ISSN 1225-827X (Print)
ISSN 2287-4623 (Online)
J Kor Soc Fish Technol, 50 (3), 284－291, 2014
http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.284

FISHERIES TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr
<Original Article>

반구형 통발에 대한 물레고둥 (*Buccinum striatissimum*)의 망목 선택성

박창두* · 배재현[1] · 조삼광 · 김인옥[2]
국립수산과학원 시스템공학과, [1]국립수산과학원 동해수산연구소, [2]국립수산과학원 서해수산연구소

Mesh selectivity of a dome-shaped pot for finely-striate buccinum *Buccinum striatissimum* in the eastern coastal waters of Korea

Chang-Doo PARK*, Jae-Hyun BAE[1], Sam-Kwang CHO, In-Ok KIM[2]
Fisheries system engineering Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea
[1]*Aquaculture Industry Division, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangwon-do 210-861, Korea*
[2]*Aquaculture Industry Division, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea*

Finely-striate buccinum *Buccinum striatissimum*, a species of whelks, is caught mainly by pot in the eastern coastal waters of Korea. In order to determine the size selectivity of pot for the species, comparative fishing experiments were conducted near Yeongil Bay from June to September in 2003 using the dome-shaped pots with different five mesh sizes (17.1, 24.8, 35.3, 39.8, and 48.3 mm). The parameters of logistic equation were estimated by the SELECT (Share Each Length's Catch Total) method based on a multinomial distribution. The model with the estimated split parameter was found to fit the catch data best. The master selection curve was estimated to be $s(R) = \exp(13.044R - 16.438)/[1 + \exp(13.044R - 16.438)]$, where R is the ratio of shell height to mesh size. The relative shell height of 50% retention was 1.260, and the selection range was 0.168. Enlargement in mesh size of the pot allows more small-sized whelks to escape.

Keywords : Whelk, Finely-striate buccinum, Pot, Selectivity, Selection curve, SELECT method, *Buccinum striatissimum*

서 론

우리나라 동해안에 서식하는 물레고둥 (*Buccinum striatissimum*)은 수심 200～500 m의 사니질 어장에 분포하고 있다 (NFRDI, 2000 ; Okutani, 2000). 이 종은 주로 통발 어구에 어획되어 고가로 유통되므로 연안 통발 어업인들의 중요 소득원이 되고 있다. 물레고둥의 어획에 사용되는 통발의 형태는 반구형 또는 원통형이다 (NFRDI, 2008 ; Park et al., 2007).

어업생산통계 (http://fs.fips.go.kr) 자료에 의하면 우리나라 고둥류의 연간 어획량은 6,000～7,000 M/T이며 어획량의 약 60%가 통발에 의해 어획되고 있다. 우리나라 동해안에서 어획되는 물레고둥의 어획량 변동에 관한 정확한 통계 자료는 없으나, 소형 개체의 보호, 가격 안정 등의 지속적 이용 방안을 강구하기 위한 노력이 필요하다.

일반적으로 어구와 조우하는 대상 생물의 크기는 다

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

양하다. 이들 생물 중에서 소형 개체의 어획을 감소시키기 위해서는 어구가 가진 망목 선택성을 활용한다 (Mituhashi et al., 2000 ; Jeong et al., 2000 ; Kim et al., 2005 ; Harada et al., 2007 ; Millar & Fryer, 1999). 어구의 망목 크기를 확대하면 미성숙 소형 개체는 선상에 올라오기 전에 망목을 통하여 빠져 나가고 상품성이 있는 큰 개체는 어구 속에 남게 된다. 어구의 망목 선택성을 적절히 활용하면 자원의 남획을 방지할 수 있고, 어획물의 선별 작업에 소요되는 시간과 노동력을 감소시키는 효과가 있다.

지금까지 통발에 대한 고둥류의 망목 선택성에 관한 연구로는 망목 크기와 정20면체에 투영된 고둥의 크기와의 관계에 기초한 관절매물고둥 (*Neptunea arthritica*)의 선택성 연구 (Nashimoto et al., 1995), 통발에 대한 세고리물레고둥 (*Buccinum opisthoplectum*)의 선택성 연구 (Park et al., 2007 ; Park et al., 2013) 등이 있다.

이 연구에서는 반구형 통발에 대한 물레고둥의 망목 선택성을 조사하기 위하여 망목 크기가 다른 반구형 통발을 제작하여 시험 조업을 수행하였으며, 어획 시험으로부터 얻어진 통발의 망목 크기별 물레고둥의 각고 조성에 기초하여 망목 선택성 곡선을 추정하였다.

재료 및 방법

시험 어구 및 조업 방법

이 연구에서는 동해안의 연안 통발 어선에서 고둥류 어획에 많이 이용하는 반구형 통발 (밑면 직경 58 cm, 높이 37 cm, 중량 700 g)을 사용하였다 (Fig. 1). 시험 조업에 사용한 통발은 철봉 (직경 5 mm)으로 구성된 틀에 PE 230Td, 9～12Ply 망지를 덮어서 제작한다 (NFRDI, 2008). 이들 통발에는 직경 약 12 cm의 입구가 통발 중간 높이의 좌우에 부착되어 있으며 고둥 등의 대상 생물을 유인하는 미끼는 두개의 입구 사이를 연결하는 고무줄에 부착된다. 이 연구에서는 미끼로 정어리 1～3마리를 사용하였고, 통발의 침지시간은 약 3일로 하였다.

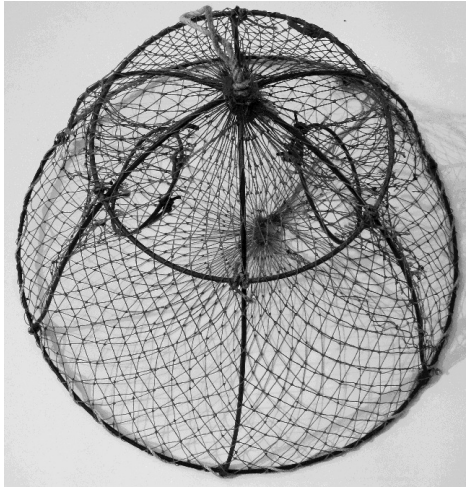

Fig. 1. The dome-shaped pot used in the experiments.

시험 조업에 사용한 통발의 망목 크기 (본 연구에서는 내경을 나타낸다)는 5종류 (17.1, 24.8, 35.3, 39.8, 48.3 mm)로 설정하였다. 시험 조업에 사용한 망목 크기별 통발의 개수는 40개 내지 50개였고 각 시험에 사용한 망목 크기별 통발의 수는 동일하였다. 통발의 설치 간격은 10 m로 하였고 망목 크기 순으로 반복 배치하였다 (Jeong et al., 2000). 시험 조업은 2003년 6월과 9월 사이에 동해안 영일만 주변 수역 (Park et al., 2004)에서 통발 어선 (5.8톤)을 용선하여 수행하였다. 동해안 어업인들은 지역에 따라 수심은 110～350 m 수역에서 물레고둥을 어획한다. 본 연구에서 시험 조업한 수심은 120～220 m의 범위였다. 시험 조업에서 통발에 어획된 물레고둥은 망목 크기별로 분류하여 어항까지 운반하였다. 그리고 모든 개체의 각고 (Shell height, l)를 디지털 켈리퍼스를 이용하여 0.1 mm 단위로 측정하였고 체중은 디지털 저울 (CAS, SW-1)을 사용하여 1 g 단위로 측정하였다.

망목 선택성 곡선 추정법

망목 크기 m_i (i＝1, 2, 3, …, k)인 통발에 각고 (shell height) 계급 l_j (j＝1, 2, 3, …, n)인 고둥의 어획 개체수 c_{ij}는 식 (1)로 표현된다.

$$c_{ij}=N_j s\,(R_{ij}) q_i X_i \qquad (1)$$

여기서 R_{ij}는 상대 각고로서 l_j/m_i로 표현되며 $s\,(R_{ij})$는 망목 크기별 어획 확률을 나타내는 망목 선택성 곡선이다. 그리고 q_i및 X_i는 망목 크기 m_i인 통발의 어구 효율과 어획 노력량을 나타내며 N_j는 통발 어구와 접촉한 각고 l_j인 고둥의 개체수이다.

이 연구에서는 통발의 망목 선택성 곡선을 나타내는 수식 $s\,(R_{ij})$을 식 (2)의 Logistic 함수로 표현하였다. 여기서 a와 b는 선택성 곡선을 결정하는 파라미터이며 시험 결과로부터 추정된다.

$$s\,(R_{ij})=\exp\,(a+bR_{ij})/[1+\exp\,(a+bR_{ij})] \qquad (2)$$

통발 어구를 사용한 시험 조업에서 각고 계급 l_j인 고둥이 망목 크기 m_i인 통발에 어획될 비율 ψ_{ij}은 식 (3)으로 표현된다. 수식에 나타낸 C_{ij}는 시험에 사용한 모든 통발에 어획된 각고 계급 l_j인 고둥의 총 개체수를 나타낸다.

$$\psi_{ij}=c_{ij}/\sum_{i=1}^{k}c_{ij}=c_{ij}/C_{ij} \quad (3)$$

각고 l_j인 고둥이 망목 크기 m_i인 통발에 어획될 비율은 식 (1)과 식 (3)으로부터 아래와 같이 표현된다.

$$\psi(R_{ij})=s(R_{ij})q_iX_iN_j/\sum_{i=1}^{k}[s(R_{ij})q_iX_iN_j]=p_is(R_{ij})/\sum_{i=1}^{k}p_is(R_{ij}) \quad (4)$$

식 (4)에서 분모 분자에 공통항인 N_j는 소거되고 p_i (=q_iX_i)는 망목 크기별 조우 확률 (split parameter)로서 $\sum_{i=1}^{k}p_i$=1로 주어진다.

이 연구에서는 p_i를 다항분포에 기초하여 어획 노력량 (통발 수)의 비율로 나타내는 경우 (p-fixed model)와 추정하는 경우 (p-estimated model)로 구분하는 SELECT (Share Each Length' s Catch Total) 모델을 적용하였다 (Millar and Walsh, 1992 ; Fujimori and Tokai, 2001 ; Park et al., 2004 ; Wileman et al., 1996 ; Yamashita et al., 2009 ; Park et al., 2011). 또한, 수식의 파라미터는 최우법 (Maximum Likelihood Method)을 사용하여 추정하였고, 식 (5)의 대수 함수를 최대화함으로서 계산할 수 있다. 여기서 L은 우도를 나타낸다.

$$\ln L=\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{k}(c_{ij}\log_e\psi(R_{ij})) \quad (5)$$

어장에 서식하는 고둥이 어구와 조우할 확률이 일정하다고 가정한 모델 (p-fixed model)과 확률이 다르다고 가정한 모델 (p-estimated model) 중에서 어느 쪽 모델이 보다 적합한지를 검토하기 위하여 이 연구에서는 AIC 값을 비교하였다 (Akaike, 1974). AIC 값은 최대대수우도를 MLL, 파라미터 수를 Q라고 하면 AIC=−MLL+2Q로 주어지며, AIC 값이 작은 모델이 양호한 모델로 판정된다. 또한, 어구의 망목 선택성을 평가하는 지표로서 식 (6)으로 표현되는 50%상대선택각고 R_{50}과 선택범위 SR (=$R_{75}-R_{25}$)을 나타내었다 (Wileman et al., 1996 ; Miyajima et al., 2012).

$$R_{50}=-a/b,\ SR=(2\ln 3)/b \quad (6)$$

결과 및 고찰

어획물 조성

시험 조업은 총 10회 수행하였고 선상에 양망된 통발의 수는 모두 2,075개였다 (Table 1). 시험 어구에 어획된 어획물의 종류는 물레고둥 (Finely-striate buccinum, *Buccinum striatissimum*), 세고리물레고둥 (Constricted whelk, *Buccinum opisthoplectum*) 명주매물고둥 (*Neptunea constricta*), 물렁가시붉은새우 (Morotoge shrimp, *Pandalopsis japonica*), 대게 (Snow crab, *Chionoecetes opilio*), 굵은띠매물고둥 (*Neptunea frater*), 도화새우 (Coonstripe shrimp, *Pandalus hypsinotus*) 등이었다 (Table 2). 망목 크기가 작은 통발 (주로 망목 크기 17.1 mm)에 비유용 생물인

Table 1. Number of successful pots obtained in the fishing experiments

Mesh size (mm)	Successful pots	Relative fishing efficiency
17.1	407	0.196
24.8	428	0.206
35.3	419	0.202
39.8	412	0.199
48.3	409	0.197
Total	2,075	1.000

Table 2. Catch numbers of species caught in the pot of each mesh size

Species	Mesh size (mm)					Total	(%)
	17.1	24.8	35.3	39.8	48.3		
Buccinum striatissimum	1,852	2,021	1,739	1,533	1,195	8,340	(50.9)
Neptunea constricta	164	189	145	129	119	746	(4.6)
Buccinum opisthoplectum	971	1,007	818	712	512	4,020	(24.5)
Pandalopsis japonica	480	550	284	132	19	1,465	(8.9)
Chionoecetes opilio	135	268	372	427	477	1,679	(10.3)
Pandalus hypsinotus	1	1	1	0	0	3	(0.0)
Neptunea frater	25	18	34	27	16	120	(0.7)
Others (Octopus etc)	3	2	04	1	3	9	(0.1)
Sum	3,631	4,056	3,393	4,084	3,090	22,258	(100)

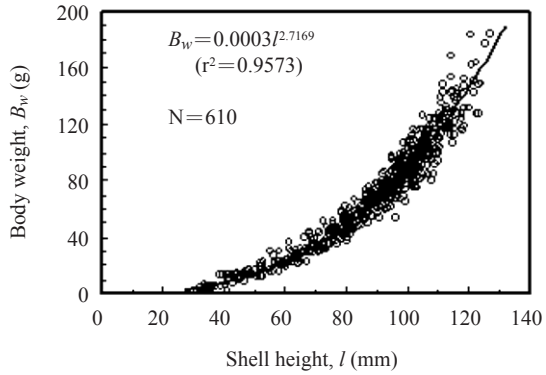

Fig. 2. Relationship between shell weight and shell height of finely-striate buccinum *Buccinum striatissimum*. *N*, catch number.

거미불가사리가 다소 어획되었으나, 측정은 생략하였다. 시험 조업에 어획된 물레고둥의 각고와 체중의 관계는 Fig. 2에 나타내었다.

망목 선택성 곡선

시험 어구에 어획된 망목 크기별 물레고둥의 각고 조성을 Fig. 3에 나타내었다. 통발의 망목 크기에 따른 각고 조성을 보면, 망목 크기의 증가에 따라 소형 개체의 어획이 감소하는 경향을 보였다. 또한, 망목 크기가 17.1, 24.8, 35.3 mm인 경우에는 2개의 최빈값 (mode)을 나타내나, 망목 크기가 39.8, 48.3 mm의 경우에는 1개의 최빈값을 나타내었다. 망목 크기가 가장 작은 통발 (m= 17.1 mm)에 어획된 각고 조성의 최빈값은 각각 52.5, 87.5 mm이며 그 외의 통발에서도 비슷한 위치에 최빈값을 나타내었다.

이 연구에서는 망목 크기별 물레고둥의 각고 조성을 사용하여 선택성 곡선의 파라미터를 추정하였다. 시험 통발에 어획된 각고 l_j인 물레고둥이 망목 크기 m_i인 통발에 어획되는 비율 ψ_{ij}을 계산하고 두 모델 (p-estimated, p-fixed)로부터 계산된 추정치 를 그림으로 나타내었다 (Fig. 4).

각고 조성에 기초하여 계산된 관측치 (Observed value)와 추정치 (Expected value)를 비교하면 망목 크기 24.8 mm 통발은 각고 50 mm 이하의 범위에서, 망목 크기 48.3 mm 통발은 각고 100 mm 이상의 범위에서 관측치와 추정치 사이에 다소 일치하지 않는 부분이 보인다. 이것은 이들 각고 범위의 어획 개체수가 적은 영향으로 생각된다. 그러나 어획 개체수가 비교적 많은 각고 범위

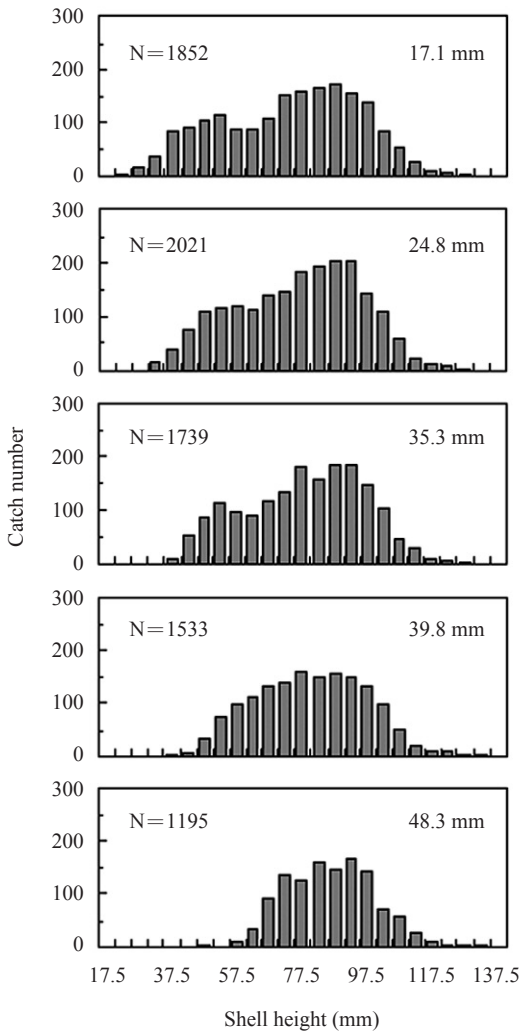

Fig. 3. Shell height distributions of finely-striate buccinum caught in the experimental pots. N, catch number.

(50～100 mm)에서는 두 모델의 관측치와 추정치가 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

각 모델에서 계산된 Logistic 함수의 파라미터 (a, b), 조우 확률 (p) 등을 Table 3에 나타내었다. 조우 확률 일정 모델 (p-fixed)과 조우 확률 추정 모델 (p-estimated)의 50%상대선택각고 R_{50}는 각각 1.260 및 1.276을 나타낸다 (Table 3).

각 모델로부터 추정된 파라미터를 사용하여 선택성 곡선 Master curve 및 망목 크기별 선택 곡선을 각각 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 통발의 망목 크기가 25, 35, 50, 60 mm로 증가함에 따른 물레고둥의 50%선택각고 (l_{50})는 조우 확률 일정 모델에서는 각각 31.9, 44.7, 63.8, 76.6

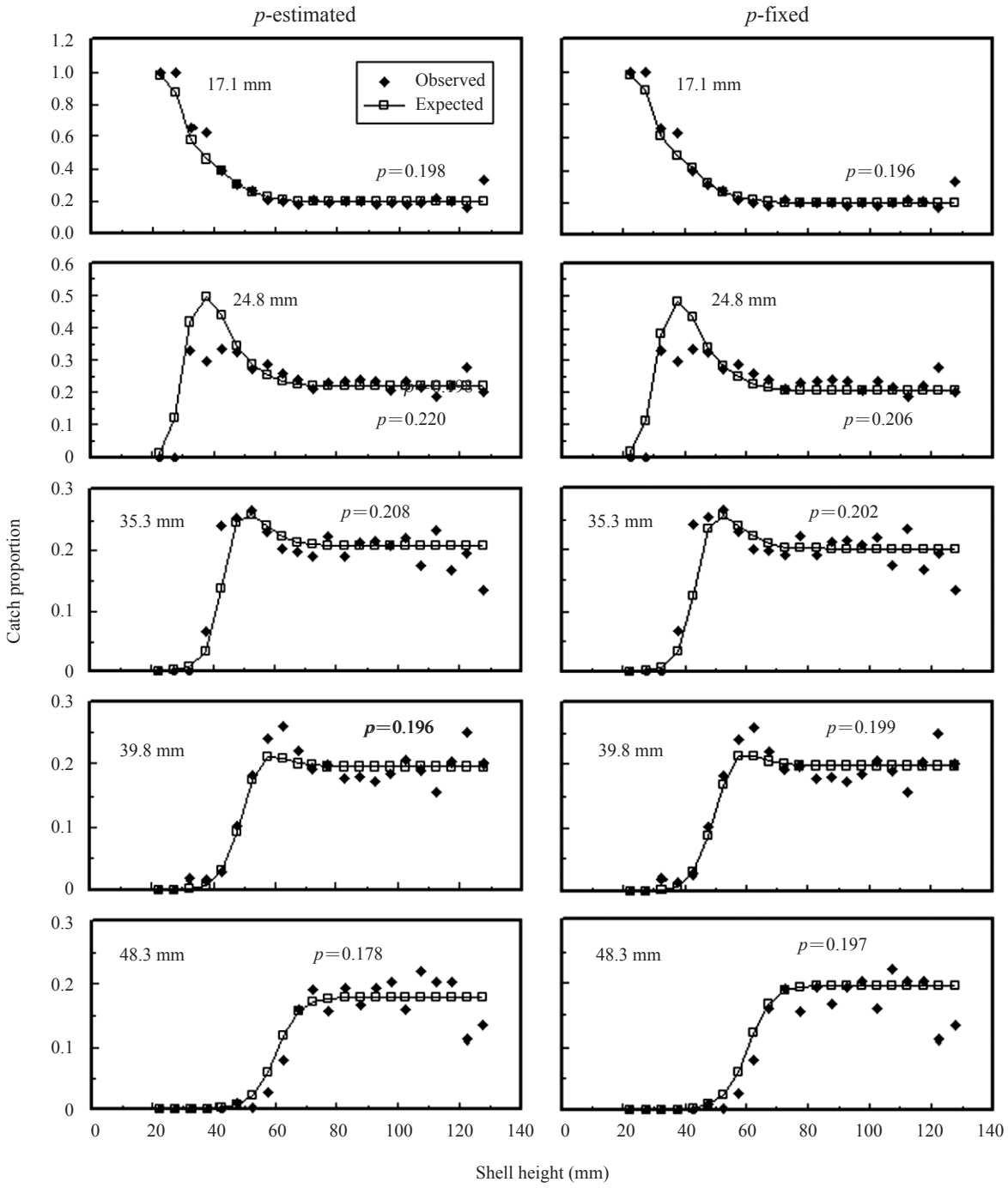

Fig. 4. Plots of the proportion taken in each mesh pot to the total catch of finely-striate buccinum and fitted curves for the two models with *p*-estimated (left) and *p*-fixed (right). *p*, split parameter.

mm를 나타내고 조우 확률 추정 모델에서는 각각 31.5, 44.1, 63.0, 75.6 mm를 나타낸다. 이와 같은 결과는 반구형 통발의 망목 크기가 증가할수록 소형 개체의 물레고둥이 통발의 망목을 통하여 쉽게 빠져나간다는 것을 의미한다.

일반적으로 시각이 발달한 어류나 갑각류 등이 통발

에 입망한 경우, 망목을 통과할 수 있는 소형 개체는 자력으로 유영하거나 기어서 탈출할 수 있다. 실험 수조에서 rock crab (*Cancer irroratus*)이나 green crab (*Carcinus meanas*)을 사용한 실험 결과를 보면 통발 안에 큰 개체가 있을 경우에는 작은 개체의 어획이 감소하는 결과를 나타내었다 (Miller and Addison, 1995). 이러한 현상은 게류의 시각에 의한 영향으로 생각되나, 고둥류의 경우에는 시각으로 망목을 확인하여 탈출한다고 보기 어렵다. 고둥류는 망목에 접촉한 개체 크기와 망목 크기 사이의 상대적인 관계에 의하여 망목을 통과하며, 그러한 결과로 인하여 망목 크기가 증가할수록 소형의 개체가 쉽게 망목을 통과하는 것으로 생각된다 (Nashimoto et al., 1995).

Table 3. Parameter estimates of the extended SELECT model

Parameter and MLL*1	model	
	p-estimated	*p*-fixed
Logistic parameters of master curve $s(R)=\exp(a+bR)/[1+\exp(a+bR)]$, where $R=l/m$		
a	−16.438	−15.661
b	13.044	12.274
R_{50} (mm)*2	1.260	1.276
SR (mm)*3	0.168	0.179
Split parameter *p* for each mesh size		
17.1 mm	0.1982	0.1961
24.8 mm	0.2195	0.2063
35.3 mm	0.2079	0.2019
39.8 mm	0.1964	0.1986
48.3 mm	0.1780	0.1971
MLL	−12902.8	−12912.4
AIC*4	25817.5	25828.7

*1, Maximum log-likelihood. *2, Relative shell height of 50% retention
*3, Selection range defined as $R_{75}-R_{25}$. *4, Akaike information criterion

조업 과정을 살펴보면 물레고둥이 서식하는 어장 수심이 100 m 이상이므로 양망 중에 줄에 연결된 통발이 수중을 이동하면서 수류 등의 영향으로 흔들거릴 것으로 생각된다. 이 경우, 통발 내부에 있는 고둥이 굴러다니면서 통발의 망목과 접촉하는 기회가 많아지므로 망목을 통과하는 확률은 높아질 것으로 생각된다. 금후, 고둥의 탈출 행동 등에 관한 연구를 통하여 고둥류가 통발의 망목을 통과하여 빠져나가는 현상을 상세히 구명할 필요가 있다.

이 연구에서 추정된 두 모델 (*p*-estimated, *p*-fixed)의 망목 선택성 곡선 중에서 어느 쪽이 보다 적합한지를 검토하기 위하여 AIC 값을 비교하였다 (Table 3). 일반적으로 AIC 값이 작으면 보다 적합한 모델로 평가되므로 이 연구에서는 조우 확률 *p*를 추정한 모델의 선택성 결과를 채택한다. 조우 확률 추정 모델의 선택성 결과로부터 Logistic 함수의 파라미터는 $a=-16.438$, $b=13.044$ 이다.

금후 이 연구에서 얻어진 반구형 통발에 대한 물레고

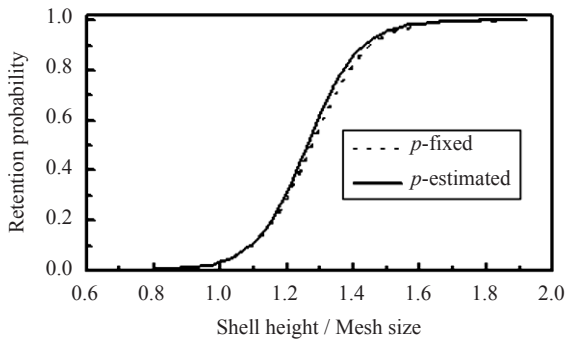

Fig. 5. Estimated master selection curves of the pots for finely-striate buccinum.

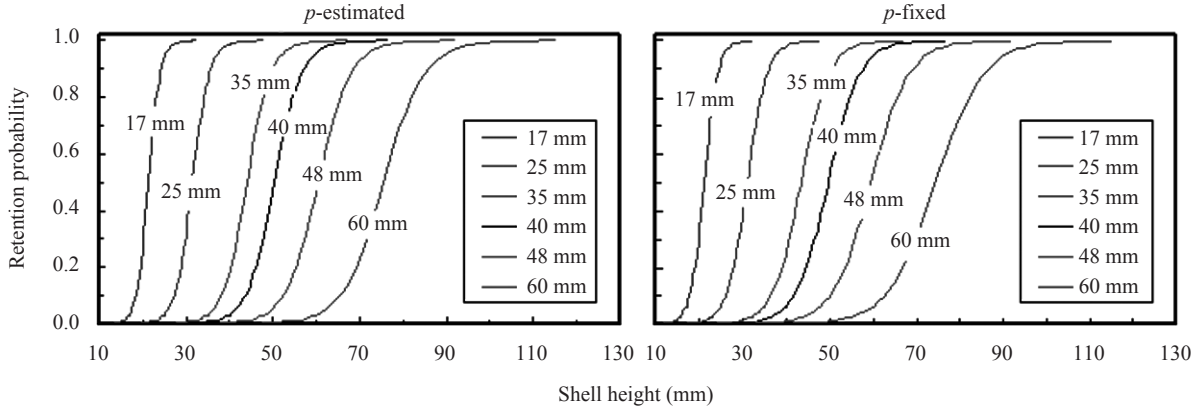

Fig. 6. Selection curves of the pots for finely-striate buccinum using the two models with *p*-estimated and *p*-fixed.

등의 선택성 결과를 자원 관리 등에 활용하는 방안의 검토가 필요하다. 또한, 통발에 탈출구 (escape gap 또는 escape vent) 또는 격자 (grid spacing)를 부착한 통발을 사용하여 어획시험을 수행하고 자원의 지속적 이용에 적용하는 것이 중요하다 (Boutson et al., 2009 ; Jirapunpipat et al., 2008 ; Treble et al., 1998 ; Watanabe and Yamasaki, 2006).

결 론

어업 자원의 지속적 유효 이용을 위해서는 소형 개체의 혼획을 감소시키고 상품성 있는 개체만을 선택적으로 어획하는 것이 중요하다. 이 연구에서는 반구형 통발 (밑면 직경 58 cm, 높이 37 cm, 중량 700 g)에 대한 물레고둥의 망목 선택성을 추정하기 위하여 망목 크기가 다른 반구형 통발을 제작하여 2003년과 6월과 9월 사이에 동해안 영일만 주변 수역에서 시험 조업을 수행하였다. 시험 어구에 어획된 어종별 개체수는 물레고둥 (Finely-striate buccinum, *Buccinum striatissimum*) 50.9%, 세고리물레고둥 (Constricted whelk, *Buccinum opisthoplectum*) 24.5%, 명주매물고둥 (*Neptunea constricta*) 4.6%, 물렁가시붉은새우 (Morotoge shrimp, *Pandalopsis japonica*) 8.9%, 대게 (Snow crab, *Chionoecetes opilio*) 10.2%, 굵은띠매물고둥 (*Neptunea frater*) 0.7%, 기타 (문어 포함) 0.1%로 나타났다. 이 연구에서는 반구형 통발에 대한 물레고둥의 망목 선택성 곡선을 Logistic 함수로 표현하였고 SELECT 모델을 적용하여 파라미터 등을 계산하였다. 반구형 통발에 대한 물레고둥의 망목 선택성 Master curve는 $s(R) = \exp(13.044R - 16.438)/[1 + \exp(13.044R - 16.438)]$로 추정되었다. 여기서 상대각고 은 통발의 망목 크기 (m)에 대한 물레고둥의 각고 (l)의 비율을 나타낸다. 이와 같은 연구 결과는 망목 크기가 증가할수록 소형 개체의 물레고둥 어획량이 감소하는 것을 나타낸다. 망목 선택성 결과로부터 50%상대선택각고는 1.260, 선택범위는 0.168로 계산되었다. 또한, 반구형 통발의 망목 크기가 25, 35, 50, 60 mm로 증가함에 따른 물레고둥의 50%선택각고 (l_{50})는 각각 31.5, 44.1, 63.0, 75.6 mm를 나타내었다. 금후, 이 연구에서 얻어진 결과가 물레고둥 자원의 지속적 이용에 활용되기를 희망한다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (RP-2014-FE-008)의 지원에 의해 수행되었습니다. 시험 조업에 협조하여 주신 어선의 선장님 등에게 깊이 감사드립니다. 또한, 본 논문의 작성에 많은 조언을 하여 주신 심사위원님께도 감사의 뜻을 전합니다.

REFERENCES

Akaike H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Trans Autom Contr AC－19, 716－723.

Boutson A, Mahasawasde C, Mahasawasde S, Tunkijjanukij S and Aromoto T. 2009. Use of escape vents to improve size and species selectivity of collapsible pot for blue swimming crab *Portunus pelagicus* in Thailand. Fish Sci 75, 25－33.

Fujimori Y and Tokai T. 2001. Estimation of gill net selectivity curves by maximum likelihood method. Fish Sci 67, 644－654.

Harada M, Tokai T, Kimura M, Hu F and Shimizu K. 2007. Size selectivity of escape holes in conger tube traps for inshore hagfish *Eptatretus burgeri* and white-spotted conger *Conger myriaster* in Tokyo bay. Fish Sci 73, 477－488.

Jeong EC, Park CD, Park SW, Lee JH and Tokai T. 2000. Size selectivity of trap for male red queen crab *Chionoecetes japonicus* with the extended SELECT model. Fish Sci 66, 494－501.

Jirapunpipat K, Phomikong P, Yokota M and Watanabe S. 2008. The effect of escape vents in collapsible pots on catch and size of the mud crab Scylla. Fish Res 94, 73－78.

Kim IO, Mituhasi T, Jo TH, Park CD and Tokai T. 2005. Effect of tooth spacing on the contact selection and available selection of a dredge for the equilateral Venus clam *Gomphina melanaegis*. Fish Sci 71, 713－720.

Kim IO, Jo TH, Park CD and Tokai T. 2005. Mesh selectivity of dredge bag net for a clam, equilateral Venus clam *Gomphina melanaegis*. 2005. Nippon Suisan Gakkaishi 71, 54－59.

Millar RB and Fryer RJ. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. Rev Fish Biol Fish 9, 89－116.

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

Mituhasi T, Tokai T, Ercoli R, Garcia JC, Salvini L, Bartozzetti J and Roth R. 2000. Estimating codend selectivity and fish escapement from a cover net of an insufficiently small mesh size. Fish Sci 66, 327－333.

Miyajima T, Yagishita N, Yamasaki A and Tokai T. 2012. Mesh selectivity of Danish seine for Japanese sand fish *Arctoscopus-japonicus*. Nippon Suisan Gakkaishi 78, 27－36.

Miller R. J. and Addison J. T. 1995. Trapping interactions of crabs and American lobster in laboratory tanks. Can J Fish Aquat Sci 52, 315－324.

Nashimoto K, Suzuki K, Takagi T, Motomatsu K and Hiraishi T. 1995. Selectivity of traps for whelks *Neptunea arthritica*. Nippon Suisan Gakkaishi 61, 525－530.

National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2000. Commercial Molluscs from the Freshwater and Continental Shelf in Korea. Kudeok Print Publishing Co., Busan, 86－87.

National Fisheries Research & Development Institute. 2008. Fishing Gear of Korea. Hangul Graphics, Busan, 104－130.

Okutani T. 2000. Marine Mollusks in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo, 488－489.

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, 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 (4), 390－396. (doi: 10.5657/KFAS.2011.0390)

Park CD, Bae JH, Cho SK, Cha BJ and Kim HY. 2013. Size selectivity of the dome-shaped pot for whelk *Buccinum opisthoplectum* in the eastern coastal waters of Korea. J Kor Soc Fish Tech. 49 (4), 368－376. (doi: 10.3796/KSFT.2013.49.4.368)

Park HH, Millar RB, An HC and Kim HY. 2007. Size selectivity of drum-net traps for whelk (*Buccinum opisoplectum dall*) in the Korean coastal waters of the East Sea. Fish Res, 86, 113－119.

Treble RJ, Millar RB and Walker TI. 1998. Size selectivity of lobster pots with escape-gaps : application of SELECT method to the southern rock lobster (*Jasusedwardsii*) fishery in Victoria, Australia. Fish Res 34, 289－305.

Watanabe T and Yamasaki S. 2006. Size selectivity of the red queen crab trap estimated with pocket cages. Tech Rept Nat Res Inst Fish Eng 28, 1－11.

Wileman DA, Ferro RST, Fonteyne R and Millar RB. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative research report No. 215, 1－126.

Yamashita H, Shiode D and Tokai T. 2009. Longline hook selectivity for red tilefish *Branchiostegus japonicus* in the East China Sea. Fish Sci 75, 863－874.

2014. 7. 5 Received
2014. 8. 1 Revised
2014. 8. 14 Accepted