ISSN (Print) 1225-827X
ISSN (Online) 2287-4623
J Kor Soc Fish Tech 49 (2), 106－115, 2013
http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.2.106

FISHERIES TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr

서해 꽃게 자망의 망목 선택성 연구

박창두* · 조삼광 · 김현영 · 박성욱
국립수산과학원 시스템공학과

Mesh selectivity of gill net for swimming crab *Potunus trituberculatus* in the western coastal waters of Korea

Chang-Doo PARK*, Sam-Kwang CHO, Hyun-Young KIM and Seong-Wook PARK
Fisheries system engineering Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea

A series of fishing experiments were carried out in the western coastal waters of Korea from May, 2006 to September, 2007, using gill nets of different mesh sizes (m＝101, 121.8, 152.5, 176.8, and 191 mm) to determine the mesh selectivity of gill net for swimming crab, *Potunus trituberculatus*. The catch species was composed of swimming crab (87%), Thomas′s rapa whelk *Rapana venosa* (5%), arthritic neptune *Neptunea cumingi* (2%), Japanese swimming crab *Charybdis japonica* (2%), marbled sole *Pleuronectes yokohamae* (1%), pen shell *Atrina pectinata*, ocellate spot skate *Okamejei kenojei,* and so on. The carapace length (CL) of each swimming crab caught in the experimental nets was measured. Sponge crab (egg-bearing female crab) was appeared from the end of June to August in the coastal waters. The master selection curve was estimated by applying the extended Kitahara′s method. The selection curve showed that the gill nets of larger mesh size allowed more crabs of small carapace size to escape. The optimum value (CL/m) was 0.645 and the CL/m was estimated to be 0.301, 0.354, 0.391, 0.422, and 0.450 when the retention probabilities were 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5, respectively.

Keywords: Swimming crab, *Potunus trituberculatus*, Gill net, Selectivity, Selection curve, Kitahara′s method

서 론

꽃게 (Swimming crab*, Potunus trituberculatus*)는 한국, 일본, 중국 연안의 수심 50m 이하 수역에 서식하고 있으며, 수명이 2～3년이고 성장이 빠르고, 갑폭 228mm 이상 성장하는 대형 갑각류이다 (Ariyama, 1992; Ariyama, 1993; OFCFJ, 1995). 또한, 꽃게는 동절기에는 수심이 깊은 곳에서 월동하고 산란기인 하절기에는 수심 10m

*Corresponding author: cdpark1@korea.kr, Tel: 82-51-720-2590, Fax: 82-51-720-2586

전후의 얕은 연안으로 이동한다. 성숙한 꽃게 암컷은 1회에 100만～400만개의 유생을 방출하고 연간 3회 정도 포란하며 10～20일간의 부유생활을 거친 꽃게 유생은 해저에 착저하여 성장한다 (Shiota and Kitada, 1992; Kataoka, 2005). 포란 기간이 장기간인 털게나 성숙하여 포란하면 성장이 멈추는 대게의 경우에는 암컷의 크기가 수컷에 비하여 상대적으로 작으나, 꽃게는 포란 기간이 짧으므로 암수의 탈피에 차이가 없어 암컷과 수컷의 크기 차이는 거의 없는 것으로 보고되어 있다 (Yoshida, 1951).

우리나라의 꽃게 어획량 (FIPS, 2012)은 1970년대 이후 계속 증가하여 1988년에는 약 32,000톤을 기록하였다. 그러나 1990년 이후부터 꽃게 어획량은 감소 추세를 나타내어 2004년도에는 약 2,700톤을 나타내었고, 그 이후 다시 증가하여 2011년에 약 26,600톤을 기록하고 있다. 또한, 어업별 꽃게 어획량을 살펴보면 과거에는 대형 쌍끌이저인망에 의한 어획 비중이 높았으나, 최근의 어획통계 (2011년도)에 의하면 자망 (64%)의 어획 비중이 가장 높고 통발 (23%), 안강망 (13%)의 순으로 나타나고 있다.

현재 우리나라 서해안에서는 많은 어업인들이 자망을 사용하여 꽃게를 어획하고 있으나, 일부 수역에서는 꽃게 삼중자망의 사용이 제한적으로 승인되어 있다. 또한, 꽃게 자원의 보호 및 지속적 이용을 위하여 수산자원관리법 시행령으로 외포란 꽃게 및 갑장 6.4cm 이하의 개체는 포획을 금지하고 있고 일부 수역을 제외하고는 6월 16일부터 8월 15일까지 포획금지 기간이 설정되어 있다.

일반적으로 어업자원의 지속적 이용을 위해서는 미성숙한 어린 개체를 보호하고 상품성 있는 개체만을 선택적으로 어획하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 어구의 망목 선택성을 활용하여 망목 크기를 조절함으로서 어린 개체의 혼획을 감소시킬 수 있다. 지금까지 꽃게의 성장 (Ariyama, 1992; Ariyama, 1993), 생태적 특성 (Yeon et al., 2008; Yeon et al., 1992; Kataoka, 2005), 종묘 생산 (Arai, 2004; Hamasaki, 2006), 표지 방류 (Okamoto, 2006) 등에 대해서는 다양한 연구가 수행되어 있으나, 꽃게 자망의 망목 선택성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 꽃게를 대상으로 하는 자망의 망목 선택성을 조사하기 위해 충청남도 태안군 연안에서 망목 크기가 다른 자망을 제작하여 시험 조업을 수행하고, 망목 선택성을 분석하였다. 또한, 시험 조업으로부터 얻어진 어획 결과로부터 시기별 꽃게의 갑장조성, 외포란 개체의 출현 시기 및 비율 등을 함께 분석하였다.

재료 및 방법

시험 어구 및 조업 방법

서해안에서 꽃게를 대상으로 조업하는 연안 자망은 수심 20m 전후의 사니질 수역에서 행해지고 있다 (NFRDI, 2008). 본 연구에서는 자망 어업인들이 많이 사용하는 망목 크기 (152mm)를 중심으로 망목 크기가 다른 꽃게 자망 5종을 제작하여 2006년부터 2007년 사이에 충청남도 태안군 연안에서 어선 (경순호, 3.17톤)을 용선하여 시험 조업을 수행하였다. 시험 조업에 사용한 자망의 망목 크기는 각각 101mm (나일론 3합사, 18코×100장대), 121.8mm (나일론 4합사, 16코×100장대), 152.5mm (나일론 6합사, 13코×100장대), 176.8mm (나일론 6합사, 12코×100장대), 191mm (나일론 9합사, 10코×100장대)를 사용하였으며 1폭의 완성 길이는 약 50m로 하였다. 시험 어구 1틀은 각 망목 크기별 동일 수량으로 구성하였으며 망목 크기 순으로 반복 배치하였다 (Park et al., 2004; Kim et al., 2010).

시험조업 회수는 2006년도에는 1회에 망목 크기별 5 또는 10폭을 사용하여 7회 조업하였고 2007년도에는 1회에 2 또는 4폭을 사용하여 7회 조업하였다. 시험 어구의 침지시간은 기상 여건에 따라 3～5일로 하였다. 시험 어구에 어획된 꽃게는 망목 크기별로 분류하여 갑폭 (CW,

mm), 갑장 (CL, mm) 등을 디지털 켈리퍼스를 이용하여 0.1mm 단위로 측정하고, 체중 (BW)은 g 단위로 측정하였다 (Yeon et al., 1992; Park et al., 2003). 꽃게의 분리 및 선별 과정에서 두흉갑이 파손된 개체에 대해서는 측정 가능한 부위의 길이와 체중을 측정하였다.

망목 선택성 곡선 추정법

자망의 망목 선택성 추정에는 다항식을 선택곡선으로 적용하는 Kitahara 방법 (Kitahara, 1968), 정규함수 등을 SELECT 모델에 적용하는 방법 (Park et. al., 2004; Millar and Walsh, 1992; Kim et al., 2012) 등이 사용되고 있다. 본 연구에서는 어획 대상 생물인 꽃게가 망지에 얽혀서 어획되는 특성을 고려하여 Kitahara 방법을 사용하여 망목 선택성을 분석하였다 (Fujimori et al., 1996; Cho et al., 2000; Park et al., 2003; Park et al., 2009, Kim et al., 2010). 즉, 망목 크기 m_i인 자망에 체장 l_j인 생물이 어획되는 선택율을 $S(m_i, l_j)$로 정의하고, 망목 크기 m_i인 어구의 어획효율 및 노력량 (폭수)을 각각 q_i 및 X_i , 체장 l_j 인 어류의 자원 밀도를 d_j로 표현하면 체장 l_j인 생물의 어획 개체수 C_{ij}는 식 (1)로 표현된다.

$$C_{ij}=S(m_i, l_j)\cdot q_i\cdot X_i\cdot d_j \quad (1)$$

어장의 자원밀도 d_j를 구하는 것은 현실적으로 매우 어렵고, 어획효율 q_i는 어구의 구성, 조도, 침지 시간 등의 조업 조건에 따라 영향을 받는 요소이다. 또한, 망목 크기 m_i인 어구에 체장 l_j인 생물이 어획될 확률은 기하학적 상사법칙에 의하여 망목 크기 $k\cdot m_i$인 자망에 체장 $k\cdot l_j$인 어류가 어획될 확률과 동일하므로 선택율은 $S(m_i, l_j)=S(km_i, kl_j)=S(l_j/m_i)$으로 표현된다 (Kitahara, 1968; Park et al., 2003; Park et al., 2011).

따라서 단위 노력당 어획 개체수 c_{ij}는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$c_{ij}=C_{ij}/X_i=S(m_i, l_j)\cdot q_i\cdot d_j \quad (2)$$

식 (2)의 양변에 대수를 취하면 다음 식으로 표현된다.

$$S(R)=S(l_j/m_i)=\ln c_{ij}-\ln(q_i d_j) \quad (3)$$

일반적으로 Kitahara 방법에 적용되는 망목 선택성 곡선 (Master Curve)은 다항식을 적용할 수 있으나, 본 연구에서는 3차식을 적용하여 다음 식으로 나타내었다 (Fujimori et al., 1996; Park et al., 2003; Jo et al., 2006).

$$S(R)=S(l_j/m_i)=\exp(a_3R^3+a_2R^2+a_1R^2+a_0-F_{max}) \quad (4)$$

망목 선택성 곡선의 최대값은 1이므로 식 (4)의 F_{max}는 3차식의 최대값을 나타낸다.

본 연구에서는 망목 선택성 곡선의 파라미터를 최소자승법으로 추정하였다 (Park et al., 2003; Jo et al, 2006).

결과 및 고찰

어획물의 종조성

시험 어구에 어획된 어획물의 종류별 개체수 비율은 꽃게 (Swimming crab, *Potunus trituberculatus*)가 87%로서 가장 높은 비율을 차지하였다 (Table 1). 그리고 피뿔고둥 (*Rapana venosa*) 5%, 갈색띠매물고둥 (*Neptunea cumingi*) 2%, 민꽃게 (*Charybdis japonica*) 2%, 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*) 1%, 키조개 (*Atrina pectinata*), 홍어 (*Okamejei kenojei*), 갯가재 (*Oratosquilla oratoria*) 등이 혼획되었다. 생물종의 동정은 도감을 참고하였다 (NFRDI, 2004; OFCFJ, 2009). 시험 어구에 어획된 꽃게의 개체수 비율을 암컷과 수컷으로 구분하면 각각 22.1%, 64.6%를 나타내어 어장에 분포하는 수컷의 개체수 비율이 암컷에 비하여 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 얻어진 목표 어종 어획 비율 (87%)을 동해안 대게 자망, 남해안 참조기 자망,

서해안 문치가자미 자망과 비교하여 보면 대게 자망보다는 비목표 어종의 혼획 비율이 다소 높고 (97%), 참조기 자망과는 비슷한 혼획율을 나타내며 (89%), 문치가자미 자망 보다는 혼획 비율이 다소 낮은 값 (67～79%)을 나타낸다 (Park et al., 2009; Kim et al., 2012; Kim et al., 2010). 그리고 동해안 대게의 경우에는 수컷의 비율이 56.7%로써 암컷의 43.3%비하여 약간 높으나, 꽃게의 경우에는 약 3배 정도 높다. 이것은 어장에 수컷이 암컷보다 많이 분포할 경우, 암컷이 수컷과 조우할 기회가 많아져 교미 및 수정 확률이 높아질 것으로 생각된다. 또한, 꽃게는 하절기의 짧은 기간 동안에 약 3회 정도 포란하므로 (Kataoka, 2005), 수컷이 많이 분포하는 것은 재생산에 유리할 것으로 판단된다. 금후, 여러 해역에 대한 꽃게의 암수 비율과 방란, 재생산 등에 관한 자원생태학적 연구가 필요하다고 생각된다.

꽃게의 갑장조성

시험 어구에 어획된 꽃게의 갑장조성을 갑장계급 4mm 단위로 구분하여 Table 2에 나타내었다. 수게의 갑장 범위는 48～108mm, 암게의 갑장 범위는 48～116mm로 나타났다. 어획된 꽃게 갑장의 최빈치 (mode)는 70～78mm로 나타났으며, 망목 크기가 증가하면 소형 개체의 어획 비율은 상대적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

꽃게의 생물학적 체장은 일반적으로 갑폭을 기준으로 하고 있으나, 자원보호를 위한 규정은 갑장으로 표현되어 있으므로 갑폭과 갑장 사이의 관계를 표현하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 꽃게 암컷과 수컷 각각 100마리씩을 추출하여 갑장과 갑폭 사이의 관계를 그림으로 나타내었다 (Fig. 1). 갑장 (또는 갑폭)은 갑폭 (또는 갑장)의 증가에 따라 암수 관계없이 거의 직선적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 꽃게 암수의 크기에 차이가 없다는 Yoshida (1951)의 연구에 기초하여 꽃게의 갑폭과 갑장 사이의 관계를 암

Table 1. Catch ratios of each species caught in the experimental nets

Species	Catch		Percentage (%)	
	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)
Potunustrituberculatus (female)	511	113,131	0.223	0.225
Potunustrituberculatus (male)	1,478	331,025	0.645	0.660
Charybdis japonica	34	3,124	0.015	0.006
Paralichthys olivaceus	7	1,915	0.003	0.004
Pleuronectes yokohamae	21	5,568	0.009	0.011
Scomberomorus niphonius	1	193	0.000	0.000
Lophiomus setigerus	4	3,300	0.002	0.007
Dasyatis akajei	1	374	0.000	0.001
Cynoglossus abbreviatus	2	78	0.001	0.000
Cynoglossus joyneri	2	450	0.001	0.001
Okamejei kenojei	11	4,047	0.005	0.008
Sepia esculenta	8	3,068	0.003	0.006
Neptunea cumingi	53	4,477	0.023	0.009
Rapana venosa	122	23,751	0.053	0.047
Atrina pectinata	15	5,519	0.007	0.011
Scapharca broughtonii	4	936	0.002	0.002
Solen gordonis	1	65	0.000	0.000
Oratosquilla oratoria	15	508	0.007	0.001
Fenneropenaeus chinensis	1	54	0.000	0.000
Ovalipes punctatus	1	256	0.000	0.001
Total	2,292	501,839	1.000	1.000

Table 2. Catch number of swimming crab caught in the experimental nets

Carapace length class(mm)	Mesh size (mm)														
	101.0			121.8			152.5			176.8			191.0		
	male	female	total	male	female	total	male	female	total	male	female	total	male	female	total
44～48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48～52	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
52～56	4	6	10	2	5	7	0	4	4	0	5	5	0	8	8
56～60	14	29	43	3	17	20	5	14	19	0	15	15	1	14	15
60～64	50	17	67	33	18	51	12	12	24	3	4	7	1	10	11
64～68	93	24	117	66	16	82	19	8	27	3	1	4	9	4	13
68～72	120	25	145	113	20	133	67	7	74	17	8	25	20	3	23
72～76	89	15	104	104	22	126	61	17	78	40	5	45	25	5	30
76～80	59	9	68	65	12	77	80	18	98	26	6	32	22	5	27
80～84	16	1	17	27	11	38	40	4	44	23	7	30	25	3	28
84～88	8	6	14	9	13	22	17	8	25	21	5	26	20	2	22
88～92	4	4	8	4	1	5	9	2	11	4	4	8	2	2	4
92～96	4	2	6	1	2	3	0	3	3	3	2	5	5	0	5
96～100	0	4	4	0	1	1	0	4	4	1	0	1	0	2	2
100～104	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
104～108	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	1	1
108～112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112～116	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Total	462	143	605	428	139	567	314	102	416	141	63	204	130	62	192

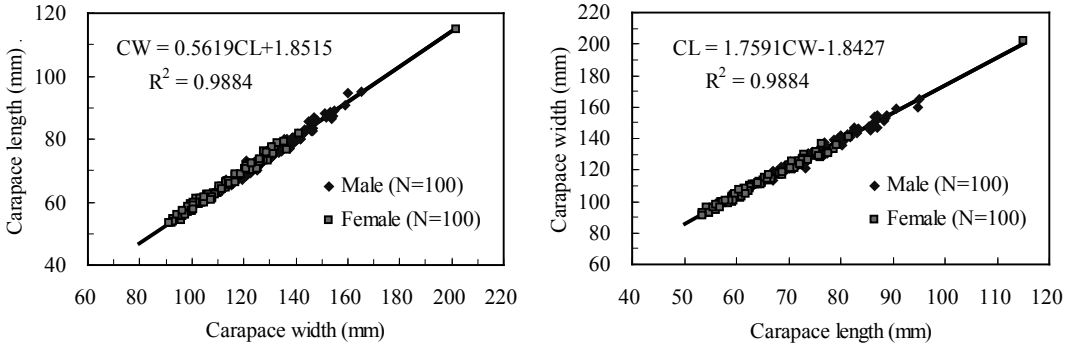

Fig. 1. Relationship between carapace width (CW) and carapace length (CL) of the swimming crab caught in the experimental nets.

수 구분 없이 회귀직선으로 표현하였다.

시험 어구에 어획된 꽃게의 조업시기별 갑장 분포는 Fig.2에 나타내었다. 어장에 분포하는 계절별 꽃게의 갑장 조성으로부터 5월부터 6월 사이에는 주로 암컷이 분포하고 7월 이후에는 수컷이 우점하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 봄 어기에 암컷이 먼저 어장에 도착하고 7월 이후에 다수의 수컷이 도착할 가능성을 나타내므로 꽃게의 회유에 관한 지속적인 자료 수집이 필요하다. 또한, 산란이 집중되는 시기에 수컷 개체가 증가하는 것은 자원 증식에 도움이 될 것으로 생각된다.

외포란 꽃게의 출현

어획시기별 시험 어구에 어획된 꽃게 암컷 중에서 외포란 꽃게의 개체수 및 비율을 Table 3에 나타내었다. 시험 결과로부터 외포란 꽃게는 대략 6월 중순부터 8월 중순 사이에 출현하며 9월

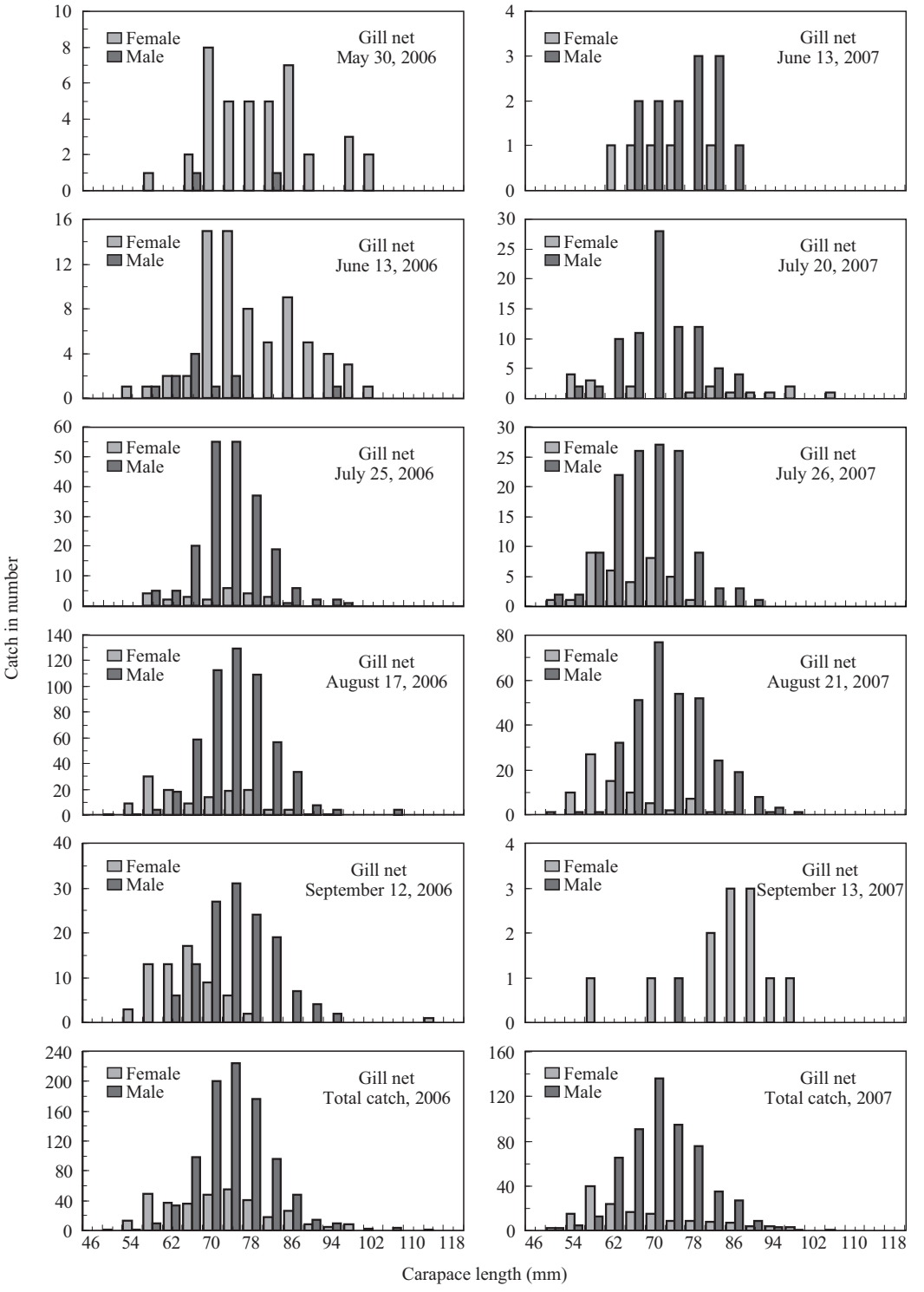

Fig. 2. Carapace length distribution of the swimming crab caught in the experimental nets according to the fishing season.

이후에는 없는 것으로 나타났다. 또한, 꽃게 암컷 중에서 외포란 꽃게의 비율은 낮은 경우에는 1～2% 정도이나, 시기에 따라 암컷 개체수의 75%에 달하는 것으로 나타났다.

시험 조업이 수행된 충청남도 연안에서는 현재 꽃게의 자원보호를 위하여 6월 16일부터 8월 15일까지 금어기로 설정되어 있으며 본 연구에서 얻어진 외포란 꽃게의 출현 시기와 일치한다. 산란에 임박한 암컷 꽃게의 보호를 통한 자원 증대를 위하여 외포란 암컷의 출현 시기에 금어기를 설정한 것은 적절하다고 판단된다.

Table 3. Appearance time and proportion of sponge crabs (egg-bearing swimming crab)

Hauling date	No. female crabs	No. sponge crabs	Percentage (%)
2006-05-30	40	0	0.0
2006-06-13	71	0	0.0
2006-06-20	6	1	16.7
2006-07-25	26	9	34.6
2006-08-17	132	19	14.4
2006-09-12	64	0	0.0
2006-09-26	13	0	0.0
2007-06-13	12	2	16.7
2007-06-20	6	3	50.0
2007-07-03	4	3	75.0
2007-07-20	20	11	55.0
2007-07-26	39	1	2.6
2007-08-21	95	1	1.1
2007-09-13	5	0	0.0
2007-10-16	4	0	0.0

망목 선택성 곡선

시험 조업 결과로부터 얻어진 망목 크기별 꽃게의 갑장조성 (Table 2)을 사용하여 망목선택성 곡선을 추정하였다. 꽃게의 크기는 암수 사이에 차이가 없다는 Yoshida (1951)의 연구에 기초하여 암수 구분 없이 갑장 조성을 합산한 자료를 사용하였다. 본 연구에서 추정된 망목 선택성 곡선은 Fig. 3과 같으며, 다음과 같이 표현된다.

$$S(R)=S(CL_j/m_i)=\exp((8.204R^3-32.538R^2+31.725R-4.353)-4.774) \quad (5)$$

Fig. 3의 망목 선택성 곡선으로부터 CL/m이 증가함에 따라 선택율은 0에서 1까지 변화하며 선택율 1을 나타내는 CL/m은 0.645를 나타내었다. 그리고 CL/m=0.9 이상의 범위에서는 관측치가 없어 망목 선택성 곡선을 나타내지 않았다. 어류를 대상으로 하는 자망의 망목 선택성 곡선은 대부분 종형 (Bell type)의 곡선을 나타내나, 자망에 얽혀서 어획되는 대게, 새우 등의 경우에는 곡선의 오른쪽 하단 부분의 관측치가 부족한 경우가 있다 (Park et al., 2004; Park et al., 2009, Fujimori et al., 1996). 본 연구에서 얻어진 꽃게에 대한 자망의 망목 선택성 곡선도 거의 동일한 경향을 나타내고 있다.

망목 선택성 곡선이 증가하는 부분에서 선택율 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5를 나타내는 CL/m의 값은 각각 0.301, 0.354, 0.391, 0.422, 0.450이다. 우리

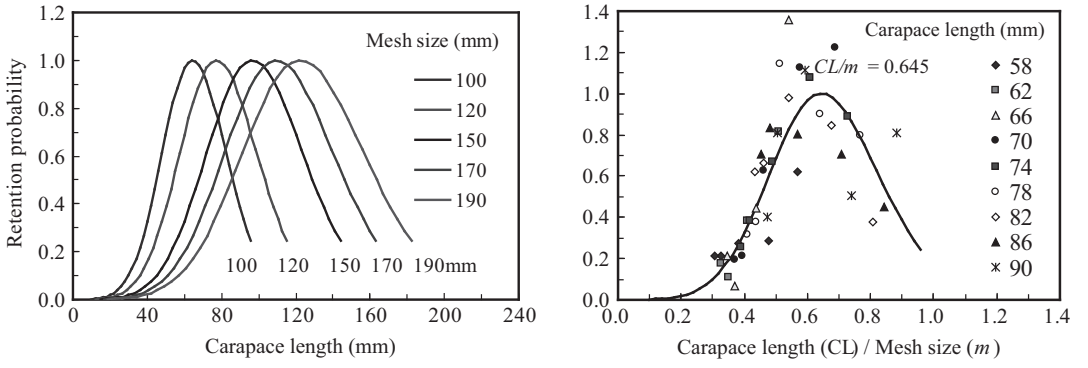

Fig. 3. Size selection curves of gill net for swimming crab.

나라 서해안에서 많이 사용되는 꽃게 자망의 망목 크기는 152mm이므로 (NFRDI, 2008), 망목 크기 152mm에 대하여 선택율 0.5 및 1.0에 해당하는 갑장을 계산하면 각각 68.4 및 98.0mm이다. 또한, 망목 선택성 곡선으로부터 망목 크기 152mm의 자망에 갑장 64mm가 어획되는 선택율은 약 40% 정도로 추정된다. 본 연구에서 얻어진 망목 크기 152.5mm의 갑장조성에서도 갑장 64mm의 개체가 다소 어획되는 것으로 나타났으므로 시험결과와 일치하는 것으로 생각된다.

결 론

꽃게 자원의 지속적 유효 이용을 위해서는 재생산에 기여하는 암게와 장래 성장하여 자원증가에 기여하는 치게의 혼획을 감소시키고 상품성 있는 개체만을 선택적으로 어획하는 것이 중요하다. 자망에 대한 꽃게의 망목 선택성을 추정하기 위하여 망목 크기가 다른 꽃게 자망을 제작하여 2006년 5월부터 2007년 9월까지 서해안 태안 연안 수역에서 시험 조업을 수행하였다. 자망의 망목 크기는 5종류 (m=101, 121.8, 152.5, 176.8, 191mm)를 사용하였다. 시험어구에 어획된 어획 개체수의 87%는 꽃게이었고 피뿔고둥 (*Rapana venosa*) 5%, 갈색띠매물고둥 (*Neptunea cumingi*), 민꽃게 (*Charybdis japonica*), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*), 키조개 (*Atrina pectinata*), 홍어 (*Okamejei kenojei*), 갯가재 (*Oratosquilla oratoria*) 등이 혼획되었다. 시험 어구에 어획된 꽃게는 5～6월경에 암컷이 많았고 7월 이후에는 수컷이 많은 것으로 나타났다. 또한, 외포란 꽃게는 6월 중순부터 8월 중순 사이에 출현하였다. 외포란 꽃게의 출현시기로부터 꽃게 금어기 (6월 16일～8월 15일)의 설정 시기는 적절하다고 판단된다. 또한, 어장에 수컷의 개체수가 암컷 개체수의 3배 정도 많은 것으로 나타났는데, 이것은 단기간에 3회 정도 포란하는 꽃게의 특성을 고려하면 재생산을 위한 교미 및 수정에 도움이 될 것으로 생각된다. 자망에 대한 꽃게의 망목 선택성 곡선 추정은 Kitahara 방법을 적용하여 분석하였다. 시험결과로부터 추정된 자망에 대한 암게의 망목 선택성 곡선은 망목 크기가 증가할수록 소형 개체의 어획이 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 선택률 1을 나타내는 CL/m은 0.645였으며 망목 선택성 곡선이 증가하는 부분에서 선택률 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5를 나타내는 CL/m의 값은 각각 0.301, 0.354, 0.391, 0.422, 0.450이다. 금후, 꽃게 자원의 지속적 이용과 관련하여 망목 선택성을 활용한 치게 혼획 감소에 본 연구결과가 활용되기를 기대한다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (자원관리형 어업기술 개발, RP－2012－FE－021)의 지원에 의해 수행되었습니다. 해상에서 시험 조업에 협력하여 주신 상업선의 선장님 및 승무원들에게 깊이 감사드립니다. 또한, 본 논문의 작성에 많은 조언을 하여 주신 심사위원님께도 감사의 뜻을 전합니다.

REFERENCES

Arai D, Hamasaki K, Maruyama K, Obata Y, Tsumura S and Takano M. 2004. Relationship between mass mortality of megalops and morphogenesis of zoeas in the seed production of swimming crab *Portunus trituberculatus* (Brachyura : Portunidae). Nippon Suisan Gakkaishi 70, 567－572.

Ariyama H. 1992. Molting and growth of the swimming crab *Portunus* (*Portunus*) *trituberculatus* reared in the laboratory. Nippon Suisan Gakkaishi 58, 1799－1805.

Ariyama H. 1993. Growth of the swimming crabs *Portunus* (*Portunus*) *trituberculatus* in Osaka bay. Nippon Suisan Gakkaishi 59, 1269－1277.

Cho YB, Park CD, and Lee JH. 2000. A study on the selectivity of mesh size in trammel net for *Cynoglossidae* Spp.. J Kor Soc Fish Tech 39, 143－151.

FIPS. 2012. Catch statistics. http://www.fips.go.kr. Accessed 1 Sep 2012.

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.

Hamasaki K, Kogane T, Jinbo T and Dan S. 2006. Hatchery technology of brachyuran crabs for stock enhancement: laval mass mortality and its control. Nippon Suisan Gakkaishi 72, 263－266.

Jo HS, An DH, Koh JR, Kim YS and Park CD. 2006. Relative efficiency and mesh selectivity of monofilament and twisted multifilament nylon gillnet for Pacific saury, *Cololabis saira*, in the Northwest Pacific ocean. J Kor Soc Fish Tech 42, 195－202.

Kataoka C. 2005. Swimming crab fishery and resource management in the Ariake sea. Nagasaki Univ. Bull Fac Fish 86, 31－45.

Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2010. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gill net for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. J Kor Soc Fish Tech 46, 281－291.

Kim S, Park SW, Lee K 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. Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for *branquillos*. Nippon Suisan Gakkaishi 34, 759－763.

Millar RB and Walsh SJ. 1992. Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawl. Fish Res 13, 205－220.

National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI). 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea. Hanguel, Busan, 1－333.

National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI). 2008. Fishing gear of Korea. Hangul Graphics, Busan, 519－522.

Okamoto K. 2006. Malformed regeneration of partly cut swimming leg as a marker for swimming crab *Portunus trituberculatus*. Fish Sci 72, 1121－1123.

Overseas Fishery Cooperation Foundation of Japan (OFCFJ). 1995. Names and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea. Nihon Shiko Printing Co., LTD., Nagasaki, 1－288.

Overseas Fishery Cooperation Foundation of Japan (OFCFJ). 2009. Names and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea-Japanese · Chinese · Korean-. Nihon Shiko Printing Co., LTD, Nagasaki, 1－784.

Park CD, Jeong EC, Shin JK, An HC and Fujimori Y. 2004. Mesh selectivity of encircling gill net for gizzard shad *Konosirus punctatus* in the coastal sea of Korea. Fish Sci 70, 553－560.

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 CD, An HC, Cho SK, Bae BS, Park HH, Bae JH and Kim HY. 2009. Size selectivity of gill net for female snow crab, *Chionoecetes opilio*. J Kor Soc Fish Tech 45, 122－127.

Park CD, Park HH and Kim JN. 2011. Size selectivity of a shrimp beam trawl for the Southern rough shrimp *Trachysalambria curvirostris* with the Extended SELECT Method. Kor J Fish Aquat Sci 44, 390－396.

Shiota K and Kitada S. 1992. Life history of swimming crab in Hiuchi Nada, Seto inland sea estimated from marking experiments. Nippon Suisan Gakkaishi 58, 2297－2302.

Yeon I, Song MY, Hwang HK, Sohn MH, Kim JB, Im YJ, Kim YS, Kim KS and Bang IC. 2008. Population structure of blue and purple types of the blue crab *Portunus trituberculatus* (Miers) from the West sea of Korea based on morphometric characteristics and AFLP analysis. J Kor Fish Soc 41, 94－101.

Yeon IJ, Park CS and Hong YS. 1992. Comparative

morphometric characteristics and commensal barnacles of the blue crab Portunus trituberculatus (Miers) in the western coast of Korea and East China Sea. Bull Nat Fish Res Dev Agency 46, 53－68.

Yoshida H. 1951. On the sexual dimorphism in size and its cause in some staple crabs. Nippon Suisan Gakkaishi 16, 90－92.

2012년 11월 1일 접수
2013년 2월 5일 1차 수정
2013년 3월 12일 2차 수정
2013년 3월 18일 수리