

서해안 문치가자미 자망의 망지재료에 따른 망목선택성

김인옥* · 박창두¹ · 조삼광¹ · 김현영² · 차봉진¹

국립수산과학원 서해수산연구소 해역산업과

¹국립수산과학원 시스템공학과, ²국립수산과학원 자원조성사업단

Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gill net for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea

In-Ok KIM*, Chang-Doo PARK¹, Sam-Kwang CHO¹, Hyun-Young KIM² and Bong-Jin CHA¹

Aquaculture Industry Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-420, Korea

¹*Fisheries System Engineering Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea*

²*Fisheries Resources Enhancement Center, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea*

To estimate the mesh selectivity of monofilament and multifilament gill net for Marbled sole, *Pleuronectes yokohamae*, the field testes were carried out 12 times with five different mesh sizes (86.6, 101.0, 121.2, 137.7, 151.5mm) in the western sea of Korea, 2007 – 2009. The master curve of selectivity was estimated by the extended Kitahara's method. In the field testes, the total number of species and catch were 26 and 987, respectively. The catch number of marbled sole was 728 and occupied 73.8% in total catch. The optimum values of l/m for 1.0 of retention probability in monofilament and multifilament gill net were estimated 0.288 and 0.307, respectively and l/m was estimated to be 0.189, 0.203, 0.213, 0.222 and 0.230 in case of monofilament gill net and 0.171, 0.191, 0.205, 0.216 and 0.227 in case of multifilament gill net when the retention probability were 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5, respectively. The 0.5 selection range of multifilament gill net was wider about 1.5 times than that of monofilament gill net according as multifilament gill net was 0.216 and monofilament gill net was 0.148. So the multifilament gill net has a low selectivity than that of the monofilament gill net. To estimate the optimum mesh size on first maturity length 19.5cm of marbled sole, the retention probability value of 0.1 was adopted in consideration of using the gill net for marbled sole at

*Corresponding author: iokim@nfrdi.go.kr, Tel: 82-32-745-0630, Fax: 82-32-745-0569

present. The optimum mesh size were estimated to be 103.2mm and 114.0mm in monofilament gill net and multifilament gill net, respectively, on first maturity length 19.5cm of marbled sole.

Keywords: Selectivity, Monomultifilament gill net, Marbled sole

서 론

문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*)는 한국 연안 및 일본 북해도, 동중국해 연안에 주로 분포하며, 산란기는 12월-2월이고, 수심 10-40m 인 곳에 알을 낳으며, 회유는 수온이 내려가는 가을부터 한국 서해안의 북쪽에서 남쪽으로 이동하기 시작하여 남쪽에서 겨울을 보내고 봄이 되면 다시 북쪽으로 이동한다 (NFRDI, 2004).

우리나라의 문치가자미 생산량은 2008년도에 20,266톤으로, 이중 7,347톤이 연안자망과 근해자망에서 어획되어 총 어획량의 약 36.3%가 자망어업에서 어획되고 있다 (NFRDI, 2009). 또한 문치가자미는 여러 지방에서 도다리 (*Pleuronichthys cornutus*)라고 잘못 불리고 있으나 도다리 명칭을 그대로 사용하여 축제가 개최되어 지역경제에도 많은 영향을 미치고 있는 어종이다. 그러나 문치가자미의 자원을 지속적으로 이용하기 위한 보호방안은 수산자원관리법시행령에 포획금지체장은 15cm이하, 금어기는 12월1일-다음해 1월31일 (경상북도는 2월1일-2월28일까지)로만 설정되어 있을 뿐 채포 어구측면에서의 보호 관리 방안은 마련되어 있지 않다.

문치가자미에 대한 연구는 주로 생리와 생태에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 이를 분야별로 살펴보면, 문치가자미의 연령과 성장에 대한 연구 (Kim et al., 1991; Moon and Lee, 1999; Kooka et al., 2000; Tanda et al., 2008), 문치가자미 방류후의 생존에 대한 연구 (Ariyama et al., 2003), 문치가자미의 청각에 대한 연구 (Zhang et al., 1998a, 1998b), 문치가자미의 먹이 선택성에 대한 연구 (Honda, 1992) 그리고 백색광에 대한 문치가자미의 반응에 대한 연구 (Yang, 1986) 등

이 있다.

자망에서 사용하는 망지의 망사는 단일섬유와 복합섬유로, 대상 어종에 따라 또는 어업인의 선호도에 따라 선택되어 사용되고 있다. 문치가자미 자망의 경우에도 단일섬유 또는 복합섬유를 사용하고 있으며, 망목크기는 121.2mm를 많이 사용하나 일부 지역에서는 101mm를 사용하기도 한다. 이러한 자망에 대한 선택성 연구는 서대 자망과 삼중자망의 망목선택성에 관해서는 Cho et al. (2000), 가자미 자망과 삼중자망의 망목선택성에 관해서는 Kim and Lee (2002)가 홀자망과 삼중자망의 망목선택성을 비교 분석하였으며, Park et al. (2003, 2009)은 대게 자망에 대한 대게 수컷과 암컷의 망목선택성을 연구한 바 있다. 특히 Jo et al. (2006)은 북서태평양에서 콩치 자망의 망지재료에 따른 망목선택성을 연구하여 망지재료별 망목선택성 특성을 구명한 바 있다.

그러나 문치가자미 자원을 관리하기 위한 어구 재료 측면에서의 망목선택성에 관한 연구는 없는 실정이다.

이 연구에서는 문치가자미 어획에 많이 사용하고 있는 자망을 대상으로 망지재료별로 망목선택성을 추정하고 망지 재료별 망목선택특성을 비교 분석하여 문치가자미를 지속적으로 이용·관리할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시험어구

이 시험에 사용된 자망은 단일섬유 (경심)를 사용한 것과 복합섬유를 사용한 것으로 2종류였다. 시험에 사용한 망목크기는 5종 (86.6, 101.0,

Table 1. General specification of experimental gill net

Mesh size (mm)	Mono-filament (Number)	Multi-filament (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)
86.6	1.5	3	24	84	84	21	21	48.1	41.5
101.0	2	3	20	84	84	18	18	48.1	41.5
121.2	3	4	16	84	84	15	15	48.1	41.5
137.7	3	6	15	84	84	13	13	48.1	41.5
151.5	3	6	13	84	84	12	12	48.1	41.5

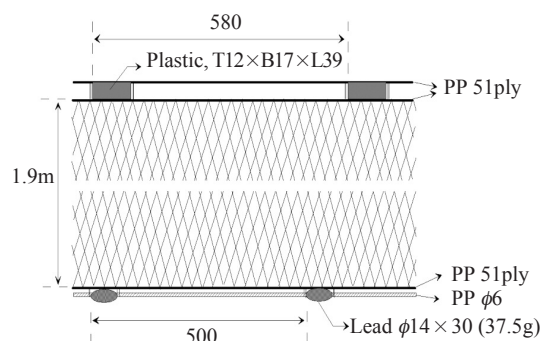
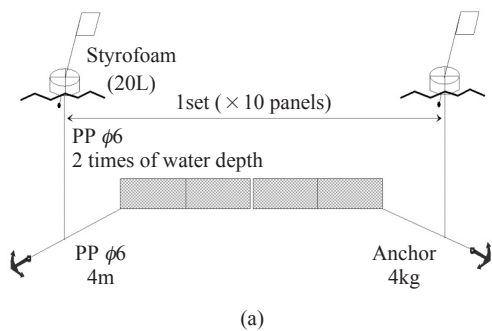


Fig. 1. Schematic diagram of experimental gill net (unit: mm).



Mono.	Mono.	Mono.	Mono.	Mono.	Multi.	Multi.	Multi.	Multi.	Multi.
86.6	101	121.2	137.7	151.5	86.6	101	121.2	137.7	151.5

(b)

Fig. 2. Construction of experimental gill net (a) and arrangement of fishing gear (b). The numbers in this (b) indicate mesh sizes (unit: mm).

121.2, 137.7, 151.5mm)으로 망목크기에 관계없이 자망의 높이, 뜬 및 침자의 수량, 뜬줄 및 발줄의 길이가 동일하도록 제작하였다. 시험자망의

망목크기별 망사재료별 제작 내용은 Table 1에 나타냈으며, 이때 성형률은 길이방향으로 약 31.3%가 되도록 하였다.

시험자망의 부분모식도는 Fig. 1에 나타내었다. 자망의 높이는 1.9m정도이며, 뜬과 뜬사이의 간격은 580mm, 침자와 침자사이의 간격은 500mm로 1쪽에 부착되는 뜬과 침자의 수량은 동일하게 하였다. 그리고 뜬줄이 발줄보다 약 16%정도 길게 하여 전체적인 모양은 역 사다리꼴 모양이 되게 하였다.

시험자망어구의 조업모식도는 Fig. 2에 나타내었다. 시험자망의 폭간 연결은 발줄부만 연결하고 뜬줄부는 연결하지 않았다.

시험조업

시험 조업은 2007년에는 자망어선 경순호 (3.17톤), 2008-2009년에는 자망어선 은성호 (4.99톤)를 이용하여 실시하였다. 시험조업해역은 Fig. 3에 나타낸 것과 같이 충청남도 태안군 안면도 연안이며, 시험 조업시의 수심은 약 7-14m였다. 시험 조업은 2007년 3월과 5월 사이에 4회, 2008년 4월과 5월 사이에 4회, 2009년 3월과 4월 사이에 4회, 총 12회를 실시하였다. 시험조업 1회에 사용한 어구 수는 어구 종류별로 2쪽씩을 사용하여 총 20쪽 (망사재료 2종 x 망목크기 5종 x 2쪽)이었다. 따라서 3년간 시험 조업에 사용된 자망 종류별 사용 폭수는 24쪽 (2쪽 x 12회)이며, 이를 합산한 전체 사용 폭수는 240쪽 (2쪽 x 10종 x 12회)이었다.

침지일수는 최소 2일, 최대 8일이었으며, 보통

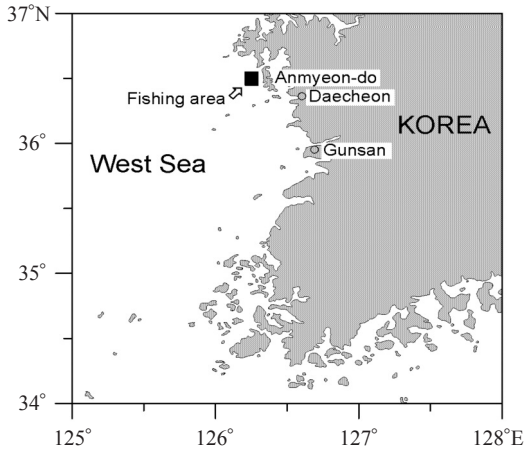


Fig. 3. Experimental fishing area in the West Sea of Korea.

은 3-4일이었다. 이때 시험자망의 배열방법은 망목크기 순으로 순차적으로 단일섬유 자망을 먼저 배열한 후 똑같은 방법으로 복합섬유 자망을 배열하였으며, 이렇게 배열된 시험자망을 1조로 하여 1회 시험에 2조의 시험자망을 사용하였다.

어획물의 측정은 조업현장에서 망사재료 및 망목크기별로 어획물을 분리하여 구분한 후, 귀향하여 육상에서 문치가자미의 경우에는 전장과 체고를 어체 측정판을 이용하여 0.1cm 단위까지, 체중은 전자저울로 1g 단위까지 전량을 측정하였으며, 기타 어종의 경우에도 기준 체장과 체중을 전량 측정하였다.

망목선택성 곡선 추정

문치가자미 자망의 망목선택성 곡선을 추정하기 위해서 망목선택성 곡선을 하나의 Master 곡선으로 나타낼 수 있는 Kitahara 방법 (Fujimori et al., 1996; Cho et al., 2000; Kim and Lee, 2002; Park et al., 2003)을 사용하여 분석 및 해석하였다. 이 방법을 간단히 설명하면 아래와 같다.

자망의 망목선택성 추정은 망목크기가 m_i 인 자망에 체장이 l_j 인 어류가 어획될 확률과 망목크기와 체장이 각각 k 배 증가한 망목크기 km_i 인

자망에 체장이 kl_j 인 어류가 어획될 확률은 동일하다는 Baranov의 가정을 기초로 하고 있다. 즉,

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

와 같이 표현할 수 있으며, 여기서 $S(m_i, l_j)$ 는 망목크기 m_i 인 자망에 체장이 l_j 인 어류의 선택률을 나타낸다.

(1)식은 망목크기와 체장이라는 2개의 변수에 의해 표현되므로, Kitahara는 망목크기에 대한 체장의 비인 l_j/m_i 의 함수로 표현하여 여러 종류의 망목크기에 대한 선택성을 하나의 Master curve로 대표할 수 있도록 (2)식과 같이 나타낼 수 있도록 하였다.

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

그리고 단위노력당 어획 개체수 C_{ij} 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

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

여기서 $S(l_j/m_i)$ 는 i 번째 망목크기에 대한 j 번째 체장 l_j 인 어류의 선택률, q 는 어구의 어획효율, d_j 는 체장계급 l_j 인 어류의 상대적 자원밀도를 나타낸다. (3)식에서 q 는 조업조건 즉, 어구의 구성 방법, 침지시간 등에 의해 영향을 받으나 일반적으로 시험 조업은 조업조건을 동일하게 하고 있어서 망목크기에 관계없이 같다고 가정할 수 있으므로 대개는 상수 ($q=1$)로 보고 계산한다.

(3)식의 양변에 대수 (로그)를 취하면 (4)식과 같이 된다.

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

(4)식을 대수 선택률에 대해서 정리하면 (5)식과 같이 된다.

$$\ln S(l_j/m_i) = \ln C_{ij} - \ln(q \cdot d_j) \quad (5)$$

Fujimori et al. (1996)은 Kitahara 방법에서 망목선택성을 하나의 곡선으로 표현할 수 있는 함수는 없으므로 적용할 망목 선택성 곡선 (master curve)

의 함수로 (6)식과 같이 다항식을 적용하였다.

$$F(R) = \ln S(R) = a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 \quad (6)$$

(6)식에서 $n=2$ 이면 선택곡선은 좌우 대칭형이 되고, $n \geq 3$ 이면 좌우 비대칭형이 된다. 자망에 대한 기존의 연구보고인 Cho et al. (2000)과 Park et al. (2003)의 연구결과에서 2차식보다는 3차식이 더 적합하다는 결과를 제시하고 있어, 이 연구에서도 3차식을 적용하였다.

선택률의 최대값은 1이므로 선택성 곡선을 나타내는 함수는 (6)식의 최대값 F_{max} 를 구한 것을 적용하여 (7)식과 같이 나타냈으며, (7)식을 정리하여 선택성 곡선식을 나타내면 (8)식과 같이 표현된다.

$$F(R) = \ln S(R) = (a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0) - F_{max} \quad (7)$$

$$S(R) = S(l_j/m_j) = \exp(a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_n + a_0 - F_{max}) \quad (8)$$

여기서 (6)식의 최대값 F_{max} 는 미분법을, (8)식의 파라미터는 최소자승법을 사용하여 구하였다.

결과 및 고찰

12회 시험 조업에서 어획된 어획종은 26종이었으며, 개체수는 987마리였다. 이중 문치가자미의 어획 개체수는 728마리로 총 어획개체수의

73.8%를 차지하였다. 기타 혼획종은 26.2%로 삼세기 52마리 (5.3%), 피빨고둥 47마리 (4.8%), 홍어 36마리 (3.6%), 꽃게 19마리 (1.9%) 등으로 나타나 문치가자미 자망에서의 혼획률은 그다지 크지 않았다.

시험 조업 기간 중 어획된 문치가자미의 체급별 어획개체수를 Fig. 4에 나타내었다. 문치가자미의 전장범위는 15.8 – 48.2cm로 최빈값은 27cm였고, 체중범위는 50 – 1,732g이었다. 문치가자미의 체급별 어획 개체수 분포를 보면, 전장의 최빈값 27cm를 중심으로 그 이하의 체급 분포는 좁아 전체 어획마리수의 17.4%를 차지하며, 그 이상의 체급분포는 넓어 전체 어획마리수의 82.6%를 보이고 있다. 그리고 수산자원관리법 시행령상의 문치가자미 포획금지체장인 15cm이하의 개체는 시험 조업에서 어획되지 않았다.

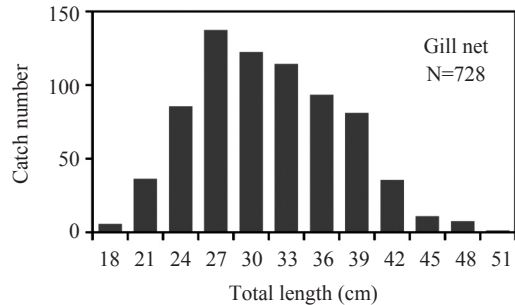


Fig. 4. Total length distribution of Marbled sole caught in the experiment.

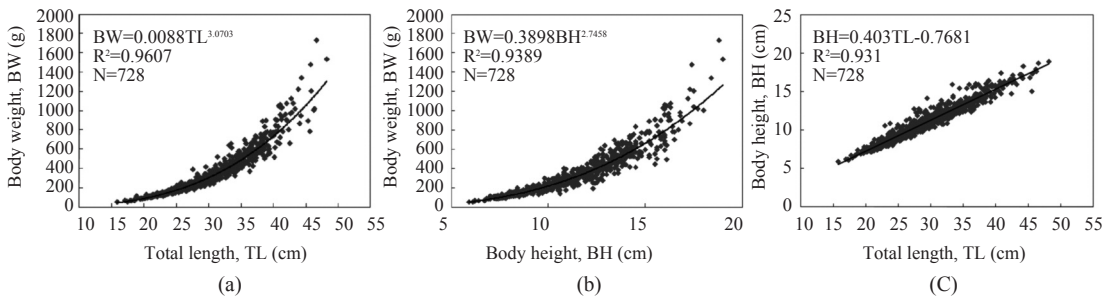


Fig. 5. Relationship between the total length and body weight (a), body height and body weight (b), total length and body height (c).

그리고 문치가자미의 전장, 체고 및 체중에 따른 상관관계식은 Fig. 5에 나타내었다. 문치가자미는 전장과 체고에 따른 체중은 지수함수의 관계를, 전장과 체고의 관계는 직선함수의 관계를 나타내었다.

단일섬유 자망

어획시험 결과

단일섬유 자망을 사용한 시험에서 어획종은 19종이었으며, 개체수는 536마리였다. 이 중 문치가자미의 어획개체수는 424마리로 총 어획개체수의 79.1%를 차지하였다. 기타 혼획종은 20.9%로 삼세기 21마리 (3.9%), 피빨고둥 21마리 (3.9%), 넙치 12마리 (2.2%), 양태 10마리 (1.9%) 등이었다.

시험자망의 망목크기 5종에 대한 문치가자미의 어획개체수를 Table 2와 Fig. 6에 나타내었다. Table 2에서 망목크기별 문치가자미의 어획 개체수는 86.6, 101, 121.2, 137.7, 151.5mm 망목에서 각각 130, 125, 67, 55, 47마리로 망목크기가 커질수록 어획 개체수는 적어지는 경향을 보이고 있다. 그리고 전장의 최빈값도 망목크기별로 각각 24, 30, 33, 39, 36cm로 망목크기가 커질수록 최빈값도 커지는 경향을 보이고 있으며, Fig. 6에서 보면 망목크기별 문치가자미의 전체적인 체급분포도 망목크기가 커질수록 오른쪽으로

이동하는 경향을 보이고 있다. 이것은 망목크기가 커질수록 소형개체의 어획은 적어지고 큰 개체의 어획은 많아지는 것을 알 수 있어, 망목크기를 적절히 조절함으로써 소형개체의 어획을 감소시켜 어린자원을 보호할 수 있다는 것을 나타낸다고 할 수 있다.

망목선택성 곡선의 추정

Table 2를 이용하여 (8)식의 파라미터를 구하여 추정한 망목선택성 곡선식은 (9)식과 같으며, 이를 Master curve로 나타낸 것이 Fig. 7이다.

$$s(R) = s(TL/m) = \exp\{(800.12R^3 - 848.41R^2 + 289.57R - 29.06) - 3.075\} \quad (9)$$

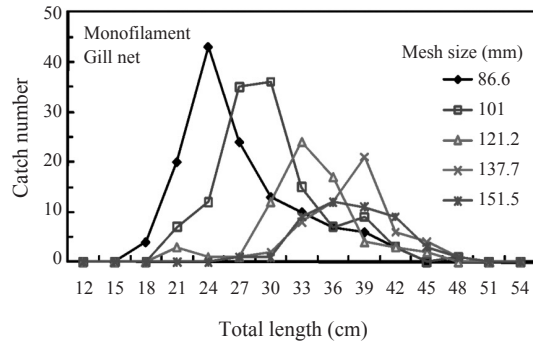


Fig. 6. Total length distribution of Marbled sole caught in the monofilament gill net experiment by mesh size.

Table 2. The number of Marbled sole caught by five different mesh sizes of monofilament gill net

Total length (cm)	Mid size (cm)	Number of catch by mesh size (mm)					Total
		86.6	101.0	121.2	137.7	151.5	
18	16.5	4	0	0	0	0	4
21	19.5	20	7	3	0	0	30
24	22.5	43	12	1	0	0	56
27	25.5	24	35	1	1	1	62
30	28.5	13	36	12	2	1	64
33	31.5	10	15	24	8	9	66
36	34.5	7	7	17	12	12	55
39	37.5	6	9	4	21	11	51
42	40.5	3	3	3	6	9	24
45	43.5	0	0	2	4	3	9
48	46.5	0	1	0	1	1	3
Total		130	125	67	55	47	424

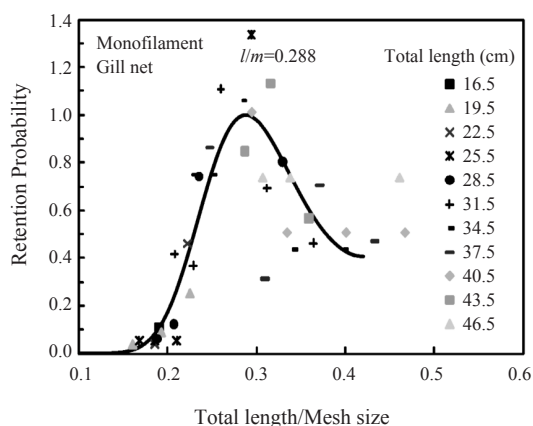


Fig. 7. Master curve of mesh selectivity of monofilament gill net for Marbled sole by Kitahara's method.

Fig. 7의 Master curve에서 선택률이 1이 되는 최적의 전장/망목크기 (l/m)의 값은 0.288이고, 선택률이 0.5가 되는 값은 0.230과 0.378로 그 간격은 0.148로 추정되었다. 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5를 나타내는 l/m 의 값은 각각 0.189, 0.203, 0.213, 0.222, 0.230로 추정되었다.

복합섬유 자망

어획시험 결과

복합섬유 자망을 사용한 시험에서 어획종은 20종이었으며, 개체수는 451마리였다. 이중 문치가자미의 어획개체수는 304마리로 총 어획개체수의 67.4%를 차지하였다. 기타 혼획종은 32.6%로 삼세기 31마리 (6.9%), 홍어 30마리 (6.7%), 피빨고둥 26마리 (5.8%) 등이었다.

시험자망의 망목크기 5종에 대한 문치가자미의 어획개체수를 Table 3과 Fig. 8에 나타내었다. Table 3에서 망목크기별 문치가자미의 어획 개체수는 86.6, 101, 121.2, 137.7, 151.5mm망목에서 각각 101, 91, 56, 32, 24마리로 단일섬유 자망에서와 같이 망목크기가 커질수록 어획 개체수는 적어지는 경향을 보이고 있다. 그리고 전장의 최빈값도 망목크기별로 각각 27, 27, 33, 36, 39cm로 망목크기가 커질수록 최빈값도 커지는

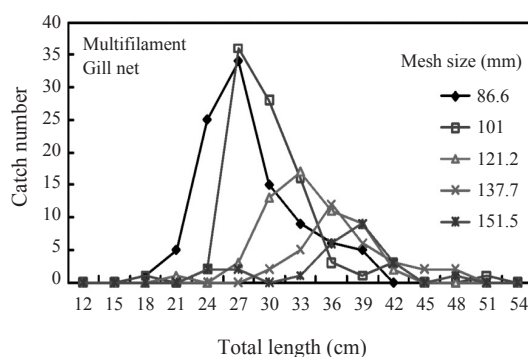


Fig. 8. Total length distribution of Marbled sole caught in the multifilament gill net experiment by mesh size.

경향을 보이고 있으며, Fig. 8에서 보면 망목크기별 문치가자미의 전체적인 체급분포도 망목크기가 커질수록 오른쪽으로 이동하는 경향을 보이고 있으나 단일섬유 자망보다는 명확성이 다소 떨어지는 것을 알 수 있다. 이와 같이 망목크기가 커질수록 소형개체의 어획은 적어지고 큰 개체의 어획은 많아지는 것으로 보아, 망목크기를 적절히 조절함으로써 소형개체의 어획을 감소시켜 어린자원을 보호할 수 있다는 것을 알 수 있지만, 단일섬유 자망보다는 그 효과는 떨어질 것으로 보인다.

망목선택성 곡선의 추정

Table 3을 이용하여 (8)식의 파라미터를 구하여 추정한 망목선택성 곡선식은 (10)식과 같으며, 이를 Master curve로 나타낸 것이 Fig. 9이다.

$$s(R) = s(TL/m) = \exp\{(320.70R^3 - 376.84R^2 + 140.76R - 13.80) - 3.175\} \quad (10)$$

Fig. 9의 Master curve에서 선택률이 1이 되는 최적의 전장/망목크기(l/m)의 값은 0.307이고, 선택률이 0.5가 되는 값은 0.227과 0.443로 그 간격은 0.216로 추정되었다. 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5를 나타내는 l/m 의 값은 각각 0.171, 0.191, 0.205, 0.216, 0.227로 추정되었다.

Table 3. The number of Marbled sole caught by five different mesh sizes of multifilament gill net

Total length (cm)	Mid size (cm)	Number of catch by mesh size (mm)					Total
		86.6	101.0	121.2	137.7	151.5	
18	16.5	1	1	0	0	0	2
21	19.5	5	0	1	0	0	6
24	22.5	25	2	0	0	2	29
27	25.5	34	36	3	0	2	75
30	28.5	15	28	13	2	0	58
33	31.5	9	16	17	5	1	48
36	34.5	6	3	11	12	6	38
39	37.5	5	1	9	6	9	30
42	40.5	0	3	2	3	3	11
45	43.5	0	0	0	2	0	2
48	46.5	1	0	0	2	1	4
51	49.5	0	1	0	0	0	1
Total		101	91	56	32	24	304

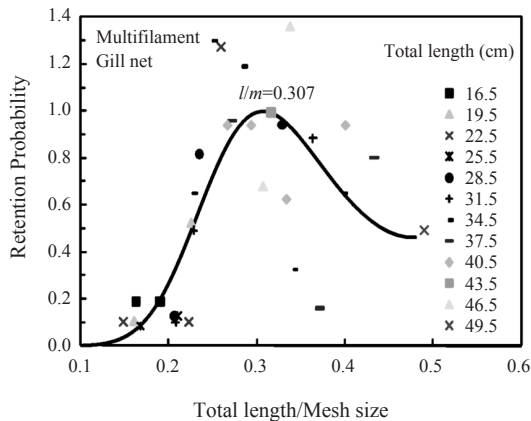


Fig. 9. Master curve of mesh selectivity of multifilament gill net for Marbled sole by Kitahara's method.

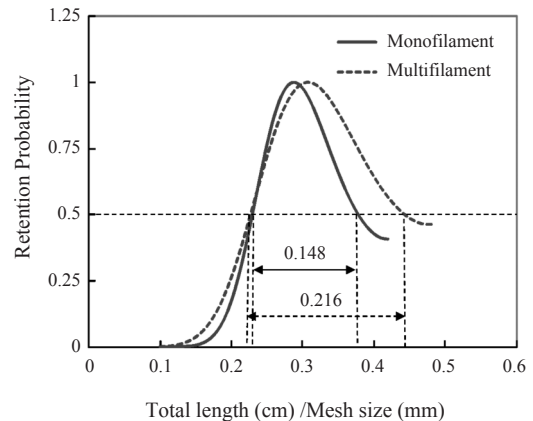


Fig. 10. Comparison of master curve of mesh selectivity of the monofilament gill net and multifilament gill net for Marbled sole by Kitahara's method.

단일섬유와 복합섬유 자망의 망목선택성 비교
망목선택성 비교

문치가자미에 대한 단일섬유 자망과 복합섬유 자망의 master curve를 비교한 것을 Fig. 10에 나타내었다. 선택률이 1이 되는 전장/망목크기 (l/m)의 값은 복합섬유 자망이 단일섬유 자망보다 약 0.019정도 크게 나타나 같은 망목크기를 사용했을 경우 복합섬유 자망이 단일섬유 자망보다 어획체장이 다소 크다는 것을 추정할 수 있다. 즉, 어업인이 주로 사용하고 있는 121.2mm

망목을 기준으로 할 경우, 문치가자미가 100% 어획되는 체장은 단일섬유자망에서는 34.9cm, 복합섬유자망에서는 37.2cm로 추정되었다. 그리고 선택률이 0.5가 되는 선택구간은 단일섬유 자망에서 0.148, 복합섬유 자망에서 0.216으로 복합섬유 자망이 단일섬유 자망보다 약 1.5배 넓어, 복합섬유 자망이 단일섬유 자망에 비해 선택성이 떨어지는 것으로 나타났다. 문치가자미의 개체 크기에 따른 두 재료간의 망목선택성을 선택률이 1이 되는 지점을 기준으로 분석해 보면,

상대적으로 작은 문치가자미의 경우에는 단일섬유 자망의 선택곡선 모양이 복합섬유 자망보다 수직으로 서 있어 선택범위가 상대적으로 좁아 선택성이 우수하다고 볼 수 있으나 그 차이는 크지 않게 나타났다. 그러나 상대적으로 큰 문치가자미의 경우에는 단일섬유 자망의 선택곡선 모양이 복합섬유 자망보다 우측으로 치우침이 적어 선택범위가 상대적으로 좁아 두 재료간의 선택곡선이 확연한 차이를 보이고 있어 단일섬유 자망의 선택성이 우수함을 알 수 있다. 이상의 결과로부터 문치가자미 자원을 보호하면서 지속적으로 이용하기 위해서는 단일섬유자망을 사용하는 것이 바람직하다고 보이며, 망지재료에 따라 어획능성에 미치는 요소에 대한 연구를 지속적으로 수행하여 보다 과학적인 자원관리를 수행해야 할 것이다.

적정망목의 추정

문치가자미의 포획금지체장과 최소성숙체장을 사용하여 적정망목을 추정하였다. 수산자원관리법시행령상 문치가자미의 포획금지체장은 15cm이하이며, Kang et al. (1985)의 연구에 의하면 문치가자미의 최소성숙체장은 19.5cm이다. 이번 시험조사기간중에 포획된 문치가자미의 최소전장은 15.8cm로 포획금지체장인 15cm이하의 문치가자미는 어획되지 않았다.

망지재료별로 포획금지체장인 15cm의 문치가자미를 10%만 어획할 수 있는 자망의 적정망목크기는 단일섬유자망에서는 Fig. 7에서 79.4mm이며, 복합섬유자망에서는 Fig. 9에서 87.7mm로, 현재 어업인이 문치가자미 어획에 사용하고 있는 자망의 망목크기인 121.2mm 및 101mm보다 작게 추정되었다.

문치가자미의 최소성숙체장인 19.5cm (Kang et al., 1985)를 기준으로 할 경우, 선택률 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5되는 적정망목크기는 단일섬유자망에서는 103.2, 96.1, 91.5, 87.8, 84.8mm로 추정되었으며, 복합섬유자망에서는 114.0, 102.1, 95.1,

90.3, 85.9mm로 추정되어 단일섬유자망이 복합섬유자망보다 적정망목크기가 다소 작게 추정되었다.

이상의 결과로부터, 현재 어업인이 문치가자미 어획에 사용하고 있는 자망의 망목크기는 수년의 경험에 의해서 수렴된 망목크기라 할 수 있고, 이번 시험조업기간중에 망목크기 86.6mm이상의 자망으로도 체장 15cm이하의 문치가자미는 어획되지 않았고, 문치가자미의 최소성숙체장은 19.5cm로 연구된 바가 있으므로 (Kang et al., 1985), 문치가자미의 포획금지체장 기준치는 15cm이상으로 재조정되어야 할 것으로 생각된다.

그리고 적정망목크기의 추정에 있어서도 선택률을 50%로 하여 추정하는 것이 일반적이나, 문치가자미 자망에 이를 적용할 경우에는 현재 사용하고 있는 망목크기보다 매우 작게 추정되어 문치가자미 자망에서는 선택률 10%를 적정망목 추정에 사용하는 것이 현실에 부합된다고 생각된다. 따라서 문치가자미 자망의 적정망목크기는 선택률 10%를 기준으로 최소성숙체장 19.5cm에 대해 단일섬유자망에서는 103.2mm, 복합섬유자망에서는 114.0mm로 추정되었다.

결 론

문치가자미 자망의 망지 재료별 선택성을 구명하기 위하여, 충청남도 태안군 안면도 연안에서 2007년부터 2009년까지 망지 재료별로 망목크기를 5종 (86.6, 101.0, 121.2, 137.7, 151.5mm) 사용하여 총 12회 시험 조업을 수행하였다. 망목선택성 곡선 추정은 Kitahara 방법을 적용하여 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다. 시험 조업기간 중 어획된 어획종 및 개체수는 26종, 987마리였으며, 이중 문치가자미의 어획 개체수는 728마리로 총 어획개체수의 73.8%를 차지하였다. 단일섬유 자망과 복합섬유 자망에서의 총 어획종 및 개체수는 각각 19종과 20종, 536마리와 451마리로 이중 문치가자미의 어획 개체수는 각

각 424마리와 304마리로 총 어획개체수의 79.1%와 67.4%를 차지하였다. 망목선택성 추정 곡선에서 선택률이 1이 되는 l/m 의 값은 단일섬유 자망에서 0.288, 복합섬유 자망에서 0.307로 추정되었으며, 선택률이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5되는 l/m 의 값은 단일섬유 자망에서는 각각 0.189, 0.203, 0.213, 0.222, 0.230, 복합섬유 자망에서는 각각 0.171, 0.191, 0.205, 0.216, 0.227로 추정되었다. 그리고 선택률이 0.5되는 선택구간은 단일섬유 자망에서 0.148, 복합섬유 자망에서 0.216으로 추정되어 복합섬유 자망이 단일섬유 자망보다 약 1.5배 넓어 단일섬유 자망보다 선택성이 떨어지는 것으로 나타났다. 문치가자미 자망의 적정망목크기 추정은 선택률 적용에 있어 0.5보다 0.1이 현재의 상황에 합당하다고 생각되며, 선택률 0.1을 적용하여 문치가자미의 최소성숙 체장 19.5cm에 대한 적정망목크기는 단일섬유 자망에서는 103.2mm, 복합섬유 자망에서는 114.0mm로 추정되었다.

사 사

이 연구는 국립수산물관리원 (생태계기반 어구 어법 개발, RP-2010-FE-013)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Ariyama, H., T. Kusakabe, H. Omi and T. Tsujimura, 2003. Survival after release of small marbled sole *Pleuronectes yokohamae* caught by Ishigeta dredge. Bulletin of the Osaka Prefectural Fisheries Experimental Station, 11, 17-21.
- 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. Kor. Soc. Fish. Tech., 36 (2), 89-95.
- Fujimori, Y., T. Tokai, S. Hiyama and K. Matuda, 1996. Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). Fish. Res., 26, 113-124.
- Honda, H., 1992. Feeding selection in the marbled sole, *Limanda yokohamae*. Tohoku Journal of Agricultural Research, 43 (1-2), 33-42.
- Jo, H.S., D.H. An, J.R. Koh, Y.S. Kim and C.D. Park, 2006. Relative efficiency and mesh selectivity of monofilament and twisted multifilament nylon gill net for Pacific saury, *Cololabis saira*, in the Northwest Pacific Ocean. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 42 (4), 195-202.
- Kang, Y.J., T.Y. Lee and B.D. Lee, 1985. Reproduction and population dynamics of Marbled Sole *Limanda yokohamae* 2. Population dynamics. Bull. Kor. Fish. Soc., 18 (3), 261-265.
- Kim, S.H. and J.H. Lee, 2002. Mesh selectivity in trammel net for flat fish. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 38 (2), 91-100.
- Kim, Y.H., Y.J. Kang and I.J. Bae, 1991. Age and growth of Marbled Sole *Limanda yokohamae* (GÜNTHER). Kor. J. Ichthyol, 3 (2), 130-139.
- Kooka, K., T. Takatsu, T. Naga, Y. Hayakawa, T. Kamiharako and T. Takahashi, 2000. Age and growth of marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the coastal waters of western Aomori prefecture, Japan. Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 51 (2), 121-126.
- Moon, H.T and T.W. Lee, 1999. Age and growth of juvenile *Limanda yokohamae* in the shallow water off Gaduk-do as indicated from microstructure in otoliths. Kor. J. Ichthyol, 11 (1), 46-51.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI), 2004. An illustrated book of commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea (Second Edition). 246-262.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI), 2009. Investigation report for prohibition regulations of fishes & plants by species in 2009. 138-143.
- 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. Kor. Soc. Fish. Tech., 39 (2), 143-151.

- Park, C.D., H.C. An, S.K. Cho, B.S. Bae, H.H. Park, J.H. Bae and H.Y. Kim, 2009. Size selectivity of gill net for female snow crab, *Chionoecetes opilio*. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 45 (2), 122 – 127.
- Tanda, M., S. Gorie, Y. Nakamura, S. Okamoto, 2008. Age and growth of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in Harima Nada and Osaka Bay, the Seto Inland Sea, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 74 (1), 1 – 7..
- Yang, Y.R., 1986. Response of Marbled Sole to the white lights. Bull. Kor. Fish. Soc., 19 (6), 558 – 562.
- Zhang, G., T. Hiraishi, K. Motomatsu, K. Katsutaro and K. Nashimoto, 1998a. Auditory threshold of marbled sole *Pleuronectes yokohamae*. Nippon Suisan Gakkaishi, 64 (2), 211 – 215.
- Zhang, G., T. Hiraishi, K. Yamamoto and K. Nashimoto, 1998b. Auditory threshold of marbled sole *Pleuronectes yokohamae*. Nippon Suisan Gakkaishi, 64 (6), 987 – 992.
-
- 2010년 8월 4일 접수
2010년 9월 28일 1차 수정
2010년 10월 14일 수리