

세고리물레고둥(*Buccinum opisthoplectum*)의 망목 크기 선택성에 대한 실험적 고찰

김성훈 · 정정모^{1*} · 백세나²

부경대학교 해양생산시스템관리학부 교수, ¹부경대학교 저탄소해양생산기술연구소 연구원,

²부경대학교 수산물리학과 대학원생

An experimental study on the mesh size selectivity for whelk (*Buccinum opisthoplectum*)

Seonghun KIM, Jung-Mo JUNG^{1*} and Sena BAEK²

Professor, Department of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

¹Researcher, Institute of Low-Carbon Marine Production Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

²Student, Department of Fisheries Physics & system, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

In this study, the selection action on the mesh in the net pot for whelk (*Buccinum opisthoplectum*) is experimentally considered, and the selectivity was compared by the SELECT model and the Nashimoto's method with the probability model according to the contact shape of the mesh and the whelk. The experiments of the mesh size selectivity was conducted for two mesh sizes: 70 mm (inner stretched size 65.4 mm) and 44 mm (inner stretched size 39.5 mm). Selectivity experiments were conducted three times in total for each mesh size used 264 whelks. In addition, Nashimoto's method analyzed the retention probability using probability model for whether the mesh passed or not based on the carapace width of the whelk. As a result of the selectivity analysis, the 50% selection carapace width for the mesh size of 70 mm was similar to 43.62 mm in the SELECT model and 42.64 mm in the Nashimoto's method. However, the 44 mm mesh with relatively small mesh size showed differences of 40.01 mm and 26.80 mm, respectively. As for the mesh size selectivity of whelk, it was found that the smaller the mesh size, the lower the selectivity. In addition, in the selectivity study on the mesh size of whelk, an evaluation method that closely considers the contact shape between the mesh and the target species is required.

Keywords: Whelk, *Buccinum opisthoplectum*, Mesh size, Selectivity, SELECT, Logistic equation

서론

우리나라 동해안에는 다양한 고둥류가 서식하고 있다. 어업인들에게는 일반적으로 골뱅이라는 명칭으로

일컬어지고 있다. 우리나라에서 생산되는 고둥의 양은 2020년 기준으로 9,530 MT을 나타냈으며, 생산량의 약 51%가 연안에서 사용하는 그물통발에 의해 새우 등과

*Corresponding author: jjm6538@gmail.com, Tel: +82-51-629-5888, Fax: +82-51-629-5886

함께 어획되고 있다(KOSIS, 2021). 우리나라 통계에서는 이 고동류에 대해 세부적인 종별 어획량은 나타나고 있지 않고 있으며, 지역별로 해역 수심별로 우점하는 고동류가 다르기 때문에 개별 종에 대한 자원의 상태나 생산량 추이에 대해서는 파악하기 어려운 실정이다. 동해안에서 서식하는 고동은 크게 매물고동류와 물레고동류로 나눌수 있으며, 각 분류별로 종다양성이 크지만 명확히 분류가 되어 있는 자료도 부족한 실정이다. 동해안에서 어획되는 고동류 중에서 경제적으로 상품가치가 비교적 높은 종류는 물레고동(*Buccinum striatissimum*)으로 모래펄이 많은 수심 200~500 m에 주로 서식하는 것으로 알려져 있으며, 세고리물레고동(*Buccinum opisthoplectum*)은 저질이 주로 펄로 이루어진 수심 50~200 m에 주로 분포하는 것으로 알려져 있다(NFRDI, 2000; Okutani, 2000). 고동을 어획하는 통발은 다양한 형태가 있으며, 반구형, 장구형 스프링통발을 과거부터 폭넓게 사용하고 있으나 최근에는 원통형 통발을 많이 사용하고 있다(Kim et al., 2020).

고동을 어획하기 위한 통발의 그물코 크기는 35 mm 이하의 사용을 금지하고 있다. 그러나 현재 그물코 크기에서도 소형의 고동부터 크기가 큰 고동까지 다양하게 어획이 되고 있으며, 고동의 자원생물학적인 연구는 부족한 실정이다(Park et al., 2013). 소형 개체의 경우 상품성이 현저히 낮으므로 혼획을 저감할수 있는 어구학적인 개선방안이 필요한 실정이다.

최근에는 연안그물 통발을 대상으로 그물코의 크기 변화에 따른 망목선택성 연구가 점진적으로 진행되고 있다(Park et al., 2007; Part et al., 2013; Kim et al., 2020). 이들 연구는 대부분 해상시험을 통한 어획개체의 크기 분포를 바탕으로 주로 SELECT 모델을 기반으로 Logistic 함수를 사용하고 있다.

국외에서는 Nashimoto et al. (1995)에 의해 관절매물고동(*Neptunea arthritica*)를 대상으로 대상그물코와 대상 개체의 접촉 형상에 따른 그물코 크기 선택성에 관한 연구가 수행된 바 있다.

본 연구에서는 고동을 대상으로 하는 통발에 있어서 그물코에 대한 선택성 작용을 실험적으로 고찰하고, 분석방법에 있어서 기존의 SELECT 모델(Millar and Fryer, 1999; Tokai and Mitsuhashi, 1998)에 의한 선택성과 Nashimoto 방법의 한 선택성을 비교·분석하였다. 이

러한 연구를 통하여 고동류의 지속적 이용을 위해 그물코 규제와 자원관리 방안 모색을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험방법

본 연구에서 고동을 대상으로 그물코 크기 2종류에 대한 통과와 잔류 실험을 통해 망목 선택성 실험을 하고 2가지를 선택성 분석 모델을 사용하여 비교 분석하였다.

선택성 실험에 사용한 선택실험 장치는 정사각형 프레임에 그물망지를 붙여서 사용하였다. 선택실험 장치는 직경 ϕ 8 mm sus 재질의 환봉을 사용하여 한번의 길이 600 mm로의 정사각형 프레임을 제작하여 실험 그물감을 붙여서 사용하였다. 실험에 사용한 그물감은 PE 210 Td 36 ply의 그물코 크기 70 mm (inner stretched size; aver. 65.4 mm)와 44 mm (inner stretched size; aver. 39.5 mm)로 성형률 70%로 붙여서 사용하였

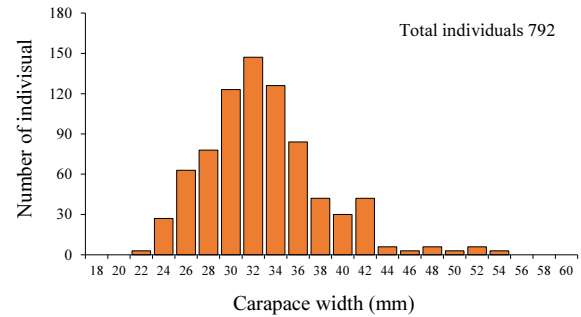


Fig. 1. Carapace height distribution of experimental individuals using in mesh size selectivity test.

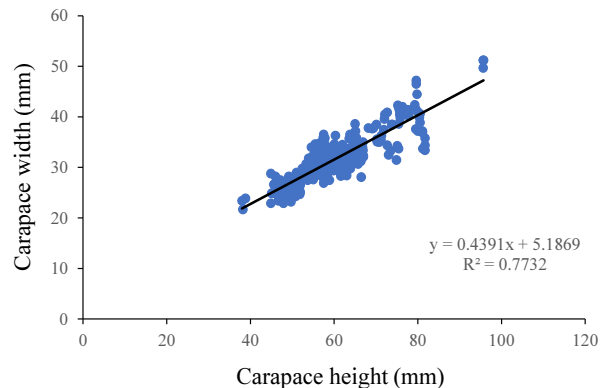


Fig. 2. Relationship between carapace height and carapace width of whelk (*Buccinum opisthoplectum*) using in experiments.

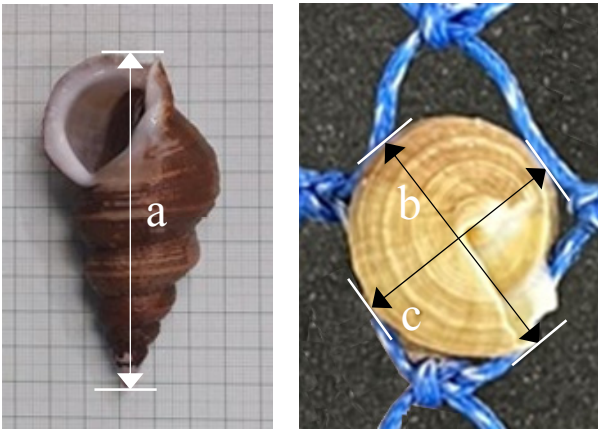


Fig. 3. Measurement points of experimental individuals using in mesh size selectivity test. (a) Maximum carapace height (b) Maximum carapace width (c) Minimum carapace width.

다. 그물코 크기는 기존의 Kim et al. (2020)에서 물레고둥 통발에 있어서 자원관리를 위해 제시한 60 mm 이상의 그물코의 크기, 현용 통발의 35 mm 그물코의 크기를 고려하여, 내정 기준으로 상용제품 중 유사한 크기로 선정하였다.

선택성 실험에 사용한 실험개체는 경북 울진 후포에서 그물통발로 어획한 세고리물레고둥(*Buccinum opisthoplectum*) 264 개체를 사용하였다. 실험은 전체 실험개체를 총 3회 실험하였으며, 선택성 분석은 총 792 개체로 집계하여 분석하였다. 실험개체의 각폭 분포는 Fig. 1에 나타내었으며, 각고와 각폭의 상관관계는 Fig. 2에 나타내었다.

실험은 각 그물코 크기별 선택실험 장치 위에 1회 약 10 개체를 크기나 무게에 상관없이 무작위로 올려놓고 좌우, 상하 실험장치를 개체가 충분히 빠질 때 까지 수차례 흔들어 그물코를 통과한 개체, 잔류한 개체로 분류하였다. 측정은 최대 각고, 최대 각폭, 최소 각폭을 전수 측정하였으며, 디지털 버니어캘리퍼스를 사용하여 0.1 mm 단위로 측정하였다. 실험개체의 측정 위치는 Fig. 3에 나타내었으며, 각폭은 실험개체를 상부에서 바라보았을 때 가장 넓은 폭을 최대 각폭, 가장 좁은 폭을 최소 각폭으로 설정하여 측정하였다.

선택성 분석방법

본 연구에서는 각각의 그물코 크기별 선택실험장치를 이용하여 세고리물레고둥을 실험개체로 하여 그물코 통

과실험을 수행하고, 그 결과를 Logistic 함수와 Nashimoto 방법 두가지를 적용하여 각각 선택성을 비교·분석하였다.

본 연구에서는 식 (1)에 나타난 것과 같이 실험에 투입한 총 실험개체수에 대한 그물코를 통과한 개체와 잔류한 개체의 비를 잔류률로 정의하였다.

$$\phi = \frac{C_R - C_P}{C_R} \quad (1)$$

여기에서 ϕ 는 잔류률, C_R 는 그물코를 통과하지 못한 개체수, C_P 는 선택장치를 통과한 개체수를 나타낸다. 선택성 분석에서는 식 (2)에 나타난 Logistic방정식 (Pope et al., 1975)을 이용하였다.

$$S(l) = \frac{\exp(a + bl)}{1 + \exp(a + bl)}, \quad 0 < S < 1 \quad (2)$$

여기에서 $S(l)$ 는 선택률로써 본 연구에서는 잔류률을 나타낸다. a 와 b 는 곡선식의 파라미터, l 은 대상개체의 체장을 나타내며, 본 연구에서는 최대 각폭을 적용하였다. 곡선의 파라미터 추정은 SELECT 모델을 기초하여 최우법(Maximum likelihood method)으로 추정하였다(Millar and Walsh, 1992; Fujimori and Tokai, 2001).

여기에서 식 (2)의 값을 최대로 하는 파라미터를 찾아내는 것에 의해 선택성 곡선식을 구하였다. 또한 추정한 선택성 곡선으로부터 25%, 50%, 75% 선택 각폭의 값 l_{25} , l_{50} , l_{75} 를 식 (3)~(5)에 의해 산출하였다.

$$l_{25} = \frac{-\ln(3) - a}{b} \quad (3)$$

$$l_{50} = \frac{-a}{b} \quad (4)$$

$$l_{75} = \frac{\ln(3) - a}{b} \quad (5)$$

또한 각 탈출장치의 선택성 정도를 파악하기 위해 선택범위(Selection Range, SR)를 구하여 조사하였으며, 선택범위는 식 (6)에 의해 산출하였다.

$$SR = l_{75} - l_{25} = 2\ln(3)/b \quad (6)$$

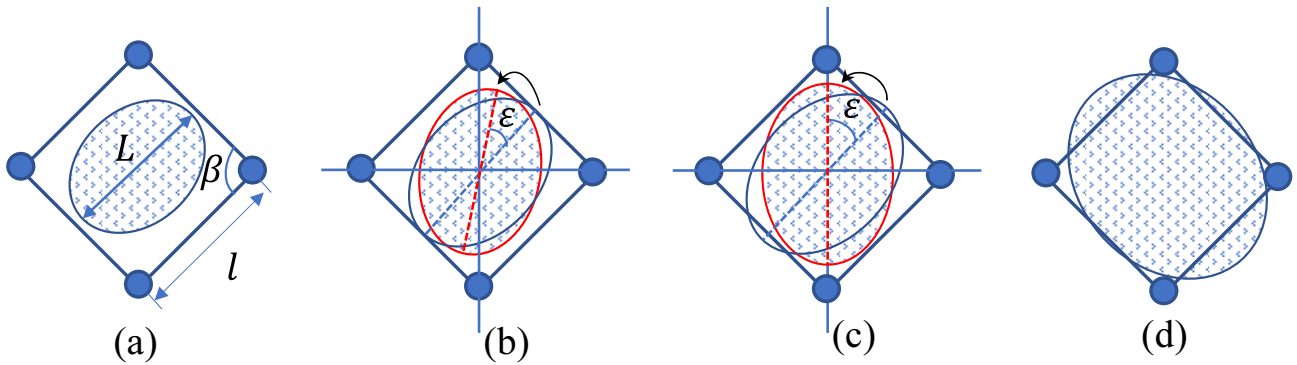


Fig. 4. Schematic diagram on relationship wheelk size and mesh shape.

본 연구에서는 고둥이 그물코와 접촉하는 경우, 접촉하는 자세와 일정 부분을 축으로 하여 자유도를 가지고 회전할 수 있는 경우를 고려하여 Nashimoto의 확률모델(Nashimoto et al., 1995)을 사용하여 선택성을 분석하였다. 이 방법은 관절매물고등을 대상으로 그물코와 접촉했을 때, 고둥이 그물코의 어느 부분과 접촉하는 경우와 그물코를 바로 통과하는 두가지의 경우로 고려하였다. 이 방법은 고둥이 그물코에 대해 연직 단면의 최대 폭이 그물코의 가운데에 놓이게 되는 크기라면, 고둥은 각 투영면이 발과 접촉하는가, 아닌가를 판단하고, 각각의 경우의 수를 합하여 확률을 계산하면 그물코 크기에 대한 선택확률을 구할 수 있다는 이론이다(Fig. 4).

이 방법에서는 고둥이 그물코를 통과하지 않을 확률 P (잔류확률)은 그물코의 크기 $2l$ (1발의 길이 l), 주름 S , 각폭 L 로 하는 함수로써 나타낼 수 있다. 따라서 각 개체의 확률 P_n 은 고둥의 투영면 중 대칭되는 경우를 제외하면 그물코를 통과하지 않을 평균 확률 P 는 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_n = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} P_{ni}(l, S, L) \quad (7)$$

여기서 i 는 투영면의 번호이다. 망목 선택성 곡선의 추정은 식 (7)에 의해 추정하는 것이 가능하며, 여기서 그물코에서 고둥이 통과하거나 그렇지 않은 경우를 판정하여 그 확률을 구하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 Nashimoto 방법(Nashimoto et al., 1995)을 기초로 아래와 같은 3가지 가정을 통해 확률모델을 수립하였다.

첫째, 고둥이 그물코에 조우하는 확률은 고둥의 크기

에 관계없이 똑같다.

둘째, 고둥이 그물코 접촉해서부터 통과할 때의 자세는 개체 크기에 관계없이, 각고 축, 각폭 축, 각경 축에 각각 회전의 자유도를 가지고 있으며, 임의의 자세에서 그물코에 대해서 직각으로 빠져나간다.

셋째, 그물코의 형상은 변형되지 않으며, 어느 부분에도 동일한 전개각을 유지한다.

이들 가정 하에서, 고둥이 임의의 자세를 유지하고 그물코 형상이 변형이 없는 마름모꼴로 유지된다고 할 때 고둥과 그물코 크기의 상대적인 관계를 모식적으로 Fig. 4와 같이 나타낼 수 있다.

Fig. 4에서 잔류확률 P_{ni} 는 마름모꼴의 그물코에서 평면상에 그물코의 중심과 고둥의 위에서 본 사영 형상에서 최대 각폭의 중심을 일치시켜서 각폭의 중심을 축으로 회전하는 것이 가능하고, 고둥이 회전할 수 없는 범위의 각도 ϵ_i 에 따라 잔류확률은 식 (8)과 같이 구할 수 있다.

$$P_{ni} = (l, S, L) = \frac{2\epsilon_i}{\pi} \quad (8)$$

본 연구에서는 고둥이 그물코를 수직으로 통과한다고 가정하였으며 통과에 영향을 미치는 최대 각폭을 기준으로, Fig. 4의 고둥의 형상과 그물코의 상대 관계에 따라 회전 가능한 각도 ϵ_i 을 다음의 4가지 경우로 나누어 구하였다. 여기서 각 경우별 계산은 각도에 기초함으로 전개각 (β)은 주름률을 고려하여 $\beta = 2\cos^{-1}(1-S)$ 로 나타낼 수 있다.

- (a) $l \sin \beta > L_{n_i}$ 의 경우
- (b) $2l \sin \frac{\beta}{10} > L_{n_i} \geq l \sin \beta$ 의 경우, $\epsilon_i = 2 \cos^{-1} \left[\frac{l \sin \beta}{L_{n_i}} \right]$
- (c) $2l \cos \frac{\beta}{2} \geq L_{n_i} \geq 2l \sin \frac{\beta}{2}$ 의 경우, $\epsilon_i = \frac{\beta}{2} + \cos^{-1} \left[\frac{l \sin \beta}{L_{n_i}} \right]$
- (d) $L_{n_i} > 2l \cos \frac{\beta}{2}$ 의 경우, $\epsilon_i = \frac{\pi}{2}$

이들 4가지 조건에 따라 고둥의 통과 여부를 판단하고, 경우에 따라서는 ϵ_i 를 계산하였으며 각 투영면에서의 ϵ_i 로부터 식 (2)를 식을 이용해서 계산하는 것으로 각 고둥마다의 확률 P_n 을 추정하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 전체 실험개체 중 각쪽 계급별 대표 개체 10개체를 선정하여 각 개체별 최대 각쪽, 최소 각쪽 자료를 사용하여 선택성을 분석하였다. 본 모델에 적용한 그물코의 크기는 35 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm에 대해 각쪽과 그물코 크기의 비를 변수로 하여 각 개체 크기별 선택률을 구하였으며, 각 그물코별 성형률 70%로 고정하여 분석하였다. 이 방법에서 마스터 선택성곡선 함수는 Logistic 함수를 사용하여 나타내었으며, 곡선의 파라미터는 최소자승법으로 추정하였다.

결과 및 고찰

선택성 실험

고둥에 대한 선택성 실험은 두가지 크기의 그물코(호칭 망목, 70 mm, 44 mm) 대해서 수행하였으며 총 264개체를 3회 실험하여 총 792개체에 대해 분석하였다.

그물코 크기 70 mm에 대한 각쪽 계급 통과와 잔류 개체수와 각 각쪽 계급별 분포는 Table 1과 Fig. 5에 각각 나타내었다. 실험결과, 그물코의 크기 70 mm에 대해서는 대부분의 실험개체들이 그물코를 통과하였으며, 최대 각쪽 계급 약 32 mm 이하의 개체는 대부분 그물코를 통과하였으며, 그 이상의 개체는 일부 통과하지 못하고 잔류하였으나, 44 mm 계급 이상의 개체는 약 90% 이상 통과하지 못하고 잔류하였다. 상대적으로 각쪽 계급 40 mm 이상의 실험개체의 수가 적었으나 3회의 실험에 대부분 잔류하는 것으로 나타났다.

그물코 크기 44 mm에 대한 각쪽 계급별 통과와 잔류 개체수, 각 각쪽 계급별 분포는 Table 2와 Fig. 6에 각각 나타내었다. 70 mm에 비해 상대적으로 그물코의 크기

Table 1. Numbers of passed individuals and retention individuals for whelks on the 70 mm mesh size

Carapace width (mm)	Retention (individual)	Pass (individual)	Total (individual)
22	0	3	3
24	0	27	27
26	0	63	63
28	0	78	78
30	0	123	123
32	1	146	147
34	3	123	126
36	1	83	84
38	8	34	42
40	9	21	30
42	4	38	42
44	5	1	6
46	3	0	3
48	6	0	6
50	3	0	3
52	6	0	6
54	3	0	3
Total	52	740	792

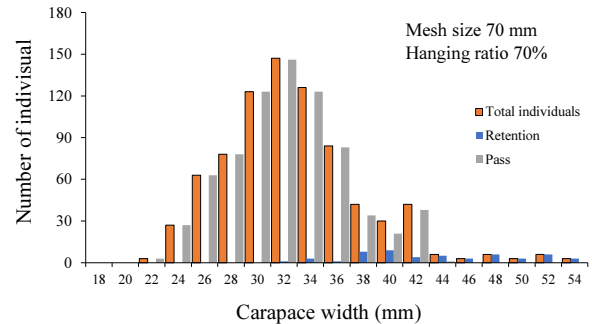


Fig. 5. Distribution of passed individuals and retention individuals for whelks on the 70 mm mesh size.

작은 44 mm 그물코에 대해 실험개체의 통과실험에서는 각쪽 24 mm의 개체는 대부분 통과하였으며, 그 이상 크기의 개체들은 대부분 잔류하였다. 그물코의 크기 70 mm와 비교하였을 경우, 44 mm는 그물코 크기는 약 40% 정도 감소하였으며, 그에 대해 탈출하는 개체의 갑장 크기는 약 10 mm 정도 작아졌다. 또한, 각쪽 38 mm 계급부터는 약 50% 이상 잔류하는 것으로 나타났다. 그물코의 크기가 작아지면 그에 대해 어획되는 개체의 크기도 작은 개체의 어획될 가능성이 큰 것을 알 수 있었다.

Table 2. Numbers of passed individuals and retention individuals for whelks on the 44 mm mesh size

Carapace width (mm)	Retention (individual)	Pass (individual)	Total (individual)
22	0	3	3
24	1	26	27
26	6	57	63
28	16	62	78
30	32	91	123
32	51	96	147
34	35	91	126
36	17	67	84
38	18	24	42
40	16	14	30
42	24	18	42
44	4	2	6
46	3	0	3
48	6	0	6
50	3	0	3
52	6	0	6
54	3	0	3
Total	241	551	792

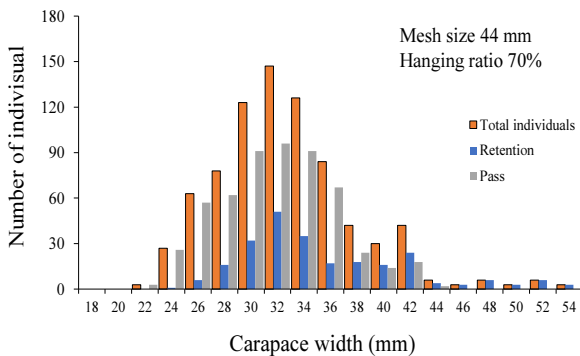
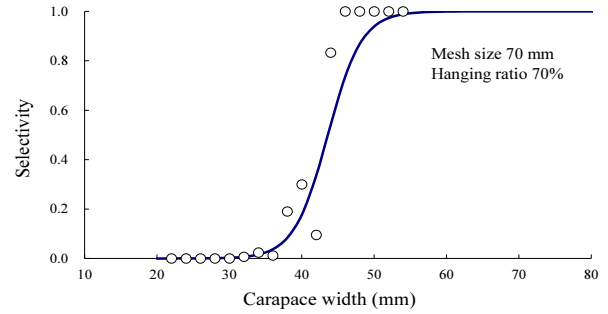


Fig. 6. Distribution of passed individuals and retention individuals for whelks on the 44 mm mesh size.

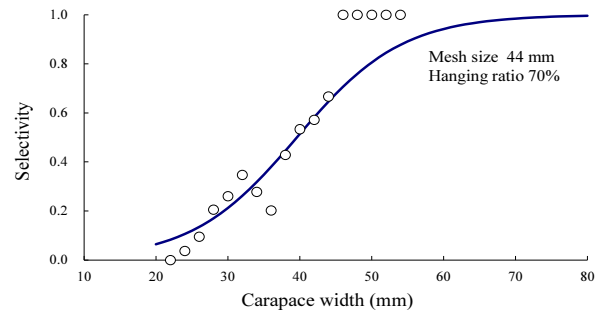
선택성 곡선 작성

두가지 그물코 크기에 대해서 SELECT 모델을 기반으로 Logistic 함수를 사용하여 선택성 곡선을 추정하였다. 선택성 곡선은 Table 1과 2의 그물코 통과 개체와 잔류 개체의 최대 각폭 계급별 마리수를 토대로 작성하였다.

선택성 곡선은 그물코 크기 70 mm와 44 mm를 비교하였을 경우 70 mm 곡선의 선택범위가 상대적으로 좁은 것을 알 수 있었으며, 대상 개체의 크기에 대한 선택성



(a)



(b)

Fig. 7. Selectivity curves of the 70 mm and 44 mm mesh size for whelk by SELECT model.

이 44 mm보다 우수한 것을 알 수 있었다. 특히, 70 mm 그물코의 경우 실험개체의 통과와 잔류가 특정 각폭 계급에 대해 명확히 구분이 되었으나 44 mm 그물코의 경우 상대적으로 각폭 계급 폭이 넓게 나타났으며, 선택성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 각 그물코 크기별 Logistic 함수에 의한 선택성 곡선은 Fig. 7에 나타내었다.

각 그물코 크기별 선택성 곡선식은 각각,

$$S_{70mm} = 1 / (1 + \exp(-18.621l + 0.427)),$$

$$S_{44mm} = 1 / (1 + \exp(-5.414l + 0.137))$$

로 나타냈다.

선택성 정도를 평가하는 각 그물코 크기별 25%, 50%, 75% 선택각폭과 선택범위(Selection rage, SR)는 Table 3에 나타내었으며, 50% 선택각폭은 그물코 70 mm에서 43.62 mm로 나타났으며, 44 mm 그물코는 40.01 mm로 70 mm 그물코가 1.1배 큰 값을 나타내었다. 선택범위(SR)는 각각 5.15 mm, 16.07 mm로 44 mm 그물코의 선택성 곡선의 수렴도가 낮아 상대적으로 큰 값을 나타내었다.

Table 3. The mesh size of 25%, 50%, 75% selection and the selection ranges for the whelk in selectivity curve by SELECT model (unit: mm)

Mesh size	L_{25}	L_{50}	L_{75}	S.R
70	41.04	43.62	46.19	5.15
44	31.56	40.01	47.63	16.07

Table 4. The carapace widths of experimental whelks for estimating by Nashimoto's selectivity method

No.	Max. Carapace width (mm)	Min. Carapace width (mm)
1	22.5	20.7
2	25.3	24.7
3	27.3	25.4
4	31.7	27.6
5	32.9	28.8
6	34.3	31.4
7	37.7	35.4
8	38.8	37.5
9	43.2	38.8
10	48.0	43.0

그물코 크기에 대해서는 70 mm가 고둥의 선택각폭의 폭이 상대적으로 좁았으며, 통발 어구에 비추어 생각했을 때 어획되는 개체의 크기가 44 mm에 비해 커질 것으로 예상할 수 있다.

고둥의 형상과 그물코의 상대관계에 따른 선택성은 Nashimoto의 확률모델(Nashimoto et al., 1995)을 사용하여 분석하였다. 선택성 분석은 전체 실험개체 중에서 최대 각폭을 기준으로 대표 개체 10개를 추출하고, 각 개체의 최대 각폭, 최소 각폭을 기준으로 확률모델을 수립하여 대상개체의 회전에 따른 통과 여부에 대한 판별과 선택률을 구하였다. 선택성 분석에 사용한 실험개체의 치수는 Table 4에 나타내었다.

선택성 곡선은 각 개체의 최대 각폭과 그물코 크기 비를 변수로 하여 추정하였으며, Fig. 7에 나타내었다.

또한, Fig. 8의 선택성 곡선을 이용하여 그물코의 크기 70 mm, 44 mm에 대한 선택성 분석 결과는 Table 5에 나타내었다.

Nashimoto 방법에 의한 50% 선택각폭은 70 mm 그물코는 42.64 mm, 44 mm 그물코 26.80 mm로 나타났다. 이는 SELECT 모델의 분석 결과와 유사한 결과를 나타내었으나, 44 mm 그물코의 결과는 큰 차이를 나타내었으며, 이는 SELECT 모델에서의 44 mm 그물코에 대한

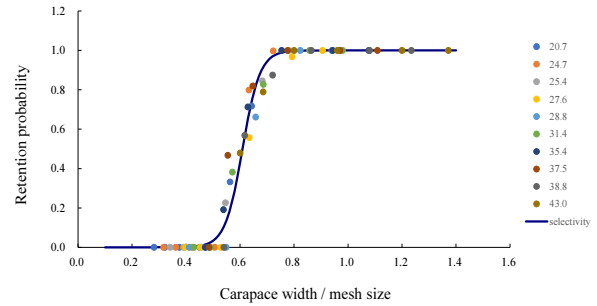


Fig. 8. Selectivity curve of the whelk using by Nashimoto's selectivity method.

Table 5. The mesh size of 25%, 50%, 75% selection and the selection ranges for whelk in selectivity curve by Nashimoto's selectivity method (unit: mm)

Mesh size (mm)	L_{25}	L_{50}	L_{75}	S.R
70	40.18	42.64	45.15	4.96
44	25.26	26.80	28.38	3.12

선택성이 실험개체의 분포와 계급별 마리수가 균일하지 않고, 통과와 잔류가 작은 그물코에서 변별이 되지 않았기 때문에 사료된다. 선택성의 정도를 나타내는 선택범위는 70 mm 그물코 4.96 mm, 44 mm 그물코 3.12 mm로 70 mm 그물코에서는 유사한 결과를 나타내었으나, 상대적으로 크기가 작은 44 mm 그물코의 값은 차이를 나타내었다.

우리나라에서는 고둥류에 포획과 관련하여 각 종류별 포획금지에 대한 제한이 없으며, 자원생물의 생태와 관련하여 최소성숙 크기에 대한 연구도 부족한 실정이다. 특히, 동해안의 주 대상이 되고 있는 물레고둥과 매물고둥에 대한 연구도 거의 수행되지 않은 실정이다. 본 연구의 대상인 세고리물레고둥에 대한 연구도 부족하다. 따라서 본 연구의 선택성 연구와 자원관리적인 측면에서의 대상개체의 크기 산정에 대해 어려움이 있다. 국외에서는 일본에서 물레고둥의 자원관리를 위해 대상 개체의 생태에 관한 연구가 수행된 바 있다. 이 연구보고에 따르면, 물레고둥의 최소성숙 각고는 75 mm(연령 약 2.5세)로 보고하고 있다(Michine et al., 2002). 이 연구결과에 대해 Kim et al. (2020)는 물레고둥의 자원관리를 위해서는 통발의 그물코 크기의 경우 60 mm 이상을 제안하였다. 본 연구에는 세고리물레고둥에 대해서 각폭을 기준

으로 선택성을 분석하였으며, 70 mm 그물코 크기(내경 65.4 mm)에 대해 50% 선택 각폭 43.62 mm로, 이를 각고로 환산하였을 경우 각고는 111 mm에 해당한다.

고등류의 경우 통발 조업시 해저면에 통발이 안착되어 있는 상태에서 선택작용이 일어나기 보다는 양망 시에 통발의 흔들림에 의해 일어나는 선택작용이 크다. 이런 측면에서 고등류는 자발적인 탈출보다 그물코에 접한 후 고등의 크기와 그물코의 상대적인 크기 관계에 의해 통과 여부가 결정되는 것으로 판단하며, 그에 따른 선택성 평가 방법이 필요로 하다.

본 연구에서 적용한 Nashimoto 방법에 있어서는 실제 많은 가정이 필요하고, 본 연구의 실험에서도 고등 자세에 대한 가정이 현실적으로 일치하지 않는 경우가 다수 발생하였다(Nashimoto et al., 1995). 이런 측면에서 Nashimoto et al. (1995)는 고등이 그물코에 수직으로 놓여지고 그에 따라 그물코의 발이나 고등의 각고를 축으로 회전에 의해 선택작용이 일어나는 것으로 가정하였으나, 본 연구에서는 그물코에 고등이 꽂히는 자세에서 각폭을 축으로 회전에 의해 통과하는 것으로 가정하여 분석하였다. 따라서, 고등의 경우 다양한 자세로 그물코와 접촉하여 선택작용이 일어나기 때문에 보다 정밀한 선택성 평가방법이 필요한 것으로 판단한다.

우리나라에서 고등은 주로 통발에 의해서 어획이 되고 있으며, 현행 그물코의 크기 35 mm에서는 소형 개체에서 대형 개체까지 다양한 크기의 개체가 어획되므로 자원관리적인 측면에서 그물코 크기에 대한 검토가 필요하며 시장가치가 낮은 미성숙 개체의 혼획 저감을 실현하여 선상에서 선별에 소요되는 시간과 노동력을 저감에 대한 연구가 지속되어야 한다.

결론

본 연구에서는 고등을 대상으로 하는 그물통발에 있어서 그물코에 대한 선택작용을 실험적으로 고찰하고, 분석방법에 있어서 기존의 SELECT 모델에 의한 선택성과 Nashimoto 방법의 그물코와 대상개체의 접촉 자세에 따른 확률모델을 이용한 선택성을 비교 분석하였다.

그물코에 대한 크기 선택성 실험은 70 mm (inner stretched size 65.4 mm)와 44 mm (inner stretched size 39.5 mm) 두가지 그물코 크기에 대해 그물코 통과실험을 수행하였다. 실험개체는 세고리물레고등 264 개체를

각 그물코 크기별로 3회 실험하고 선택성을 분석하였다. 또한 Nashimoto 방법은 세고리물레고등의 각폭을 기준으로 그물코 통과 여부에 대한 확률모델의 사용하여 선택률을 분석하였다. 선택성 분석 결과 그물코 70 mm에 대해서 50% 선택 각폭은 SELECT 모델에서 43.62 mm, Nashimoto 방법에서 42.64 mm 유사하게 나타났다. 그러나 상대적으로 그물코의 크기가 작은 44 mm 그물코에서는 각각 40.01 mm, 26.80 mm로 차이를 나타내었다. 고등의 망목 선택성에 있어서는 그물코가 작을수록 선택성이 현저히 낮은 것을 알 수 있었다. 또한 고등의 그물코에 대한 선택성 연구에 있어서는 그물코와 대상개체의 접촉 형상을 면밀히 고려한 분석 방법이 필요하다. 이러한 연구를 통하여 고등류의 지속적 이용을 위해 그물코 규제와 자원관리 방안 모색을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

사사

이 논문은 2021학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(CD20210994).

References

- Fujimori Y and Tokai T. 2001. Estimation of gill net selectivity curves by maximum likelihood method. *Fish Sci* 67, 644-654. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00301.x>.
- Kim S, Jeong SJ, Park CD and Kim P. 2020. Study on the mesh selectivity of a drum shaped pot for finely-striate buccinum (*Buccinum striatissimum*) in the eastern coastal waters of Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 56, 193-201. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2020.56.3.193>.
- Korean Statistical Information Service (KOSIS), 2021. Korean statistical information service, Fishery production survey. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F on 2019 to 2021. Accessed 27 Dec 2021.
- Michine A, Tameishi T and Murayama T. 2002. The management of fishery resource of whelk *Buccinum striatissimum* in the whelk basket net fishery in the sea area near Oki island. Report Shimane Pref Fish Exp St 10, 1-9.
- 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. <https://doi.org/10.1023/A:1008838220001>.

- 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. <https://doi.org/10.2331/suisan.59.1313>.
- 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.
- Okutani T. 2000. Marine Mollusks in Japan. Tokai Univ Press, Tokyo, 488-489.
- 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, 368-376. <https://doi.org/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 opisthoplectum dall*) in the Korean coastal waters of the East Sea. *Fish Res* 86, 113-119. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.05.008>.
- Pope JA, Margetts AR, Hamley JM and Akyuz EF. 1975. Manual of methods for fish stock assessment Part III Selectivity of fishing gear. FAO Fisheries Technical Paper 41, 46-46.
- Tokai T and Mitsuhashi T. 1998. SELECT model for estimating selectivity curve from comparative fishing experiments. *Bull Jpn Soc Fish Oceanogr* 62, 235-247.
-
2022. 02. 03 Received
2022. 02. 15 Revised
2022. 02. 24 Accepted