

# 동지나해 저서 어자원에 대한 트롤어구의 어획선택성에 관한 연구 - II\*

다획 어종에 대한 망목 선택성 곡선의 추정

김삼곤 · 이주희 · 김진건

부산수산대학교

(1992년 11월 5일 접수)

## A Study on the Selectivity of the Trawl Net for the Demersal Fishes in the East China Sea-II

Mesh Selection Curves for Major Species

Sam-Gon KIM, Ju-Hee LEE and Jin-Gun KIM

National Fisheries University of Pusan

(Received November 5, 1992)

In order to analyse the mesh selectivity for the trawl net, the fishing experiment was carried out by the training ship Saebada in the Southern Korea Sea and the East China Sea from June 1991 to August 1992.

The trawl net used in experiment has the trouser type of cod-end with cover net, and the mesh selectivity was examined for the five kinds of the opening mesh size in its cod-end part.

The selection curves and the selection parameters were calculated by using a logistic function,  $S=1/(1+\exp^{-(aL+b)})$ , and in this case,  $a$  and  $b$  are the selection parameters and  $L$  is the body length of the target species of fishes.

In this report, the four species of aquatic animals were analysed because the catch data were enough to calculate normally the selection curves and the selection parameters, and the results obtained are summarized as follows :

1. *Trachurus japonicus* ; Selection parameters  $a$  and  $b$  in each cases of the opening mesh size of 51.2mm, 70.2mm, 77.6mm, 88.0mm and 111.3mm were respectively 0.5050 and -5.4283, 0.3018 and -4.9590, 0.3816 and -7.3659, 0.2695, and -5.7958, 0.2170 and -5.1226.
2. *Photololigo edulis* ; Selection Parameters  $a$  and  $b$  in each cases of the former mesh sizes were respectively 0.7394 and -6.1433, 0.3389 and -4.2366, 0.3286 and -5.1002, 0.2543 and -5.0049, 0.1795 and -4.8040.
3. *Trichirus lepturus* ; Selection curves in the opening mesh size of 111.3mm was

\* 이 논문은 1991년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비 지원사업에 의한 연구결과의 일부임.

calculated unnormally. The selection parameters in the other opening mesh sizes were respectively 0.3790 and -5.2891, 0.2071 and -4.9164, 0.1292 and -3.1733, 0.1153 and -3.8497 in the order of former mesh sizes except 111.3mm.

4. *Todarodes pacificus* ; Selection curve in case of the opening mesh sizes, 70.2mm and 111.3mm were calculated unnormally. In the order cases of the opening mesh sizes, the selection parameters were respectively were 0.5766 and -6.0169, 0.3735 and -5.4633, 0.2771 and -5.7718 in the order of former mesh sizes except 70.2mm and 111.3mm.

## 서 론

트롤 어구는 어획 성능이 뛰어나 자원에 대한 남획의 우려가 높아서 여러 외국에서는 망목 선택성에 대한 비교적 많은 연구가 이루어져 왔으나, 우리 나라에서는 이에 관한 연구 사례가 드물고, 따라서 트롤 어구의 망목 규제에 대한 합리적인 검토, 분석이 거의 이루어져 있지 않다.

본 연구에서는 前報 李 등(1992)에서 밝힌 조업 시험의 결과 자료로부터 트롤 어구의 망목 선택성을 규명하고자 하였으며, 우선 조업 시험에서 얻은 어획 자료중, 분석이 가능한 다획어종을 선정하여 Cover net(덮그물) 방식에 의한 망목 선택성을 분석하였다.

본 연구의 조업 시험선박, 조업 시험해역, 조업 시험일시 및 사용 어구는 前報와 같다.

## 분석 및 방법

### 1. 망목 선택성 곡선의 추정

자루그물에 어획된 체장별 미수  $CD_{ij}$ 와 덮그물에 어획된 체장별 미수  $CV_{ij}$ 는 망목의 크기  $M_i$ 와 체장계급  $L_j$ 에 따라 변화하므로, 선택율  $S(M_i, L_j)$ 는

$$S(M_i, L_j) = CD_{ij} / (CD_{ij} + CV_{ij}) \quad (1)$$

로서 구할 수 있으며, 이러한 선택율  $S(M_i, L_j)$ 을 이용하여 작성되는 망목 선택성 곡선

의 식  $S$ 는, 그래프상에서 각 체장계급에 대해 시그모이드 곡선을 나타내므로

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

의 로지스틱 함수로 나타내는 것이 일반적으로 되어 있다. 여기서, 체장계급  $L_j$ 에 대응하는 선택율  $S(M_i, L_j)$ 를 다음의 식에 의하여, 선택율 0%와 100%는 선택범위에 포함시키지 않고 직선 회귀화 시키면,

$$\ln(S/(1-S)) = aL + b \quad (3)$$

으로 나타낼 수 있으므로, 최소자승법으로 기울기  $a$ 와 절편  $b$ 를 구하여 (2)식에 대입하면 선택성 곡선이 결정된다.

### 2. 선택체장, 선택계수 및 선택역의 추정

선택성 곡선식인 (3)식을 이용하여 선택체장, 선택계수 및 선택역을 추정하기 위하여 선택율 25%, 50%, 75%의  $S$ 값인 0.25, 0.5, 0.75를 (3)식에 대입하면 이들 각 선택체장  $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ 는 다음의 식

$$L_{25} = -(\ln 3 + b) / a \quad (4)$$

$$L_{50} = -b / a \quad (5)$$

$$L_{75} = (\ln 3 - b) / a \quad (6)$$

에서 구할 수 있으며,

선택역 (Selection Range : S.R) 과 선택계수 (Selection Factor : S.F)는

$$SR = L_{75} - L_{25} = 2 \ln 3 / a \quad (7)$$

$$SF = -b / aM_i \quad (8)$$

의 식으로 구하였다.

### 결과 및 고찰

망목의 크기에 따라 빠져나간 체장별 선택율을 구하여 선택성 곡선을 추정한 Margetts, A. R. (1954), 青山(1961), Charuau, A. (1979) 등은 선택성 곡선의 식을 시그모이드형으로 추정하고 있으며, Fujishi(1980)는 어체의 체형과 망목의 형상에 따라 시그모이드형에서 약간 변형된 곡선을 추정하고 있다.

본 연구에서는 어종별로 시험용 끝자루와 덮그물에 어획된 전체 미수에 대한 덮그물에 어획된 미수의 비율을 체장의 크기에 따라 구하여 선택성 곡선을 도해하고 그 관계를 분석하였으며, 대상 어종으로서는 어획 자료가 충분하여 망목 선택성의 분석이 가능하였던 전갱이(*Trachurus japonicus*), 갈치(*Trichiurus lepturus*), 창오징어(*Photololigo edulis*), 살오징어(*Todarodes pacificus*)에 한정하였다.

시험용 끝자루의 망목 크기별로 어획된 이들 어종의 체장조성을 알아보기 위해 횡축에는 체장, 종축에는 시험용 끝자루와 덮그물에 어획된 미수를 각각 상하로 나누어 망목 크기별로 체장조성을 나타낸 것이 Fig. 1부터 Fig. 2이며, 망목 크기별로, 시험용 끝자

루 및 덮그물에 어획된 최대체장과 최소체장을 나타낸 것이 Table 1이다. 또한 이들 어종의 망목 선택성 곡선을 망목 크기별로 구하여 그림으로 나타낸 것이 Fig. 3이다.

그리고, 선택성 곡선에서 75% 및 25%의 선택 체장간의 길이인 선택역(Selection Range: S.R.)과 망목 크기별 50% 선택체장으로 부터 구해지는 선택계수(Selection Factor: S.F.) 및 F검정에 의한 유의수준 등 선택성의 각 요소는 Table 2에 나타내었다.

이러한 결과들을 이용하여 각 어종별로 망목 선택성에 관해서 알아보면 다음과 같다.

#### 1) 전갱이

선택성 곡선은 치어에서부터 성어까지 전체장이 끌고루 어획되어야 정상적인 추정이 가능하다. 전갱이의 경우 Fig. 1에서 보면 전반적으로 성숙어의 어획이 부진하였다. A망의 끝자루와 덮그물에 어획된 체장(body length) 범위는 Table 1에서 각각 2-30cm, 4-20cm이었으며, 전체 어획율은 약 70%이었다. B망에서는 10cm부터 14cm사이의 체장범위가 어획이 적어서 2개의 군으로 분리되어 나타났으며, 2개의 군 중에서 5-10cm 체장은 어획율이 약 0.03%으로서 거의 빠져나가고, 14-23cm체장은 어획율이 약 68%이었다. C망, D망 및 E망에서는 전체 어획율이 각각 약 6%, 약 13%, 약 10%이었다. C망과 D망을 비교해 보면 어획율이 C망보다 D망이 높은 것으로 나타나고 있으나 이것은

Table 1. Main range of fish length of major species caught by different mesh sizes

Scientific name	Measurement of fish length	Fish length(cm) by mesh size(mm) of cond-end									
		51.2		70.2		77.6		88.0		111.3	
		COD	COV	COD	COV	COD	COV	COD	COV	COD	COV
<i>Trachurus japonicus</i>	T.L	2-30	4-20	6-23	5-21	7-24	5-24	6-22	5-22	7-21	4-21
<i>Trichiurus lepturus</i>	A.L	7-47	4-23	9-50	7-28	8-47	4-36	10-50	4-33	8-36	4-39
<i>Photololigo edulis</i>	M.L	4-30	1-18	2-27	2-22	3-32	2-24	4-30	2-21	6-29	4-24
<i>Todarodes pacificus</i>	M.L	4-40	2-22	8-22	4-23	3-26	2-24	6-26	2-24	11-26	2-25

COD: Cod-end, COV: Cover net, T.L: Total length, A.L: Anus length, M.L: Mantle length.

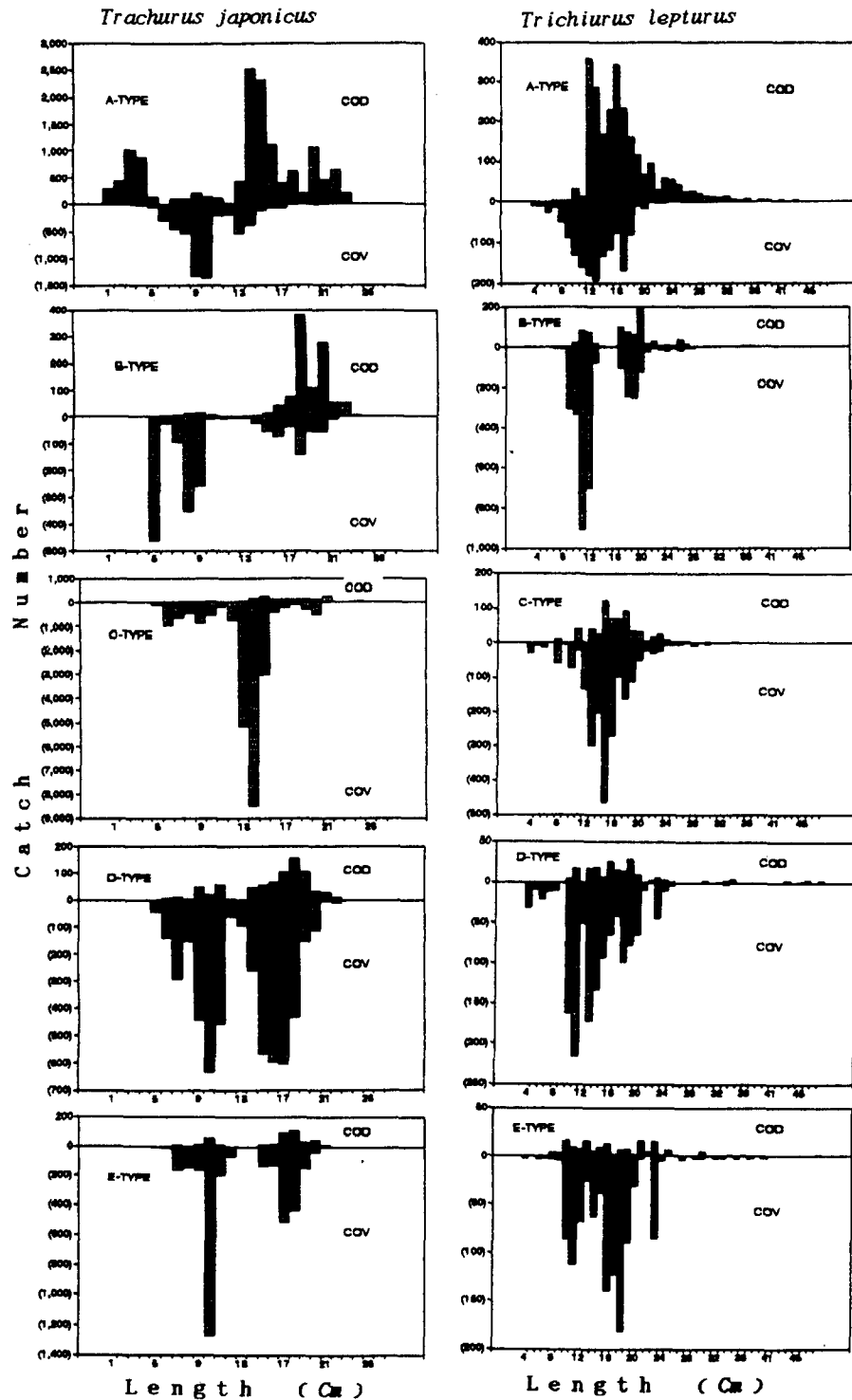


Fig. 1. The body length composition of *Trachurus japonicus*, *Trichiurus lepturus* caught in cod-ends and cover net having A (51.2mm), B (70.6mm), C (77.6mm), D (88.0mm) and E (111.3mm) mesh sizes.

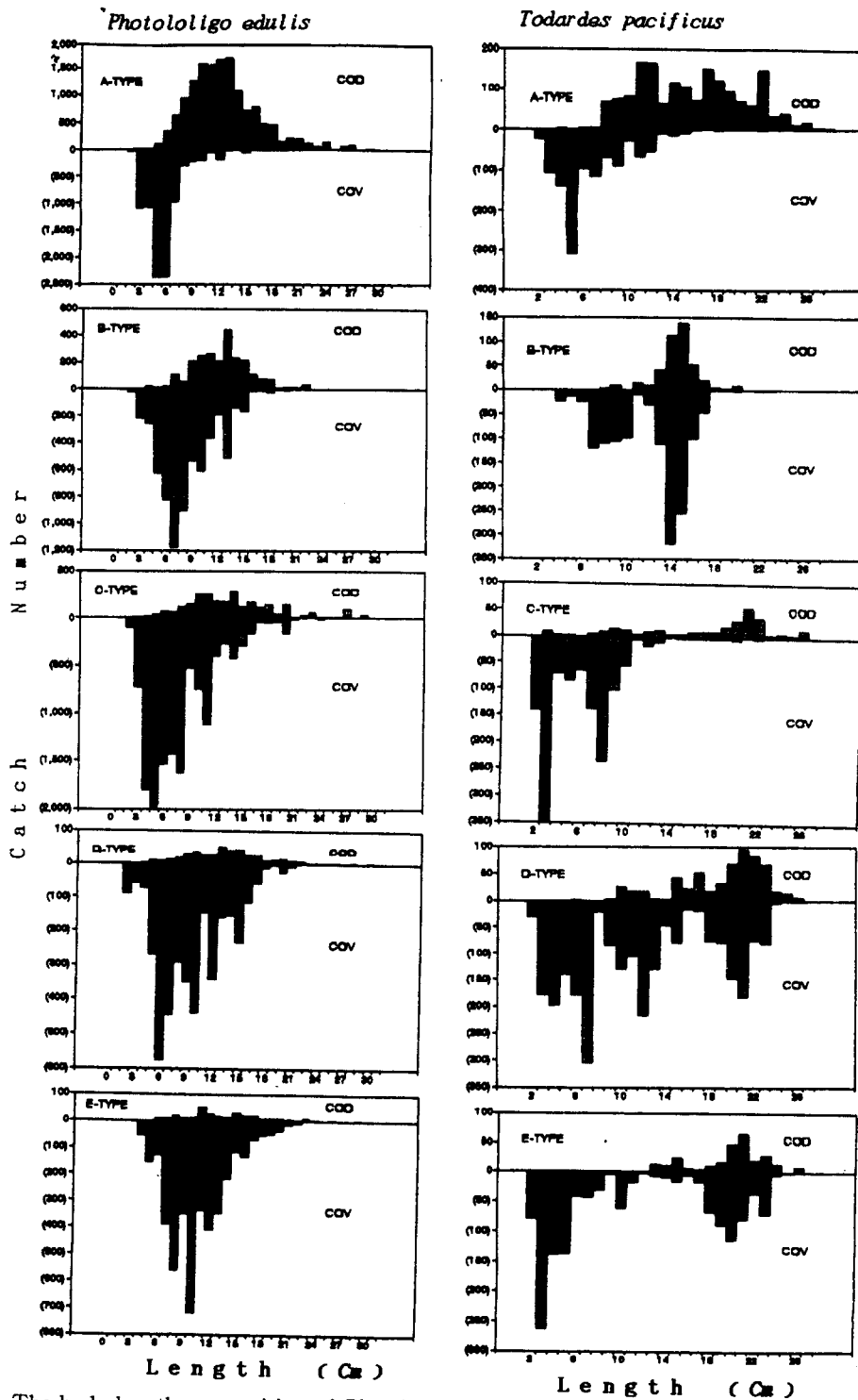


Fig. 2. The body length composition of *Photololigo edulis*, *Todardes pacificus* caught in cod-ends and cover net having A(51.2mm), B(70.2mm), C(77.6mm), D(88.0mm) and E(111.3mm) mesh sizes.

**Table 2. The selection parameters of the logistic equation of mesh selection curves of A,B,C,D and E con-dend for major species**

Species	Type of Cod-end(mm)	R square	P	Slope	Intercept	L <sub>25</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>75</sub>	S.R.	S.F.
<i>Trachurus japonicus</i>	51.2	0.8894	0.0000	0.5050	-5.4283	8.57	10.75	12.92	4.35	2.10
	70.2	0.7552	0.0001	0.3018	-4.9590	12.79	16.43	20.07	7.28	2.34
	77.6	0.6865	0.0000	0.3816	-7.3659	16.43	19.30	22.18	5.76	2.49
	88.0	0.7253	0.0000	0.2695	-5.7958	17.43	21.50	25.58	8.15	2.44
	111.3	0.7272	0.0009	0.2170	-5.1226	18.55	23.61	28.67	10.13	2.15
<i>Trichiurus lepturus</i>	51.2	0.8056	0.0000	0.3790	-5.2891	11.06	13.95	16.85	5.80	2.73
	70.2	0.5735	0.0004	0.2071	-4.9140	18.43	23.74	29.04	10.61	3.38
	77.6	0.4239	0.0014	0.1292	-3.1733	16.06	24.56	33.06	17.01	3.17
	88.0	0.5986	0.0012	0.1153	-3.8497	23.87	33.40	42.93	19.06	3.80
<i>Photololigo edulis</i>	51.2	0.7987	0.0000	0.7394	-6.1433	6.82	8.31	9.79	2.97	1.62
	70.2	0.8288	0.0000	0.3389	-4.2366	9.26	12.50	15.74	6.48	1.78
	77.6	0.9121	0.0000	0.3286	-5.1002	12.18	15.52	18.87	6.69	2.00
	88.0	0.8729	0.0000	0.2543	-5.0049	15.36	19.68	24.00	8.64	2.24
	111.3	0.7758	0.0000	0.1795	-4.8040	20.64	26.76	32.89	12.24	2.43
<i>Todardes pacificus</i>	51.2	0.8928	0.0000	0.5766	-6.0169	8.53	10.43	12.34	3.81	2.04
	77.6	0.9141	0.0000	0.3735	-5.4633	11.69	14.63	17.57	5.88	1.89
	88.0	0.6349	0.0001	0.2771	-5.7718	16.87	20.83	24.80	7.93	2.37

R square : Coefficient of Determination, P : F-value, L<sub>25</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>75</sub> : 25%, 50%, 75% Selection length, S. R : Selecton Range, S.F : Selection Factor.

여러 차례의 조업 시험중 1회의 조업 시험에서 12~15cm 어군이 대량으로 그물 속에 들어와서 대부분 끝자루를 빠져나가 덮그물에 어획되었기 때문이다.

Fig. 3에서 50% 선택체장은 A망, B망, C망, D망 및 E망에서 각각, 10.8cm, 16.4cm, 19.3cm, 21.5cm, 23.6cm이었으며, 전갱이의 최소성숙체장인 미차체장(folk length) 24cm인 점을 고려해 보면, 망목 내경 51.2mm인 이외의 다른 끝자루에서는 미성숙어의 어획이 그렇게 심각한 수준으로 보이지는 않았으며, 특히 망목 내경 111.3mm인 E망에서는 성숙 체장이 50%도 어획되지 않는다는 것을 알 수 있었다. Chow(1988)의 보고에 의하면, 전갱이의 끝자루 망목 내경이 각각 45mm, 56mm, 69mm, 70mm일 때, 50% 선택체장(folk length)이 10.9cm, 14.1cm, 17.9cm, 18.1cm였으며, 본 연구 결과

와 비교하여 A망 및 B망에서는 별다른 차이가 없음을 알 수 있었다. 결정계수와 유의수준의 값도 높았으며, 선택성 곡선도 비교적 양호하게 구하여 졌다.

## 2) 갈치

Fig. 1에서 A망에서의 어획율은 약 62%이며, B망, C망, D망 및 E망에서는 각각 약 20%, 약 23%, 약 12%, 약 12%이었다. A망과 B망의 내경의 차는 19.1mm로서, D망과 E망은 그 차이가 23.3mm인 것에 비하면, A망과 B망에서 어획율의 차이가 지나치게 크게 나타났다. Table 2에서 A망을 제외한 다른 끝자루에서는 망목 선택성 곡선의 결정계수도 낮게 산정되고 있다. 망목 선택성의 보완이 좀더 있어야 할 것으로 보이나, 지금까지의 어획자료에서 보면 그물을 빠져나가는 비율은 어획량의 다소에 따라서도 민감하게 변하는 것으로 판단되었다. A망, B망, C

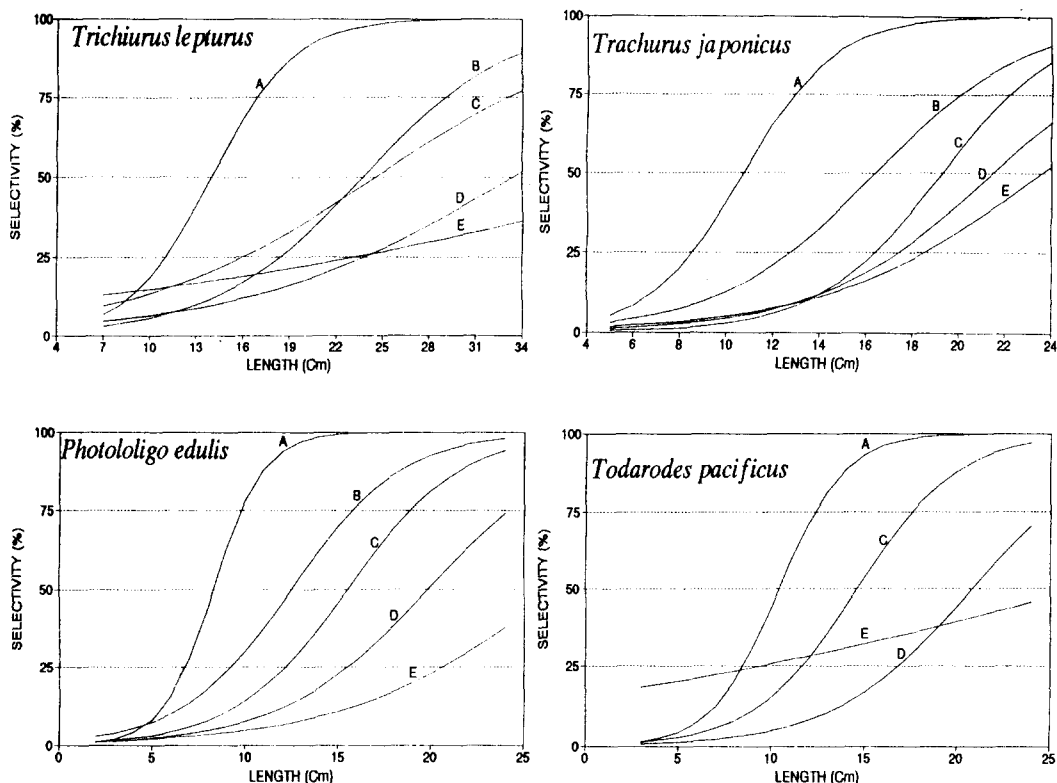


Fig. 3. Mesh selection curves of mesh cod-end having A (51.2mm), B (70.2mm), C (77.6mm), D (88.0mm) and E (111.3mm) mesh sizes for major species.

망 및 D망에서 항문장 길이(anus length)를 기준으로 한 50% 선택항문장은 각각 14.0cm, 23.7cm, 24.6cm, 33.4cm였으며, 靑山(1961)의 보고에서 망목 내경이 63.4mm, 63.9mm, 61.7mm일 때, 50% 선택항문장이 20.1cm, 16.3cm, 20.8cm였던 점에 비추어 보면, 본 연구의 결과도 그다지 차이가 없었으나, Chow(1988)의 보고와 비교하면 망목 내경이 70mm일 때는 본 시험의 결과가 더 크게 나타났다.

Fig. 3에서 보면 A망은 선택성 곡선이 정상적인 것으로 나타났으나, B망, C망 및 D망의 결정계수가 낮아던 만큼 선택성 곡선도 양호하지 못하였으며, 선택역도 크게 확장되어 선택성의 정도가 낮았다. 선택계수는 A망에서 2.7이었다.

### 3) 창오징어(꼴뚜기류)

꼴뚜기류는 여러 종류가 있으나 귀의 크기에 따라 살오징어와 대별하여 구분하였다. 체장이 작은 것들은 창오징어의 치어와 꼬마꼴뚜기도 함께 분석하였다. 동지나해에서 창오징어의 어획량이 많았고, 한국 남해안에서는 살오징어의 어획이 많았다.

Fig. 2에서 보면 A망, B망, C망, D망 및 E망에서 주로 빠져나간 동장(mantle length) 범위는 각각 3-12cm, 3-15cm, 3-19cm, 2-21cm, 4-24cm이었으며, 각 시험용 끝자루별 어획율은 각각 약 62%, 약 27%, 약 17%, 약 10%, 약 6%이었다.

Fig. 3에서 A망, B망, C망, D망 및 E망의 50% 선택동장은 8.3cm, 12.5cm, 15.5cm, 19.7cm, 26.8cm이었다. Chow(1988)의

보고에 의하면, 망목 내경이 70mm일 때 50% 선택동장이 7.8cm였는데, 본 연구의 B망과 비교하면 본 연구의 결과에서 약 4.7cm 크게 나타났다. 이것은 Chow가 시험 대상으로 한 동지나해역에서는 꼬마 꼴뚜기류가 많이 어획되었기 때문으로 판단된다.

선택역은 A망에서 매우 좁아서 선택성이 매우 예민한 것으로 나타났으며, 다른 시험망도 선택성 곡선이 양호하게 나타났다. 각 시험용 끝자루별 선택계수는 각각 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 2.4이었다.

#### 4) 살오징어

Fig. 2에서 보면 A망에서는 2-7cm 동장범위는 거의 빠지나가고, 16cm부터는 거의 어획되었다. B망, C망, D망 및 E망에서는 각각 동장 18cm, 23cm, 25cm, 26cm 이상의 크기가 끝자루에 거의 전부 어획되어 빠져나가지 못함을 알 수 있었다. 전체 어획율은 A망, B망, C망, D망 및 E망에서 각각 약 59%, 약 24%, 약 17%, 약 19%, 약 17%로서 창오징어와 비교하여 A망 및 B망에서는 약간 낮으나, C망, D망 및 E망에서는 약간 높게 나타났다.

Fig. 3에서 보면 A망, C망, 및 D망의 선택성 곡선은 비교적 양호한 것으로 나타났으나, E망은 곡선이 매우 불량하였으며, B망은 결정계수와 유의수준이 낮아서 선택성 곡선의 추정 자체가 어려웠다. A망, C망, 및 D망은 직선 회귀식에서도 결정계수가 0.89, 0.91, 0.63로 높게 나타났고, F검정에 의한 유의수준도 높았다. A망은 50% 선택동장과 선택계수는 창오징어에 비하여 약간 크게 나타났으나, 그 외의 다른 요소들은 창오징어와 비슷하였다.

## 요 약

우리 나라 남해안 일원과 동지나해의 일원에서 1991년 6월부터 1992년 8월 사이에 부산

수산대학교 실습선 새바다를 이용하여 트롤 어구의 자루그물 망목 선택성 시험을 실시하였다.

조업 시험중 다획된 어종을 선정하여 어종별로 A망(51.2mm), B망(70.2mm), C망(77.6mm), D망(88.0mm) 및 E망(111.3mm)인 시험용 끝자루의 망목 선택성 곡선을 추정하고, 선택성에 관한 요소를 산정한 결과는 다음과 같다.

1. 전갱이 : A망, B망, C망, D망 및 E망에 대한 선택성 곡선식의 요소인 a 및 b의 값은 각각 0.5050 및 -5.4283, 0.3018 및 -4.9590, 0.3816 및 -7.3659, 0.2695 및 -5.7958, 0.2170 및 -5.1226이며, 선택계수는 각각 2.10, 2.34, 2.49, 2.15이었다.

2. 갈치 : A망, B망, C망 및 D망에 대한 선택성 곡선식의 요소인 a 및 b의 값은 각각 0.3790 및 -5.2891, 0.2071 및 -4.9164, 0.1292 및 -3.1733, 0.1153 및 -3.8497이며, 선택계수는 각각 2.73, 3.38, 3.17, 3.30이었다.

3. 창오징어(꼴뚜기류) : A망, B망, C망, D망 및 E망에 대한 선택성 곡선식의 요소인 a 및 b의 값은 각각 0.7394 및 -6.1433, 0.3389 및 -4.2366, 0.3286 및 -5.1002, 0.2543 및 -5.0049, 0.1795 및 -4.8040이며, 선택계수는 각각 1.62, 1.78, 2.00, 2.24, 2.43이었다.

4. 살오징어 : A망, C망 및 D망에 대한 선택성 곡선식의 요소인 a 및 b의 값은 각각 0.5766 및 -6.0169, 0.3735 및 -5.4633, 0.2771 및 -5.7718이며, 선택계수는 각각 2.04, 1.89, 2.37이었다.

## 참고문헌

- 1) Margetts, A. R. (1954): The Length-Girth Relation in Haddock and their Application to Mesh Selection. J. du



- Cons., 20(1), 56-61.
- 2) Charuau, A. (1979): A notes on selectivity experiments. I.C.E.S. Shellfish Comm. C.M., 1979/K: 2.
  - 3) Fryer, R. J.(1990): A model of between-haul variation in selectivity. DAFS. meavine Lab.
  - 4) Chow, Y. S., Chen, C. C., Chen, C. T. (1988): Mesh selection and Optimum Harvesting Mesh size for the Dominant Species of Dimersal Fish in the Taiwan Strait. J. Fish. Soc. Taiwan., 15(1) 59-81.
  - 5) 青山 恒雄(1961): 底ひき網の選擇作用とその以西低ひき網漁業資源管理への應用 西海水研報(23), 1-63.
  - 6) A. Fujishi(1980): A Theoretical Approach to the Selectivity of the Net Gears-I. Simono. Univer. Fish., No. 697, 1-28.
  - 7) 東海 正・伊東 弘・正木 康昭(1989): 小型底ひき網のカレイ類に對する網目選擇性・南西水研究報. 22. 35-46.
  - 8) 이주희・김삼곤・김진건(1992)・동지나해 저서 어자원에 대한 트롤어구의 어획선택성에 관한 연구 - I, 28(4).