

# 북서태평양 꽁치 자망의 망지 재료에 따른 어획성능 및 망목선택성

조현수\* · 안두해 · 고정락 · 김영승 · 박창두<sup>1</sup>

국립수산과학원 해외자원팀, <sup>1</sup>국립수산과학원 서해수산연구소 자원관리조성팀

## Relative efficiency and mesh selectivity of monofilament and twisted multifilament nylon gill net for Pacific saury, *Cololabis saira*, in the Northwest Pacific Ocean

Hyun-Su JO\*, Doo-Hae AN, Jeong-Rack KOH, Yeong-Seung KIM, and Chang-Doo PARK<sup>1</sup>

*Distant-water Fisheries Resources Team, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea*

<sup>1</sup>*Fisheries Resources Management and Enhancement Team, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea*

To determine the relative efficiency and mesh selectivity of gill net for the Pacific saury, *Cololabis saira*, a series of fishing experiments was carried out in the Northwest Pacific Ocean from August 13 to October 13 in 2002, using gill nets of different mesh size(30, 33, 35, 37, 39 and 42mm) constructed from two kinds of twine material(monofilament, twisted multifilament nylon web). The relative efficiency of two material gears was expressed as the ratio obtained by dividing monofilament catch by multifilament catch in number. The master selection curve of each material gear was estimated by applying the extended Kitahara's method. The catch of experimental gears is mostly Pacific saury(98.6%), *Cololabis saira*. The kinds of bycatch are common squid(0.7%), Pacific mackerel(0.6%), etc. Catch comparisons in the two gears showed that monofilament nylon nets are 1.7 times more efficient. The optimum values in monofilament and multifilament gill net for Pacific saury are 8.28 and 8.23, respectively.

Key words : Pacific saury, Gill net, Mesh selectivity, Kitahara's method

### 서 론

꽁치과(family Scomberesocidae) 어류는 전 세계적으로 Pacific saury, *Cololabis saira*(Brevoort),

Atlantic saury, *Scomberesox saurus*(Walbunm), Atlantic - Indian saury, *Nanichthys simulans*(Hubbs and Wisner), dwarf saury, *Elassichthys adocetus*

\*Corresponding author: hsjo@nfrdi.re.kr Tel: 82-51-720-2331 Fax: 82-51-720-2337

(Bölke)의 4속 4종이 있다. 이들 중 *Cololabis saira*는 북태평양에, *Scomberesox saurus*는 북대서양과 남태평양에, *Nanichthys simulans*는 대서양 및 인도양의 온대수역에 각각 분포하며, *Elassichthys adocetus*는 동부 열대태평양과 하와이 군도 서방에 분포한다(Gong, 1990). 특히, 이들 4종 중에서 유일하게 상업적으로 이용되고 있는 북태평양 꽂치(*Cololabis saira*)는 야간에 표층에서 유영하고, 불빛을 잘 따르는 주광성을 가지고 있으므로 북서태평양에서는 주로 집어등을 사용하는 봉수망에 의해 어획되고 있으나, 우리나라 동해안에서는 집어등 불빛에 잘 모이지 않기 때문에 자망에 주로 어획되고 있다.

1996년 UN 해양법이 발효됨에 따라 자국 EEZ 내의 어업자원의 이용 및 자원관리에 관한 권리는 연안국의 소유가 되었으며, 우리나라와 같은 원양 어업국은 연안국의 조업규제로 인하여 최근까지 이용하던 많은 해외 어장을 상실하게 되었다. 따라서 원양어업 분야에 있어서는 연안국의 조업규제 영향이 적은 공해상의 새로운 어장 개척이 중요한 과제로 등장하였으며, 이를 위한 다양한 노력이 세계 각지에서 행해지고 있다.

그 중에서 북태평양 공해 어장은 꽂치 자원을 대상으로 한 어장 개척의 가능성이 높다고 평가되어 해양수산부에서는 2002년도에 새로운 꽂치 어장의 개발 및 자원 조사를 위하여 동해역에서 자망 어구를 사용하여 어획 시험을 수행한(Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, 2002; Moon et al., 2004) 결과, 10월 이후 조업 가능한 새로운 공해상의 꽂치어장을 개발하는데 성공하여 2002년부터 매년 20여척의 우리나라 꽂치 봉수망어선이 조업하고 있다.

본 연구는 북태평양 공해 어장에서 꽂치 자원 조사를 위하여 사용한 단일섬유(monofilament) 및 복합섬유(multifilament)로 제작된 자망 어구의 시험조업 결과로부터 시험 어구의 어종별 어획량, 어획성능 및 망목선택성을 분석하여 금후 자원조사에 적합한 자망 어구 설계를 위한 기초

자료를 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 어획시험 어구의 구성

어획시험에 사용한 어구는 표층 유자망으로서 1쪽의 크기는 뜰줄 길이 50m, 깊이 4m이었으며, 망지의 재료는 단일섬유(Nylon #5/dia. 0.37mm)와 복합섬유(Nylon 210D/4ply/dia. 0.39mm)를 각각 사용하였다. 어구의 재료별 망목 크기는 각각 30, 33, 35, 37, 39, 42mm의 6종류를 사용하였고, 어구 1조는 12쪽으로 Fig. 1과 같이 배치하였으며, 총 2조 24쪽의 어구를 사용하여 어획시험을 실시하였다.

Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mu	Mu	Mu	Mu	Mu	Mu
30mm	33mm	35mm	37mm	39mm	42mm	30mm	33mm	35mm	37mm	39mm	42mm

Fig. 1. Arrangement diagram of the experimental gill nets for Pacific saury in the Northwest Pacific Ocean. Mo: monofilament, Mu: multifilament.

### 어획시험

어획시험은 한국해양수산연수원 소속 350톤급 실습선을 이용하여, 북서태평양 러시아 배타적 경제수역 외측인 북위 39° 이북, 동경 160° 이서의 공해 어장에서(Fig. 2), 2002년 8월 24일부터 10월 3일 사이에 실시하였다. 어획시험 방법은 17시경에 투망한 후 익일 04시경에 양망하였으며, 조사 해역의 12개 정점에서 Fig. 1의 시험어구를 사용하여 총 20회 어획시험을 실시하였다.

본 어획시험에서는 어종별 어획량, 망지 재료별 어획성능 및 망목선택성 분석을 위하여 어획

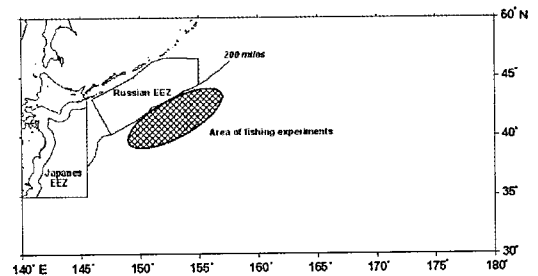


Fig. 2. Fishing area of the experimental gill nets for Pacific saury in the Northwest Pacific Ocean.

물의 종류, 마리수, 체장 등을 조사하였다. 어종별 어획량은 시험어구에 어획된 쾡치 어획량에 비하여 혼획 어종의 어획량이 매우 적었기 때문에 어획시험에 사용한 480쪽 전체에 어획된 총 어획량을 이용하여 분석하였다. 그리고 망지 재료별 쾡치 어획량은 투·양망한 시험어구 중 동일한 조건에서 조업이 정상적으로 이루어진 단일섬유 자망 156쪽과 복합섬유 자망 156쪽의 어획량을 이용하여 분석하였다. 쾡치의 망목선택성 곡선은 쾡치 체장 측정이 가능하였던 단일섬유 자망 102쪽(망목별 17쪽)과 복합섬유 자망 84쪽(망목별 14쪽)에 어획된 6,077마리의 체장 측정 자료를 이용하여 분석하였다. 쾡치의 체장 측정은 어획 마리수가 매우 많은 원양 어업의 특수성을 감안하여 각 재료별 망목 크기별 어획된 쾡치의 전체 개체 수를 계수한 다음, 일정 비율을 무작위로 추출하여 가량이 체장( $l$ : fork length)을 1mm 단위로 측정하였다.

#### 망목선택성 곡선 추정법

자망의 망목선택성 추정방법은 Ishida(1962), Holt(1957), Kitahara(1968) 등의 방법이 개발되어 있으며, 어구어법 특성 등을 고려하여 적절한 방법이 활용된다.

본 연구에서는 망목선택성 곡선을 하나의 master curve로 나타낼 수 있는 Kitahara 방법(Fujimori et al., 1996; Cho et al., 2000; Kim and Lee, 2002; Park et al., 2003)을 적용하여 자망에 대한 쾡치의 망목선택성을 해석하였다.

일반적으로 자망을 사용한 조업시험 결과로부터 망목선택성을 추정할 경우, 망목  $m_i$ 인 자망에 체장계급(이하 “체장”으로 표현)  $l_j$ 인 어류가 어획될 확률은 기하학적 상사에 의하여 망목과 체장이 각각  $k$ 배 증가한 망목  $k \cdot m_i$ 인 자망에 체장  $k \cdot l_j$ 인 어류가 어획될 확률과 동일하다는 Baranov의 원리(Hamley, 1975)가 적용된다. 즉 0에서 1사이의 값을 나타내는 선택률  $S(m_i, l_j)$ 는 이하의 식으로 표현된다.

$$S(m_i, l_j) = S(km_i, kl_j) \quad (1)$$

Kitahara는 식(1)의 2개의 변수 대신에 체장  $l_j$ 를 망목  $m_i$ 로 표준화하여 다음과 같이 나타내었다.

$$S(m_i, l_j) = S(km_i, kl_j) = S(l_j / m_i) \quad (2)$$

여기서 망목  $m_i$ 인 자망에 체장  $l_j$ 인 어류의 어획 개체 수를  $C_{ij}$ 라고 하고 어획효율을  $q_i$ , 망목  $m_i$ 의 어획노력량(자망 폭수)을  $X_i$ , 체장  $l_j$ 의 자원밀도를  $d_j$ 라고 하면 단위 노력당의 어획 개체 수  $c_{ij}$ 는 식(3)와 같이 나타낼 수 있다.

$$c_{ij} = C_{ij} / X_i = S(l_j / m_i) \cdot q \cdot d_j \quad (3)$$

식(3)의 양변을 대수로 취하여 정리하면 식(4)와 같이 된다.

$$\ln S(l_j / m_i) = \ln c_{ij} - \ln(q \cdot d_j) \quad (4)$$

식(4)로부터 대수 선택률은 “단위 노력당 어획 개체 수의 대수값 + 보정치  $\{\ln(q \cdot d_j)\}$ ”로 표현되며 보정치는  $q$ 는 일정하므로 평면좌표에서  $y$ 축 방향으로 체장별 자원밀도의 대수 값만큼 상하 이동하여 나타낼 수 있다는 것을 의미한다.

Fujimori et al.(1996)은 망목선택성 곡선(master curve)을 나타내는 함수로써 다음의 다항식을 적용하였다.

$$F(R) = F(l_j / m_i) = a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 \quad (5)$$

식(5)에서  $n=2$ 이면 좌우대칭형이 되고,  $n=3$ 이면 좌우비대칭형이 된다. 선택률의 최대값은 1이므로 선택성 곡선을 나타내는 함수는 식(5)의 최대값  $F_{max}$ 을 구하여 적용하면 다음과 같이 표현된다.

$$S(l_j / m_i) = S(R) = \exp(F(R) - F_{max}) \quad (6)$$

자망의 선택성 곡선은 일반적으로 좌우비대칭형으로 표현되므로, 본 연구에서는  $n=3$ 인 좌우비대칭형의 선택성 곡선의 파라미터를 최소자승법으로 추정하였다(Cho et al., 2000; Park et

al., 2003).

## 결과 및 고찰

### 어종별 어획량

총 480쪽을 사용한 20회의 어획시험 결과로부터 얻어진 어종별 어획량을 Table 1에 나타내었다. 총 10종의 어류 및 오징어류가 어획되었으며, 목표어종인 꽁치가 총 어획마리수의 대부분인 98.6%를 차지하였다. 혼획 어종은 살오징어 (*Todarodes pacificus*)가 0.7%, 고등어 (*Scomber japonicus*)가 0.6%, 그 외에 새다래 (*Brama japonica*), 빨강오징어 (*Ommastrephes bartrami*), 날치 (*Cypselurus agoo agoo*), 연어 (*Oncorhynchus keta*), 문어오징어 (*Gonatopsis borealis*), 갈구리오징어 (*Onychoteuthis borealijaponica*), 멸치 (*Engraulis japonicus*)가 약간씩 혼획되었다.

일반적으로 연근해의 자망어업에서는 혼획 어종 비율이 높아 (Chang et al., 2004), 어획물 선별에 많은 시간과 노동력이 요구되나, 북서태평양 공해의 꽁치 자망은 혼획이 적어 어획물 선별 작업에 어려움은 없었다.

### 망지 재료별 어획량

투·양망한 자망 중 동일한 조건에서 조업이 정상적으로 이루어진 단일섬유 망사를 사용한 자망 156쪽과 복합섬유 망사를 사용한 자망 156쪽의 꽁치 어획량을 집계한 결과, 총 어획 개체수

는 29,112마리였다. 이중 단일섬유 망사를 사용한 자망에는 18,345마리(63%)가 어획되어 복합섬유 망사를 사용한 자망에 어획된 10,767(37%)마리 보다 약 1.7배 어획이 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 연어과 어류 (*Coregonus clupeaformis*)의 경우, 단일섬유 나일론 자망의 어획량이 복합섬유 나일론 자망의 어획량에 비하여 약 1.8배 높다는 Collins(1979)의 결과와도 유사한 것으로 보아, 수중에서의 망지에 대한 가시도의 차이가 어획에 영향을 미친 것으로 추측된다.

망목 크기에 따른 꽁치 어획량을 살펴보면, 단일섬유 망사를 사용한 자망의 경우, 망목 크기 30mm 자망에 3,569마리가 어획되어 전체 어획마리수의 19.5%를 차지하여 가장 높게 나타났고, 37mm 자망에는 2,090마리가 어획되어 전체 어획마리수의 11.4%를 차지하여 가장 낮게 나타났다. 복합섬유 망사를 사용한 자망의 경우에는 망목 크기 30mm 자망에 2,237마리가 어획되어 전체 어획마리수의 20.8%를 차지하여 가장 높게 나타났고, 33mm 자망에는 1,187마리가 어획되어 전체 어획마리수의 11.0%를 차지하여 가장 낮게 나타났다. 따라서 단일섬유 및 복합섬유 망지 모두 망목 크기 30mm에서 어획량이 가장 높게 나타났으나, 망목 크기에 따른 어획량의 일관된 변화는 보이지 않았다(Fig. 3). 이와 같이 망목별 어획량에 일관성이 없었던 이유는, 광범위한 해역에서 장기간(41일) 어획시험을 실시하

Table 1. Species composition of the the experimental gill nets in the Northwest Pacific Ocean during 24 Aug. to 3 Oct., 2002

Common name	Scientific name	Number of catch	%
Pacific saury	<i>Cololabis saira</i>	66,814*	98.6
Common squid	<i>Todarodes pacificus</i>	487	0.7
Pacific mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	440	0.6
Pomfret	<i>Brama japonica</i>	32	+
Neon flying squid	<i>Ommastrephes bartrami</i>	8	+
Flying fish	<i>Cypselurus agoo agoo</i>	3	+
Chum salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	3	+
Eight armed squid	<i>Gonatopsis borealis</i>	2	+
Boreal clubhook squid	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	2	+
Japanese anchovy	<i>Engraulis japonicus</i>	1	+
Total		67,792	100

\* : Estimated, + : Less than 0.01

였기 때문에 해양환경 변화 등에 의한 어획 대상 어군의 분포 및 체장 조성이 시기별로 달라졌기 때문으로 사료된다.

자망의 어획성능에 영향을 미치는 요소로서 가시도(visibility), 탄성, 유연도 등이 있다(Hamley, 1975; Collins, 1979). 일반적으로 자망 재료의 가시도가 낮을수록 어획이 많은 경향을 나타낸다. 특히, 동일한 재료의 자망일지라도 달빛이 밝은 월명기에 어획량이 감소하는 결과로부터 어획에 미치는 가시도의 영향은 매우 크다(Hamley, 1975; Quartier, 1975). 본 연구에서 단일섬유를 사용한 자망의 어획량이 복합섬유를 사용한 자망에 비하여 높은 결과를 나타낸 것은 옅은 녹색의 반투명성의 단일섬유가 짙은 갈색의 복합섬유에 비하여 인식하기 어려웠기 때문인 것으로 생

각된다. 금후, 자망 재료의 가시도와 어획과의 관계에 대하여 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 망목선택성 곡선

자망에 대한 공치의 망목선택성 곡선은 체장 측정이 가능하였던 단일섬유 자망 102폭과 복합섬유 자망 84폭의 어획자료를 사용하여 추정하였다. 각 어구에 어획된 공치의 체장 조성은 Table 2와 같다. 어획물의 일부를 무작위로 추출하여 체장 조성을 측정하였으므로 어구재료별 망목 크기별 체장 조성은 어구 10폭에 어획된 체장 조성으로 표준화하여 계산하였다(Ishida, 1962; Lee et al. 1997). 망목선택성 곡선의 추정에는 Kitahara 방법(Kitahara, 1968; Fujimori et al., 1996; Park et al., 2003)을 사용하여 자망에 대한 공치의 망목선택성 곡선을 추정하였다.

본 연구에서 추정된 망목선택성 master 곡선은 Fig. 4에 나타내었다. 망목선택성 곡선(Fig. 4)으로부터 선택률이 1이 되는 최적  $l/m$ 는 단일섬유 자망의 경우에는 8.28, 복합섬유 자망의 경우에는 8.23을 나타내었다. 이와 같은 결과로부터 망목 크기가 30, 33, 35, 37, 39, 42mm인 경우 선택률이 1이 되는 가랑이체장은 단일섬유 자망에서

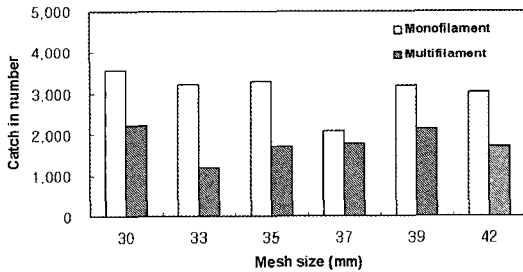


Fig. 3. Numbers of Pacific saury caught by the gill nets of each mesh size in the Northwest Pacific Ocean.

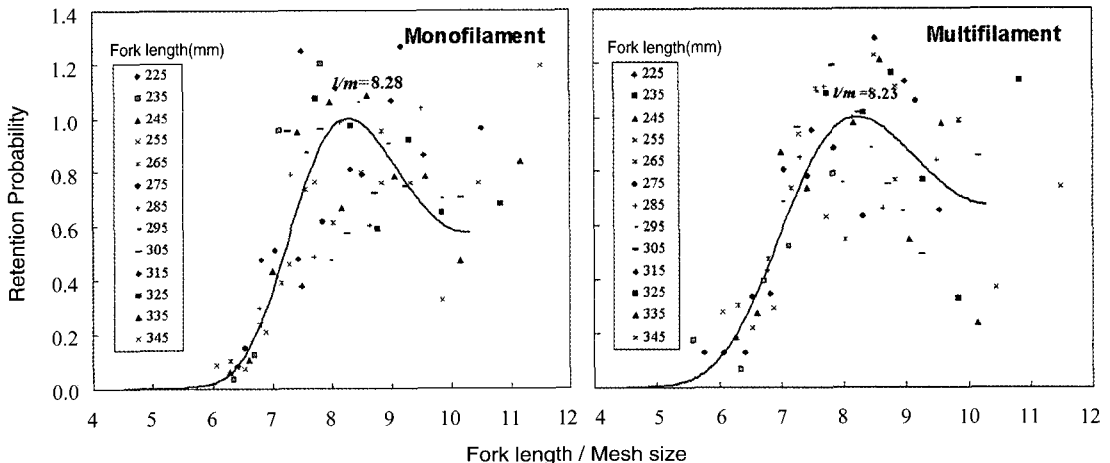


Fig. 4. Master curve of mesh selectivity of the gill nets for Pacific saury by twine materials.

Table 2. Fork length distribution of Pacific saury caught by the experimental gill nets of each mesh size in the Northwest Pacific Ocean

Fork length (cm)	Mesh size of gill net (mm)																	
	Monofilament								Multifilament									
	30	33	35	37	39	42	30	33	35	37	39	42	30	33	35	37	39	42
20.5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.5	3	11	3	11	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
22.5	13	46	16	58	3	10	0	0	0	8	22	5	8	1	3	1	3	0
23.5	19	68	15	54	2	7	1	2	0	0	13	36	15	24	7	18	1	3
24.5	30	107	42	152	21	70	7	17	3	10	0	23	64	30	48	22	57	7
25.5	31	110	29	105	19	63	12	29	3	10	3	12	30	84	27	43	25	64
26.5	41	146	26	94	34	113	25	60	11	36	4	16	26	73	32	52	41	105
27.5	48	171	30	109	25	83	27	64	21	69	5	20	33	92	34	55	30	77
28.5	40	143	23	83	41	136	28	67	33	109	10	41	30	84	41	66	39	100
29.5	38	135	48	174	61	203	38	91	51	168	24	97	41	114	47	76	40	103
30.5	91	324	95	344	100	332	111	264	134	442	108	438	81	226	81	130	77	198
31.5	143	509	126	456	170	565	175	417	178	588	163	661	104	290	83	134	90	231
32.5	77	274	72	261	111	369	99	236	118	390	106	430	86	240	43	69	63	162
33.5	18	64	10	36	18	60	25	60	25	83	20	81	22	61	6	10	16	41
34.5	3	11	2	7	1	3	3	7	2	7	5	20	2	6	2	3	3	8
35.5	1	4	1	4	0	0	1	2	1	3	2	8	0	0	0	0	0	0
No. of fish sampled(A)	597	2,127	538	1,948	606	2,014	552	1,316	580	1,915	450	1,824	500	1,395	446	718	454	1,167
Amount of gear used(B)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	14	14	14	14	14	14
No. of fish caught(C)	3,616	3,313	3,422	2,235	3,255	3,101	1,954	1,005	1,633	1,654	1,935	1,596	1,654	1,935	1,654	1,935	1,654	1,935
Correction factor(D)	3.56	3.62	3.32	2.38	3.30	4.05	2.79	1.61	2.57	2.51	3.02	2.67	2.51	3.02	2.51	3.02	2.51	3.02

Number in ordinary face: raw data, Numerals in italic: standardized values per 10 gill nets,  $D = (C \times 10) / (A \times B)$ .

248, 273, 290, 306, 323, 348mm, 복합섬유 자망에서 247, 272, 288, 305, 321, 346mm로 나타났다.

Fig.4에 나타낸 망목선택성 곡선과 관측치를 보면, 관측치의 변동이 다소 크다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 어획물의 일부를 무작위로 추출하여 체장 조성을 측정하고 표준화하는 과정에서 포함된 오차의 영향으로 생각되므로 어획물 전체를 계측하는 등의 보다 정도 높은 데이터 확보를 통하여 본 연구에서 구해진 결과와 비교 검토하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서 얻어진 결과를 활용하여 콩치 자원용 자망어구를 설계 제작할 경우에는 대상으로 하는 콩치 자원의 체장조성을 충분히 고려하여 적절한 망목 크기의 범위를 선택하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

## 결 론

북태평양 공해에 서식하는 콩치 자원조사를 위하여 단일섬유와 복합섬유를 사용한 자망을 제작하고 2002년 8월 24일부터 10월 3일까지 어획시험을 수행한 결과를 이용하여 어획물 조성, 망지 재료에 따른 상대 어획성능 및 망목선택성을 분석하였다. 시험 조업에 사용한 망지 재료별 자망의 망목 크기는 6종류(30, 33, 35, 37, 39, 42mm)였다. 또한, 어획물의 일부를 무작위로 추출하여 가랑이 체장( $l$ )을 측정하였고 Kitahara 방법(1968)을 적용하여 망목선택성 곡선을 구하였다. 시험어구에 어획된 어종은 대부분 콩치(98.6%)였고, 혼획 어종은 살오징어(*Todarodes pacificus*) 0.7%, 고등어(*Scomber japonicus*) 0.6%, 그 외에 새다래(*Brama japonica*), 빨강오징어(*Ommastrephes bartrami*), 날치(*Cypselurus agoo agoo*), 연어(*Oncorhynchus keta*), 문어오징어(*Gonatopsis borealis*), 갈구리오징어(*Onychoteuthis borealijaponica*), 멸치(*Engraulis japonicus*) 등이 약간씩 혼획되었다. 나일론 단일섬유 자망과 나일론 복합섬유 자망의 어획량을 비교하면 나일론 단일섬유 자망의 어획량이 1.7배 높은 것으로

나타났다. 그리고 나일론 단일섬유 자망과 나일론 복합섬유 자망의 망목선택성 결과로부터 선택률이 1이 되는  $l/m$  값은 단일섬유 자망의 경우에는 8.28, 복합섬유 자망의 경우에는 8.23을 나타내었다. 이와 같은 결과로부터 망목 크기가 30, 33, 35, 37, 39, 42mm로 증가함에 따라 선택률이 1이 되는 가랑이체장은 단일섬유 자망의 경우에는 각각 248, 273, 290, 306, 323, 348mm이고, 복합섬유 자망의 경우에는 각각 247, 272, 288, 305, 321, 346mm이었다.

## 사 사

이 연구는 국립수산과학원(해외어장 개발 및 이용 연구, RP-2006-FR-015)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- Chang, H.Y., B.K. Cho, J.S. Park and S.K. Doo, 2004. Study on the improvement of gill nets and trap nets fishing for the resource management at the coastal area of Yellow Sea - Mesh selectivity of gill nets for Croaker, *Miichthys miiuy* - . Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 40(3), 169 - 175.
- Cho, Y.B., C.D. Park and J.H. Lee, 2000. A study on the selectivity of the mesh size in trammel net for *Cynoglossidae* Spp.. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 36(2), 89 - 95.
- Collins J. J., 1979. Relative Efficiency of Multifilament and Monofilament Nylon Gill Net Towards Lake Whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in lake Huron. J. Fish. Res. Board Can., Vol. 36, 1180 - 1185.
- Fujimori Y., T. Tokai, S. Hiyama and K. Matuda, 1996. Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). Fisheries Research, 26, 113 - 124.
- Gong, Y., 1990. Fishery resources of Pacific saury in the North Pacific Ocean. The fisheries world, 6(3), 20 - 42.
- Hamley J.M., 1975. Review of gillnet selectivity. J. Fish. Res. Board Can., Vol. 32(11), 1943 - 1969.

- Holt S.J., 1957. A method of determining gear selectivity and its application. ICNAF – ICES – FAO Joint Set, Meeting Paper, S15, p21.
- Ishida, T., 1962. On the gill – net mesh selectivity curve. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 25, 20 – 25.
- Kim, S.H. and J.H. Lee, 2002. Mesh selectivity in trammel net for flat fish. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 38(2), 91 – 100.
- Kitahara T., 1968. Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for *branquillos*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 34(9), 759 – 763.
- Lee, J.U., D.H. An and C.I. Baik, 1997. Selectivity of gillnet for neon flying squid, *Ommastrephes bartrami* (LeSueur) in the North Pacific. J. Korean Fish. Soc., 30(6), 916 – 922.
- Ministry of maritime affairs & fisheries, 2002. Research survey of Pacific saury in the North Pacific. pp.71
- Moon, D.Y., H.S. Jo, Y.S. Kim, D.H. An and J.R. Koh, 2004. Changes in fishing area distribution of Korean stick – held dip net fishery for Pacific saury and exploration of a new fishing ground. J. Korean. Soc. Fish. Res., 6(2), 101 – 111.
- Park, C.D., H.C. An, S.K. Cho and C.I. Baik, 2003. Size selectivity of gill net for male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 39(2), 143 – 151.
- Quartier, A.A., 1975. Influence of the moon on the net fishing yields in lake Neuchatel. Schweiz Z. Hydrol 37 (2), 220 – 224.

---

2006년 10월 9일 접수

2006년 10월 31일 수리