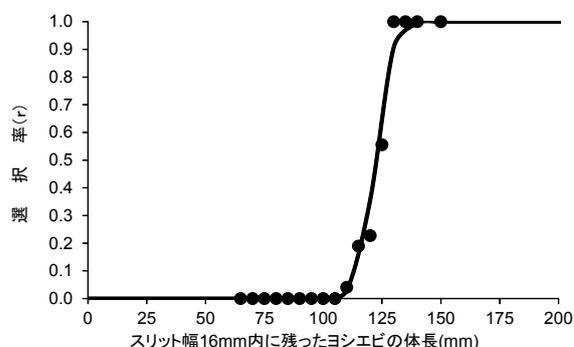


図17 スリット幅16mmのヨシエビ体長と選択率

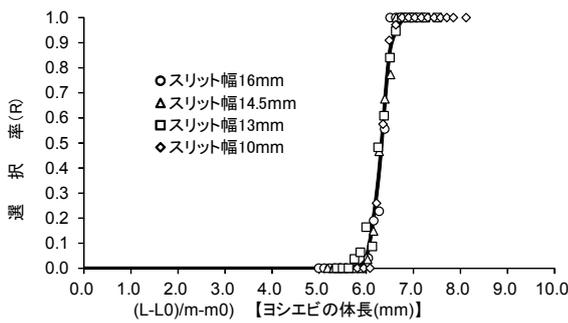


図18 選択率マスターカーブの算出結果

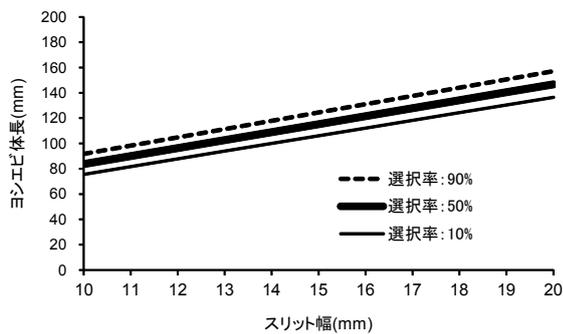


図19 マスターカーブより算出したヨシエビ体長とスリット幅と選択率の関係

表3 マスターカーブより推定したヨシエビ体長と選択率、スリット幅との関係

選択率	スリット幅(mm)			
	小 (99.8mm)	中 (109.1mm)	大 (123.0mm)	特大 (132.8mm)
90%	11.2	12.6	14.8	16.3
50%	12.6	14.0	16.2	17.8
10%	14.0	15.5	17.8	19.4

において1kgを選別出荷したと仮定すると、小が0.13kgで377円、中が0.26kgで779円、大が0.26kgで897円、特大が0.35kgで1,396円であり、合計で3,450円となった。すなわち、選別して出荷した場合、対照区と比較して1.2倍高く競られた。このように出荷日別で見ると、12月8日で1.0倍だが、大と特大を混合した1月12日で1.3倍、1月19日で1.3倍といずれも選別して出荷した方が高く競られ、全ての出荷日の平均で1.2倍の高値であった。

### 考 察

表4 試験出荷の結果

試験日	対照区			選別出荷			試算(対照区の重量比で選別)		
	出荷重量	競値	kg単価(A)	出荷重量	競値	kg単価(C)	重量比(B)	kg単価(B×C)	
11/10	小			0.07 (0.13)	3.2	8,960	2,800 (0.13)	377	
	中	0.5	1,500	3,000	0.13 (0.26)	1.9	5,700	3,000 (0.26)	779 (D)÷(A)=
	大			0.13 (0.26)	0.8	2,800	3,500 (0.26)	897	
	特大			0.17 (0.35)	1.1	4,400	4,000 (0.35)	1,396	
								試算合計(D)	3,450
12/8	小			0.29 (0.24)	2.9	3,770	1,300 (0.24)	311	
	中	1.2	2,400	2,000	0.36 (0.30)	1.2	2,400	2,000 (0.30)	598 (D)÷(A)=
	大			0.15 (0.12)	0.7	1,400	2,000 (0.12)	248	
	特大			0.41 (0.34)	0.5	1,250	2,500 (0.34)	844	
								試算合計(D)	2,002
1/12	小			0.34 (0.34)	1.7	2,500	1,471 (0.34)	499	
	中	1	2,800	2,800	0.33 (0.33)	0.8	4,500	5,625 (0.33)	1,878 (D)÷(A)=
	大			0.33 (0.33)	1.3	5,000	3,846 (0.33)	1,269	
	特大			0.33 (0.33)	1.3	5,000	3,846 (0.33)	1,269	
								試算合計(D)	3,646
1/19	小			0.11 (0.37)	0.5	2,000	4,000 (0.37)	1,468	
	中	0.3	800	2,667	0.09 (0.30)	0.4	600	1,500 (0.30)	455 (D)÷(A)=
	大			0.1 (0.33)	0.8	3,500	4,375 (0.33)	1,444	
	特大			0.1 (0.33)	0.8	3,500	4,375 (0.33)	1,444	
								試算合計(D)	3,367

今回の試験で得られたマスターカーブを使用することで、東海<sup>3)</sup>や中川ら<sup>1)</sup>が報告したように、実際に選別作業を行うことなく、任意の体長についてスリット幅と選択率との関係を導き出すことが可能となった。A漁協による規格「大」は平均体長123mmであり、マスターカーブによるとスリット幅は14.8mm(選択率90%)が必要となる。また、規格の変更があった際にもこの曲線を使用することで目的とする体長に対してスリット幅を合わせることが可能となることが考えられた。

ヨシエビは頭胸甲幅に比例して体長が大きくなることから既存型を導入したが、選別作業時にスリット間に挟まれない場合、ステンレス棒上を平行移動し、スリットに誘導されなかった。そこで、塩化ビニル管でピラミッド状に凹凸を形成する改良型を作成した。これにより凹凸間にヨシエビが落ちることでスリットに誘導されたことから、ヨシエビの選別に有効であることが考えられた。

改良型を用いた市場への出荷試験では、いずれの出荷日においても対照区よりも選別した方が高く競られた。市場での入荷状況や活力などの品質にもよると考えられるが、このことは市場において体長別の出荷により1kg当たりの単価が向上することを示唆している。ただし、箱代等の諸経費を考慮すると多量のヨシエビを出荷する場合に、より大きな効果があると考えられる。

A漁協職員の人為選別と改良型の選別を比較した結果から改良型は任意のスリット幅において、人為選別と同等に体長毎に選別することが可能であると考えられた。ただし、簡易な選別であることを考慮すると、人為選別と異なる平均体長やばらつきが生じる可能性があるため、改良型を用いた選別作業中に、目的とする規格の体

長と明らかに異なる個体を目視で確認した場合は当該個体を除去する等，人為選別と改良型を組み合わせた方法も検討する必要がある。

今回，既存型にピラミッド状に凹凸処理を加える改良を行うことでヨシエビの簡易な選別が可能となり，さらに改良型を用いて体長別に出荷することで単価が向上することが示された。海水中で選別作業をすることからほとんど斃死も確認されず，活魚出荷にも有効であることが考えられた。ただし，既存型は高価（約40,000円）であることや時間を要することから，安価に且つ多量のヨシエビを処理できるような改善は必要である。また，当海区では全海区を統一したヨシエビを出荷する体制は構築されていないため，選別をしても漁協単位で規格を設けているに過ぎず，海区全体を通じた規格の統一が課題となっている。漁業者に対して体長別出荷の重要性や本研究によって得られた知見の普及を通して，この課題への方策を示していくことが重要であろう。

## 謝 辞

試験出荷に際し，多大なご協力を頂きました，葦島漁業協同組合，森林保治氏に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 中川浩一，江藤拓也，尾田成幸，石谷 誠. かにかごのガザミに対する漁獲選択性. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010 ; 20 : 23-30.
- 2) 大本茂之，東 海正. 漁具の分離部位による S 字型サイズ選択性曲線の決定. 漁具の選択特性の評価と資源管理 (東海正・北原武編)，第 1 判，恒星社厚生閣，東京都. 2001 ; 30-39.
- 3) 東 海正. 瀬戸内海における小型底びき網漁業の資源管理，南西水研研報 1993 ; 26 : 31-106.

