

## 동해안 울진해역 원통형과 장구형 고등통발의 혼획 및 투기 실태

안희춘 · 배재현 · 박종명 · 홍성익<sup>2</sup> · 김성훈<sup>1\*</sup>

국립수산과학원 동해수산연구소 해역산업과, <sup>1</sup>국립수산과학원 시스템공학과, <sup>2</sup>바다생태리서치

## Bycatch and discards of the whelk trap in the Uljin waters, East Sea

Heui-Chun AN, Jae-Hyun BAE, Jong-Myung PARK, Sung-Eic HONG<sup>2</sup> and Seong-Hun KIM<sup>1\*</sup>

Aquaculture Industry Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangneung 210-861, Korea

<sup>1</sup>Fisheries System Engineering Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

<sup>2</sup>Bada Ecology Research, Gangneung 210-851, Korea

Experiment was set up to analyze bycatch and discards situation including snow crab *Chionoecetes opilio* of whelk trap. Four types of trap were used: drum type trap with PE net; drum type trap with PBS net; cylinder type trap with PE net; and cylinder type net with PBS net. Three funnels were attached in drum type trap and two funnels were used in cylinder type trap. A fleet of traps was consisted with one hundred traps. 25 traps of each type were set on a line in repeated sequence. Field experiments were conducted with 6 fishing operations in the Uljin waters, East Sea in July 2014. Catch of target whelks were 173,261 g and catch rate was 48.7% of total catch, while bycatch were 182,571 g, 51.3% of total catch. The catch rate of bycatch was 2.6% higher than that of target catch. Bycatch weight of snow crab was the highest as 142,987 g and formed about 40.2% of total catch, followed giant octopus, *Enteroctopus dofleini*, 31,762 g (8.9%). Bycatch rate of cylinder type trap was 2.3 times higher than that of drum type trap. Discard rate (discard/(discard+landing)) was 43.6%. Discard rate was the highest at cylinder type trap with PBS net as 63.1%, followed cylinder type trap with PE net as 47.9%, drum type trap with PE net as 33.4%, the lowest at drum type trap with PBS net as 22.1%.

Key words: Bycatch, Discard, Trap, Biodegradable net, Whelk, Snow crab, Discards per unit effort

### 서 론

우리나라 동해에는 다양한 생물이 서식하고 있으며 (Yoon et al., 2008) 이들 수산자원을 이용하기 위하여 다양한 어업이 발달되어 있다 (NFRDI, 2008). 이 중에

고등류, 붉은대게, 문어 등은 주로 통발어업으로 이루어지고 있다. 통발어업은 미끼를 사용하여 생물을 유인하는 어업으로 목표종 뿐 아니라 다양한 생물이 어획되며, 통발어구의 구조상 입망되면 되돌아 나오기 어려워

\*Corresponding author: seba419@naver.com, Tel: 82-51-720-2584, Fax: 82-51-720-2586

혼획과 비목표종의 투기가 많이 발생하게 된다 (Alverson et al., 1994; Kelleher, 2005). FAO에서는 “책임있는 수산업 규범 (1995)”에서 수산자원의 지속적 이용을 위해 조업활동에서 투기, 유령어업, 비목표종의 어획을 최소화하고 이를 위한 연구를 요청하고 있다. Alverson et al. (1994)은 FAO 보고서 339호에서 전 세계 어획량의 약 25%에 이르는 27백만톤이 투기되고 있다고 보고하여 논란이 되었으나, Kelleher (2005)에 의해 투기량을 약 730만톤으로 재평가되었다. Matsuoka (2008)는 투기된 생물의 생존확률에 대해 보고하였다. 통발어업은 우리나라 연근해어업의 생산량 약 104만톤 중 6.7%인 7만톤을 어획하고 있고 통발 어선이 약 56백척에 달하는 중요한 어업이며, 미끼를 사용하기 때문에 어획효율이 높고 소극적 어업으로 에너지 소비가 적어 다른 어업에 비해 경쟁력이 높다 (Kim et al., 2010). 동해안의 100 m 이상인 깊은 바다에 서식하는 북방명주매물고등, 세고리물레고등, 물레고등을 비롯한 고등류는 육질이 부드럽고 감칠맛이 있어 기호식품으로 애용되고 있으며 이들은 주로 통발에 의해 어획되고 있다. 고등통발은 연중 조업이 가능하며 주어기는 4-11월이고 조업 수심은 100-300 m이다. 통발의 모양은 장구형, 샷갯형 등을 사용하여 왔고 최근에는 원통형도 사용하고 있다. 통발의 수량은 1조에 50-170개를 사용하고 1일에 6-9조를 양망하며 침지일수는 4-8일이다. 고등통발에서도 목표종인 고등류 외에 다른 종의 혼획이 일어나며 특히 금어기 대게의 혼획과 투기가 많이 되고 있으나 이에 대한 국내의 보고는 거의 없는 실정이다. 통발의 어획 성능, 혼획 및 투기와 관련한 연구로는 북해도 새우통발의 혼획 실태 (Kim et al., 2011) 생분해성 통발의 어획 성능 (Bae et al., 2010; Kim and Lee, 2014), 심해 통발의 어획 (Park and Bae, 2011), 봉장어 그물통발에서 혼획 및 투기 실태 (Cha et al., 2010), 붉은대게 통발에서 유령어업 (Watanabe, 2005), 통발의 탈출장치 (Boutson et al., 2009; Kim et al., 2010; Morris et al., 2011), 그리고 망목 선택성과 관련하여 붉은대게 통발 (Jeong et al., 2000), 고등통발 (Park et al., 2007; Park et al., 2013) 등의 망목 선택성이 보고된 바 있다.

한편, 동해안의 주요 어획종으로 TAC 대상종 중 하나

인 대게 (NFRDI, 2005)는 자원 보호를 위하여 6월 1일부터 11월 30일까지 포획이 금지되어 있으나 이 기간에 통발, 자망, 저인망류 등에서 많이 어획되어 조업어장에서 투기되고 있으나 그 실태와 혼획 저감을 위한 연구는 Yoon et al. (2008)이 자원조사용 트롤에서 대게의 어획 실태에 대해 보고한 외에는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 우리나라 동해안 울진해역에서 주로 사용하고 있는 고등통발을 대상으로 생분해성 고등통발의 어획 성능 비교시험을 수행하면서 조업 중 발생하는 대게를 비롯한 비목표종의 혼획과 투기 실태를 분석한 것으로서, 향후 고등통발에서 금어기의 대게 혼획과 투기를 줄일 수 있는 방안을 도출하는 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시험어구의 구성

시험조업에 사용한 통발은 총 4종으로 형태별로 원통형 (drum type)과 장구형 (cylinder type)의 2종에 대해 각각 몸통 그물의 재질을 기존에 사용하고 있는 PE (polyethylene)그물과 생분해 (PBS: polybutylene succinate) 그물의 2가지로 하였다. 원통형 통발은 직경이 500 mm, 길이가 250 mm이고 입구부 (누두망)가 세 개이며, 장구형 통발은 직경 450 mm, 길이 700 mm이고 입구부가 양쪽에 한 개씩 있다. 통발 그물의 색상은 검정색을 사용하였다. 시험 통발의 걸감 망목의 크기는 35 mm이며 PE 그물감은 Td 210, 18합사, 생분해그물감은 Td 280, 18합사로 제작하였다. 통발 입구부의 재질은 장구형은 각각 몸통그물과 동일한 것으로 제작하였으며, PE원통형은 PA (polyamide) Td 210, 6합사 망목 20 mm인 회색 그물감을, 생분해원통형은 PE Td 210, 9합사 망목 20 mm인 녹색 그물감을 부착하였다. 시험어구의 명칭은 몸통그물의 재질, 통발의 형태, 입구부의 재질에 따라 PE원통형+PA, 생분해원통형+PE, PE장구형, 생분해장구형으로 구분하였으며 어구의 규격은 Fig. 1 및 Table 1과 같다. 시험어구 한 조는 통발의 형태와 재질별로 제작된 4종류에 대해 각각 25개씩 총 100개로 구성하였으며 통발간 간격은 13 m이고 통발 종류별로 순차적으로 배열하여 구성하였다.

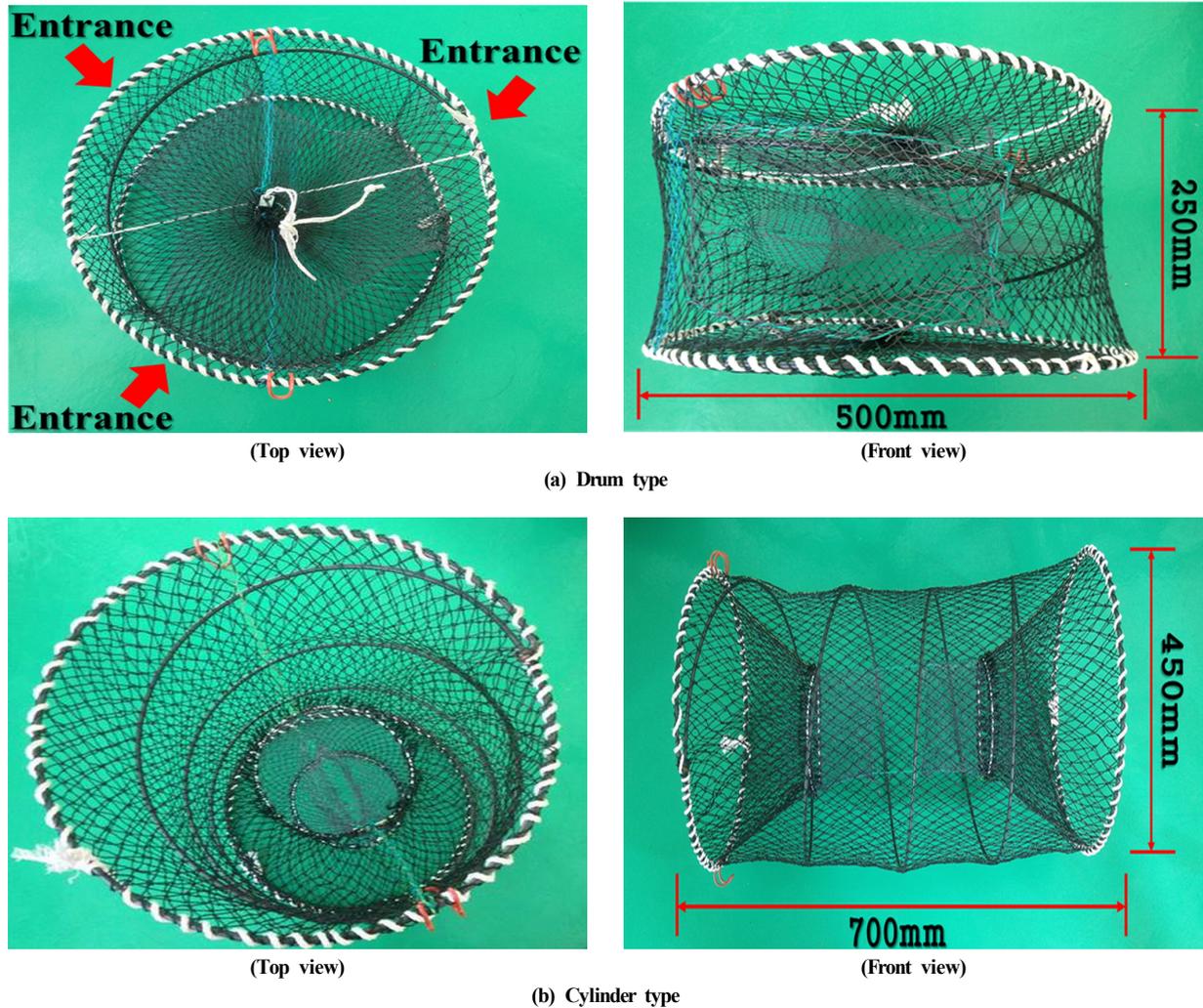


Fig. 1. A spring type traps of whelk used in the experiment.

Table 1. General specification of experimental traps of whelk

Item	Drum type		Cylinder type		
	PE drum+PA <sup>1</sup>	PBS* drum+PE <sup>2</sup>	PE cylinder <sup>3</sup>	PBS* cylinder <sup>4</sup>	
Diameter	500mm		450mm		
Length	250mm		700mm		
Main body	Net material	PE Td 210×18ply 35mm mesh	PBS* Td 280×18ply 35mm mesh	PE Td 210×18ply 35mm mesh	PBS* Td 280×18ply 35mm mesh
	Color	Black	Black	Black	Black
	Funnel	PA Td 210×6ply 20mm mesh	PE Td 210×9ply 20mm mesh	PE Td 210×18ply 35mm mesh	PBS* Td 280×18ply 35mm mesh
Color	Grey	Green	Black	Black	
Number	3	3	2	2	

PBS\*: polybutylene succinate

1 drum type trap with body and funnel made of PE and PA net respectively

2 drum type trap with body and funnel made of PBS and PE net respectively

3 cylinder type trap with body and funnel made of PBS net

4 cylinder type trap with body and funnel made of PBS net

### 시험조업 및 어획물 측정

시험조업은 2014년 7월에 경상북도 울진군 후포와 왕돌초 인근 해역에서 실시하였으며 어장의 수심은 105-113 m 범위였다 (Fig. 2). 시험어선은 상업용 통발 어선 (삼장호, 4.47 ton)을 사용하였고, 조업은 새벽에 출항하여 어장에 도착하면 통발 100개를 한 조로 하여 통발에 미끼로 정어리를 넣어 투망한 후 8-13일간 침지하였다가 양망하였다 (Table 2). 당초에는 8일간 침지한 후 양망하려 하였으나 1-2회의 경우 양망 시기에 기상 악화로 출어를 못하게 되어 침지일수가 13일로 길어졌다. 시험조업시 매일 2조씩 총 6조 (회)의 어구를 양망하여 각 조별로 구분하여 어획물의 체장과 중량을 측정하였다.

Table 2. Experimental period and fishing area of whelk trap

Trial number	Date of setting	Submerged duration (Day)	Fishing area (Depth)
1	2014.7.03	13	N 36 ° 41.80' E 129 ° 31.70' (107m)
2	2014.7.03	13	N 36 ° 42.75' E 129 ° 31.85' (108m)
3	2014.7.16	8	N 36 ° 41.30' E 129 ° 31.83' (107m)
4	2014.7.16	8	N 36 ° 42.70' E 129 ° 32.00' (113m)
5	2014.7.17	8	N 36 ° 42.50' E 129 ° 31.90' (109m)
6	2014.7.17	8	N 36 ° 41.10' E 129 ° 31.69' (105m)

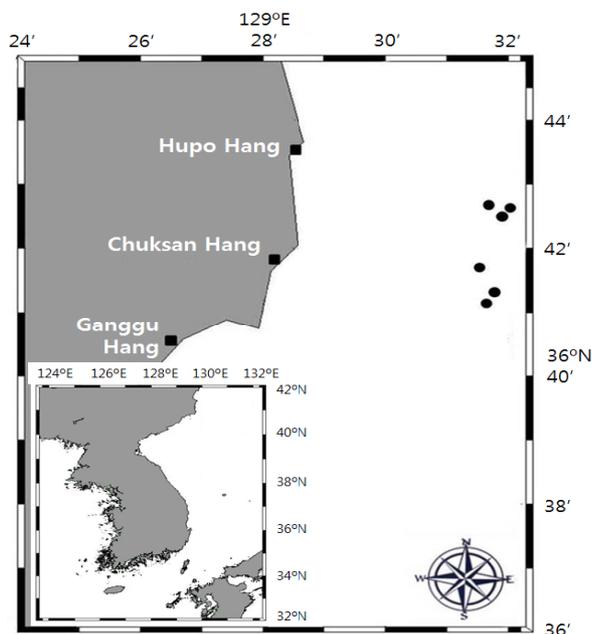


Fig. 2. Location of the experimental fishing area of whelk trap. Filled circle: location at which trap gear was operated.

시험 조업에서 어획된 생물은 어구별로 구분 수집하고 전량 육상의 측정실로 이동하여 어종별로 분류한 후 측정하였다. 어획물은 전수 측정을 원칙으로 하였으며 고등류는 각장과 각폭, 중량을, 어류는 체장과 중량, 문어는 길이와 중량을 그 외의 어획물은 마리수와 중량을 측정하였으며 중량 측정에는 전자저울 (CAS, SW-1W, China)을 사용하였다. 그리고, 대게는 시험조업 기간이 금어기인 관계로 선상에서 갑폭을 버니어캘리퍼스로 0.01 mm까지 측정하고 체중은 수식 (1) 및 (2)에 의거 (NFRDI, 2009) 대게의 갑폭과 체중과의 상관관계에서 암컷과 수컷을 구분하여 산출하였으며, BW는 체중 (g), CW는 갑폭 (mm)이다.

$$(암컷) BW=0.0006 \times CW^{2.8748} \quad (1)$$

$$(수컷) BW=0.0003 \times CW^{2.9982} \quad (2)$$

### 혼획 및 투기의 산정

고등통발 어구에 의한 혼획 및 투기 조사는 FAO (1994; 2005), Matsuoka (2008), Kim et al. (2011)의 방법에 의하여 분석하였다. 본 연구에서는 용어를 어획 (Catch), 양륙 또는 양륙량 (Landing), 혼획 (Bycatch), 투기 (Discards)로 구분하였으며 어획은 어구에 입망되어 수면 또는 선상까지 올려진 모든 어획물을, 어획물은 미끼와 해조류를 제외한 모든 동물로 정의하였다. 양륙(량)은 선상에 올려진 어획물 중에서 목표종 (Target catch)과 부수어획 (Incidental catch)으로 출하 가능한 어획물 그리고 자가소비 (Self-consumption)를 위해 선별된 어획물로 정의하였다. 목표종 (Target catch)은 당초 어획하려던 단일종 또는 복수종 (본 연구에서는 고등류), 부수어획 (Incidental catch)은 비목표종으로 투기되지 않고 남겨진 어획물, 투기 (Discards, Discarded catch)는 어획물 중 상업적, 법률적 또는 개인적인 사유로 바다에 던져지거나 버려진 동물, 혼획 (Bycatch)은 투기된 어획과 부수어획을 합한 것으로 정의하였다. 본 연구에서 고등통발의 목표종인 고등류는 전량 양륙으로 하였고 혼획종의 투기는 법적으로 양륙이 제한된 경우 그에 따르고 규정이 없는 종은 선장의 판단을 참고하여 분석하였다. 문어는 규정에 따라 300 g 이상은 양륙되며, 300 g 미만의 것은 투기로 분류하였다. 대구는 규정에 따라 30 cm 이상은 양륙되며 30 cm 미만은 투기로 하였고, 새우류는 자가소비로 양륙으로 하였다. 그리

고, 대게의 경우 시험조업 기간이 금어기에 해당되어 전량 투기되며, 기타 어획물은 선상에서 투기되고 있다. 어획물의 측정 자료를 기초로 양륙과 투기, 혼획을 구분하여 각 종별로 혼획과 투기 실태를 분석하였다. 투기에 대한 정량적인 값은 투기량의 합 (Summed discards)과 양륙량의 합 (Summed landings)을 변수로 하여 투기비율 (Discard rate, %)로 나타냈으며 식 (3)과 같이 산출하였다 (FAO 1994; 2005).

$$\text{Discard rate (\%)} = \frac{\text{Summed discards} \times 100}{\text{Summed discards} + \text{Summed landings}} \quad (3)$$

또한, 단위노력당 투기량 (DPUE, Discards per unit effort, kg/haul)은 Matsuok (2008), Kim et al. (2011)의 방법에 의하여 1조업당 또는 1양망을 단위노력으로 정의하여 계산하는데 본 연구에서는 단위노력당 투기량을 1조의 통발어구 조업에 대한 투기량으로 정의하여 (4)식과 같이 산출하였다.

$$\text{DPUE (kg/haul)} = \frac{\text{Discards}}{\text{Hauls}} \quad (4)$$

### 통계처리

조사회수별로 어구의 형태와 재질에 따른 개체수와 생체량의 차이의 유의성 ( $P < 0.05$ )을 검증하기 위해서는 paired t-test를 실시하였고, 전체 개체수와 생체량에 대해 어구 형태별 어획량의 차이의 유의성을 검증하기 위해서는 t-test를 실시하였으며 분석에는 통계프로그램 SPSS (Ver. 14.0)를 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 어획물 조성

고등통발 100개를 한조로 하여 2014년 7월에 6회에 걸쳐 시험조업하여 수집된 어획물의 결과는 Table 3과 같다. 어획량의 순위는 어구 종류별로 어획 중량과 마리수에서 서로 다른 경우도 있어서 본 연구에서는 중량을 기준으로 정하였다. 어획물 중 목표종인 고등류가 5종 3,978마리 173,261 g으로 총어획량의 48.7%를 차지하였고, 고등류에서는 세고리물레고등이 3,666마리 143,946 g으로 총어획량의 40.5%, 고등류 어획량의 81%로 가장 많이 어획되었고 다음으로 북방명주매물고등이 189마리

18,538 g으로 총어획량의 5.2%, 고등류 어획량의 13%를 차지하였으며, 세 번째가 물레고등 120마리 10,704 g으로 총어획량의 3.0%, 고등류 어획량의 6%를 차지하였다. 혼획종은 2,237마리 182,571 g으로 총어획량의 51.3%였는데 대게가 2,089마리 142,987 g, 문어가 45마리 31,762 g, 아가씨물메기가 66마리 4,327 g 어획되었다.

#### 통발 종류별 목표종 어획성능

통발의 종류별 고등류 어획량은 PE원통형+PA에서 1,248마리 56,974 g (32.9%)으로 가장 많았고 두 번째가 생분해원통형+PE에서 1,295마리 52,921 g (30.5%)였으며 세 번째가 PE장구형 678마리 32,062 g (18.5%), 네 번째가 생분해장구형 757마리 31,304 g (18.1%)이었다. 고등류는 6회 양망에서 평균어획량이 663.0마리 28,876.8 g으로 나타났으며 통발의 종류별로는 PE원통형+PA에서 9,495.7 g, 생분해원통형+PE 8,820.2 g, PE장구형 5,343.7 g, 생분해장구형 5,217.3 g이었다. 어구의 형태별로는 원통형에 63.4%가 어획되어 장구형의 36.6%보다 26.8% 더 많이 어획되었는데, 이는 원통형의 입구부가 3개로 장구형의 2개보다 화학적 감각이 발달한 고등류 (Himmelman, 1988)가 통발에 입망할 수 있는 기회가 많았기 때문일 것으로 판단된다. 어구의 형태와 재질에 따른 고등류의 어획 중량의 차이를 살펴보면 원통형과 장구형에서 재질에 따른 중량의 차이는 없는 것으로 나타났지만 (paired t-test,  $P > 0.05$ ), PE원통형+PA와 생분해원통형+PE에서 어획된 고등류의 중량은 PE장구형과 생분해장구형에서 어획된 중량에 비해 높은 것으로 나타났다 (paired t-test,  $P < 0.05$ ). 어구의 재질과 형태에 따른 고등류의 어획 개체수에도 유사한 경향을 보였는데, 원통형과 장구형에서 재질에 따른 어획 개체수의 차이는 없는 것으로 나타났지만 (paired t-test,  $P > 0.05$ ), PE원통형+PA와 생분해원통형+PE에서 어획된 고등류의 어획 개체수는 PE장구형과 생분해장구형에서 어획된 개체수에 비해 많은 것으로 나타났다 (paired t-test,  $P < 0.05$ ).

상업조업에서는 통발의 침지일수가 4-8일 내외인데 최근에는 목표종인 어획량이 감소하면서 침지일수가 늘어나는 추세이다. 본 연구에서는 기상관계로 1-2회는 13일이고 3-6회는 8일로 달랐으나 상업어선의 침지일수에 비해 상대적으로 장기간 침지된 때문인지 침지일수에 따른 어획량의 차이는 크지 않았으며, 그 이유는

장기간 침지시 통발에 입망된 생물이 미끼를 섭이하고 또한 미끼에서 분출되는 냄새도 약해지므로 생물 유인 효과가 떨어지기 때문일 것으로 생각된다.

한편, 고등류에서 우점종인 세고리물레고등의 어획량은 중량을 기준으로 PE원통형+PA에서 49,494 g으로 가장 많았고 두번째가 생분해원통형+PE 44,420 g이었으며 세번째가 생분해장구형 25,354 g, 네번째가 PE장구형 24,678 g였다. 한편, 고등류에서 우점종인 세고리물레고등은 PE원통형+PA과 생분해원통형+PE에서 각각 1,163마리 (49,494 g), 1,199마리 (44,420 g)이 어획되었고, PE장구형과 생분해장구형에서는 각각 611마리 (25,354 g), 693마리 (24,678 g)이 어획되어 재질에 따라 개체수와 생체량의 차이를 보이지 않았지만 (paired t-test, P>0.05) 통발의 형태별로 비교하면 원통형 통발에서 어획된 세고리물레고등의 개체수와 어획중량이 높은 것으로 나타났다 (paired t-test, P<0.05). 차우점종인 북방명주매물고등과 물레고등은 어획량이 적어 앞으로 더 많은 데이터가 확보된 후에 분석해야 할 것으로 생각된다.

### 혼획 및 투기

시험용 통발에 어획된 비목표종의 혼획량은 182,571 g으로 총어획량의 51.3%를 점하며 목표종의 어획율 48.7%보다 2.6% 더 많이 어획되었다. 종별로는 대게가 142,987 g (40.2%)으로 가장 많았고, 두번째가 문어로 31,762 g (8.9%)였고, 세번째가 아가씨물메기로 4,327 g (1.2%)으로 나타났으며 대구와 새우류, 기타가 각각 소량 어획되었다 (Table 3). 혼획종에서 대게의 어획량 40.2%는 Yoon et al. (2008)이 동해안 트롤조사에서 대게의 면적당 생체량이 36.0%로 가장 높다고 한 결과와 유사하게 나타났다.

생분해장구형에 혼획된 개체수는 총 868마리로 가장 많았고, PE장구형과 PE원통형+PA은 각각 602마리와 500마리로 다음으로 높은 혼획을 보였으며, 생분해원통형+PE에서는 267마리가 어획되어 어구중에서 가장 낮은 혼획을 나타냈다 (paired t-test, P<0.05). 혼획 중량에서도 생분해장구형에서 73,657 g으로 가장 높은 혼획을 보였고, PE장구형과 PE원통형+PA에서는 각각 58,511 g과 33,440 g로 다음으로 높은 어획량을 보였

Table 3. Total catch comparison according to the type of trap

Common name (Scientific name)	Drum type				Cylinder type				Total		
	PE drum+PA		PBS drum+PE		PE cylinder		PBS cylinder		Number	Weight (g)	Rate (%)
	Number	Weight (g)	Number	Weight (g)	Number	Weight (g)	Number	Weight (g)			
Subtotal	1,248	56,974	1,295	52,921	678	32,062	757	31,304	3,978	173,261	48.692
Whelk											
Constricted whelk ( <i>Buccinum opisthoplectum</i> )	1,163	49,494	1,199	44,420	611	24,678	693	25,354	3,666	143,946	40.453
Neptunea ( <i>Neptunea eulimata</i> )	45	3,766	61	5,164	45	5,440	38	4,168	189	18,538	5.210
Finely-striate buccinum ( <i>Buccinum striatissimum</i> )	38	3,648	34	3,330	22	1,944	26	1,782	120	10,704	3.008
( <i>Reticubuccinum acutispiratum</i> )	1	60	0	0	0	0	0	0	1	60	0.017
Minor spindle ( <i>Plicifusus minor</i> )	1	6	1	7	0	0	0	0	2	13	0.004
Subtotal	500	33,440	267	16,963	602	58,511	868	73,657	2,237	182,571	51.308
Bycatch											
Snow crab ( <i>Chionoecetes opilio</i> )	482	29,398	247	13,704	549	38,342	811	61,543	2,089	142,987	40.184
Giant octopus ( <i>Enteroctopus dofleini</i> )	5	3,366	6	2,128	18	17,600	16	8,668	45	31,762	8.926
Agassiz' snailfish ( <i>Liparis agassizii</i> )	7	478	7	517	27	1,671	25	1,661	66	4,327	1.216
Pacific cod ( <i>Gadus macrocephalus</i> )	0	0	0	0	2	295	2	552	4	847	0.238
Shrimp	4	80	4	86	0	0	5	123	13	289	0.081
Others	2	118	3	528	6	603	9	1,110	20	2,359	0.663
Total	1,748	90,414	1,562	69,884	1,280	90,573	1,625	104,961	6,215	355,832	100

던 반면 생분해원통형+PE에서는 16,963 g으로 가장 적은 혼획을 나타냈다 (paired t-test, P<0.05). 혼획 개체수와 중량을 어구형태에 따라 비교하면 장구형에서 원통형보다 높은 혼획율을 보이는 것으로 나타나 (t-test, P<0.05), 고등류가 원통형에서 높은 어획량을 보인 것과 반대의 경향을 보였는데 이는 장구형통발이 체적이 큰 관계로 원통형보다 혼획량이 많았던 것으로 사료된다.

혼획중 중 어획이 가장 많은 대게의 경우 어획 개체수에서는 통발의 형태와 재질에 따른 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다 (paired t-test, P>0.05). 반면 어획 중량에서는 생분해장구형에서 61,543 g으로 가장 많았고, PE장구형과 PE원통형+PA에서 각각 38,342 g과 29,398 g로 다음으로 높은 혼획 중량을 보였던 반면, 생분해원통형+PE에서는 13,704 g으로 가장 낮은 혼획량을 보였다 (paired t-test, P<0.05). 대게의 혼획량을 어구의 형태별로 비교하면 장구형에서 원통형보다 2.3배 많이 어획되었다 (t-test, P<0.05).

혼획중 중 어획량이 가장 많은 대게는 금어기인 관계로 전량 투기되었다. 문어는 45마리 중 중량이 300 g 이상인 개체 19마리 26,466 g은 양륙, 300 g 미만인 26

마리 4,718 g은 투기로 분류하였다. 대구는 4마리로 개체 크기가 40 cm 이상인 2마리 576 g은 자가소비로 양륙, 40 cm 미만인 2마리 271 g은 투기로 분류하였다. 새우류는 13마리 289 g으로 자가소비로 양륙으로 분류하였으며, 아가씨물메기와 기타종은 상품가치가 없어 전량 투기로 분류하였다 (Table 4).

총 어획량에 대한 투기비율{투기량/(투기량+양륙량)}은 평균 43.6% 였고 대게의 투기비율은 약 40.2%였다. 투기비율은 통발 종류별로는 생분해장구형에서 63.1%로 가장 높았고 다음으로 PE장구형의 47.9%, 세 번째가 PE원통형+PA의 33.4%, 생분해원통형+PE이 22.1%로 가장 낮았다. 장구형 통발에서 혼획과 투기가 많은 것은 대게 뿐 아니라 문어와 기타종도 장구형에서 원통형보다 많이 어획되었기 때문이다. 한편, 부수어획은 27,331 g으로 총어획량의 7.7 %였으며 문어, 대구, 새우류가 포함되었다. 그리고, 총 6회 조업을 기준으로 DPUE (단위노력당투기량)는 약 25.9 kg/haul로 Kim et al. (2011)이 새우통발에서 보고한 33.4 kg/haul 보다는 다소 적게 나타났다.

어획된 대게의 갑폭은 20.3-96.1 mm 범위였으며, 최빈

Table 4. Discard rate in the experimental trap

Common name (Scientific name)	Items	Drum type				Cylinder type				Total	
		PE drum+PA		PBS drum+PE		PE cylinder		PBS cylinder		CN	W (g)
		CN	W (g)	CN	W (g)	CN	W (g)	CN	W (g)		
Whelk	Discard										
	Landing	1,248	56,974	1,295	52,921	678	32,062	757	31,304	3,978	173,261
Snow crab ( <i>Chionoecetes opilio</i> )	Discard	482	29,398	247	13,704	549	38,342	811	61,543	2,089	142,987
	Landing										
Giant octopus ( <i>Enteroctopus dofleini</i> )	Discard	1	218	3	700	12	2,652	10	1,726	26	5,296
	Landing	4	3,148	3	1,428	6	14,948	6	6,942	19	26,466
Agassiz' snailfish ( <i>Liparis agassizii</i> )	Discard					1	71	1	200	2	271
	Landing					1	224	1	352	2	576
Pacific cod ( <i>Gadus macrocephalus</i> )	Discard	7	478	7	517	27	1,671	25	1,661	66	4,327
	Landing										
Shrimps	Discard										
	Landing	4	80	4	86			5	123	13	289
Others	Discard	2	118	3	528	6	603	9	1,110	20	2,359
	Landing										
Sub-Total	Discard	492	30,212	260	15,449	595	43,339	856	66,240	2,203	155,240
	Landing	1,256	60,202	1,302	54,435	685	47,234	769	38,721	4,012	200,592
Total		1,748	90,414	1,562	69,884	1,280	90,573	1,625	104,961	6,215	355,832
Discard rate (%)		33.42		22.11		47.85		63.11		43.63	
DPUE (kg/haul)						25.9					

※ CN: Catch number, W: Weight (g), AW: Average Weight (g)

값은 63-65 mm에서, 평균은 58.4 mm로 나타났다 (Fig. 3). 그리고 대게 수컷의 어획금지 갑장 90 mm에 대한 갑폭은 92 mm인데 (NFRDI, 2009) 금번 조사에서 갑폭 92 mm 이상인 개체는 3마리였다.

동해안의 고등통발에서는 미끼를 사용하여 대상생물을 유인하므로 목표종인 고등류 외에 비목표종의 혼획과 투기가 많이 나타났으며 특히 금어기 대게의 혼획과 투기가 총어획량의 40% 수준으로 이를 줄이기 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

해양수산부에서는 조업 과정에서 일어나는 혼획과 투기의 문제점을 인식하고 자원 관리를 위하여 수산업법 41조 (MOF, 2014a)와 동시행령 27조 (MOF, 2014b)에 혼획에 관한 사항을 명시하고 있으며, 형망과 조망어업 등에서 혼획의 허용범위를 5-10% 이내로 정하고 있다. 그러나 아직은 일부 어업에서만 혼획 규정이 있고 혼획과 투기의 정의가 명시되지 않은 실정이다. 또한, 우리나라에서는 ‘Bycatch’를 ‘혼획’ 또는 ‘부수어획’ 등 저자에 따라 다르게 표현하고 있는 실정으므로 학계에서 이에 대한 논의가 필요하다고 사료된다. 아울러, Incidental catch (부수어획)를 ‘혼획’으로 칭하는 경우도 있는데, FAO 보고서 (Alverson et al., 1994)에 혼획 (Bycatch)은 투기 (Discarded catch)와 부수어획 (Incidental catch)을 포함한 개념이고 Incidental catch는 비목표종으로 투기되지 않고 남겨진 어획으로 정의하고 있으므로 Incidental catch를 부수어획이라 표현하는 것이 더 적합할 것으로 생각한다.

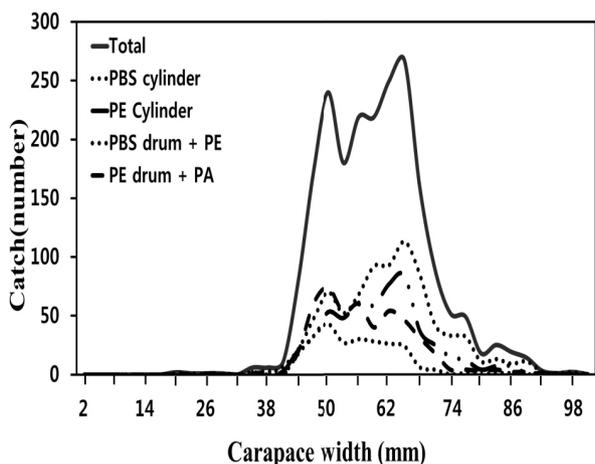


Fig. 3. Size frequency distribution using carapace width (CW) of snow crab, *Chionoecetes opilio*, caught by whelk trap.

한편, 투기 및 어획사망과 관련하여 Campana et al. (2009)은 연승에서 상어의 혼획에 의한 사망이 35%에 이른다고 하였으며, Romanov (2002)는 참치선망에서 혼획이 목표종 어획량의 약 2.7%, Kim et al. (2011)은 일본 분카만 새우통발에서 투기비율이 27.4%, Cha et al. (2010)은 스프링 그물통발에서 혼획이 어획량의 40%, 투기는 50%에 이른다고 하였는데, 본 연구에서는 투기비율이 평균 43.5%로 다른 어업에 비해 다소 높은 수준인 것으로 나타났으며 이는 대게의 혼획과 투기가 많았기 때문으로 사료된다.

어구에 의한 혼획을 줄이기 위한 연구로 Hall and Mainprize (2005)는 전세계어업에서 어구의 개량으로 25-64%의 혼획을 줄일 수 있다고 보고하였으며, Boutson et al. (2009)은 통발에 탈출구를 사용하여 미성숙 개체의 어획을 약 60% 줄일 수 있다고 보고하였다. 대게는 겨울철 동해안 어선어업의 주요 소득원으로 대게 자원의 지속적인 이용을 위해 TAC 대상으로 관리하고 있다. 그러나 대게의 포획 금지기간인 6월-11월 중에 통발, 자망, 저인망 등의 어구에 의해 혼획이 많이 일어나고 혼획물은 투기되어짐에 따라 귀중한 자원이 손실되는 실정이나 국내에서는 이에 대해 보고된 자료가 거의 없으므로 앞으로 금어기 대게의 혼획과 투기를 줄일 수 있는 연구와 정책적 대책 마련이 시급한 실정이라 판단된다.

## 결론

우리나라 동해안 울진해역에서 주로 사용하고 있는 고등통발을 대상으로 조업 중 발생하는 대게를 비롯한 비목표종의 혼획과 투기 실태를 분석하여 앞으로 고등통발에서 금어기의 대게 혼획과 투기를 줄일 수 있는 방안을 도출하는 기초 자료로 활용하고자 하였다.

시험조업에 사용한 통발은 총 4종으로 형태별로 원통형과 장구형의 2종에 대해 각각 몸통그물의 재질을 PE그물과 생분해성그물의 2가지로 하였고, 시험어구한 조는 통발의 종류별로 25개씩 총 100개로 구성하였다. 시험조업은 2014년 7월에 경상북도 울진군 후포와 왕돌초 인근 해역에서 실시하였으며 어장의 수심은 105-113 m 범위였다. 시험조업시 통발에 미끼로 정어리를 넣어 투망한 후 8-13일간 침지하였다가 양망하였다. 어획시험은 어구 한 조별로 구분하여 총 6회 시험

하였으며 어획물의 체장과 중량을 측정하였다.

어획물 중 목표종인 고동류가 5종 3,978마리 173,261 g으로 총어획량의 48.7%를 차지하였고 혼획종은 2,237마리 182,571 g으로 51.3%로 비목표종의 혼획이 약 2.6% 더 많았다. 혼획종에서 대게가 142,987 g으로 총어획량의 40.2%를 차지하여 가장 많았고, 두 번째가 문어로 31,762 g (8.9%)이었고, 세 번째가 아가씨물메기로 4,327 g (1.2%)으로 나타났다. 통발의 형태별 혼획 비율은 장구형통발에서 69.8%로 원통형통발의 30.2%보다 2.3배 더 많았다. 총 어획량에 대한 투기비율{투기량/(투기량+양륙량)}은 평균 43.6% 였다. 투기비율은 통발 종류별로는 생분해장구형에서 63.1%로 가장 높았고 다음으로 PE장구형의 47.9%, 세 번째가 PE원통형+PA의 33.4%, 생분해원통형+PE이 22.1%로 가장 낮았다. 그리고, 총 6회 조업을 기준으로 DPUE는 약 25.9 kg/haul였으며, 부수어획은 27,331 g으로 총어획량의 7.7%였고 문어, 대구, 새우류가 포함되었다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물과학원 (RP-2014-FE-17)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Alverson DL, Freeberg MH, Murawski SA and Pope JG. 1994. A global assessment of fisheries by-catch and discards. FAO technical Paper 339, 5~41.
- Bea BS, An HC, Jeong EC, Park HH, Park SW and Park CD. 2010. Fishing power estimation of biodegradable traps in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 46, 292–301. (DOI:10.3796/KSFT.2010.46.4.292)
- Boutson A, Mahasawasde C, Mahasawasde S, Tunkijjanukij S and Arimoto 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. (DOI: 10.1007/s12562-008-0010-z)
- Cha BJ, Cho SK and Lee GH. 2010. A study on the bycatches by mesh size of spring-net-pot in Geo-je & Tong-young waters of Korea. J Kor Soc Fish Tech 46, 204–213. (DOI: 10.3796/KSFT.2010.46.3.204)
- Cho DO. 2011. Removing derelict fishing gear from the deep seabed of the East Sea. Marine policy 35, 610-614. (DOI: 10.1371/ 0095839)
- Ducan DB. 1955. Multiple-range and mutiple F tests. Biometrics 11, 1-42. (DOI:10.2307/3001478)
- FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. 1-41. <http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm>
- Hall SJ and Mainprize BM. 2005. Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? FISH and FISHERIES, 134-155. (DOI:10.1111/ j.1467-2979.2005.00183.x)
- Himmelman JH. 1988. Movement of whelks (*Buccinum undatum*) towards a baited trap. Marine Biology 97, 521-531.
- 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. (DOI:10.3796/KSFT.2013.49.4.368)
- Kelleher K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. FAO technical paper 470, 1-19.
- Kim IO and Lee GH. 2014. Catching efficiency of biodegradable trap for swimming crab (*Portunus trituberculatus*) in the western sea of Korea. J Kor Soc Fish Technol 50, 262–273. (DOI:10.3796/KSFT.2014.50.3.262)
- Kim SH, Lee JH and Kim HS. 2011. A survey of shrimp pot fishery bycatch and discard in funka Bay, Hokkaido, Japan. Kor J Fish Aqua Sci 44, 397–402. (DOI:10.3796/KSFT. 2012.48.1.001)
- Kim SH, Lee JH, Kim HS and Park SW. 2010. Optimal design escape vent for the dome type coonstripe shrimp (*Pandalus hypsinotus*) pot. J Kor soc Fish Tech 46, 115–125. (DOI: 10.5657/KFAS.2011.0397)
- Matsuoka T. 2008. A review of bycatch and discard issue toward solution. Fisheries for global welfare and environment, 5th World Fisheries Congress, 169–180.
- Morris AS, Wilson SM, Dever EF and Chambers RM. 2011. A test of bycatch reduction devices on commercial crab pots in a tidal marsh creek in Virginia. Estuaries and Coasts 34, 386–390. (DOI 10.1007/s12237-010-9330-1)
- MOF. 2014a. Fisheries act. Ministry of Oceans and Fisheries.
- MOF. 2014b. Enforcement decree of the fisheries act. Ministry of Oceans and Fisheries.
- NFRDI. 2005. Stock assessment and fishery evaluation report of year 2006 TAC-based fisheries management in the adjacent Korean waters. Yeamoonsa, Busan, 153-175.
- NFRDI. 2008. Fishing gear of Korea. Hangul Graphics, Busan, 104-130.
- NFRDI. 2009. 2009 Report of National Fisheries Research & Development Institute. Ecological study on the snow crab. 20-21.
- 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. (DOI:10.1016/j.fishres.2007.05.008)
- Park CD, Bae JH, Cho SK, Cha BJ and Kim HY. 2013. Size selectivity of the dome-shaped pot for whelk *Buccinum opistho-*

- plectum* in the eastern coastal waters of Korea. J Kor Soc Fish Tech 49, 368–376. (DOI:10.3796/KSFT.2013.49.4.368)
- Park HH and Bae BS. 2011. Catch and species composition with some different traps by depth in the deep-water of the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 47, 300–315. (DOI: 10.3796/KSFT.2011.47.4.300)
- Yoon SC, Cha HK, Lee SI, Chang DS, Hwang SJ and Yang JH. 2008. Variations in species composition of demersal organisms caught by trawl survey in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 44, 323-343. (DOI:10.3796/KSFT.2008.44.4.323)
- Watanabe T. 2005. Simulated ghost fishing experiment on size selectivity of red queen crab traps. Nippon Suisan Gakkaishi 71, 16-23.
- 
2014. 10.15 Received  
2014. 11.25 Revised  
2014. 11.26 Accepted