

동해안 청어 (*Clupea pallasii*) 자망의 망목선택성에 관한 연구

안희춘 · 배재현 · 김성훈^{1*}

국립수산과학원 동해수산연구소 해역산업과, ¹국립수산과학원 시스템공학과

Study on the size selectivity of a gillnet for Pacific herring (*Clupea pallasii*) in the eastern sea of Korea

Heui-Chun AN, Jae-Hyun BAE and Seonghun KIM^{1*}

Aquaculture Industry Division, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea

¹Fisheries System Engineering Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

The mesh selectivity of the gillnet for Pacific herring (*Clupea pallasii*) was examined in field experiments with four different mesh sizes (63, 69, 75 and 81mm) from June to July, 2013 in the coastal areas of Imwon in Gangwon province. The fishing performance tests were conducted with a commercial Pacific herring gillnet and a biodegradable gillnet for Pacific herring together selectivity tests. The field tests were carried out the total 11 times. The master curve of selectivity was estimated by the extended Kitahara's method. In the results, the catch number of Pacific herring was 9,409 (2,203kg) and occupied 84.2% in total catches weight. The optimal mesh size for 50% retention on first maturity size (female, 250mm) of Pacific herring was estimated as 64.5mm by master selectivity curves. The fishing performance of the biodegradable gillnet was showed to be equivalent with commercial gill for Pacific herring.

Keywords: Pacific herring, Gill net, Selectivity, Master curve, Kitahara's method

서 론

청어는 대게, 오징어와 더불어 우리나라 동해안의 대표적인 어종으로 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 주목받는 어족자원의 하나이다. 우리나라에서는 예전부터 동서남해안에 회유경로

를 따라 폭넓게 분포하였고, 최근에는 동해안의 주요어종으로 자리 잡고 있다.

청어는 경북 포항 일원에서는 지역특산품인 과메기를 만드는 주재료로 이용되었으나, 최근 이상기온과 기후변동으로 인해 수온이 상승함

*Corresponding author: seba419@naver.com, Tel: 82-51-720-2584, Fax: 82-51-720-2586

에 따른 어획량의 감소로 낚치 등 대체 어종이 이용되고 있다.

최근 5년간 청어의 생산량 추이는 2008년에는 45,472M/T (25,501,097천원)이 생산되었으나, 2009년에는 37,514M/T (24,963,381천원)이 생산되었으며 2010년 25,005M/T (23,831,376천원)으로 2008년도에 비해 약 18% 감소하였다. 2012년에는 다소 생산량이 증가하여 28,013M/T이 생산되었으나, 생산금액은 22,409,428천원으로 2010년도에 비해 생산량 증가에 비해 생산금액은 약 6%정도 하락하는 경향을 나타내었다 (KOSIS, 2012).

청어는 주로 선망, 정치망, 저인망 그리고 연근해자망에 의해 어획되며, 이 중에서 선망에서 어획된 어획량이 2012년 기준으로 전체 어획량의 약 63.46%를 차지하며, 정치망이 9.33% 그리고 연근해자망이 7.61%를 차지하고 있다 (KOSIS, 2012). 동해안에서 청어를 어획하기 위한 자망은 주로 망목크기 63mm, 그물실의 굵기는 경심 2호 (직경 0.20mm)를 사용하고 있으며, 1폭의 길이는 80m 내외로 15폭을 1조로 하여 2조를 번갈아가며 투망하여 조업한다. 망목크기는 지역에 따라서 회유해오는 개체의 크기가 다르고 어업인의 경험에 의해 상품성이 좋은 큰 개체를 어획하기 위해 다양하게 사용하고 있다. 그러나 청어자망에 대해 망목크기에 따른 크기선택성에 관한 연구사례나 학술적인 결과는 전무한 실정이다.

자망에 있어서 망목선택성에 관한 연구는 Kim and Lee (2002)에 의한 가자미 자망에 대한 선택성 연구, Kim et al. (2009; 2012)의 참조기 유

자망의 적정망목에 관한 연구 등이 있으며, Kim et al. (2010)에 의해 문치가자미 자망에 대한 선택성 연구, Park et al. (2007)의 도루묵자망의 선택성에 관한 연구 등이 있다.

본 연구에서는 동해안에서 폭넓게 사용되고 있는 청어자망에 있어서 적정망목을 추정하기 위해 4가지 망목크기의 시험어구를 사용하여 선택성 시험을 수행하였다. 또한 최근 유령어업자감과 해양환경보호를 위하여 시범적으로 보급하고 있는 생분해성 자망을 상업적으로 사용하는 자망어구와 동일한 구조 (mesh size : 63mm)로 제작하여 비교 시험을 실시하였다. 이러한 연구결과를 통해 청어자원을 지속적으로 이용하고, 자원관리를 위한 적정 어구설계의 기초자료로써 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

시험방법

청어자망의 망목선택성 시험은 강원도 임원항 인근해역에서 망목크기가 다른 4종류의 시험어구를 제작하여 어획시험을 실시하였으며, 망목크기 63mm의 시험어구와 동일한 규격의 생분해성 재질의 시험어구 1종을 제작하여 병행 시험을 실시하였다.

시험어구는 강원도 임원을 비롯하여 주변 지역에서 사용하고 있는 청어자망으로써 망목 63mm, 가로 2,857코, 세로 70코 규격을 기준으로 각 망목크기별로 전개면적과 어구구성을 동일하게 제작하여 시험조업을 하였다. 각 시험어구의 구성은 Table 1에 나타내었다.

시험어구 1폭의 뜰줄길이는 약 80m로써 PP

Table 1. Composition of the experimental fishing gears for mesh size selectivity

Mesh size (mm)	Vertical mesh (mesh)	Horizontal mesh (mesh)	Float (ea)	Float interval (cm)	Sink (ea)	Sink interval (cm)	Length of float line (m)	Length of sink line (m)	Net height (m)
63	70	2,857	88	92	261	36	79.7	93.5	4.41
69	70	2,609	88	92	262	36	80.0	93.9	4.83
75	65	2,400	90	92	268	36	81.8	96.0	4.88
81	65	2,352	88	92	262	36	80.1	94.1	5.27

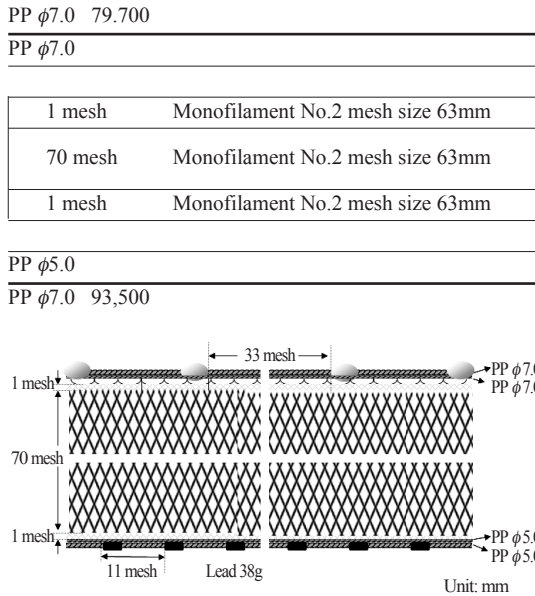


Fig. 1. Construction of the gillnet for pacific herring used in the filed experiments.

63mm	69mm	75mm	81mm	63mm	...	63mm	69mm	75mm	81mm	63mm
Mono	Mono	Mono	Mono	Bio		Mono	Mono	Mono	Mono	Bio

Fig. 2. Arrangement of experimental nets for selectivity.
 *Mono: monofilament, Bio: biodegradable net.

로프 ϕ 7mm 두 줄을 사용하였으며, 발줄길이는 뜰줄에 비해 약 14m 길게 PP 로프 ϕ 5mm 두 줄을 사용하여 구성하였다. 시험어구의 상세 설계는 Fig. 1에 나타내었다.

또한 시험어구는 각 망목 크기별로 3폭씩 구성하여 15폭을 1조로 구성하였으며, 시험어구의 배치는 Fig. 2에 나타내었다.

시험조업은 2013년 6월부터 7월 사이에 실시하였고, 강원도 삼척 선적 연안자망 어선 명광호 (5.03톤)를 이용하여 연안 5~10마일 해상에서 수행하였다. 조업수심은 75m~95m였으며, 조업위치는 Fig. 3에 나타내었다. 시험횟수는 총 9회를 수행하였고, 시험어구는 오전 4시 전후에 어장에 도착하여 투망 후 다음날 아침 동일 시간에 양망하였으며, 침지시간은 약 24시간이었다. 어획물은 각 어구별로 구별하여 어종별로 분

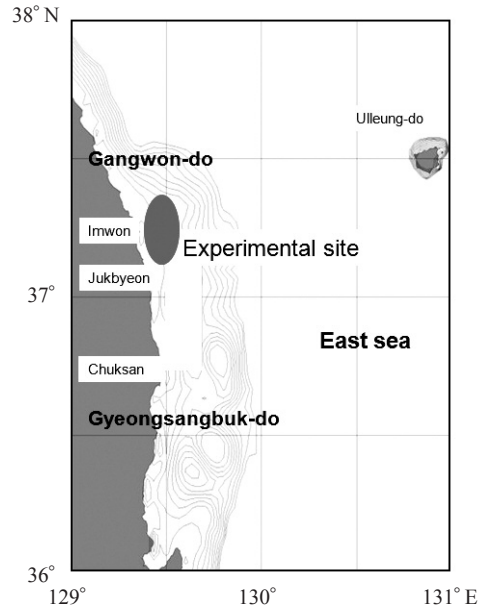


Fig. 3. Location of the sites of selectivity experiments.

류한 후 전수측정하였으며, 체장은 1mm 단위, 체중은 전자저울 (CAS SW-1, Korea)을 사용하여 1g 단위로 측정하여 선택성 분석 및 어획성능 비교 분석을 하였다.

망목선택성 곡선 추정법

망목선택성 곡선의 추정법은 Baranov (1914)의 기하학적인 상사를 이용한 Kitahara (1968) 방법과 Master Curve를 표현한 Fujimori et al. (1996) 방법을 사용하였다.

Kitahara 망목선택성곡선 추정법은 Baranov가 가정한 기하학적인 상사를 바탕으로 하고 있으며, 이는 식 (1)에 표현한 것과 같이 망목의 크기가 k 배 증가하면 어획되는 어류의 체장 또한 k 배가 된다는 가정이다. Kitahara는 이러한 가정을 기본을 하여 체장 l 을 망목크기 m 으로 표준화한 상대체장 l/m 을 변수로 하여 선택성 곡선 $S(l_j/m_j)$ 을 다음과 같이 구하였다 (Kitahara, 1968).

$$S(m, l) = s(l_j/m_j) \tag{1}$$

$$S(km, kl) = s(kl_j/km_j) = s(l_j/m_j)$$

여기서, k 는 비례상수이며, 단위노력당 어획마리수 c_{ij} 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$c_{ij} = C_{ij}/X_i = s(l_j/m_i) \cdot q \cdot d_j \quad (2)$$

여기서, C_{ij} 는 망목크기가 m_i 인 그물에 체장 l_j 인 고기가 어획된 마리수, X_i 는 어구의 어획노력량이다. q 는 어구구조의 차이나 침지시간 등 조업조건의 영향을 나타내는 어획효율을 나타내며, d_j 는 체장 l_j 의 상대적인 자원밀도를 나타낸다. 식 (2)의 양변에 대수를 취하여 정리하면 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln s(l_j/m_i) = \ln C_{ij} - \ln(q \cdot d_j) \quad (3)$$

식 (3)에서 우변의 두 번째 항은 어획효율이나 자원밀도와 관련된 보정치이다. Kitahara의 방법도 Ishida (1962) 방법과 마찬가지로 선택성 곡선을 나타낼 수 있는 곡선식이 없는 단점이 있다. 따라서 망목에 대한 선택성 곡선을 하나의 Master Curve로 표현하기 위해 Fujimori et al. (1996)는 식 (4)와 같은 다항식의 Master Curve 함수식을 Kitahara 방법에 적용하였다.

$$\ln s(R) = a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 \quad (4)$$

여기서 $R = l_j/m_i$ 이다. 다항식의 차수는 선택성 곡선이 좌우대칭형이 2차식과 좌우비대칭형인 3차식으로 추정하고 적용하지만 자망의 경우 어획되는 개체가 Baranov이론에 정확히 일치하지 않는 경우가 있으며, 선택성 곡선이 좌우대칭형보다는 비대칭형인 경우가 신뢰도가 높은 편이다 (Kim and Lee, 2002; Park et al., 2003; Kim et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 선택성 곡선의 다항식을 3차식으로 하여 선택성 곡선식을 추정하였다. 또한 상대효율 q 는 일반적으로 최대값 1로 가정하며 이때의 선택성 곡선 $s(R)$ 은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$s(R) = \exp(a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 - F_{max}) \quad (5)$$

여기서, F_{max} 는 식 (4)의 최대값으로 미분법에 의해 구할 수 있다 (Kim and Lee, 2002). 함수의 각각의 파라메타들은 최소자승법을 이용하여 구하였으며, 오차의 불편추정량 (p)을 구하여 모델의 적합도를 판단하였다.

결과 및 고찰

시험조업결과

시험조업은 2013년 6월에서 7월 사이에 총 9회 시험조업한 결과를 분석하였으며 조업기간

Table 2. Catch rate in accordance with the species of fish caught by experimental nets

Species	Scientific name	Mesh size (mm)								Total catches	Rate				
		63		69		75		81			catches	weight	catches rate(%)	weight rate(%)	
		Number of catch	Weight (g)	Number of catch	Weight (g)	Number of catch	Weight (g)	Number of catch	Weight (g)	Number of catch					Weight (g)
Pacific herring	<i>Clupea pallasii</i>	2,856	602,236	2,282	547,979	429	107,560	373	78,687	3,469	683,843	9,409	2,020,305	82.5	84.2
Gold eye rockfish	<i>Sebastes thompsoni</i>	153	23,761	198	33,818	148	35,555	112	30,950	196	26,564	807	150,648	7.1	6.3
Black edged sculpin	<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	113	18,977	168	31,891	111	25,396	120	29,561	103	15,039	615	120,864	5.4	5.0
Okhostk atka mackerel	<i>Pleurogrammus azonus</i>	54	14,226	30	9,875	13	4,765	22	7,338	32	7,807	151	44,011	1.3	1.8
Pacific cod	<i>Gadus macrocephalus</i>	22	5,264	36	8,607	12	4,618	20	8,325	13	2,537	103	29,351	0.9	1.2
Blackfin flounder	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	20	1,402	29	2,880	78	7,152	100	9,037	22	1,790	249	22,261	2.2	0.9
Race horse	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	7	822	2	293	1	165	1	174	5	491	16	1,945	0.1	0.1
Spiny head sculpin	<i>Dasycottus setiger</i>	2	505	4	684	3	706	0	0	2	337	11	2,232	0.1	0.1
Sculpin	<i>Alcichthys alcicornis</i>	2	304	0	0	0	0	0	0	0	0	2	304	0.0	0.0
Japanese flying squid	<i>Todarodes pacificus</i>	0	0	1	226	0	0	0	0	1	153	2	379	0.0	0.0
Others		0	0	0	0	0	0	0	0	44	6,400	44	6,400	0.4	0.3
Total		3,229	667,497	2,750	636,253	795	185,917	748	164,072	3,887	744,961	11,409	2,398,700	100.0	100.0

중 파망사고로 인한 데이터 불균형은 없었다. 시험결과, 총 어획종수는 11종, 총어획마리수는 11,409마리 (2,399kg)였다. 이 중에서 청어의 어획량은 9,409마리 (2,203kg), 중량 대비 84.2%로 가장 많은 어획량을 나타내었으며, 다음으로 불볼락 6.3%, 대구횃대 5.0%순으로 나타났다.

각 어구별 어획된 어획량 및 어획비율은 Table 2에 나타내었다.

본 연구의 주 대상 어종인 청어에 대한 망목별 시험조업 결과는 망목의 크기가 커짐에 따라 어획되는 개체의 크기도 커지는 것을 알 수 있었으며 망목이 커질수록 어획량은 크게 줄어드는 것을 알 수 있었다. 4가지 망목크기의 어구 중에서 망목 63mm 어구가 2,856마리로 가장 많은 어획마리수를 보였으며, 망목 69mm 어구가 2,282마리로 그 다음 순이었다. 반면 75mm와 81mm 어구는 어획량이 급격히 감소하였으며, 75mm 어구의 경우 63mm 어구의 어획량에 14% 수준으로 나타났다. 청어는 군을 형성하는 어종으로 대부분 비슷한 체장계급의 연급군으로 형성하기 때문에 망목에 대한 선택적인 측면에서도 개체의 동주장이 망목크기와 적절히 일치할 경우는

어획이 많이 이루어지지만 동주장에 비해 망목 크기가 큰 경우는 어획이 확연히 낮아지며 군을 이루는 어종일수록 어획량의 차이는 크게 나타나는 것으로 판단된다.

본 연구의 목표어종인 청어에 대한 각 망목별 어획된 개체의 체장별 마리수 및 분포는 Table 3에 나타내었으며, 체장계급별 어획마리수는 Fig. 5에 나타내었다.

한편, 친환경 어구인 생분해성 자망의 경우, 청어의 어획량은 3,469마리 (684kg)로 동일 규격의 나일론 자망의 어획량에 비해 마리수는 1.21배, 중량은 1.14배 많은 어획량을 나타내었다. 또한 전체적으로 기존의 나일론 어구에 비해 다소 체장이 큰 개체의 어획량이 많은 것으로 나타났다. 기존의 청어자망과 생분해성 청어자망의 체장계급별 어획마리수는 Fig. 6에 나타내었다.

생분해성 청어자망의 경우 추후 해양환경 보호와 자원의 지속적인 이용을 위해 사용이 절실히 요구되며, 기존의 어구와 비교하여 어획성능 비교 시험결과 동등한 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Length frequency distribution of Pacific herring (*Clupea pallasii*) caught by experimental nets

Length class (cm)	Mesh size(mm)					Total
	Nylon net				Bio net	
	63	69	75	81	63	
17.5 ~ 18.4	0	3	0	1	0	4
18.5 ~ 19.4	0	3	0	1	0	4
19.5 ~ 20.4	0	3	1	1	0	5
20.5 ~ 21.4	3	4	1	3	1	12
21.5 ~ 22.4	2	4	1	2	2	11
22.5 ~ 23.4	10	2	14	12	42	80
23.5 ~ 24.4	142	9	22	32	264	469
24.5 ~ 25.4	584	97	62	102	1,009	1,854
25.5 ~ 26.4	1,071	596	95	100	1,320	3,182
26.5 ~ 27.4	706	965	95	71	608	2,445
27.5 ~ 28.4	252	453	69	29	182	985
28.5 ~ 29.4	64	119	51	10	33	277
29.5 ~ 30.4	17	21	13	6	6	63
30.5 ~ 31.4	4	2	4	2	2	14
31.5 ~ 32.2	0	1	1	1	0	3
Total	2,855	2,282	429	373	3,469	9,408

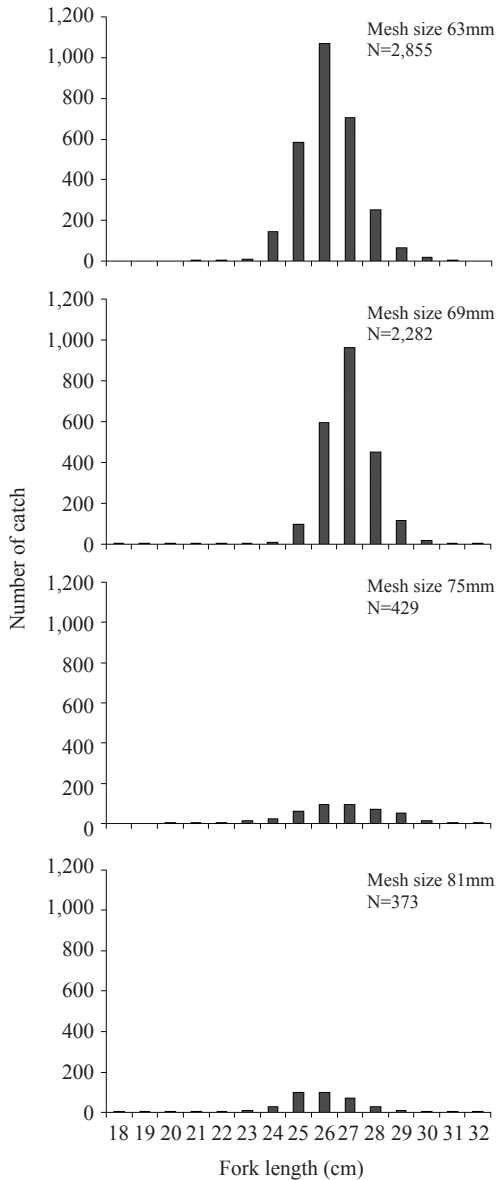


Fig. 5. Length distributions of Pacific herring caught by the experimental nets with four different mesh sizes.

망목선택성 곡선의 추정

4가지 망목크기에 따른 청어자망의 크기선택성은 Table 3의 어획량 자료를 사용하여 Kitahara 방법에 의해 Fig. 7에 나타내었다. 선택성곡선은 망목크기가 커짐에 따라 오른쪽으로 이동하였으며, 이는 망목크기가 커짐에 따라 어획되는 개

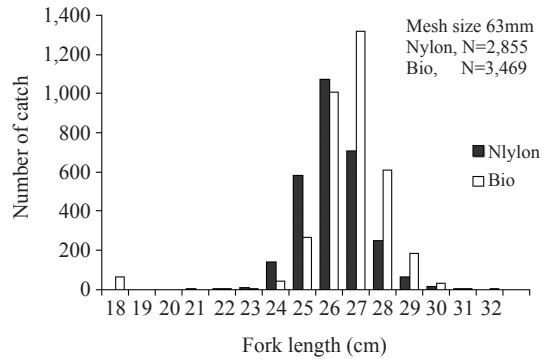


Fig. 6. Comparison of catches between a commercial gillnet and a biodegradable gillnet for Pacific herring.

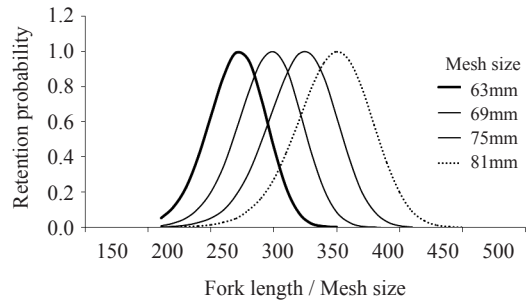


Fig. 7. Selectivity curve of each experimental net by Kitahara's method.

체의 체장 또한 커지는 것을 의미하고 있다.

선택성 평가의 기준이 되는 25% (L_{25}), 50% (L_{50}), 75% (L_{75}) 선택체장과 선택범위 (Selection Range, SR)는 Table 4에 나타내었다.

선택범위 (SR)는 망목 크기 63mm 어구가 가장 좁게 나타났으며, 망목이 커질수록 선택범위 또한 넓어지는 것을 알 수 있었다. Master curve 다항식의 파라메타들은 Table 3의 자료를 이용하여 최소자승법에 의해 식 (9)와 같이 추정되었으며, 식 (9)를 이용한 망목선택성 Master curve는 Fig. 8에 나타내었다.

$$s(R) \equiv s(l/m) = \exp\{(-0.853R^3 + 7.262R^2 - 14.932R + 4.935) - 7.191\} \quad (9)$$

망목선택성 Master curve에서 선택률이 1이 되

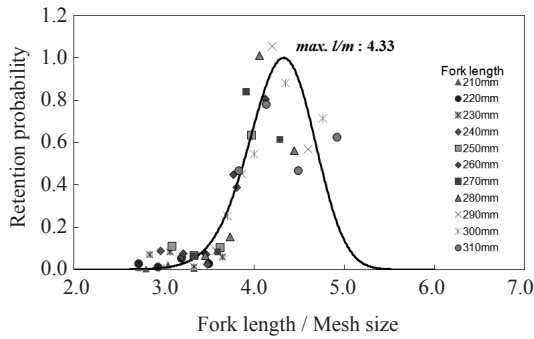


Fig. 8. Master curve of the mesh size selectivity of the gillnet for Pacific herring by using the Kitahara's method.

Table 4. The fork length of 25%, 50%, 75% selection of Pacific herring and the selection ranges in each selection curve (unit : mm)

Mesh size	$L_{25}^{1)}$	L_{50}	L_{75}	$SR^{2)}$
63	231.5	244.4	254.8	23.2
69	253.6	267.7	279.0	25.5
75	275.6	290.9	303.3	27.7
81	297.7	314.2	327.6	29.9

¹⁾ L_{25} , L_{50} , L_{75} : 25%, 50%, 75% selection length,

²⁾ SR: selection range.

는 최적의 체장/망목의 크기 (l/m)의 값은 4.334, 50%선택구간은 3.878~4.746으로서 0.868로 나타났다.

Master Curve의 결과로부터 망목이 커질수록 동일한 선택률을 나타내는 체장이 커지므로, 망목의 크기가 증가하면 소형 개체의 어획률이 상대적으로 감소한다는 것을 알 수 있었다.

Master Curve로부터 구한 25% (L_{25}), 50% (L_{50}), 75% (L_{75}) 선택체장 값과 선택성 범위 (SR)는 Table 4에 나타내었다.

또한, 망목크기에 대한 선택성 체장과의 관계는 Fig. 9에 나타내었다. 청어는 관련 법령 내에서 포획금지체장이 현재 규정되어 있지 않으며, 생태적인 면에서 암컷의 경우 최소성숙체장이 250mm인 것을 바탕으로 적정망목을 추정하였다 (NFRDI, 2000). 적정망목은 Fig. 9에서 50% 선택성체장 회귀식에서 적정망목은 64.5mm로

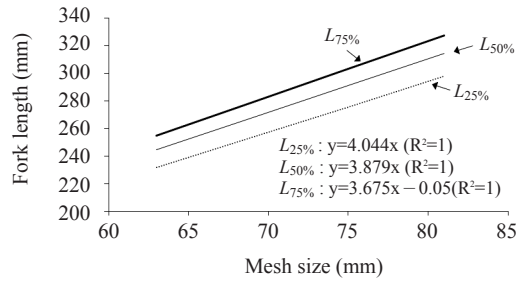


Fig. 9. Relationship between mesh size and fork length in each selection length of the Pacific herring gillnet.

추정되었다. 현재 동해안에서 청어를 어획하기 위해 일반적으로 사용하는 63mm보다는 다소 크게 추정되었다.

청어는 기후변동과 많은 관련성이 있으며, 어획량의 변동 또한 큰 편이다. 청어 자원의 지속적인 이용과, 자원관리의 측면에서 사용하는 자망의 망목크기에서 대해서 면밀히 검토가 필요하다. 뿐만 아니라 해양환경보호와 폐어구에 의해 발생하는 유령어업을 저감시키고, 수산자원의 손실을 방지하기 위해 친환경 소재로 제작된 어구의 사용이 절실히 필요한 것으로 판단된다. 또한 적정망목을 산출함에 있어서는 Kim et al. (2012)은 성숙개체를 기준으로 하는 측면보다는 경제성 있는 개체를 어획할 수 있는 망목크기를 제시한 바 있다. 이러한 면에서 적정망목크기를 산출함에 있어서 최소성숙체장을 기준으로 산출하기 보다는 자원을 효율적으로 관리하고 경제성을 어느 정도 확보할 수 있는 망목크기에 대해 충분한 고찰이 필요할 것을 판단한다.

결론

본 연구에서는 동해안의 청어를 대상으로 자망에 대해 4가지 (63, 69, 75, 81mm) 망목의 시험 어구를 제작하여 망목크기 선택성 시험을 실시하였다. 또한 63mm 나일론자망과 친환경 소재로 제작된 생분해성 자망과 어획성능 비교시험을 동시에 실시하였다.

선택성곡선은 자망의 망목선택성을 폭넓게

사용하는 Kitahara 방법을 사용하여 선택성을 평가하고 적정망목을 산정하여 자원회복을 위한 기초적인 자료를 획득하였다. 시험조업에서는 총 11종의 개체가 어획되었고, 청어의 어획량은 중량기준으로 전체의 84.2%를 차지하였으며 다음으로 불볼락 6.3%, 대구횃대 5.0% 순이었다. 망목선택성 시험결과 망목크기가 커질수록 어획되는 개체의 크기가 커지는 것을 알 수 있었으며, 상대적으로 어획량은 감소하는 경향을 나타내었다. 청어의 성숙체장 250mm를 기준으로 50% 선택을 나타내는 망목크기는 64.5mm로 나타났다. 따라서 현재 자원의 합리적인 이용을 위해 현재 쓰고 있는 망목크기 63mm보다 다소 크게 사용해야 할 것으로 판단한다. 또한 생분해성 자망과의 비교시험에서는 기존의 나일론자망과 동등한 어획성능을 나타내었으며, 친환경 어구를 사용함으로써 해양환경보호와 폐어구로 인한 유령어업 저감에 효과가 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 수산시험연구사업 (RP-2013-FE-039)의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- Baranov FI. 1914. The capture of fish by gillnets. *Mater. Poznoniyu Russ Rybolov* 3, 56–99.
- Fujimori Y, Tokai T, Hiyama S and Matuda K. 1996. Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). *Fish Res* 26, 113–124.
- Ishida T. 1962. On the gill net mesh selectivity. *Bull Hokkaido Reg Lab* 25, 20–25.
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2010. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gillnet for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 46, 281–291.
- Kim SH and Lee JH. 2002. Mesh selectivity in trammel net for flat fish. *J Kor Soc Fish Tech* 38, 91–100.
- Kim SH, Park SW, Bae JH and Kim YH. 2009. Mesh selectivity of Drift gill net for yellow croaker, *Larimichthys polyactis*, in the coastal sea of gageo-do. *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 518–522.
- Kim SH, Park SW, Lee KH and Yang YS. 2012. The estimation of the optimum mesh size selectivity of a drift net for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) using by the SELECT model. *J Kor Soc Fish Tech* 48, 10–19.
- Kitahara T. 1968. On sweeping trammel net (Kogisasiami) fishery along coast of the San in distric – III. Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for Branquillos. *Bull Japan Soc Fish Tech* 34, 759–763.
- KOSIS. 2012. Accessed 15 Sep 2013. Korean statistical information service, Fishery production survey. Retrieved form http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F on 2009 to 2012.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI). 2000. Ecology and fishing ground of main fisheries resource in exclusive economic zone. 1–232.
- Park CD, An HC, Cho SK and Baik CI. 2003. Size selectivity of gill net for male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *J Kor Soc Fish Tech* 39, 143–151.
- Park HH, Jeong EC, Bae BS, Yang JH, Choi SH and Lee SI. 2007. Mesh selectivity of gill net for female Japanese sandfish (*Arctoscopus japonicus*) in spawning season. *J Kor Soc Fish Tech* 43, 274–280.

2013년 10월 4일 접수

2013년 11월 1일 1차 수정

2013년 11월 4일 수리