

자망에 의한 홍어의 망목선택성

김인옥* · 이건호 · 손병규¹

국립수산과학원 서해수산연구소 해역산업과, ¹한국수산자원관리공단 제주지사 생태환경실

Mesh selectivity of multifilament nylon gillnet for ocellate spot skate (*Okamejei kenojei*) in the western sea of Korea

In-Ok KIM*, Gun-Ho LEE and Byung-Kyu SOHN¹

Aquaculture Industry Division, West Sea Fisheries Research Institute,

National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-420, Korea

¹*Ecology and Environment Division, Jeju Branch, Korea Fisheries Resources Agency,*

Jeju 695-929, Korea

To estimate the mesh selectivity of gillnet for ocellate spot skate (*Okamejei kenojei*), the field tests were carried out 12 times with six different mesh sizes (121.2mm, 137.7mm, 151.5mm, 168.3mm, 178.2mm, 189.4mm) in the coastal waters of Taean, Chungcheongnamdo of Korea, 2010~2011. In the field tests, the total number of species was 31, and that of catch was 1,410 and the total weight was 618,006g. The number and weight of ocellate spot skate which is main target in this study were 1,004 and 434,592g, respectively. The catch in number of ocellate spot skate occupied about 71.2% in total catch. The others of catch species were marbled sole (8.4%), sea raven (4.4%), japanese swimming crab (4.2%) and flatfish (4.1%) and so on. The range of body disk width (DW) of ocellate spot skates which were caught in this study was 15.2~35cm and the mode was 27~29cm. The estimation equation of mesh selectivity using the extended Kitahara's method was expressed as $s(R) = s(DW/m) = \exp\{-0.56R^3 - 1.80R^2 + 12.96R - 9.99\} - 4.26$. The optimum value of DW/m for 1.0 of retention probability in this estimation equation was estimated 1.899 and DW/m was estimated to be 1.194, 1.314, 1.395, 1.461 and 1.520 when the retention probability were 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5, respectively. When applied to the retention probability of 0.5, the optimum mesh size was estimated to be 177.0mm on first maturity disk width 26.9cm of ocellate spot skate.

Keywords: Mesh selectivity, Gillnet, Ocellate spot skate, Multifilament net

*Corresponding author: kr60@korea.kr, Tel: 82-32-745-0630, Fax: 82-32-745-0569

서론

우리나라에 많이 서식하고 있고 우리가 흔히 볼 수 있는 홍어 종류는 크게 두 종으로, 충청남도 지방에서 일반적으로 간재미 또는 갯개미라고 불리는 홍어 (*Okamejei kenojei*)와 전라남도 지방에서 옛부터 홍어로 불리우던 참홍어 (*Raja pulchra*)가 있다. 이 중에서 홍어 (*Okamejei kenojei*)는 우리나라 전 해역뿐만 아니라 일본의 북해도 이남 해역에서 남중국해까지 분포하는 어종이다 (Jeong, 1999; Choi et al., 2008).

우리나라 홍어의 최근 3년간 어획량은 2010년에 4,131톤, 2011년에 2,925톤, 2012년 2,123톤으로, 참홍어의 어획량인 723톤, 358톤, 320톤보다는 많은 양이 어획되고 있으나, 최근 들어 어획량이 해마다 점점 줄어들고 있는 경향을 보이고 있다 (MOF, 2013). 이와 같은 홍어의 어획 감소 현상은 우리나라의 서해와 인접해 있는 중국의 발해만에서도 일어나고 있다 (Jin, 2004).

해역별 어구별 홍어의 어획현황을 보면, 2010~2012년까지 서해에서 약 96~99%가 어획되고 있으며, 서해에서도 충청남도 해역에서 약 63~80%가 어획되고 있다. 어업별로는 자망어업에서 57~70%가 어획되고 있다 (MOF, 2013).

홍어류에 대한 연구를 살펴보면, 참홍어에 대한 것은 한동안 눈가오리로 명명되었던 것을 참홍어로 개칭하는 계기가 되는 우리나라 홍어류의 분류학적 연구 (Jeong, 1999; Jeong et al., 1995)가 있으며, 서해 참홍어의 생식과 식성에 관한 연구 (Yeon et al., 1997; 1999), 흑산도 근해 연승어업에서 어획된 참홍어의 어획특성에 관

한 연구 (Jo et al., 2011), 홍어잡이 방식의 변천에 대한 것 (Park, 2008) 등이 연구된 바 있다. 그러나 홍어에 대한 연구는 식성에 대한 연구 (Baek et al., 2011; Hong et al., 2000) 정도만 이루어졌을 뿐이고 다양한 연구가 없는 실정이다.

홍어는 참홍어보다 시장 가치가 낮다. 참홍어에 대해서는 자원을 보호하기 위하여 수산관계 법령에 포획금지기간 및 포획금지체장 등이 규정되어 있지만, 홍어에 대해서는 법적으로 규제된 내용이 없어 자원관리가 필요한 실정이므로, 국립수산과학원에서는 홍어를 증장기적으로 자원관리 검토가 필요한 품종으로 명시한 바 있다 (NFRDI, 2009). 또한 참홍어는 자원관리를 위하여 TAC제도를 운용하고 있지만, 홍어는 아직까지 아무런 자원관리대책이 없는 실정이다.

자망어구를 대상으로 어획원리가 유사한 어종에 대해서 어구적인 측면에서 연구된 것은 서대 (Cho et al., 2000), 가자미 (Kim and Lee, 2002), 병어 (Chang et al., 2007), 문치가자미 (Kim et al., 2010)에 대한 연구는 있으나, 홍어에 대한 연구는 없는 실정이다. 그러므로 이 연구에서는 서해에서 홍어를 어획하기 위해 많이 사용하고 있는 자망어구에 대해 자원관리를 위한 방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시험 어구

시험용 자망어구 제작에서 그물실은 복합섬유를 사용하였으며, 망목 크기는 121.2mm, 137.7mm, 151.5mm, 168.3mm, 178.2mm, 189.4mm

Table 1. General specification of experimental gillnet for ocellate spot skate

Mesh size (mm)	Ply	Height (Number of mesh)	Number of float	Number of sinker	Number of mesh between floats	Number of mesh between sinkers	Length of float line (m)	Length of sinker line (m)
121.2	4	16	84	84	15	15	48.3	42.5
137.7	4	14	84	84	13	13	48.3	42.5
151.5	4	13	84	84	12	12	48.3	42.5
168.3	4	12	84	84	11	11	48.3	42.5
178.2	4	11	84	84	10	10	48.3	42.5
189.4	6	10	84	84	10	10	48.3	42.5

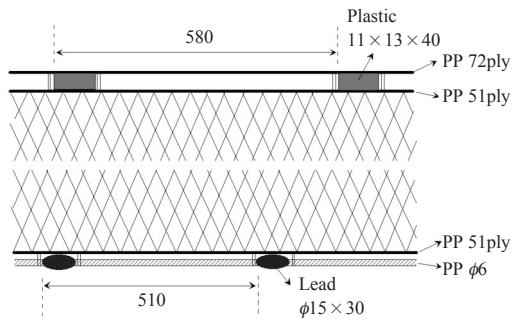


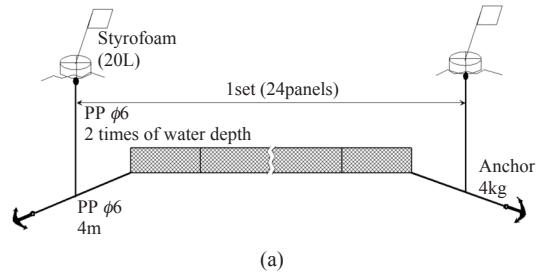
Fig. 1. Schematic diagram of experimental gillnet (unit: mm).

로 6종을 사용하였다. 시험용 자망의 규모 및 구성방법에 따른 어획 차이를 배제하기 위하여 망목 크기에 관계없이 자망의 높이, 뜬 및 침자의 수량 그리고 뜬줄 및 발줄의 길이를 모두 같게 제작하였다. 시험용 자망의 망목 크기별 제작 기준은 Table 1에 제시하였으며, 뜬줄이 발줄보다 약 13.6% 정도 길게 하여 전체적인 모양이 역 사다리꼴이 되게 하였다.

시험용 자망의 부분 세부도는 Fig. 1에 나타내었으며, 뜬 사이의 간격, 침자 사이의 간격은 망목 크기에 관계없이 같게 하여, 성형률은 뜬줄에서 약 31.9%, 발줄에서 약 28%를 기준으로 하였다.

시험 조업

시험 어구의 조업 모식도는 Fig. 2 (a)에 나타내었으며, 투망 시 자망의 폭 사이의 연결은 발줄만 연결하고 뜬줄은 연결하지 않고 시험하였다. 조업시기 및 횟수는 2010년 5월에 4회, 6월에 2회, 2011년 5월에 2회, 6월에 2회, 7월에 2회로 2개년에 걸쳐 총 12회를 수행하였으며, 어구 1조는 망목 크기별 (6종)로 4폭씩 24폭으로 구성하였다. 시험 어구 1조에 부착되는 자망의 배열 방법은 Fig. 2 (b)와 같이 부착 위치에 따른 어획 차이를 배제하기 위하여 망목 크기 순서대로 1폭씩 연결하여 순차적으로 4회 반복 배열하였다. 시험 조업은 Fig. 3에 나타난 바와 같이 충청남도 태안군 연안에서 자망어선 스틸스호 (FRP선,



121.2	137.7	151.5	168.3	178.2	189.4	...	121.2	137.7	151.5	168.3	178.2	189.4
mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm

Fig. 2. Construction of experimental gillnet (a) and arrangement of experimental nets (b).

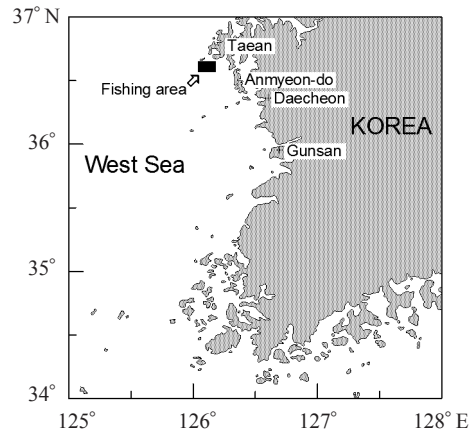


Fig. 3. Experimental fishing area in the West Sea of Korea.

2.73톤)를 용선하여 수행하였으며, 조업수심은 13~30m였다. 조업시의 어구 사용량은 1회 시험에 시험 자망 망목 크기별로 각 8폭씩 사용하여 총 48폭 (망목 크기 6종×8폭)을 사용하였다.

어획물 조사는 시험 어구에 어획된 어획물을 망목 크기별로 분류하여, 홍어의 경우에는 체반장 (Disk Length, DL)과 체반폭 (Disk Width, DW)은 어체 측정판을 이용하여 0.1cm 단위로, 체중은 전자저울을 이용하여 1g 단위로 전량 측정하였으며, 기타 어획물의 경우에도 기준 체장과 체중을 전량 측정하였다.

망목선택성 곡선 추정

홍어의 자망 망목 크기에 따른 선택성을 추정하기 위하여 사용한 방법은 선행 연구 (Kim et al., 2010)에서 제시한 망목선택성 곡선을 하나의 Master 곡선으로 나타낼 수 있는 Kitahara 방법 (Fujimori et al., 1996)을 이용하여 분석 및 해석하였다. 시험 어구 중 망목 크기 189.4mm 자망에서 어획된 어획물은 체장 조성 및 어획 경향 등을 파악하는 데에는 사용하였지만 망목크기에 따른 선택성 분석에는 망목 크기의 오차로 인해 사용하지 않았다.

결과 및 고찰

시험 조업

시험 조업 중에 어획된 종은 총 31종으로 1,410개체 618,006g이었으며, 이 연구의 대상종인 홍어는 1,004개체 434,592g으로 총 어획개체수의 약 71.2%를 차지하였다. 기타 어종으로는 문치가자미 (8.4%), 삼세기 (4.4%), 민꽃게 (4.2%), 넙치 (4.1%) 등이었다.

시험 조업 중에 어획된 홍어의 체급별 개체수를 체반폭을 기준으로 Fig. 4에 나타내었다. 체반폭의 범위는 15.2~35.0cm이며, 최빈값은 27~29cm에서 나타나며, 최빈값 이하의 체급에서는 최빈값까지 완만히 증가하다가 최빈값 이상의 체급에서는 급격히 감소하는 모양을 하고 있다. 홍어의 성숙 체장 (체반폭) 26.9cm (NFRDI, 2009)를 기준으로 미성숙어는 536마리로 53.4%

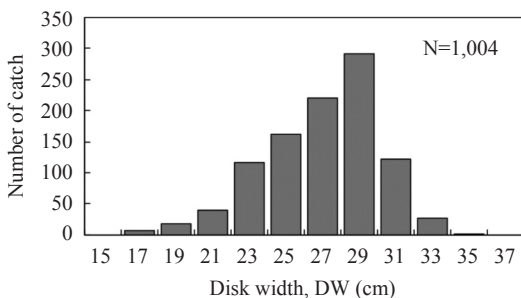


Fig. 4. Disk width distribution of Ocellate spot skate caught in the experiment.

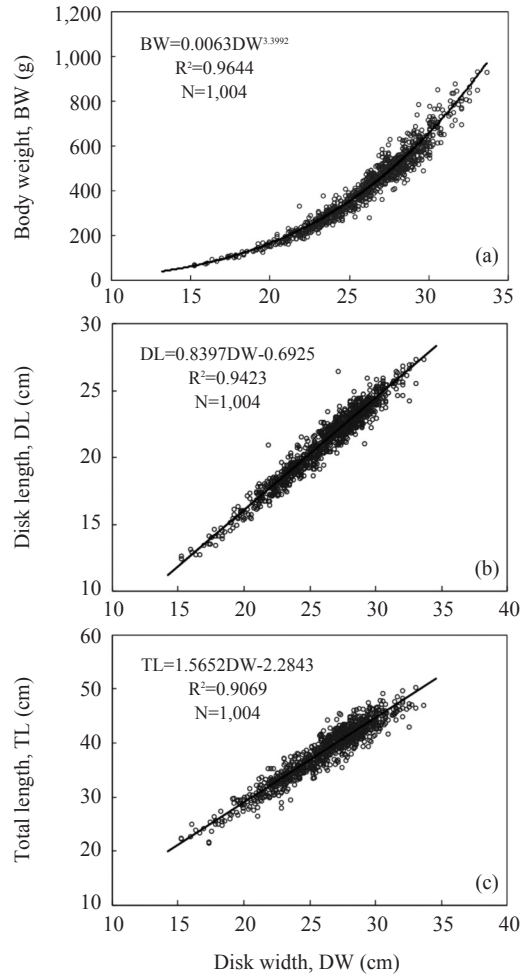


Fig. 5. Relationship between disk width and body weight (a), disk length (b) and total length (c).

를 차지하였으며, 성숙어는 468개체로 46.6%를 차지하였다.

홍어의 각 체장 측정 항목간의 상관관계를 Fig. 5에 나타내었으며, 체반폭과 체중 사이에는 지수함수 관계, 체반폭과 체반장 및 전장 사이에는 직선함수의 관계를 보였고, 상관관계도 아주 높게 나타났다.

망목 크기별 체장 조성

자망의 망목 크기에 따른 홍어의 체장 조성을 Table 2와 Fig. 6에 나타내었다. Table 2에서 망목

Table 2. The number of Ocellate spot skates caught by six different mesh sizes in this experiment

Length group* (cm)	Mid size (cm)	Number of catch by mesh sizes (mm)						Total
		121.2	137.7	151.5	168.3	178.2	189.4	
~15	14	0	0	0	0	0	0	0
15~17	16	3	3	1	0	0	0	7
17~19	18	10	2	4	1	0	0	17
19~21	20	26	6	2	2	2	2	40
21~23	22	50	38	17	5	4	2	116
23~25	24	40	64	35	10	10	4	163
25~27	26	39	52	64	40	16	9	220
27~29	28	23	53	84	63	46	22	291
29~31	30	9	9	23	30	35	16	122
31~33	32	4	2	3	5	6	7	27
33~35	34	0	0	0	1	0	0	1
35~37	36	0	0	0	0	0	0	0
37~39	38	0	0	0	0	0	0	0
Total		204	229	233	157	119	62	1,004

* Length group indicates disk width of Ocellate spot skates.

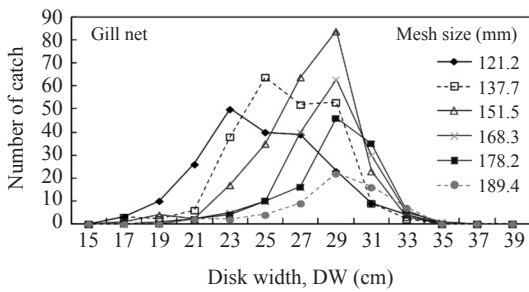


Fig. 6. Disk width distribution of Ocellate spot skate caught in this experiment by mesh size.

크기에 따른 홍어의 어획 개체수는 망목 크기가 커짐에 따라 점점 많아지다가 151.5mm 망목에서 233마리로 가장 많은 어획 개체수를 보인 후, 이 망목 크기보다 큰 망목에서는 점점 적어지는 경향을 보이고 있다. 망목 크기별 홍어의 최빈값은 121.2mm 망목에서 체반폭 21~23cm로 151.5mm 망목까지는 점점 커지면서 체반폭 27~29cm까지 되나, 그 이상의 망목에서는 망목 크기가 커져도 최빈값은 체반폭 27~29cm를 유지하고 있다.

망목 크기별 체장 조성의 변화 경향은 Fig. 6에 나타내었다. 체반폭 27~29cm까지는 망목 크기가 커질수록 홍어의 체반폭 조성은 그래프의 우

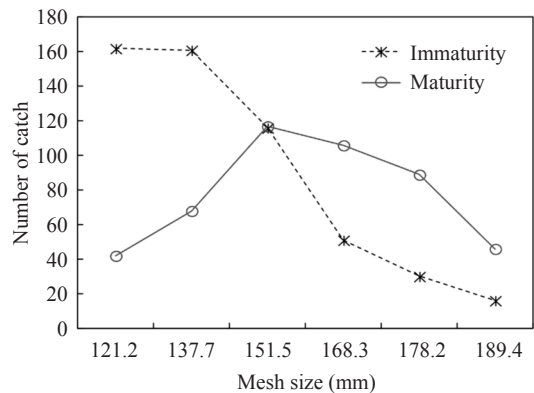


Fig. 7. Catch in number of immature and mature ocellate spot skate by mesh size.

측으로 명확하게 이동하면서 작은 개체의 수량은 적어지고 큰 개체의 수량이 많아지는 경향을 보이고 있으며, 체반폭 27~29cm 이상에서는 그 변화 경향이 크지 않고 밀집된 형태를 보이고 있다. 이와 같은 경향으로 볼 때, 홍어의 성숙 체장(체반폭) 26.9cm (NFRDI, 2009) 이하의 미성숙 개체는 망목 크기를 적절히 조절할 경우 어획될 확률을 낮춰 어린개체의 보호가 가능할 것으로 보인다.

망목 크기별로 어획된 홍어의 총 어획 개체수

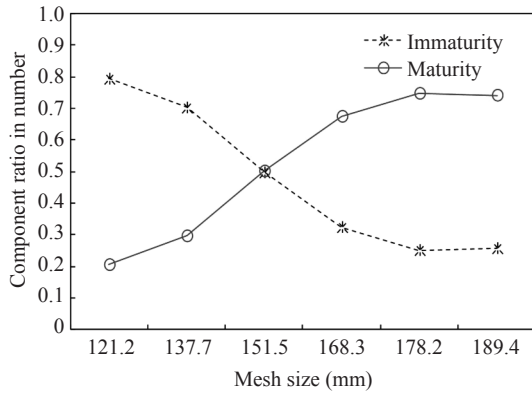


Fig. 8. Component ratio in number of immature and mature ocellate spot skate by mesh size.

를 성숙 개체와 미성숙 개체로 구분하여 Fig. 7 에는 개체수를, Fig. 8에는 구성비를 나타내었다. Fig. 7에서 미성숙 개체는 121.2mm 망목에서 137.7mm 망목으로 망목 크기가 커져도 그 변화 경향은 거의 없으나, 성숙 개체는 약 61.9%의 개체수의 증가가 있었다. 그러나 137.7mm 망목에서 168.3mm 망목으로는 미성숙 개체는 급격히 줄어들어 약 68.3%가 감소하였으나, 성숙 개체는 151.5mm 망목에서 가장 많은 성숙 개체수를 보인 후 점점 감소하여 178.2mm 망목에서는 151.5mm 망목에서 보다 약 23.9%의 성숙 개체가 줄어들었지만 미성숙 개체는 약 74.1%정도 줄어들었다. Fig. 8에서 망목 크기별로 홍어의 성숙 개체비와 미성숙 개체비의 경향을 살펴보면, 시험에 사용한 망목 크기 중 가장 작은 121.2mm 망목에서는 미성숙 개체는 0.79로 가장 높고, 성숙 개체는 0.21로 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 경향은 151.5mm 망목에서 미성숙 개체와 성숙 개체의 구성비가 0.50으로 거의 동일하게 나타난 후 망목이 커짐에 따라 미성숙 개체의 구성비는 낮아지고 성숙 개체의 구성비는 높아지는 경향을 보인다. 이 경향은 178.2mm 망목에서 미성숙 개체의 구성비 0.25와 성숙 개체의 구성비 0.75를 보인 후 그 이상의 망목 크기에서는 거의 동일한 경향을 보인다. 이상의 결과에서 시험 망목 크기 중 성숙한 홍어의 성숙 개체

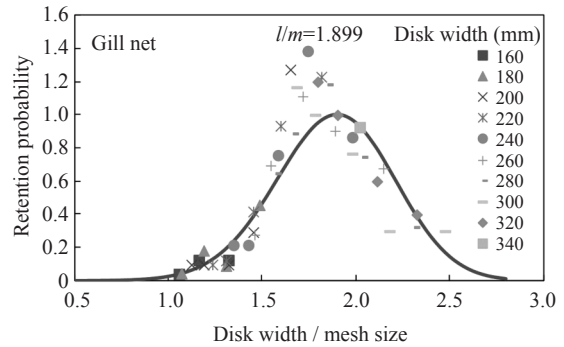


Fig. 9. Master curve of mesh selectivity of gillnet for ocellate spot skate by Kitahara's method.

수는 151.5mm 망목에서 117마리 (Fig. 7)로 어획 개체수의 50% (Fig. 8)를 보이며 가장 많게 나타났으나, 미성숙 개체수 또한 116마리로 (Fig. 7)로 어획 개체수의 50%를 차지하여 어린 개체가 많이 어획되었다. 그러므로 Fig. 8에서 보는 바와 같이 적절한 망목크기는 151.5mm 이상에서 찾아야 할 것으로 생각된다.

망목선택성 곡선의 추정

자망에 의한 홍어의 망목선택성 곡선을 추정하기 위해서 Table 2를 이용하여 추정된 식은 (1) 식과 같으며, 이를 Master curve로 나타낸 것이 Fig. 9이다.

$$s(R) = s(DW/m) = \exp\{(-0.56R^3 - 1.80R^2 + 12.96R - 9.99) - 4.26\} \quad (1)$$

Fig. 9에서 Master curve의 선택률이 1이 되는 최적의 체반폭/망목 크기 (DW/m)의 값은 1.899이고, 선택률이 0.5가 되는 값은 1.520과 2.264로 그 간격은 0.774로 추정되었다. 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 및 0.5를 나타내는 DW/m 의 값은 각각 1.194, 1.314, 1.395, 1.461 및 1.520으로 추정되었다.

적정 망목의 추정

수산관계 법령상 참홍어 (*Raja pulchra*)는 포획금지 체장이 체반폭 42cm 이하로 규정되어 있지만, 홍어 (*Okamejei kenojei*)에 대해서는 포획금지

지 체장이 규정되어 있지 않다. 그러므로 홍어 자망에 대한 적정 망목은 홍어의 최소성숙체장을 기준으로 추정하였다. 홍어의 최소성숙체장은 체반폭 26.9cm (NFRDI, 2009)와 전장 45cm (Yamada et al., 2007)로 알려져 있다. 홍어의 최소성숙전장 45cm는 이 연구에서 조사된 홍어의 체장 조사 자료로부터 추정된 전장과 체반폭과의 상관관계식으로부터 체반폭 29.9cm에 해당되었다. 그러므로 이 연구에서는 체반폭 26.9cm를 홍어의 적정 망목 추정의 기준 체장으로 하였다.

이 시험기간 동안에 어획된 홍어는 총 1004마리로 이 중 체반폭 26.9cm이하의 미성숙 개체는 536마리로 53.4%를 차지하였으며, 성숙 개체는 468마리로 46.6%를 차지하여 미성숙 개체가 많음을 알 수 있다. 망목 크기별로는 151.5mm 망목을 기준으로 그 이하의 망목에서는 미성숙 개체의 비율이 약 70.3~79.4%를 차지하고 있으며, 그 이상의 망목에서는 약 25.2~32.5%를 차지하고 있다 (Fig. 8). 이 연구의 시험지역인 충남 태안해역에서 홍어를 대상으로 사용되는 자망의 망목 크기는 꽃게잡이용 자망과 동일한 151.5mm 망목과 157mm 망목 (Jeong et al., 2012)이다.

홍어의 최소성숙체장 (체반폭)인 26.9cm를 기준으로 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 및 0.5되는 적정 망목은 225.3mm, 204.8mm, 192.8mm, 184.1mm 및 177.0mm로 추정되었다. 이 망목 크기는 현재 어업인들이 사용하고 있는 망목 크기보다 모두 크게 추정되었으며, 특히 선택률이 0.5가 되는 적정 망목의 크기 177.0mm는 현재 어업인들이 사용하고 있는 151.5mm 망목 크기보다 25.5mm정도 크게 추정되었다. 이것은 현재 어업인들이 홍어를 어획하기 위해 사용하고 있는 자망은 꽃게를 주로 어획하기 위한 자망으로, 꽃게와 홍어를 어획하기 위해 겸용으로 사용하고 있으므로 추정된 망목 크기가 크게 평가되었다고 판단된다. 그러므로 홍어만을 어획하기 위한 자망의 망목 크기는 현재 사용하고 있는 망목 크기보다는 크게 하여야 할 것이며, 현재 법적으로

관리되고 있지 않는 홍어 자원을 지속적으로 유지 관리하기 위해서라도 홍어에 대한 포획금지 체장 제정 및 자망의 적정 망목 사용을 권장해야 할 것으로 생각된다.

결 론

자망에 의한 홍어의 망목선택성을 구명하기 위하여, 충청남도 태안연안에서 2010년부터 2011년까지 2년간 시험자망의 망목 크기를 6종 (121.2mm, 137.7mm, 151.5mm, 168.3mm, 178.2mm 및 189.4mm)으로 하여 총 12회의 시험 조업을 실시하였다.

시험 조업 중에 어획된 종은 총 31종으로 1,410개체 618,006g이었으며, 이 연구의 대상종인 홍어는 1,004개체 434,592g으로 총 어획 개체수의 약 71.2%를 차지하였다. 기타 어종으로는 문치가자미 (8.4%), 삼세기 (4.4%), 민꽃게 (4.2%), 넙치 (4.1%) 등이었다. 홍어의 총 어획 개체수 중 최소성숙 체장인 체반폭 26.9cm이하의 미성숙 개체는 53.4%를 점유하였으며, 성숙 개체는 46.6%를 점유하여 미성숙 개체의 점유비율이 높게 나타나 홍어의 자원관리 방안을 마련하여 미성숙 개체의 어획 강도를 낮추는 것이 필요하다고 판단된다. 홍어 자망에서 적정 망목을 추정하기 위해 망목선택성 곡선을 Kitahara 방법을 이용하여 추정한 결과 $s(R) = s(DW/m) = \exp\{(-0.56R^3 - 1.80R^2 + 12.96R - 9.99) - 4.26\}$ 과 같이 나타낼 수 있었으며, 선택률이 1이 되는 DW/m의 값은 1.899로 추정되었고, 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 및 0.5되는 DW/m의 값은 1.194, 1.314, 1.395, 1.461 및 1.520으로 추정되었다. 선택률을 0.5를 적용하여 홍어의 최소 성숙 체장 (체반폭) 26.9cm에 대한 자망의 적정 망목은 177.0mm로 추정되어, 현재 어업인들이 사용하고 있는 망목 크기보다는 조금 크게 나타났으나 홍어 자원을 지속적으로 유지 관리하기 위해서는 지금부터라도 적정 망목 사용이 필요하다고 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (친환경 수산자재 및 어구어법, RP-2013-FE-032)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Baeck GW, Park CI, Choi HC, Huh SH and Park JM. 2011. Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenoei* (Müller & Henle, 1841), in coastal waters of Taean, Korea. *J Appl Ichthyol* 27, 1079–1085.
- Chang HY, Cho BK, Park JS and Lee WL. 2007. Mesh selectivity of gillnets for silver promfret, *Pampus argenteus*. *J Kor Soc Fish Tech* 43, 169–175.
- Cho YB, Park CD and Lee JH. 2000. A study on the selectivity of the mesh size in trammel net for *Cynoglossidae spp.* *Bull Korean Soc Fish Tech* 36, 89–95.
- Choi Y, Kim JH and Park JY. 2008. Marine Fishes of Korea (Third Edition). Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 61–62.
- 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.
- Hong SH, Yeon IJ, Im YJ, Hwang HJ, Ko TS and Park YC. 2000. Feeding Habits of *Okamejei kenoei* in the Yellow Sea. *Bull Nat Fish Res Dev Inst* 59, 1–9.
- Jeong CH, Lee YC, Kim JH and Yang SY. 1995. Systematic Study on the Fishes of the Genus *Raja* (Pisces, Rajidae) from Korea. *Kor J Sys Zoo* 11, 207–221.
- Jeong CH. 1999. A Review of Taxonomic Studies and Common Names of Rajid Fishes (Elasmobranchii, Rajidae) from Korea. *Korean J. Ichthyol* 11, 198–210.
- Jeong GS, Im YJ, Cha BY, Hwang HJ, Kwon DH, Park JS and Jo HS. 2012. Species composition and seasonal variation of the aquatic organism caught by commercial fishing of the pot and gillnet in the coastal waters off Taean, Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 48, 387–400.
- Jin X. 2004. Long-term changes in fish community structure in the Bohai Sea, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59, 163–171.
- Jo HS, Hwang HJ, Kwon DH, Jeong GS, Choi KH, Cha BY and Im YJ. 2011. Fishing characters of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 47, 403–410.
- 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. *Bull Kor Soc Fish Tech* 38, 91–100.
- MOF. 2013. Fisheries information service. <http://www.fips.go.kr>. Accessed 16 July 2013.
- NFRDI. 2009. Investigation report for prohibition regulations of marine fishes & plants by species in 2009. Hanguel graphics, Busan, Korea, 279–282.
- Park JO. 2008. Several Matters of Changes and Persistences in Fishing Methods of Skate Catching. *J Kor Studies* 28, 227–254.
- Yamada U, Tokimura M, Horikawa H and Nakabo T. 2007. Fishes and Fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, 1–1262.
- Yeon IJ, Hong SH, Park YC, Lee JS, Kim ST and Cha HK. 1997. The Reproduction of *Raja pulchra* Liu in the Yellow Sea. *Bull Nat Fish Res Dev Inst* 53, 23–36.
- Yeon IJ, Hong SH, Cha HK and Kim ST. 1999. Feeding Habits of *Raja pulchra* in the Yellow Sea. *Bull Nat Fish Res Dev Inst* 57, 1–11.

2013년 8월 12일 접수
 2013년 10월 10일 1차 수정
 2013년 10월 16일 수리