

통발의 그물코 크기 변화에 따른 낙지의 입망 행동과 어획 성능

권인영 · 김태호^{1*}

전남대학교 스마트수산업식연구센터 학술연구교수, ¹전남대학교 해양생산관리학과 교수

Entering behavior and fishing capacity on pot for *Octopus minor* by mesh size

Inyeong KWON and Taeho KIM^{1*}

Research Professor, Smart Aquaculture Research Center, Chonnam National University, Yeosu 58754, Korea

¹Professor, Department of Marine Production Management, Chonnam National University, Yeosu 58754, Korea

This study was conducted to evaluate the performance of the octopus pot according to mesh sizes. Entering behavior of *Octopus minor* and bait (*Macrophthalmus japonicus*) escape rate on the mesh sizes of the pots were investigated for six times in indoor tank. The sea trials for evaluating the performance of *Octopus minor* pot to different mesh sizes (22, 20 and 18 mm) were conducted for six times from 2017 to 2018 in the coastal sea of Deukyang Bay, the Republic of Korea. Behavior patterns of contact pot to leaved pot were more frequent than contact pot to bait search. When the octopus contacted to the pot, there was no clear search behavior to distinguish the mesh sizes. Total catch of 46% was accounted for 18 mm pots, followed by 34% at 20 mm and 20% at 22 mm ($P < 0.05$). Catch per unit effort was calculated as 30 g/pot at 22 mm, 44 g/pot at 20 mm and 59 g/pot at 18 mm. As a result of evaluating 50% selection of mantle length and weight on the mesh sizes, mantle length (mm) and weight (g) were 84.6 and 147.8 in 22 mm, followed by 20 and 18 mm.

Keywords: Fishing capacity, Behavior, CPUE, *Octopus minor*

서론

낙지(*Octopus minor*)는 국내에서 오징어(*Todarodes pacificus*) 및 문어(*Octopus vulgaris*)와 더불어 중요한 어종으로 약 33개의 연근해 업종에서 어획되고 있다. 특히 연안 통발 어업에서 낙지 어획량의 약 44%가 어획되고 있으나, 최근 연안의 어족 자원 감소와 어장 환경의 변화 등으로 국내 낙지 생산량은 2006년 7,393 MT에서 2020년 6,071 MT로 지속적으로 감소하고 있는 추세이다

(KOSIS, 2021).

그런데 통발로 어획되는 낙지 생산량의 약 77%를 차지하는 전라남도의 경우 고흥, 보성 및 장흥 등 남해안을 중심으로 통발 어업 조업이 이루어지고 있다(KOSIS, 2021). 이 조업에서는 통발 어구를 여러 곳에 분산하여 투망하였다가 개인적인 조업 여건에 따라 최소 3일부터 최대 30일이 넘는 기간 동안 통발을 침지시키는데(An et al., 2007), 통발을 비교적 장기간 침지하기 때문에

† 이 논문은 전남대학교 산학협력단에서 수행한 「낙지 통발 그물코 규격 완화 조사」의 일부 내용을 수정·보완한 것임(UILO of CNU, 2018).

*Corresponding author: kimth@jnu.ac.kr, Tel.: +82-61-659-7121, Fax: +82-61-659-7129

어획 효율을 높이기 위해 살아 있는 미끼인 칠게 (*Macrophthalmus japonicus*)를 통발에 넣어 사용한다. 그런데 현재 수산업법시행령 [별표 3의4]에서 연안통발어업은 붕장어, 낙지 및 새우류를 어획할 경우 그물코의 규격을 22 mm 이하로 사용 제한을 두고 있다. 그러나 낙지 통발 어업에 종사하는 어업인들은 낙지 어획량 감소와 유류비 등의 어업 경비 상승으로 어업 경영에 어려움이 있어 현행에서 규정하는 22 mm 그물코 규격에 대해 하향 조정을 촉구하고 있는 실정이다(Siminilbo, 2019).

지금까지 통발 어구에 대한 연구는 수산 자원 보호 측면에서 혼획률을 줄이기 위해 통발 어구의 입구 및 탈출 장치 등 형상 변형에 따른 어획 성능(Shin et al., 2008; Song et al., 2016), 그물코 크기에 따른 대상 어종의 그물코 선택성(Park et al., 2007; Kim et al., 2013; Park et al., 2014; Park et al., 2015) 및 생분해 통발(An et al., 2017) 등이 있다. 그리고 낙지 통발에 관한 연구로서는 Chang and Kim (2003)이 낙지만을 선택적으로 어획하기 위한 통발의 어구 개발을 위해 실내에서 섭이, 은신 및 미끼 선호도에 대한 낙지의 습성 및 행동 특성을 파악하였고, Park et al. (2006)은 통발에 대한 낙지의 입망 행동 및 누두망 개수에 따른 어획 성능에 대해 조사를 실시한 바 있다. 이 밖에도 어업 자원 관리와 낙지 통발 어업의 지속적이고 경영 안정적인 낙지 어업 발전을 도모하기 위해 어선별 낙지 어획 능력을 추정하는 연구가 있다(Kim et al., 2007; An et al., 2007).

따라서 이 연구에서는 낙지 어획을 위한 통발의 적정 그물코 크기를 규명하기 위해 해상에서 그물코의 크기 (18 mm, 20 mm 및 22 mm)에 따른 낙지 통발의 어획물 조성과 단위 노력당 어획량(CPUE) 및 그물코 선택성 곡선을 추정하였고, 실내에서 그물코 규격에 따른 낙지의 행동 반응과 미끼 탈출률을 조사하여 낙지 통발의 어획 성능을 평가하였다.

재료 및 방법

실내 실험

낙지 통발의 그물코 크기에 따른 낙지의 입망 행동과 통발에서의 미끼 탈출률을 조사하기 위해 2018년 5월부터 6월까지 2개월간 스테인리스 재질의 순환 여과식 수조 (2,100L×1,000H×1,100W mm)에서 실험을 진행하였다.

실험에 사용한 통발은 꽃게 통발과 매우 유사한 $\phi 8.5$

mm인 철사에 고무가 피복된 테두리로 구성된 원통형으로서 측면에 입구가 3개인 누두망이 있다. 통발을 구성하는 그물감은 PE Td 210×12합사로 그물코의 크기는 현용 그물코 크기인 22 mm와 실험을 위해 제작된 그물코 크기 20 mm 및 18 mm의 어구를 제작하였다. 그리고 이 통발의 직경은 370 mm, 높이는 1,150 mm로 통발 속에는 미끼를 넣는 주머니가 없으며 통발 속에 들어간 어획물을 꺼내기 위한 줍 고리줄은 통발 상부 중앙에 고무줄을 묶고 반대쪽 끝에는 고리를 만들어 통발 밑면의 테에 고정시켰다.

실험에 사용한 낙지는 총 10마리로 외투장이 평균 73.4 ± 18.77 mm이었고 습중량이 159.7 ± 49.42 g이었다. 미끼의 경우에는 현장에 사용되는 미끼의 크기와 비슷한 것으로 두홍갑장 20.0 ± 0.94 mm의 칠게 (*Macrophthalmus japonicus*) 90마리를 사용하였다.

실험 전 낙지와 미끼는 실험 수조에서 분리하여 수온 15°C에서 7일간 순치하여 실험 시작 시 낙지와 미끼의 습중량과 외투장을 측정하였다. 실험 수조에 그물코 크기 별로 낙지 통발을 1개씩 총 3개를 일정 간격으로 배치하여 수조에 낙지 10마리와 통발에는 미끼를 10마리 입식하였고, 통발의 위치를 변경하면서 1회 실험 당 7일씩 총 6회 반복 실험을 수행하였다. 실험 시 수온은 약 15°C, 조도는 200 lx를 유지하였고 영상 자료 수집을 위해 수조 정면 및 내부에 카메라(ES200K, EasyN, China)를 설치하여 24시간 연속 촬영을 하였다. 그리고 영상 자료 분석시 참고 자료로 활용하기 위해 1일 3시간 간격으로 낙지 입망 행동과 미끼 탈출률에 대해 육안 관찰을 수행하였다.

낙지의 입망 행동의 경우, Kim et al. (2015)이 제안한 낙지의 입망 행동 분류 방법을 참고하여 분석하였다 (Fig. 1). 이것에서 1번 행동의 경우, 통발 주변에 접근하는 행동을 의미하고 2번 행동은 접근한 후 미끼를 찾는 행동으로 정의하였다. 특히 1번에서 미끼 탐색 없이 통발 입구에 머무는 행동(4번)과 접촉 후 통발의 주변을 벗어나는 행동(8번) 및 미끼를 탐색하다가 통발 주변을 벗어나는 행동(7번)으로 나눌 수 있다. 그리고 3번 행동은 통발의 입구(누두망) 주변에 머무는 행동으로 낙지가 입망을 하거나(5번) 통발 주변을 벗어나는 행동(6번)으로 분류하였다. 낙지의 입망과 미끼의 탈출률 분석 데이터는 SPSS v.23을 활용하여 분산분석을 통해 결과에 대한 유의성을 판단하였다.

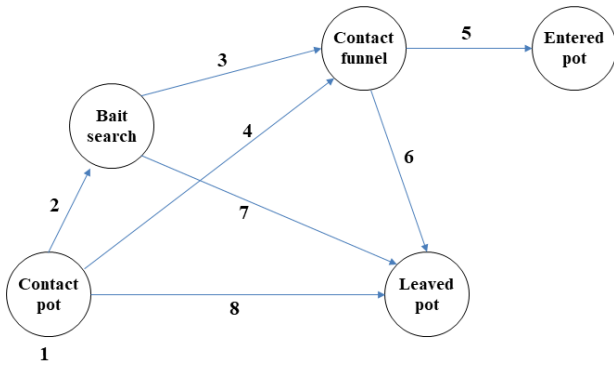


Fig. 1. Schematic diagram of behavioral responses of *Octopus minor* on the test pots (Kim et al., 2015).

해상 실험

낙지 통발 어업의 조업 실태 및 통발 그물코의 크기 (18 mm, 20 mm 및 22 mm)에 따른 선택성 조사는 2017년 5월부터 2018년 6월까지 총 6차례(hauling trial 1: 2017년 5월 24일, trial 2: 2017년 6월 8일, trial 3: 2018년 3월 23일, trial 4: 2018년 4월 18일, trial 5: 2018년 5월 10일, trial 6: 2018년 6월 1일)에 걸쳐 낙지 통발 어선 2척(특룡호 4.75 G/T, 진명호 4.97 G/T)으로 조사를 수행하였다. 조사 해역은 득량만(보성) 해역(위도: 34°37.5252' N, 경도: 127°04.8055' E)이었고 수심은 10 m 내외였다(Fig. 2).

시험 조업에 사용된 통발은 실내 실험에서 사용된 것과 같은 형태로 투망시 통발 간격은 6 m, 아릿줄 길이는 3.2 m이었고 그물코 크기 순으로 반복 배치하였으며 (Fig. 3), 각 그물코 당 40개씩 통발 총 120개를 1조로 구성하여 투망하였다. 시험 조업에 사용한 미끼는 살아 있는 칠게로서 평균 두흉갑장이 약 21 mm이며, 통발

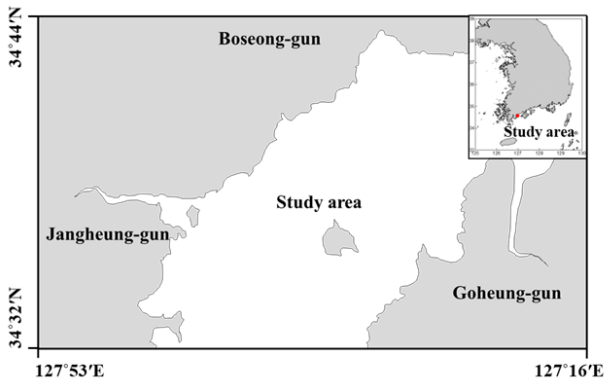


Fig. 2. Location of the study area.

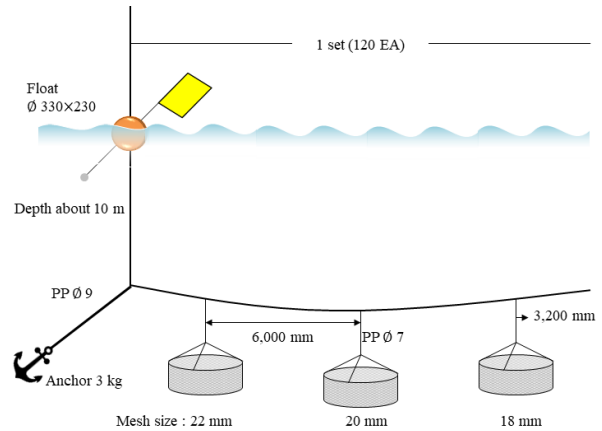


Fig. 3. Composition and arrangement on different mesh sizes of *Octopus minor* pot.

당 10마리 내외로 입식하였다. 양망은 해상 환경 조건에 따라 차이가 있었으나 약 15일 간격으로 진행하였다.

시험 조업에서 어획된 어획물은 그물코 크기별로 분류하여 어항으로 운반 후 외투장, 체장 및 체중을 측정하고 암수 성비를 조사하였다. 여기에서 낙지의 성비는 낙지 다리의 오른쪽 3번째 끝이 교접기화 되어 있어 왼쪽 3번째 다리보다 매우 짧고 끝이 둥글 경우에는 수컷으로 오른쪽 3번째 다리가 왼쪽 3번째 다리와 길이 차이가 거의 없고 뾰족할 경우는 암컷으로 판별하였다.

분석 방법

어획 성능 산정은 낙지 자원량이 균일하게 분포하고 있는 해역으로 가정하여 표본 어선의 어구 사용량에 따른 어획량의 지표인 CPUE 값을 이용하였는데(An et al., 2007), 여기서 낙지 통발의 어획 성능은 투입된 통발 어구를 기준으로 어획량(kg)을 양망 통발 개수로 나누어 CPUE를 산정하여 그물코 크기에 따른 낙지 통발의 어획 성능을 비교 분석하였다.

그리고 통발의 그물코 선택성 곡선은 트롤 등의 어구에 적용되는 로지스틱(Logistic) 함수가 많이 사용되므로(Uchida et al., 2000; Nishiuchi, 2003; Jeong et al., 2000; Park et al., 2015), 그물코의 크기 $m_i (i = 1, 2, 3, \dots, k)$ 인 통발에 외투장(mantle length) 계급 $l_j = (1, 2, 3, \dots, n)$ 인 낙지가 어획되는 그물코 선택성 곡선은 식 (1)로 표현하였다.

$$s(R_{ij}) = \exp(a + bR_{ij}) / (1 + \exp(a + bR_{ij})) \quad (1)$$

여기서, $R_{ij}(=l_j/m_i)$ 는 어구의 그물코 크기에 대한 낙지 체장(외투장)의 비를 나타내는 상대 체장(relative length)이며, $s(R_{ij})$ 는 그물코의 크기에 따른 낙지의 어획 확률을 나타낸다. 그리고 a 와 b 는 그물코 선택성 곡선의 형태를 결정하는 파라미터이며 시험 결과로부터 추정된다(Park et al., 2015).

낙지 통발에 대한 그물코 선택성 곡선 추정에는 SELECT(Share each length's catch total) 모델을 적용하였고, 어류의 어획 개체수는 식 (2)로 산정하였다.

$$c_{ij} = s(R_{ij})q_i x_i d_i = s(R_{ij})p_i d_i \quad (2)$$

여기서, 어획 개체수는 c_{ij} 이고, $s(R_{ij})$, q_i 및 x_i 는 각각 그물코 크기 m_i 인 어구의 선택률, 어획 능력 및 어획 노력량을 나타내며, 어획된 낙지의 체장 l_i 인 어류의 개체수는 d_j 이다. 그리고 통발 어구를 사용한 시험 조업에서 외투장 계급 l_j 인 낙지가 그물코 크기 m_i 에 어획될 비율은 식 (3)과 (4)로 산정하였다.

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

$$\phi(R_{ij}) = p_i d_j s(R_{ij}) / \sum_{i=1}^k p_i d_j s(R_{ij}) \quad (4)$$

여기서, ϕ_{ij} 는 어획 자료로부터 계산되는 관측치이고, $\phi(R_{ij})$ 는 추정치를 나타낸다. 한편, 선택성을 표현하는 각 함수의 파라미터는 식 (5)에서와 같이 대수우도함수를 최대로 하는 최우법(Maximum likelihood)을 적용하여 추정할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^k [c_{ij} \ln(p_i s(R_{ij}) / \sum_{i=1}^k p_i s(R_{ij}))] \quad (5)$$

또한 각 그물코 크기별 50% 선택 외투장 값을 산출하여 그물코 크기에 따른 선택성을 평가하였다.

결과 및 고찰

실내 실험

실내 수조에서 그물코 크기가 다른 통발에 대한 낙지

의 행동 패턴을 분석한 결과(Table 1), 낙지가 통발의 상부나 옆면에 접근하였다가 통발을 벗어나는 경우가 가장 많았고(1번→8번; $P < 0.05$; Table 2), 통발에서 벗어난 낙지는 유영을 하거나 수조 벽면에 붙어 있었다. 그리고 입망 과정의 행동 패턴은 먹이를 탐색하여 입구로 접근하는 경우(1번→2번→3번→5번)보다는 통발에 접촉한 후 입구 근처로 다가가서 가장 긴 다리를 통발 입구로 투입한 후 몸을 끌어당기면서 입망하는 행동 패턴이 나타났다(1번→4번→5번; $P < 0.05$; Table 2).

그러나 해상에서 살아있는 미끼를 사용하여 통발에 대한 낙지의 입망을 유도하는 것과 달리 이 연구에서는 낙지가 통발에 접근하여 먹이를 탐색하는 행동은 많이 나타나지 않았다($P > 0.05$; Table 2). 이와 같은 이유는 낙지의 경우 어느 한 가지 감각 기관보다도 여러 가지 감각 기관이 복합적으로 작용할 때 섭식 행동이 활발하게 나타나기 때문이다(MOF, 2006). 특히 Kim et al. (2015)의 연구 결과에서는 이 연구 결과와 달리 통발 입구에 접촉하여 미끼를 찾는 행동 비율이 높게 나타났다. 이와 같은 연구 결과의 차이는 실험 환경 조건에서 찾아볼 수 있는데, Kim et al. (2015)은 낙지의 서식지와 유사한 환경을 조성하기 위해 서식지의 펄을 실험실로 옮겨와 수조 바닥에 깔아주었다. 이로 인해 낙지만만 아니라 펄 속에서 주로 서식하는 칠게의 서식 환경 조건도 현장과 유사하게 조성됨으로써 칠게의 움직임이 더욱 활발해져서 시각이나 후각적 자극에 의해 낙지가 미끼를 탐색하는 행동이 많이 나타난 것으로 판단된다. 또한 이 연구에서는 영상 촬영을 위해 조도를 다소 높은 200 lx로 유지하여 실험을 수행하였는데, 이것이 은신 습성이 있는 낙지의 행동에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

다만, 실내 실험에서는 그물코의 크기에 따라서 입망하는 개체수의 차이가 나타나지 않았으며($P > 0.05$), 입망 과정에서도 낙지가 그물코 크기를 구분하기 위한 뚜렷한 탐색 행동은 나타나지 않았다.

그리고 낙지 통발 그물코 크기에 대한 미끼 탈출률을 조사한 결과, 그물코 크기 22 mm에서 미끼 10마리 중 평균 1.7마리(16.7%)로 가장 많이 탈출하였고, 그 다음으로는 20 mm에서 평균 0.7마리(6.7%), 18 mm에서는 평균 0.3마리(3.3%)로 나타났다. 여기에서 그물코 크기 22 mm와 20 mm 및 18 mm의 탈출된 개체에 대한 통계 분석 결과, 유의한 차이가 나타났다($P < 0.05$).

Table 1. Frequency of behavioral responses of *Octopus minor* by different mesh sizes of pot

Behavioral responses	1→2→3→5	1→2→3→6	1→2→7	1→4→5	1→4→6	1→8
Trial 1	2	2	2	4	4	12
Trial 2	2	2	2	5	4	14
Trial 3	1	3	4	3	2	6
Trial 4	1	1	1	7	3	11
Trial 5	1	0	2	5	1	8
Trial 6	2	1	1	7	2	3
Average	1.5	1.5	2.0	5.2	2.7	9.0
Total	9	9	12	31	16	54

Table 2. Results (*P*-value) comparisons among factors

Factor (behavioral responses)	1→2→3→5	1→2→3→6	1→2→7	1→4→5	1→4→6	1→8
1→2→3→5	1					
1→2→3→6	1.000	1				
1→2→7	0.998	0.998	1			
1→4→5	0.034 *	0.034 *	0.090	1		
1→4→6	0.907	0.907	0.991	0.271	1	
1→8	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.024 *	0.000 *	1

*: *P* < 0.05.

해상 실험

1. 어획물 조성

2017년부터 2018년까지 총 6회의 해상 실험을 통해 그물코 크기에 따른 낙지 통발의 어획물 조성을 조사한 결과(Table 3), 그물코 크기가 18 mm인 통발에서 전체 어획 개체수의 46%를 차지하였고, 20 mm 통발에서 34% 그 다음으로 22 mm 통발에서 20%를 차지하였다(*P* < 0.05, Table 4). 또한 전체 어획 중량의 경우에도 그물코 크기 18 mm에서 37,081 g으로 20 mm(29,478 g)와 22 mm(19,608 g)를 비교해 보았을 때 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(*P* < 0.05, Table 4). 그리고 전체 어획 개체수에 대한 주 대상 어종인 낙지의 어획 비율은 22 mm에서 89%, 20 mm에서 93% 및 18 mm에서 91%로 나타났다(*P* > 0.05, Table 4).

여기에서 부수 어획종은 그물코의 크기에 관계 없이 120 g 이하의 문어(*Octopus vulgaris*)가 60% 이상으로 가장 많았다. 그리고 그물코 크기에 따라 어획된 낙지의 성비(♂:♀)를 조사한 결과, 그물코 크기 22 mm에서 4.6:5.4, 20 mm에서 4.7:5.3 그리고 18 mm에서 4.4:5.6으로 나타났다.

2. 단위 노력당 어획량(CPUE)

총 6회의 해상 조사 데이터(낙지 중량)를 활용하여 그물코 크기별 CPUE를 산정한 결과, 그물코 크기 22 mm에서는 통발 1개당 평균 30 g/pot의 낙지가 어획되었고, 20 mm에서는 44 g/pot 그 다음으로 18 mm에서 59 g/pot으로 분석되었다(Fig. 4). 그런데 이 연구와 같은 해역에서 조사를 수행한 An et al. (2007)의 연구에서는 그물코 크기가 22 mm인 통발의 CPUE는 평균 60 g/pot으로 본 연구와 30 g/pot이 차이가 나타났다. 그리고 An et al. (2007)은 CPUE 값과 어획 성능 지수는 4톤급의 어선에서 일반적으로 높은 추정치를 나타내어 가장 효과적인 조업의 형태를 유지하는 것으로 보고한 바 있다.

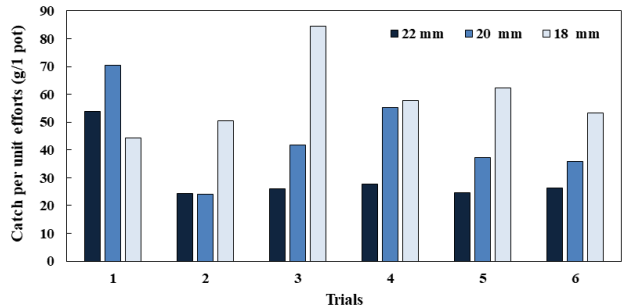


Fig. 4. CPUE by each mesh size of *Octopus minor* pot.

Table 3. Individuals and weights of catch by test pots from May 2017 to June 2018 in Deukryang bay, Republic of Korea

Mesh size (mm)	Species	Trial 1		Trial 2		Trial 3		Trial 4		Trial 5		Trial 6		Total		
		Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	Individuals	Weight (g)	
22	Sub total	38	6,551.0	25	3,032.4	22	3,216	24	3,316.9	20	3,244.5	26	3,280.5	130	19,608.9	
	<i>Octopus minor</i>	33	6,445.4	23	2,932.1	20	3,103.5	24	3,316.9	17	2,949.8	22	3,169.9	116	18,985.5	
	<i>Octopus vulgaris</i>	3	73.4	2	100.34					3	294.7	3	47.6	9	415.7	
	<i>Charybdis japonica</i>	1	22.7											1	22.7	
	<i>Amphioctopus fangsiao</i>					2	112.5							2	112.5	
	<i>Conger myriaster</i>												1	63.0	1	63.0
	<i>Metapenaeus joyneri</i>	1	9.5												1	9.5
20	Sub total	52	8,598.6	30	2,968.0	36	5,103.3	52	6,768.5	38	4,659.9	38	4,347.9	216	29,478.1	
	<i>Octopus minor</i>	44	8,455.9	27	2,901.9	35	5,024	51	6,633	36	4,476.2	36	4,315.1	202	28,904.2	
	<i>Octopus vulgaris</i>	6	63.2			1	79.29	1	135.5	2	183.7	2	32.8	12	494.5	
	<i>Charybdis japonica</i>			2	59.9										0	
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>			1	6.3										0	
	<i>Batillus cornutus</i>	2	79.5												2	79.5
	Sub total	40	5,562.4	38	5,898.8	81	10,205.8	54	7,061.9	60	7,618.7	64	6,632.8	299	37,081.6	
18	<i>Octopus minor</i>	30	5,325.2	27	5,375.7	78	10,125	53	6,949	58	7,489.6	55	6,402.6	274	36,291.4	
	<i>Octopus vulgaris</i>	6	128.9	8	431.5			1	112.9	2	129.1	6	129.9	15	500.7	
	<i>Charybdis japonica</i>			2	52.2	1	24.3							1	24.3	
	<i>Amphioctopus fangsiao</i>					2	56.5							2	56.5	
	<i>Conger myriaster</i>	2	95.7	1	39.4							2	98	4	193.7	
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	12.6									1	2.3	3	14.9	

Table 4. One-way ANOVA test results of factors among mesh size groups (18 mm, 20 mm and 22 mm)

Factors	Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F-value	Significant
Individuals of caught octopus	2,196	2	1,098	7.159	0.007 *
Weight of caught octopus	32,503,616	2	16,251,808	5.483	0.016 *
Individuals of bycatch	42	2	21	2.114	0.155

*: $P < 0.05$.

그러나 이 연구에서도 약 4톤급의 시험 어선을 사용하여 조사를 실시했음에도 불구하고 이전의 CPUE 값과 2배 정도 차이가 났다. 반면 Kim et al. (2015)은 전라남도 강진 해역에서 현용(그물코 크기 22 mm) 통발 300개를 사용하여 10회 시험 조업을 수행한 결과, 낙지 통발의 CPUE는 28.77 g/pot으로 분석되었다. 전기한 바와 같이 그물코의 크기가 같은 낙지 통발을 사용하여 조사를 수행하였으나 조사 해역과 시기에 따라 해상의 환경 조건이 다르며 이에 따른 낙지 자원의 분포 현황도 달라지기 때문에 낙지 통발 어업의 CPUE 값에 차이가 나타났을 것으로 판단된다.

3. 그물코 선택성 곡선

서로 다른 그물코의 크기에서 어획된 낙지의 외투장별 어획 개체수를 Table 5에 나타내었다. 여기에서 외투장 구간별 낙지가 많이 어획된 구간은 외투장 70~90 mm 범위이었으며, 특히 그물코 크기가 18 mm인 통발에서 어획량이 가장 많았다. 그리고 그물코 크기가 커질수록 전체적인 어획 개체수가 감소하는 일반적인 패턴이 보였다.

한편, Table 5의 자료를 활용하여 그물코 크기에 따라 추정된 그물코 선택성 곡선식은 식 (6)과 같다.

$$S = \exp(-2.5999R + 10.0012) / (1 + \exp(-2.5999R + 10.0012)) \quad (6)$$

여기서, R 은 낙지의 외투장(mm)을 그물코 크기(mm)로 나눈 값이다.

그물코의 크기별 50% 선택 외투장 값을 산출하여 그물코의 크기에 따른 선택성을 평가한 결과(Table 6, Fig. 5), 그물코 22 mm에서 외투장 84.6 mm, 20 mm와 18 mm에서 각각 76.9 mm와 69.3 mm로 나타났다. 그런데 이 연구와 Kim et al.(2013)의 연구 결과를 비교해 보면, 이 연구에서 어획된 낙지의 외투장과 중량이 다소 큰 것으로 나타났다(Table 6).

왜냐하면 Kim et al. (2013)은 다양한 종류의 그물코 크기(16 mm, 18 mm, 20 mm, 24 mm 및 26 mm)를 사용하여 조사를 하였기 때문에 소형 개체의 수가 보다 많이 출현하는 등 이 연구와 조사 방법이 달라서 선택성 곡선 추정값에서 차이가 난 것으로 판단된다. 한편, Kim and Kim (2006)은 낙지의 경우 최소 성숙 체장(외투장)이

70.6 mm로 보고한 바 있으며, 이 연구에서는 그물코 22 mm와 20 mm에서 최소 성숙 체장 이상의 낙지가 어획되었다.

Table 5. Amount of catch according to mantle length of *Octopus minor* caught by using pots

Mantle length (mm)	Mesh size (mm)			Total (individuals)
	18	20	22	
40	0	0	0	0
50	1	2	1	4
60	15	12	2	29
70	82	49	27	158
80	95	63	45	203
90	63	57	44	164
100	27	31	13	71
110	13	13	6	32
120	2	1	0	3
130	0	1	1	2
140	0	0	0	0
150	0	0	0	0
Total (individuals)	298	229	139	666

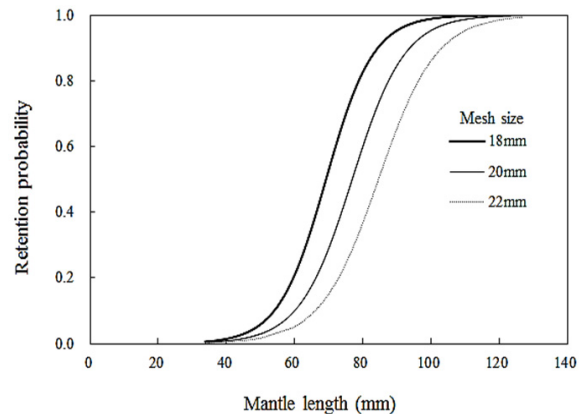


Fig. 5. Selectivity curve according the mesh size of *Octopus minor* pot.

Table 6. Comparison on 50% selection of mantle length and weight between this study and Kim et al. (2013)

Mesh size (mm)	50% selection mantle length (mm) and weight (g)			
	Mantle length (This study)	Mantle length (Kim et al., 2013)	Weight (This study)	Weight (Kim et al., 2013)
18	69.3	57.5	112.3	86
20	76.9	63.9	129.7	102
22	84.6	70.3	147.8	130

결론

이 연구에서는 낙지 통발의 적정 그물코 크기를 규명하기 위하여 실내 수조에서 통발에 대한 낙지의 입망 행동과 해상에서 그물코 크기에 따른 낙지의 어획 성능을 조사하였다. 먼저, 낙지의 입망 행동은 통발 속의 미끼를 탐색하거나 통발 입구에 접촉하는 행동보다 통발에 접촉한 후 통발로부터 벗어나는 행동 패턴이 많이 나타났다. 그리고 입망 과정에서 낙지가 그물코 크기를 구별하기 위한 뚜렷한 탐색 행동은 나타나지 않았으며, 입망된 개체수의 경우에도 그물코의 크기에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 해상 실험 결과, 그물코의 크기가 작을수록 낙지의 어획량이 많은 것으로 조사되었고 외투장이 70~90 mm 크기의 낙지가 주로 어획되었다. 그러나 낙지 통발 성능에 대한 기존의 연구들과 이 연구의 결과를 비교해 본 결과, CPUE와 낙지의 외투장 및 체중에서 값이 서로 다르게 나타났다. 이와 같은 이유는 실험 조건, 조사 시기와 장소 및 해양 환경 조건 등이 상이했기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서 도출된 연구 결과만을 토대로 낙지 통발의 적정 그물코 크기를 결정하기에는 다소 한계가 있으므로 추후 보다 다양한 그물코 규격의 통발을 대상으로 계절과 해역의 변화에 따른 낙지 통발의 어획 성능에 대한 장기적인 조사가 필요하다.

사사

이 연구는 보성군(낙지 통발 그물코 규격 완화 조사 용역)의 지원에 의해 수행되었으며, 해상 어획 자료의 분석에 도움을 주신 부경대학교 김성훈 교수님께 감사드립니다.

References

An HC, Bae JH, Park CD, Park JM, Hong SE, Yoon BS, Kim P and Kim SH. 2017. Catching efficiency of the whelk pot in accordance with the pot materials in the Uljin waters, East sea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 53, 1-11. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.1.001>.

An HC, Lee KH, Park SW, Park CD and Shin JK. 2007. Assessment of fishing power of common octopus (*Octopus minor*) trap fishery. J Korean Soc Fish Ocean Technol 43, 176-182. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2007.43.3.176>.

Chang DJ and Kim DA. 2003. Characteristics by the behaviour and habits of the common octopus (*Octopus minor*). Fish Aquat Sci 36, 735-742. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.6.735>.

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. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2000.00079.x>.

Kim DH, An HC, Lee KH and Hwang JW. 2007. Fishing capacity assessment of the octopus coastal trap fishery using data envelopment analysis (DEA). J Korean Soc Fish Ocean Technol 43, 339-346. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2007.43.4.339>.

Kim DS and Kim JM. 2006. Sexual maturity and growth characteristics of *Octopus minor*. Fish Aquat Sci 39, 410-418. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.5.410>.

Kim S, Park S and Lee K. 2013. Size selectivity of the net pot for common octopus *Octopus minor* used in the southern coastal sea of Korea. Korean Soc Fish Ocean Technol 49, 200-207. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.200>.

Kim SH, Lee KH, Park SW and Lee DG. 2015. Study on the fishing performance of an alternative tubular-type pot for the common octopus, *Octopus minor*, in Korean coastal waters. Iran J Fish Sci 14, 73-86.

KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2021. Investigation of fishery production trend. Retrieved from <http://www.kostat.go.kr>. Accessed 10 May 2021.

MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2006. Development of Fishing Gear and Method for Small-sized Common Octopus, *Octopus minor*. 1-216.

Nishiuchi S. 2003. A study on size-selectivity of hair crab pots. Sci Rep Hokkaido Fish Exp Stn 64, 1-103.

Park CD, Bae JH, Cho SK and Kim IO. 2014. Mesh selectivity of a dome-shaped pot for finely-striate buccinum *Buccinum striatissimum* in the eastern coastal waters of Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 50, 284-291. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.284>.

Park CD, Cho SK, Bae JH, Kim HY and Cha BJ. 2015. Size selectivity of a dome-shaped pot for Morotoge shrimp *Pandalopsis japonica* in the eastern coastal waters of

- Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 51, 396-404. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.3.396>.
- Park HH, Jeong EC, Bae BS, Yang JH, Chol SH and Lee SI. 2007. Mesh selectivity of gill net for female Japanese sandfish (*Arctoscopus japonicus*) in spawning season. J Korean Soc Fish Ocean Technol 43, 274-280. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2007.43.4.274>.
- Park SW, Kim HY and Cho SK. 2006. Entering behavior and fishing efficiency of common octopus, *Octopus minor* to cylindrical trap. J Korean Soc Fish Ocean Technol 42, 11-18. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2006.42.1.011>.
- Shin JK, Cha BJ, Park HH, Cho SK, Kim HY, Jeong EC, Kim YH and Kim BY. 2008. Comparison of fishing efficiency on octopus traps to reduce bycatch in the East Sea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 44, 1-9. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2008.44.1.001>.
- Siminilbo. 2019. Retrieved from <https://www.siminilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=606126>. Accessed 10 May 2021.
- Song DH, Cho SK and Cha BJ. 2016. Fishing capacity and bycatch on spring net pot for conger eel by entrance size. J Korean Soc Fish Ocean Technol 52, 9-16. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.1.009>.
- Uchida K, Tokai T, Mitsuhashi T, Fuxiang H, Matuda K. 2000. Size selectivity of net-pot for white-spotted conger eel estimated from paired-gear tests with change in sampling. Nippon Suisan Gakkaishi 66: 228-235.
- UILO of CNU (University Industry Liaison Office of Chonnam National University). 2018. A study for relaxation of regulation about mesh size of *octopus minor* pot, 1-51.
-
2021. 08. 02 Received
 2021. 08. 16 Revised
 2021. 08. 25 Accepted