

## 새우조망의 망목선택성

오택윤\*<sup>†</sup> · 조영복 · 박광제 · 정순범 · 김민석 · 김형석 · 이주희

\*국립수산물과학원, 부경대학교

## Mesh Selectivity of Beam Trawl for Shrimps

Teag-Yun OH\*<sup>†</sup>, Young-Bok CHO, Gwang-Jei PARK, Sun-Beom JEONG,  
Min-Seok KIM, Hyeong-Seok KIM, and Ju-Hee LEE

\*National Fisheries Research and Development Institute  
Pukyong National University

### Abstract

This study was conducted to mesh selectivity of Beam trawl for shrimps fishing experiment in the coastal waters around Geomundo, South sea of Korea, during from Oct. to Nov. 2002.

The selectivity parameters of big head shrimp (*Solenocera melantho*) have been studied on the covered con-end method. with mesh of 8, 38, 51 and 61 mm.

Selection curves and selection parameters were calculated by using a logistic function  $S=1/(1+\exp-(aCL+b))$ .

The mesh selection master curves were estimated by  $S=1/(1+\exp^{-(a(CL/M)+\beta)})$ , and the optimum mesh size were calculated with  $(L/M)_{50}$  of master curve.

Optimum mesh size and selectivity master curves for the southern rough shrimp (*Trachysalambria curvirostris*) and smoothshell shrimp (*Parapenaeopsis tenella*) optimum mesh size and selectivity master curves were estimated by big head shrimp master curves.

The results obtained are summarized as follows :

Selection parameters ' $\alpha$ ' and ' $\beta$ ' of the master curve for big head shrimp were 8.84 and -5.89, and The selection factor of the master curve  $(L/M)_{50}$  was 0.67. The optimum mesh size of minimum length for sexual maturity for big head shrimp was 30.7 mm. Estimated  $(L/M)_{50}$  for southern rough shrimp and smoothshell shrimp by using the master curve of big head shrimp was 0.73 and the optimum mesh sizes were 25.5 mm for southern rough shrimp and 16.9 mm for smoothshell shrimp, respectively.

Key-word : *Solenocera melantho*(대롱수염새우), *Trachysalambria curvirostris*(꽃새우), *Parapenaeopsis tenella*(민새우) mesh selectivity(망목선택성), optimum mesh sizes(적정 망목).

### 서 론

새우조망은 다양한 저서생물이 서식하고 있는 연안에서 조업하는 인망어구로서 끝자루의 망목크

기가 16mm 정도로 대단히 작기 때문에 새우류와 부수어획 어종의 치자어 혼획율이 높다. 또한, 새우조망은 망목크기가 지나치게 작아 어획 대상종인 새우의 미성숙 개체가 상당량이 어획되고 있기

<sup>†</sup> Corresponding author : tyoh@nfrdi.re.kr



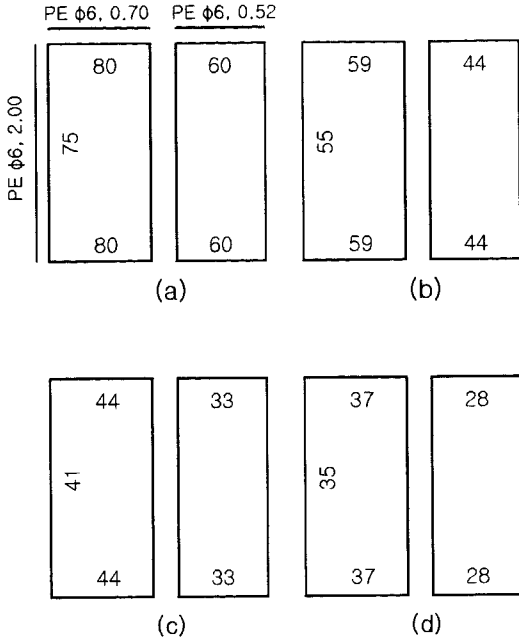


Fig. 2. Layout of the cod-end in the experimental fishing for shrimps. (a) 28mm mesh size, (b) 38mm mesh size, (c) 51mm mesh size, (d) 61mm mesh size.

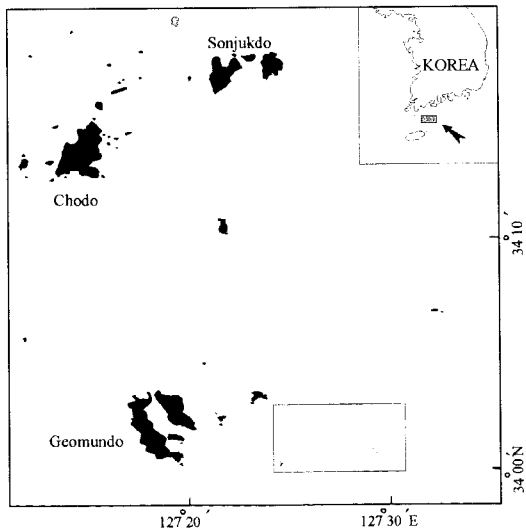


Fig. 3. The locations of the experimental fishing for mesh selectivity study of beam trawl.

## 2. 분석방법

### 1) 선택성곡선

갑각장별 어획선택률  $S$ 는 갑각장계급 단위 2.5mm 간격으로 식(1)로 구하였다.

$$S = \{C_{cod} / (C_{cod} + C_{cov})\} \times 100 \quad (1)$$

여기서  $C_{cod}$ 는 끝자루 어획미수이고,  $C_{cov}$ 는 덮그물의 어획미수이다.

새우조망에서 일정한 망목에 대한 갑각장별 선택률  $S$ 를 Plot하면 Sigmoid 곡선을 나타내므로 갑각장별 선택률  $S$ 는 식(2)의 Logistic함수로 표현하였다.

$$S = 1 / (1 + \exp^{-aCL + b}) \quad (2)$$

여기서  $a$ 는 기울기,  $b$ 는 절편, 그리고  $CL$ 은 갑각장을 나타낸다.

단, 선택률 0%와 100%는 제외하고 식(2)를 선형 함수로 변형  $\ln\{S/(1-S)\} = aCL + b$ 시켜 최소자승법에 의해 상수  $a$ 와  $b$ 를 추정하였다. 선택특성을 나타내는 25%, 50% 그리고 75% 선택갑각장을 추정하였으며, 75% 선택갑각장과 25% 선택갑각장의 차이를 나타내는 선택역(Selectivity range : S.R)과 50% 선택갑각장을 망목크기로 나눈 선택계수(Selectivity factor : S.F)를 식(3)으로 구하였다.

$$\begin{aligned} L_{25} &= -( \ln 3 + b ) / a \\ L_{50} &= - b / a \\ L_{75} &= ( \ln 3 - b ) / a \\ S.R &= 2 \ln(3/a) \\ S.F &= - b / ( a \cdot M ) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서  $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ 는 각각 25%, 50%, 75% 선택갑각장이고  $M$ 은 망목의 크기이다.

### 2) 표본망목선택성곡선 및 선택특성의 분석

표본망목선택성곡선은 어획시험에 의해 모든 망목에 대한 선택성을 구한다는 것은 현실적으로 어려우므로, 끝자루그물의 선택률은 망목의 크기와 갑각장에 비례한다고 가정하여 망목과 갑각장에 대하여 곡선을 추정하였다.

표본망목선택성곡선은 갑각장과 망목크기의 비

에 대한 선택률  $S$ 를 식(4)와 같이 망목선택성 곡선과 같은 방법으로 Logistic함수를 이용하여 나타내었다.

$$S = 1 / (1 + \exp^{-(\alpha(CL/M) + \beta)}) \quad (4)$$

여기서  $\alpha$ 는 기울기,  $\beta$ 는 절편,  $M$ 은 망목 그리고  $CL$ 은 갑각장을 나타낸다.

## 결 과

### 1. 덮그물과 끝자루의 어획물 조성

총 20회의 시험조업에서 총 어획미수는 24,374마리로 끝자루에 11,504마리(47.2%) 그리고 덮그물에 12,879마리(52.8%)가 어획되었다. 이 중에서 갑각류가 19,236마리(78.9%)로 가장 많았고, 어류 4,824마리(19.8%), 계류 290마리(1.2%), 두족류 24마리(0.1%)의 순이었다. 중량에서도 갑각류가 247.6kg (79.1%)으로 가장 많았고, 어류 57.8kg(18.5%), 계류 5.1kg(1.6%), 두족류 2.6kg (0.8%)의 순이었다(Fig. 38).

끝자루의 어종별 어획미수는 새우류가 9,066마리(78.8%)로 가장 많았고, 어류 2,234마리(19.4%), 계류 188마리(0.8%), 두족류 16마리(0.1%) 순으로 나타났다. 중량에서도 새우류가 1,271.1kg(75.2%)으로 가장 많았고, 어류 6.2kg (21.4%), 계류 3.3kg(1.9%), 두족류 2.5kg (1.5%)의 순이었다(Fig. 4).

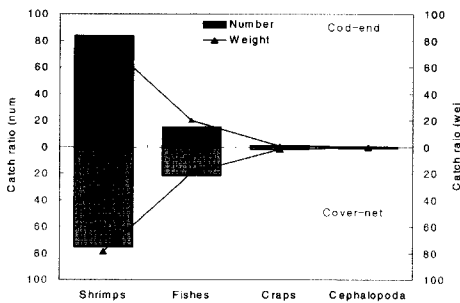


Fig. 4. Species composition (individual and weight) caught by experimental fishing for shrimps in the research area, Oct. 2002.

덮그물의 어종별 어획미수는 새우류가 10,170마리(79.0%)로 가장 많았고, 어류 2,590마리

(20.1%), 계류 102마리(0.8%), 두족류 14마리(0.1%)로 나타났으며, 중량에서도 새우류가 120.5kg (78.8%)으로 가장 많았고, 어류 21.6kg(15.3%), 계류 1.8kg(1.2%), 두족류 0.1kg(0.1%)의 순으로 끝자루에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

어획시험에서 어획된 새우류는 수염대롱새우, 긴줄꼬마도화새우, 그라비새우, 민꽃새우, 꽃새우 등이었다. 새우류와 함께 혼획된 어획물은 꼬리민태, 그물메기, 보구치, 갈치, 봉장어 등 어류의 치자어가 대부분이었고, 그 외에는 원숭이게, 두점박이민꽃게, 오징어, 낚지 등과 같은 계류와 두족류로 나타났다.

### 2. 대롱수염새우의 망목별 어획률 및 체장 계급 분포

어획시험에서 어획된 대롱수염새우의 어획미수는 끝자루에서 8,337마리(51.8%), 덮그물에서 7,749마리(48.2%)로 총 16,080마리였으며, 갑각장의 범위는 14.0~47.0mm였다. 망목 크기별 어획미수는 끝자루 망목 28mm에서 끝자루와 덮그물에 각각 2,870마리와 1,125마리, 38mm에서 2,348마리와 1,390마리, 51mm에서 1,924마리와 2,248마리 그리고 61mm에서 1,195마리와 2,980마리가 어획되어 끝자루에 대한 망목별 어획률은 각각 0.72, 0.63, 0.46, 0.29인 것으로 나타났다(Fig. 5). 이와 같이 끝자루에 어획되는 새우의 어획률은 망목이 커질수록 감소하였으며, 그 대신 끝자루를 빠져나간 새우가 덮그물에 어획되는 비율은 증가되었다.

각 망목에 있어서 끝자루와 덮그물에 어획된 대롱수염새우의 갑각장계급별 빈도분포는 Fig. 6과 같다. 각각의 끝자루 망목에서 가장 많이 어획된 갑각장계급은 끝자루 망목 28mm에서 갑각장 28.75mm, 38mm에서 26.25mm, 망목 51mm와 61mm에서 31.25mm였다. 한편 덮그물에 있어서는 끝자루 망목 28mm일 때 21.25mm, 38mm일 때 16.25mm, 51mm일 때 23.75mm, 61mm일 때 26.25mm였다. 그리고 끝자루 망목 28, 38, 51, 61mm에 있어서 끝자루와 덮그물에 어획된 대롱수염새우의 평균 갑각장은 각각 21.8mm와 20.9mm, 27.6mm와 20.1mm, 32.5mm와 25.4mm, 31.1mm와 26.2mm로서, 망목이 달라지면 끝자루에 어획되는 새우의 갑각장 조성이 달라진다는 것을 나타내고 있다.

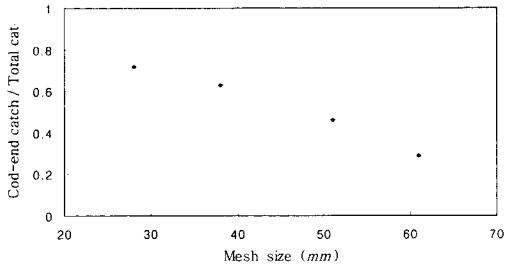


Fig. 5. A relation between mesh size and the ratio of cod-end catch to total catch during experimental fishing in the research area, Oct. 2002.

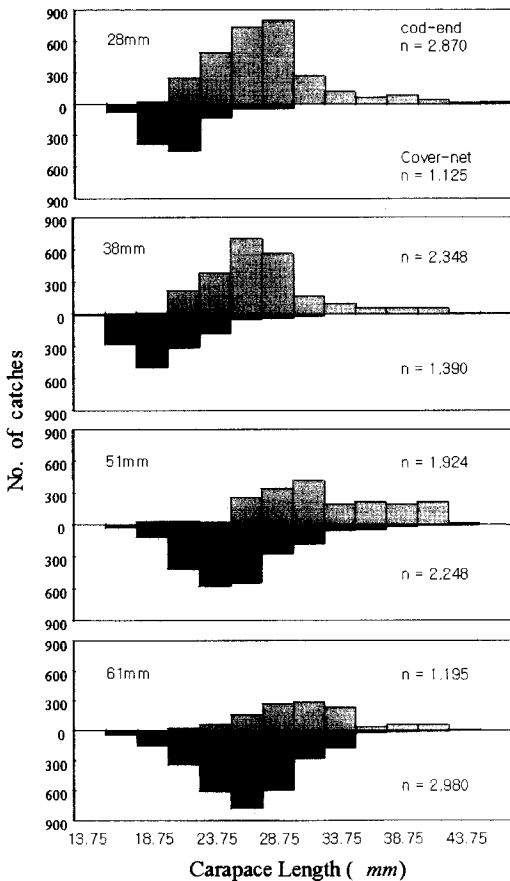


Fig. 6. The length composition of *Solenocera melantho* caught for the cod-ends and the cover net sampled during experimental fishing in the research area, Oct. 2002.

### 3. 망목선택성곡선 및 선택성 요소

대롱수염새우의 끝자루 망목과 각 갑각장 계급에 대한 망목선택성곡선을 Fig. 7에 나타내었다. 그리고 이들 선택성곡선으로부터 주어지는 25%, 50% 및 75% 선택체장, 선택역(Selection range : SR), 선택계수(Selection Factor : SF) 및 t검정에 의한 유의수준 등 선택성의 각 요소를 Table 1에 나타내었다.

끝자루 망목 28, 38, 51, 61mm에 있어서 망목 크기별 50% 선택 갑각장은 각각 23.9mm, 26.8mm, 31.5mm 및 33.9mm로 나타났으며, 선택역은 각각 3.47, 4.29, 4.71, 5.02mm였고, 선택계수는 각각 0.85, 0.71, 0.62 및 0.55로 추정되었다.

Table 1. The selection parameters estimated from the logistic equation of mesh selection curves by mesh sizes for *Solenocera melantho*

Mesh size of cod-end (mm)	r	P	a	b	L <sub>25</sub> L <sub>50</sub> L <sub>75</sub>			SR	SF
					(mm)				
28	0.91	0.00	0.53	-12.65	21.84	23.92	26.00	3.47	0.85
38	0.78	0.01	0.35	-9.40	23.66	26.80	29.83	4.29	0.71
51	0.80	0.01	0.28	-8.97	27.67	31.54	35.40	4.71	0.62
61	0.99	0.00	0.24	-8.27	29.42	33.93	38.44	5.02	0.55

r : coefficient, P : level of significance, a : slope, b : intercept

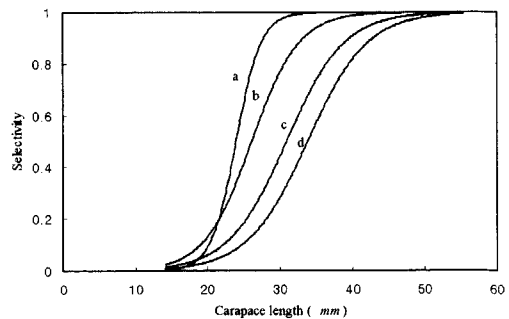


Fig. 7. Mesh selection curves of cod-ends with a (28 mm), b (38 mm), c (51 mm) and d (61 mm) mesh size for *Solenocera melantho*.

대롱수염새우의 최소성숙갑각장인 20.3mm에 대해 끝자루 28, 38, 51, 61mm에 있어서 망목별 선택률은 각각 12.3, 9.2, 3.9, 3.5%였다.

Fig. 7에서 대롱수염새우의 망목별 선택성곡선은 끝자루 망목이 커짐에 따라 오른쪽으로 옮겨가는 것을 볼 때, 끝자루 망목의 크기가 커지는 만큼, 끝자루를 탈출하는 대롱수염새우의 크기도 커진다는 것을 나타내고 있다.

#### 4. 표본망목선택성곡선

대롱수염새우에 대한 표본망목 선택성 곡선은 Fig. 8과 같이 시험조망에 사용된 4종류의 끝자루에 대한 갑각장별 선택률에서 갑각장을 망목으로 나눈 값에 대한 선택률을 이용하여 나타낸 곡선으로서 망목에 대한 연속적인 어획선택성을 파악할 수 있도록 만들어진 그래프이다. 이 표본망목선택성곡선에서 대롱수염새우의 50% 선택점( $(L/M)_{50}$ )은 0.67이고, 선택력은 0.25로 추정되었다(Table 2).

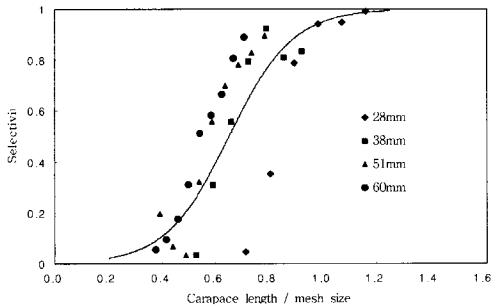


Fig. 8. Master curve of mesh selectivity of beam trawl for *Solenocera melantho*.

Table 2. The parameters of master curve in the mesh selectivity

r	$\alpha$	$\beta$	$(L/M)_{50}$	SR
0.61	8.84	-5.89	0.67	0.25

### 고 찰

본 연구에서는 새우조망에 어획되는 대롱수염새우(*Solenocera melantho*) 자원관리에 적합한 조망어구의 끝자루 망목을 구하기 위하여 끝자루 망목에 대한 선택성 조사를 실시하였다. 자루그물

을 탈출한 어류의 생산률은 큰 망목을 탈출한 어류가 작은 망목을 탈출한 어류 보다 생산율이 높은 것으로 보고하고(안 등, 2000), 또한 Lancaster와 Frid(2002)는 영국의 빔트롤어업에서 어획되는 brown shrimp(*Crangon crangon*)에 대한 투기량의 생존율보고에서 0.5~4.5%가 조류에게 포식당하고, 86~90%가 투기 후 24시간까지는 생존하는 것으로 보고하는 것으로 보아서 새우류는 몸체가 딱딱한 갑각으로 보호되어 있기 때문에 비늘로 몸체를 보호하는 어류 보다는 같은 자루그물을 탈출하여도 생산률은 높을 것이라고 사료된다. 따라서 빔트롤어업에서 목표어종에 알맞은 적정 망목을 사용하는 것은 그 대상자원을 보호하고 합리적으로 이용하는데 아주 효과적이라고 볼 수 있다.

#### 1. 대롱수염새우의 적정망목

4가지 끝자루 망목에 대하여 실시한 어획시험에서 망목크기가 각각 28, 38, 51, 61mm인 끝자루에 어획되는 대롱수염새우의 어획률은 각각 0.72, 0.63, 0.46, 0.29로 망목이 커질수록 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Lee 등(1992)이 트롤의 망목별 새우류의 어획률에 대한 보고에서 51.2, 70.2, 77.6, 88.0, 111.3mm 망목에 대한 어획률을 각각 19.3, 2.2, 0.7, 3.4, 0.5로 보고한 것과 같이 새우류에 대한 끝자루의 어획률은 작은 망목에서 큰 망목으로 망목이 커질수록 현저히 감소하는 것으로 나타났다.

대롱수염새우의 최소성숙갑각장 20.3mm에 대한 망목별 선택률은 각각 12.3, 9.2, 3.9, 3.5%로 망목이 커질수록 선택률이 낮아지고 있는데, 이는 동일한 망목선택률을 나타내는 개체의 체장과 망목의 크기가 서로 비례한다는 Tokai and Kitahara(1989)의 보고와 일치한다.

대롱수염새우의 표본망목선택성곡선의 50% 선택점은 0.67이었다. 이는 FAO의 열대 새우어업에 대한 기술 보고서(Vendeville P., 1990)의 2.5~3.0 노트로 예망하는 새우트롤에서의 보리새우과 *Penaeus orientalis*, *Penaeus notialis*, *Penaeus duorarum*, *Parapenaeopsis stylifera*의 망목선택성에서 50% 선택점은 각각 0.4, 0.37~0.52, 0.35~0.37, 0.30로 보고한 것과 대롱수염새우의 0.67과는 큰 차이를 보였다. 이와 같은 차이는 형태적 특성에 의한 것도 있지만, 예망속도 등의 어구어법의 차이로 보는 것이 타당할 것이다. 그리고 표본망목선택성곡선에서의 50% 선택점에 최소성

숙갑각장 20.3mm를 적용한 적정망목은 30.3mm 이고, 현지에서 상품(上品)으로 고가에 거래되는 최소갑각장 25mm를 적용한 적정망목은 37.8mm로 추정되었다.

이는 보리새우과의 *Aristaeomorpha foliacea*, 24mm (Ragonese et al, 2002)와 자주새우과 *Crangon crangon*, 21.7mm (Polet, 2000) 보다는 크고, 보리새우과 *Parapenaeus longirostris*, 55mm (Campos et al., 2002)와 *Nephrops novvegious*, 55mm (Campos et al., 2002) 보다는 작은 망목으로 추정되었다.

## 2. 꽃새우, 민새우에 대한 적정망목의 추정

일반적으로 새우류는 몸통이 딱딱한 갑각으로 이루어져 있고, 어류에 비하여 몸통의 둘레보다는 두부의 크기가 크다. 그러므로 새우류의 표본망목 선택성곡선을 결정하는데 있어서는 두부의 형태가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 Tokai(1993) 등은 보고하고 있다. 남해안 새우조망어업의 주요 어획 대상종인 대롱수염새우, 꽃새우, 민새우의 갑고와 갑폭과의 관계를 비교하여 Fig. 9에 나타내었다.

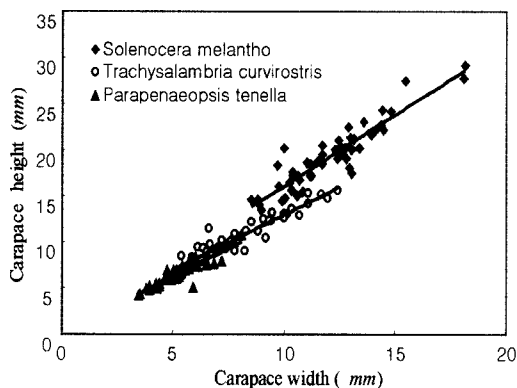


Fig. 9. Relationship between carapace height and carapace width of shrimps.

꽃새우와 민새우간의 갑고와 갑폭의 체형 차이를 공분산분석한 결과 유의한 차이가 없으며 ( $P>0.05$ ), 대롱수염새우와 이들간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ).

따라서 대롱수염새우의 선택률을 이용하여 꽃새우와 민새우의 선택률을 추정하는데 있어서 측정의 기준이 된 갑각장은 이러한 체형의 차이 때문

에 이용할 수 없었다. 그러므로 꽃새우와 민새우에 대한 망목선택성곡선 추정에서는 대롱수염새우의 갑각장에 대해 동주장을 구하고, 이에 대한 선택률을 구하여, 꽃새우와 민새우의 동주장이 대롱수염새우의 동주장과 동일하면 같은 선택률을 가지는 것으로 가정하고 이들에 대한 망목선택성곡선을 추정하였다(Fig. 10).

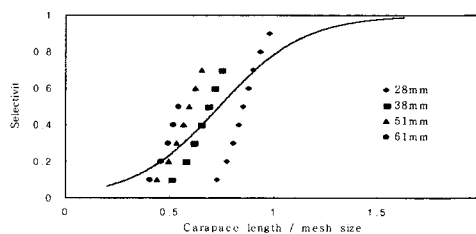


Fig. 10. Estimation of master curve for mesh selectivity by *Trachysalambria curvirostris* and *Parapenaeopsis tenella*.

Table 3. The parameters of master curve in the mesh selectivity

r	$\alpha$	$\beta$	(L/M) <sub>50</sub>	SR
0.61	4.93	-3.65	0.73	0.99

꽃새우와 민새우의 표본망목선택성곡선에 있어서 50% 선택점은 0.73이고, 선택역은 0.99이었다 (Table 3). 이는 2.5~3.0 노트로 예망하는 새우 트롤에서의 보리새우과 *Penaeus orientalis*, *Penaeus notialis*, *Penaeus duorarum*, *Parapenaeopsis stylifera*의 망목선택성에서 50% 선택점은 0.30~0.52로 꽃새우와 민새우의 0.73과는 큰 차이를 보였다. 이와 같은 차이는 예망속도 등과 같은 어구어법의 차이 때문인 것으로 추정할 수 있을 것이다. 그리고 표본망목선택성곡선에서 꽃새우의 최소성숙갑각장 18.9mm를 적용하여 추정한 적정망목은 25.5mm (선택구간 16.6mm)이며, 민새우의 최소성숙갑각장 12.5mm를 적용하여 추정한 적정망목은 16.9mm (선택구간 11.0mm)였다.

이는 현행 수산자원보호령의 규제망목 15mm로서는 새우류의 가입자원을 합리적으로 관리할 수 없다는 사실을 나타내며, 어획 대상 중에 알맞은 적정망목을 사용해야할 필요성을 제시하고 있다.

요 약

새우조망 끝자루의 망목선택성을 조사하기 위한 시험조업은 여수 거문도 주변해역에서 2002년 10월 중에 끝자루의 망목을 28, 38, 51 그리고 61mm로 구성하여 덮그물 방식으로 각각 5회씩, 총 20회 거문도 주변해역에서 실시하였다. 주 어획 대상 어종인 수염대롱새우의 끝자루 망목별 어획률과 망목선택성 곡선  $S = 1 / (1 + \exp^{-(a \cdot CL + \beta)})$ 의 기울기(a)와 절편(b) 및 선택계수 그리고 표본망목선택성곡선  $S = 1 / (1 + \exp^{-(a \cdot (CL/M) + \beta)})$ 의 기울기(a)와 절편(b) 및 적정망목을 추정한 결과는 다음과 같다.

1. 시험조업 결과 어획미수는 끝자루 11,504마리, 덮그물 12,879마리로 총 24,374마리, 313.1 kg이 어획되었고 종별구성은 새우류, 어류, 게류, 연체동물 순이었으며, 부수 어획물은 어류의 자치어가 대부분을 차지하였다.
2. 끝자루 망목 28.0, 38.0, 51.0, 61.0 mm에 어획되는 대롱수염새우의 어획률은 각각 0.72, 0.63, 0.46, 0.29로 나타났다.
3. 끝자루 망목 28.0, 38.0, 51.0, 61.0 mm에 대한 선택성곡선의 a와 b 값은 0.53 -12.65, 0.35 -9.40, 0.28 -8.97과 0.24 -8.27 이었고, 선택계수는 0.85, 0.71, 0.62, 0.55이었다.
4. 표본망목선택성곡선의 기울기(a)와 절편(β) 값은 8.44, -5.49이었고, 대롱수염새우의 최소성숙갑각장 20.6 mm에 대한 적정망목은 30.7 mm, 상품(上品) 최소갑각장 25 mm에 대한 적정망목은 38.5 mm로 나타났다.

참 고 문 헌

Graham N. (2003) : By-catch reduction in the in the North Sea brown shrimp, Crangon crangon fisheries using a rigid separation Nordmøre grid (grate). Fish. Res. 59, 393~407.  
 Lancaster J. and Frid C. L. J. (2002) : The fate of discarded juvenile brown shrimps (Crangon crangon) in the Solway Firth UK fishery. Fish. Res.

58, 95~107.  
 Polet H. (2002) : electivity experiments with sorting grids in the North Sea brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery. Fish. Res. 54; 217~233.  
 Ragonese S., M. L. Bianchini and L. Di Stefano (2002) : Trawl cod-end selectivity for deepwater red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*, Risso 1827) in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). Fish. Res. 57, 131~144.  
 Campos A., P. Fonseca and K. Erizini (2002) : Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (*Parapeneaus longirostris*) and Norway Lobster (*Nephrops norvegicus*) off the Portuguese south coast. Fish. Res. 58, 281~301.  
 Sobrino I., T. garcia and J. Barb (2000) : Trawl gear selectivity and the effect of mesh size on the deep-water rose shrimp (*Parapeneaus longirostris*, Lucas, 1846) fishery off the gulf of cadiz (SW Spain). Fish. Res. 44, 235~245.  
 Polet H. (2000) : Codendand whole trawl selectivity of a shrimp beam trawl used in the North Sea. Fish. Res. 48, 167~183.  
 Mounsey, R. P., G. A. Baulch and R. C. Buckworth(1995) : Development of a trawl efficiency device (TED) for Australian prawn fisheries. I. The Aus TED design. Fish. Res., 22, 99~105.  
 Nishikawa, T., Tanda, M. and Nagahama, T. (1994) : Mesh selectivity of small otter trawl targeting southern rough shrimp trachypeneaus curvirostris in Bay. Bull. Hyogo. Prefect. Fish. Exp. Stn. 31. 1~8  
 Tokai, T. (1993) : Fisheries Management of a Small Shrimp Trawl in the Seto Inland Sea. -Discarded Fishes and Mesh Size Regulation - Bull. Nansai. Natl. Fish. Res. Inst. 26, 31~106.



- Tokai, T. and H. Sakaji (1993) : Mesh Selectivity of a Shrimp Trawl for Tora Velvet Shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, Kishi velvet Shrimp *Metapenaeopsis dalei* and Smoothshell Shrimp *Parapenaeopsis tenella*. Bull. Nansai. Natl. Fish. Res. Inst. 26, 21~30.
- LEE J. H., S. G. KIM, J. G. KIM (1992) : A Study on the Selectivity of Trawl net for the Demersal Fishes in the East china Sea - I, Catch Rate by Mesh Size of Cod-end. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 28, 360~370.
- Vendeville, P. (1990) : Tropical shrimp fisheries, -Types of fishing gear used and their selectivity-, Roma, FAO, pp. 75.
- Tokai, T., and T. Kitahara (1989) : Methods of determining the mesh selectivity curve of trawl net. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 643-649 (in Japanese).
- Miyao, M. and Yamaguchi, K. (1989) : Mesh selectivity for deep-sea shrimp, *Pandalus borealis* KROYER by the danish seine fishery (Teguri Type 1). Bull. Niigata. Prefect. Fish. Exp. Stn. 13. 1~10
- 안희춘 · 양용수 · 박창두 · 조삼광 · 정의철 (2000) : 끌그물 탈출어류의 생존율 향상연구. 수진사업보고서. 122~131.
- 권병국 · 이주희 · 이춘우 · 김용식 · 안영일 · 김정문 (2001) : 동해구트럴 어구어법의 개량, 한국어업기술학회지 37(2), 106~116.
- 金良燮 (1994) : 새우 빙 트롤 漁具의 改良에 관한 研究. 麗水水大 水産工學科 碩師學位 論文.

---

2003년 12월 10일 접수

2003년 12월 31일 수리