

동해안 울진해역 원통형 고둥 통발의 재질별 어획 성능

안희춘¹ · 배재현* · 박창두 · 박종명 · 홍성익² · 윤병선 · 김병관¹ · 김성훈¹

¹국립수산과학원 수산공학과, 국립수산과학원 동해수산연구소 자원환경과, 바다생태리서치²

Catching efficiency of the whelk pot in accordance with the pot materials in the Uljin waters, East sea

Heui-Chun AN¹, Jae-Hyun BAE*, Chang-Doo PARK, Jong-Myung PARK, Sung-Eic HONG²,
Byung-Sun YOON, Pyungkwan KIM¹ and Seong-Hun KIM¹

*Fisheries Resources and Environment Research Division, East Sea Fisheries Research Institute,
National Institute of Fisheries Science, Gangneung 25435, Korea*

¹*Fisheries Engineering Reseach Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea*

²*Bada Ecology Research, Gangneung 25434, Korea*

Fishing pots are one of the important fishing gears in our coastal and offshore fisheries. In terms of a sustainable use of marine resources, there are concerns about the ghost fishing by lost pots. It is reported that 10 to 70% of the pots are abandoned or lost annually. This study is to compare the catching efficiency of drum type whelk pots that are made of biodegradable nets to those made of the ordinary nets, in the eastern coast of Korea. Five types of drum pots were used with combination of biodegradable nets and ordinary (PA, PE) nets applied to the main and funnel parts of the pots: pots with biodegradable nets (Bio+Bio); pots with PE net (PE+PE); pots with body and funnel made of biodegradable nets and PE nets respectively (Bio+PE); pots with body and funnel made of PE nets and PA nets respectively (PE+PA); pots with body and funnel made of PE nets and biodegradable net respectively (PE+Bio). Field experiments were conducted from June 18th, 2015 to August 7th, 2015 using a commercial fishing vessel in the Uljin waters on the eastern coast of Korea. Two fleets of pots with one hundred in each, 20 pots of each type, were casted for 8 to 15 days to analyze their catching efficiency. The catch of target species, whelks, was 202,563.0 g with catch rate of 38.7% of the total catch, while the bycatch was 320,709.7 g with the rate of 61.3% of the total catch. The catch of whelks was the highest in the Bio+PE pots (46,020.3 g), followed by the Bio+Bio pots (42,027.5 g), the PE+Bio pots (41,849.9 g) and the lowest being PE+PE pots (38,054.2 g). Compared to the conventional pots, the pots with biodegradable nets on the body or entrance part had slightly higher catch rate for both the target species and the bycatch. The PE+PE had the lowest catch rate. There is no significant difference in catch between the pots with biodegradable nets and the ordinary nets for the target species such as *Buccinum opisthoplectum*, *Neptunea eulimata*, *Buccinum striatissimum*. Consequently, using biodegradable nets for the conventional whelk pots can reduce ghost fishing by lost gears while keeping the performance of the pots.

Keywords : Pot, Biodegradable net, Whelk, Catching efficiency

*Corresponding author: jhbae01@korea.kr, Tel: 82-33-660-8555, Fax: 82-33-661-3923

서론

통발어업의 생산량은 2014년 기준 67,498톤으로 우리나라 연근해어업 생산량의 6.4%를 차지하고 있으며, 어선 세력이 4,776척인 중요 어업 중 하나이다 (KOSIS, 2016). 통발어업은 소극적 어업이지만 미끼를 사용하지 않고 어획효율이 높고, 에너지 소비가 적어 경쟁력이 높은 어업 중 하나이다 (Kim et al., 2010). 또한 경상북도 지방에서는 붉은대게, 고등류, 문어 등을 통발로 주로 어획하고 있으며, 고등류의 생산량은 2014년에 1,333톤이었다. 이 중 수심 100 m 이상인 깊은 바다에서 어획되는 북방명주매물고등 (*Neptunea eulimata*), 세고리물레고등 (*Buccinum opisthoplectum*), 물레고등 (*Buccinum striatissimum*)과 같은 고등류는 육질이 부드럽고 감칠맛이 있어 기호식품으로 애용되고 있다.

한편, 통발어업은 많은 수량의 어구를 바다에 투승하고, 일정 기간이 지난 후에 양승하는 방식으로 조업하기 때문에 태풍이나 황천과 같은 거친 해황과 조업 중 다른 어구와의 조우로 인해 연간 사용량의 약 20~50%가 유실되는 것으로 알려져 있다 (Kim and Lee, 2014). 유실된 통발의 유령어업에 대한 연구는 대게 통발 (Hebert et al., 2001)과 붉은대게 통발 (Watanabe, 2005)에서 수행되었고, 통발에서 혼획 투기 (Kim et al., 2011) 및 혼획 비율 저감을 위한 망목선택성 연구는 붉은대게 통발

(Jeong et al., 2000)과 고등 통발 (Park et al., 2007; Park et al., 2013) 등에서 수행되었다. 유령어업의 저감을 위한 연구로는 통발 탈출장치 (Boutson et al., 2009; Kim et al., 2010; Morris et al., 2011)와 생분해성 통발 (Bae et al., 2010; Kim and Lee, 2014)에 대한 연구가 보고되었는데, 대부분 대게, 붉은대게, 꽃게와 새우류 등의 갑각류를 대상으로 한 연구가 수행되었다.

이 연구에서는 우리나라 동해안에서 주로 사용되는 원통형 고등 통발을 대상으로 유실 통발에 의한 유령어업을 저감시키는 친환경 통발어업의 기초 자료를 마련하기 위하여 기존의 재질과 생분해성 재질을 사용하여 통발의 재질에 따른 어획성능을 비교하였다.

재료 및 방법

시험 어구의 구성

고등 통발의 그물 재질에 따른 어획 성능의 비교 시험에 사용한 시험 통발은 형태가 원통형 (drum type)으로 통발 부위별로 그물의 재질을 달리하여 5종류의 통발을 제작하였다. 통발의 종류는 몸통과 입구부 (누두망)를 모두 생분해성 그물로 한 것 (Bio+Bio)과 PE (polyethylene) 그물로 한 것 (PE+PE), 몸통은 생분해성 그물, 입구부는 PE 그물로 한 것 (Bio+PE), 몸통은 PE 그물, 입구부는 PA 그물로 한 것 (PE+PA)

Table 1. General specification of experimental whelk pots

Item	Drum type				
	Bio+Bio ¹	PE+PE ²	Bio+PE ³	PE+PA ⁴	PE+Bio ⁵
Diameter	500				
Length	250				
Main body	Bio	PE	Bio	PE	PE
Net material	Td 280×15ply 35mm mesh	Td 210×15ply 35mm mesh	Td 280×15ply 35mm mesh	Td 210×15ply 35mm mesh	Td 210×15ply 35mm mesh
Funnel	Bio	PE	PE	PA	Bio
Net material	Td 280×15ply 35mm mesh	Td 210×15ply 35mm mesh	Td 210×9ply 20mm mesh	Td 210×9ply 20mm mesh	Td 280×9ply 22mm mesh
Number	3	3	3	3	3

- * 1. pot with body and funnel made of Bio net
 2. pot with body and funnel made of PE net
 3. pot with body and funnel made of Bio and PE net respectively
 4. pot with body and funnel made of PE and PA net respectively
 5. pot with body and funnel made of PE and Bio net respectively

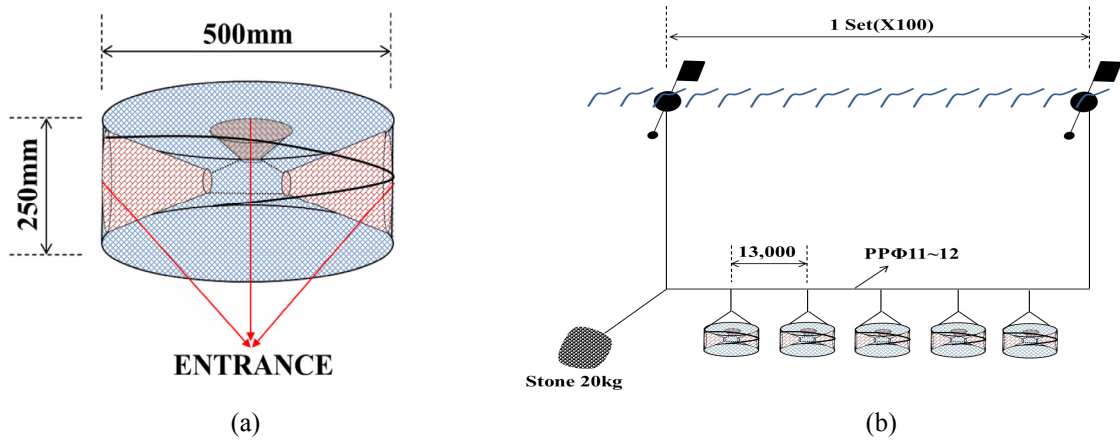


Fig. 1. Schematic drawing of (a) the construction of the experimental drum type whelk pot and (b) the layout of pots used in the experimental fishing.

및 몸통은 PE 그물, 입구부는 생분해성 그물로 한 것 (PE+Bio)이다.

시험 어구의 상세한 규격은 Table 1과 같고, 어구의 형상과 통발의 조립 모식도는 Fig. 1과 같다. 통발의 규격은 직경 500 mm, 길이 250 mm이고, 입구부가 세 개이다. 통발 몸통부의 망목 크기는 35 mm이며, 통발 입구부는 그물감에 따라 20~35 mm의 망목을 사용하였다. 시험 어구 한 조는 총 100개로 구성하였으며, 통발 종류별로 각각 20개씩 순차적으로 배열하였고, 통발 사이의 간격은 13 m였다.

시험 조업 및 어획물 측정

시험 조업은 2015년 6월 18일부터 8월 7일까지 경상북도 울진군 후포항 인근 해역에서 총 14회를 실시하였으며, 조사 해역의 수심은 112~127 m 범위였다 (Fig. 2). 시험 어선은 상업용 통발어선 (삼창호, 4.47 ton)을 사용하였으며, 시험 조업은 새벽 4~5시에 출항하여 조사 해역에 도착하면 미끼로 정어리를 넣어 둔 통발 100개를 한 조로 하여 총 2개조를 투승하고, 8~15일간 침지하였다가 양승하는 방식으로 수행되었다 (Table 2). 침지일수는 10일 내외를 계획하였으나 양승 시기에 기상 악화 등으로 인하여 침지일수가 15일까지 길어진 경우도 발생하였다. 시험 조업 시 매일 2개조의 통발을 양승하였고, 각 조별로 어획된 어획물은 어구별로 각각 분리하여 체장과 중량을 측정하였다.

시험 조업에서 어획된 생물은 육상의 측정실로 이동하여 어종별로 분류한 후 측정하였다. 어획물은 전수 측정을 원칙으로 하였으며, 고동류는 각장과 각폭, 중량을, 어류는 체장과 중량, 대문어는 중량을, 그 외의 어획물은 마릿수와 중량을 측정하였으며, 중량 측정에는 전자저울 (CAS, SW-1W, China)을 사용하였다.

또한 대개는 시험 조업 기간이 금어기인 관계로 선상에서 갑폭을 버니어캘리퍼스로 0.01 mm까지 측정하고, 체중은 암컷과 수컷을 구분하여 다음의 수식 (1)과 (2)를 사용하여 환산하였다 (NFRDI, 2009).

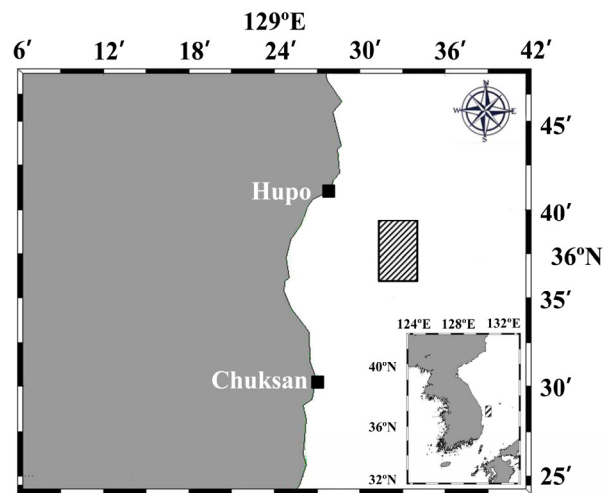


Fig. 2. Location of the experimental fishing site.

Table 2. General conditions of the experimental pot fishing

Trial number	Date	Submerged duration (day)	Number of used whelk pot	Water depth (m)
1	2015.06.18 ~ 06.30	F	100	113
2		S		127
3	2015.06.18 ~ 07.01	F	100	112
4		S		127
5	2015.07.01 ~ 07.14	F	100	114
6		S		122
7	2015.07.01 ~ 07.15	F	100	116
8		S		127
9	2015.07.15 ~ 07.23	F	100	116
10		S		126
11	2015.07.15 ~ 07.24	F	100	126
12	2015.07.23 ~ 08.06	F	100	115
13		S		127
14	2015.07.24 ~ 08.07	F	100	121

* F = First set of experimental pot
S = Second set of experimental pot

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

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

여기서, BW는 체중 (g), CW는 갑폭 (mm)이다.

혼획의 산정

고동 통발어구에 의한 어획물 중 목표종과 혼획종의 산정 방법은 An et al. (2014)의 방법에 따라 고동류를 목표종으로, 그 외의 종은 혼획종으로 분류하여 분석하였다.

통계 처리

통발에 의해 어획된 어획물의 유사도분석 (similarity analysis)은 5종류의 통발별로 어획된 종수와 습중량 자료를 바탕으로 분석하였으며, 유사도는 백분율 (%)로 나타내었다.

유사도분석 시에 생물 자료간의 편중을 피하기 위해 모든 자료는 fourth root로 변환하였으며, Bray-Curtis 지수 (Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 통발 종류별 어획물의 유사도를 표현하였다. 통발별로 분석된 유사도를 바탕으로 수지도 (dendrogram)를 작성

하고 집괴분석을 실시하였으며, 그룹 간 연결 방식에는 complete linkage 방식을 사용하였다. 통발에 의해 어획된 어획물들의 공간적 분포 특성과 유사성의 차이는 다차원척도분석 (MDS, Multi Dimensional Scaling)을 실시하여 2차원 공간에서 파악하였다. 또한 각각의 통발들 사이의 유사도 차이를 유발하는 종을 분석하고, 유사도의 차이에 대한 종들의 기여도를 알아보기 위하여 SIMPER 분석하였으며, 이들의 분석에는 PRIMER V6.0을 사용하였다 (Clarke and Warwick, 2001).

실험 결과는 각각의 조사 시기별 시용 어구에 채집된 개체수와 생체량의 차이를 분석하기 위해서는 paired t-test를 실시하였으며, 평균 간의 유의성 (P<0.05)을 SPSS program (Ver. 14.0)으로 검정하였다.

결과 및 고찰

어획물 조성

고동 통발 100개를 한조로 하여 2015년 6월부터 8월 까지 14회에 걸쳐 시험 조업하여 수집된 어획물의 결과는 Table 3과 같으며, 이 연구에서 어구 종류별 어획량의 순위는 중량을 기준으로 정하였다.

Table 3. Total catch comparison according to the type of pot in the Hupo waters, Korea, 2015

Common name (Scientific name)	Bio+Bio		PE+PE		Bio+PE		PE+PA		PE+Bio		Total		
	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Rate(%)
Subtotal	930	42,027.5	906	38,054.2	1,033	46,020.3	800	34,611.2	930	41,849.9	4,599	202,563.0	38.71
Constricted whelk (<i>Buccinum opisthoplectum</i>)	546	20,183.0	500	17,952.0	631	23,414.1	538	20,157.7	566	21,109.4	2,781	102,816.1	19.65
Neptunea (<i>Neptunea eulimata</i>)	73	8,298.3	68	6,683.7	69	8,214.3	45	5,488.3	70	7,538.0	325	36,222.6	6.92
Finely-striate buccinum (<i>Buccinum striatissimum</i>)	275	13,352.8	315	13,317.9	310	14,272.9	208	8,929.7	278	13,126.5	1,386	62,999.7	12.04
Whelk (<i>Reticubuccinum acutispiratum</i>)	2	38.0									2	38.0	0.01
Minor spindle (<i>Plicifusus minor</i>)	26	117.6	23	100.6	20	104.5	9	35.5	10	45.0	88	403.2	0.08
Neptune whelk (<i>Neptunea arthritica cumingi</i>)	8	37.8			3	14.5			6	31.0	17	83.3	0.02
Subtotal	1,290	89,920.1	631	41,036.7	1,139	69,102.0	828	70,474.9	693	50,176.0	4,581	320,709.7	61.29
Giant octopus (<i>Enteroctopus doylei</i>)	14	6,897.5	9	2,987.3	5	2,429.0	12	4,599.9	3	746.0	43	17,659.7	3.37
Snow crab (<i>Chionoecetes opilio</i>)	1,040	80,390.0	398	33,900.0	850	64,102.0	666	61,789.0	556	47,376.0	3,510	287,557.0	54.95
Agassiz' snailfish (<i>Liparis agassizii</i>)	11	619.0	6	337.9	8	411.9	16	1,627.7	14	571.0	55	3,567.5	0.68
Bycatch Pacific cod (<i>Gadus macrocephalus</i>)			1	212.0			1	162.0			2	374.0	0.07
Glass fish (<i>Liparis tanakai</i>)	1	302.0			1	134.0					2	436.0	0.08
Shrimp	24	436.0	11	164.0	26	417.0	28	869.0	17	430.0	106	2,316.0	0.44
Shellfish	107	633.6	93	559.5	106	659.1	54	312.3	65	378.0	425	2,542.5	0.49
Others	93	642.0	113	2,876.0	143	949.0	51	1,115.0	38	675.0	438	6,257.0	1.20
Total	2,220	131,947.5	1,537	79,090.9	2,172	115,122.3	1,628	105,086.1	1,623	92,025.9	9,180	523,272.6	100.00
Species		19		19		17		17		17		17	

어획물 중 목표종인 고등류가 4,599마리 202,563.0 g이었고, 혼획종은 4,581마리 320,709.7 g이었다. 목표종인 고등류는 총어획마리수 9,180의 50.1%를 차지하였으며, 총어획량 523,272.6 g의 38.7%를 차지하였다 (Table 3). 통발 종류별 어획량은 Bio+PE 통발에서 46,020.3 g으로 가장 많았고, Bio+Bio 통발에서 42,027.5 g, PE+Bio 통발에서 41,849.9 g, PE+PE 통발에서는 38,054.2 g으로 어획량이 가장 적었다. 혼획종은 Bio+Bio 통발에서 89,920.1 g으로 가장 많이 어획되었고, PE+PA 통발에서 70,474.9 g으로 두 번째, Bio+PE 통발에서 69,102.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PE 통발에서 41,036.7 g으로 가장 적었다.

혼획종 중에서 대게가 287,557.0 g (55.0%), 대문어가 17,659.7 g (3.4%), 아가씨물메기가 3,567.5 g (0.7%) 순으로 많이 어획되었다. 목표종과 혼획종에서 생분해성 그물을 통발의 몸통이나 입구부에 사용한 경우가 기존 통발에 비해 어획량이 다소 높게 나타났고, PE+PE 통발에서 어획량이 가장 적게 나타났다.

통발 종류별 목표종 어획 성능

시험 통발에 어획된 목표종인 고등류 중에서는 세고리물레고등이 2,781마리 102,816.1 g으로 총어획량의 19.7%로 가장 많이 어획되었고, 다음으로 물레고등이 1,386마리 62,999.7 g으로 총어획량의 12.0%를 차지하였으며, 세 번째가 북방명주매물고등 325마리 36,222.6 g으로 총어획량의 6.9%를 차지하였다 (Table 3).

세고리물레고등은 통발 종류별로는 Bio+PE 통발에서 23,414.1 g으로 가장 많이 어획되었고, PE+Bio 통발에서 21,109.4 g으로 두 번째, Bio+Bio 통발에서 20,183.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PE 통발에서 17,952.0 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따라 어획량이 다소 다르게 나타나기는 하였으나, 유의성 검증에서 어획량의 유의차는 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

북방명주매물고등은 통발 종류별로는 Bio+Bio 통발에서 8,298.3 g으로 가장 많이 어획되었고, Bio+PE 통발에서 8,214.3 g으로 두 번째, PE+Bio 통발에서

7,538.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PA 통발에서 5,488.3 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따른 어획량의 유의성 검증에서 PE+PA 통발의 어획은 Bio+PE 통발, PE+Bio 통발 및 PE+PE 통발과 유의차가 있으며 (paired t-test, $p<0.05$), 그 이외의 조합에서는 어획량의 유의차가 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

물레고등은 Bio+PE 통발에서 14,272.9 g으로 가장 많이 어획되었고, Bio+Bio 통발에서 13,352.8 g으로 두 번째, PE+PE 통발에서 13,317.9 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PA 통발에서 8,929.7 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따라 어획량의 유의성 검증에서 PE+PA 통발의 어획은 Bio+Bio 통발 및 PE+PE 통발과 유의차가 있으며 (paired t-test, $p<0.05$), 그 이외의 조합에서는 어획량의 유의차가 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

통발 종류별 목표종의 단위 노력당 어획량

시험 조업기간 중 통발어구 100를 1세트로 하여 총 14회의 시험을 실시하여 어획된 고등류의 단위 노력당 어획량 (CPUE; 통발 1세트당 어획량)을 산출한 것은 Fig. 3과 같다.

고등류 전체의 CPUE는 14,468.8 g이었고, 세고리물레고등에서 7,344.0 g, 북방명주매물고등에서 2,587.3 g, 물레고등 4,500.0 g이었다. An et al. (2014)이 동일 해역에서 2014년 7월에 고등 통발로 어획한 결과의 CPUE는 고등류 전체가 28,876.8 g, 세고리물레고등이 23,991.0 g, 북방명주매물고등이 3,089.7 g, 물레고등이 1,784.0 g이었다.

2016년의 고등 통발의 CPUE는 2014년에 비해 고등류 전체로는 50.1%, 세고리물레고등이 30.6%, 북방명주매물고등 83.7%, 물레고등 252.2%로 물레고등은 2016년에 2.5배 많게 어획되었지만, 전체 어획량과 그 외 종에서는 2014년에 비하여 낮게 나타났으며, 고등 통발 어업인도 고등의 어획량이 감소하고 있다고 하므로 자원의 지속적 이용을 위해 대책 마련이 필요할 것으로 사료된다.

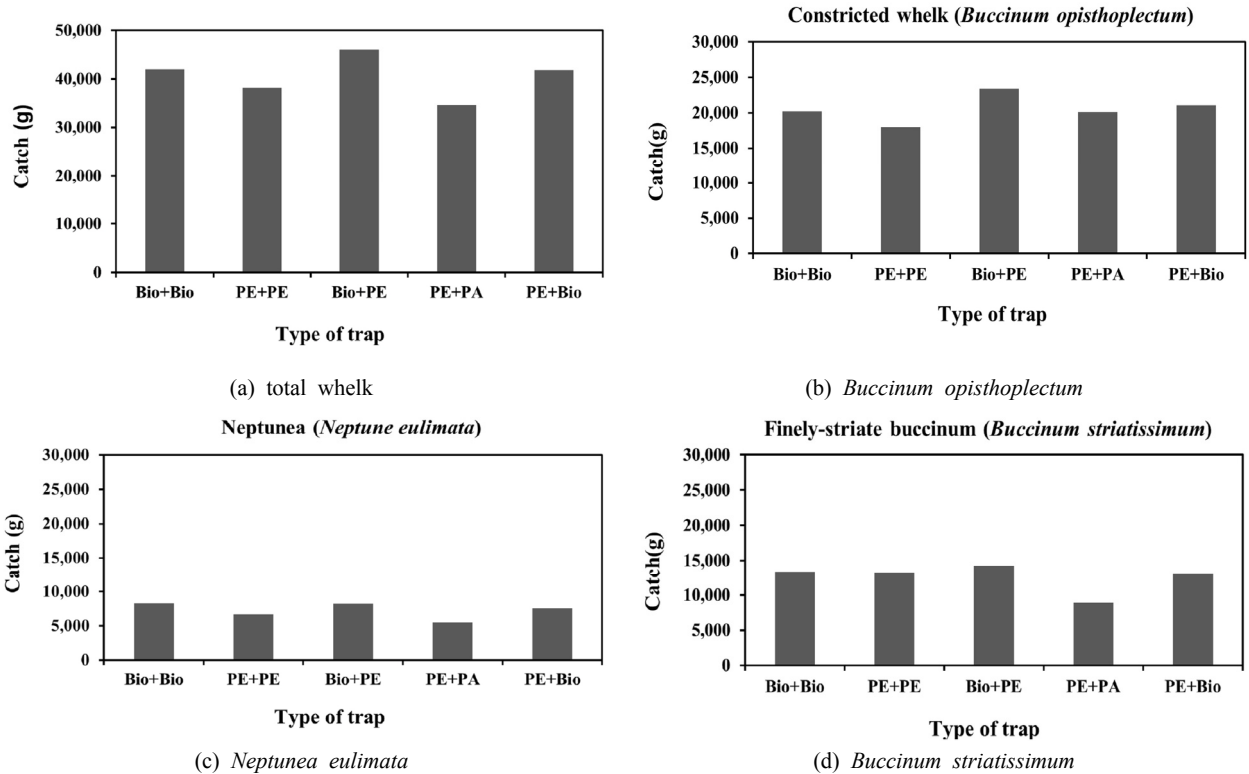


Fig. 3. CPUE (catch of one set pots consisted with 100 pots) comparison according to the type of pot in the Hupo waters, Korea, 2015.

1. Bio+Bio: pot with body and funnel made of Bio net
2. PE+PE: pot with body and funnel made of PE net
3. Bio+PE: pot with body and funnel made of Bio and PE net respectively
4. PE+PA: pot with body and funnel made of PE and PA net respectively
5. PE+Bio: pot with body and funnel made of PE and Bio net respectively

군집분석 및 기여도분석

통발어구의 시험 조건별로 출현한 종수와 습중량을 바탕으로 유사도를 구하고 집괴분석과 다차원적도분석을 통해 생물군집 변화의 유사도를 분석한 결과 (Fig. 4), 통발어구의 시험조건에 따라 두 개의 그룹으로 분리되었다. Group A는 Bio+PE, Bio+BIO, PE+Bio로 나타났으며, Group B는 PE+PE, PE+PA로 나타났다.

군집분석 결과 분리된 Group A와 Group B 군집의 차이에 대한 종기여도를 분석하기 위하여 SIMPER 분석을 실시한 결과 종기여도에서 5.0% 이상을 차지하는 종들은 총 5종으로 나타났다 (Table 4). 대게의 비유사도에 대한 종기여도는 61.68%로 매우 높았는데, Group

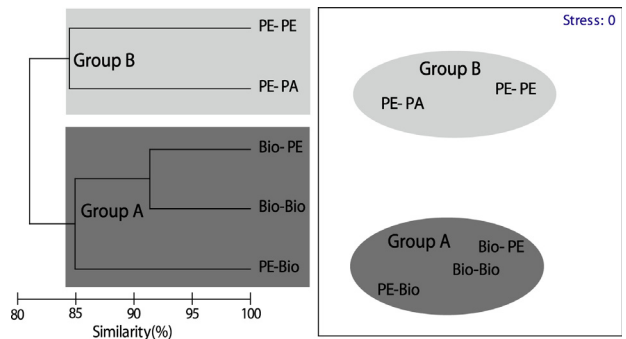


Fig. 4. Dendrogram and MDS (Multi Dimensional Scaling) plot based on Bray-curtis similarity matrix of fourth root transformed data of species weight and densities in the Hupo waters, Korea, 2015.

Table 4. Species contributions to dissimilarity between Group A (Bio-Bio, Bio-PE, PE-Bio) and Group B (PE-PE, PE-PA) in the Hupo waters, Korea, 2015

Rank	Common name (Scientific name)	Average biomass		Contribution (%)	Cumulation (%)
		Group A	Group B		
1	Snow crab (<i>Chionoecetes opilio</i>)	63,956.0	47,844.5	61.68	61.68
2	Constricted whelk (<i>Buccinum opisthoplectum</i>)	21,568.8	19,054.9	7.69	69.37
3	Giant octopus (<i>Enteroctopus dofleini</i>)	3,357.5	3,793.6	7.36	76.73
4	Finely-striate buccinum (<i>Buccinum striatissimum</i>)	13,584.1	11,123.8	7.04	83.77
5	Neptunea (<i>Neptunea eulimata</i>)	8,016.9	6,086.0	5.52	89.29

A에서 평균 63,956 g의 생체량을 보인 반면, Group B에서는 평균 47,844.5 g의 생체량을 보였다. 다음으로 복족류인 세고리물레고둥이 Group A에서 평균 21,568.8 g을 보인 반면, Group B에서는 평균 19,054.9 g을 보이며 군집의 분리에 7.69%의 기여도를 나타내었다. 또한 고둥류인 물레고둥과 북방명주매물고둥은 Group A에서 각각 13,584.1 g과 8,016.9 g의 생체량을 보이며 7.04%와 5.52%의 종기여도를 나타냈다.

Bilkovic et al. (2012)에 의하면, 부설된 통발 중 해역에 따라 연간 10~70%가 유실되는데, 계의 경우 유실 통발 1개당 연간 20~70마리가 어획되는 유령어업이 일어나고 있으며, 자원 고갈이 수년간 지속된다고 하였다. Bullimore and Newman (2001)은 영국해역에서 유실된 갑각류 통발이 통발당 연간 7.08마리의 거미게와 6.06마리의 brown crab을 어획하며, 유령어업이 2년째에도 계속되므로 생분해성 탈출 패널의 부착을 권고하였다. Godøy et al. (2003)은 노르웨이에서 유실된 통발의 왕게 어획실험에서 통발 안에 넣어둔 92마리의 왕게는 4개월 후에 한 마리도 탈출하지 못하였고, 새로 61마리가 입망하였다고 보고하였다. 또한 Al-Masrooria et al. (2004)은 오만 해역에서 유실된 통발에 의한 유령어업 시험에서 통발당 유령어업이 하루에 1.34 kg이고, 3개월간과 6개월간에 각각 67.27 kg, 78.36 kg이라고 보고하였다.

Brown and Macfadyen (2007)은 오만 해역에서 통발 유실율이 20%라고 보고하였고, Hebert et al. (2001)은 유령어업 시험에서 대게 통발에 들어간 개체의 사망률이 연간 94.6%에 이른다고 보고하였다. 따라서 통발어업에서 유실된 통발에 의한 유령어업을 줄이기 위한 대

책 마련이 시급하다. Boutson et al. (2009)은 대만의 꽃게 통발에서 탈출구를 사용하여 산란기 꽃게의 혼획을 70.5%에서 11.0%로 감소된 사례를 보고하였고, Winger et al. (2015)은 대게 통발에 생분해성 재료로 5종의 면사를 사용하여 3연 96합사가 124일 경과 후 강도가 63% 저하되어 가장 적합한 것으로 보고하였다.

이 연구에서 고둥 통발의 주 어획대상인 고둥류에 대한 어획 성능을 비교해 본 결과, 생분해성 그물을 사용한 경우가 기존 통발에 비하여 어획량이 다소 높거나 유사하게 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 없으므로 분석되었다. 이는 Bae et al. (2010)이 붉은대게 통발과 새우통발 어획시험에서, Kim and Lee (2014)가 꽃게 통발에서 생분해성 그물을 사용하였을 때의 어획 성능이 기존과 비슷하게 나타났다고 보고한 것과 유사한 결과를 얻었다. 따라서 생분해성 그물을 고둥 통발에 적용하면 어획 성능은 대등하면서 통발이 유실되었을 때 유령어업을 줄일 수 있는 대안이 될 것으로 사료된다. 다만, 기존 통발의 사용기간이 보통 2~3년이므로 생분해성 통발의 경우, 사용기간 중 강도가 저하되어 그물을 교체해야 할 경우도 생길 수 있다. 또한 생분해성 그물을 통발 전체에 사용할 경우 어구 가격이 상승하는 문제점이 있어 통발의 특정 부위에만 생분해성 그물을 사용하는 방법 등 구체적인 적용에 대해서는 어업인, 정책 관계자, 연구자가 논의를 통해 결정할 필요가 있을 것으로 생각된다.

고둥 종류별 각장 조성

시험 통발에서 어획된 고둥류 중 목표종의 각장 조성을

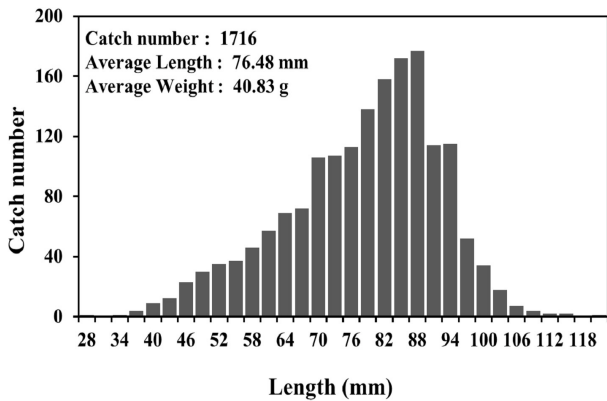


Fig. 5. Length frequency distribution of the *Buccinum opisthoplectum*.

보면, 세고리물레고둥 (*B. opisthoplectum*)의 각장 범위는 25.0~121.0 mm로 나타났으며, 각장 85.0~88.0 mm에서 177개체로 최빈값을 보였다 (Fig. 5). 세고리물레고둥의 어획량에서 각장 범위 43.0~97.0 mm에서 어획의 95.2%가 어획되며 평균 각장 76.5 mm, 평균 습중량 40.8 g으로 조사되었다. 각장과 습중량의 관계식은 $TW = 0.0003L^{2.7157}$ ($R^2 = 0.9324$)로 나타나면서 각장이 증가함에 따라 습중량 또한 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 6).

물레고둥 (*B. striatissimum*)의 각장 범위는 22.0~136.0 mm로 각장 64.0~67.0 mm에서 91개체로 최빈값을 보였으며, 물레고둥의 어획량에서 각장 범위 37.0~115.0 mm에서 어획의 96.3%가 어획되며 평균 각장 73.4 mm, 평균 습중량 45.3 g을 보였다 (Fig. 7). 각장과 습중량의 관계식은 $TW = 0.0005L^{2.6383}$ ($R^2 = 0.9491$)로 나타나면서 각장이 증가함에 따라 습중량 또한 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 8).

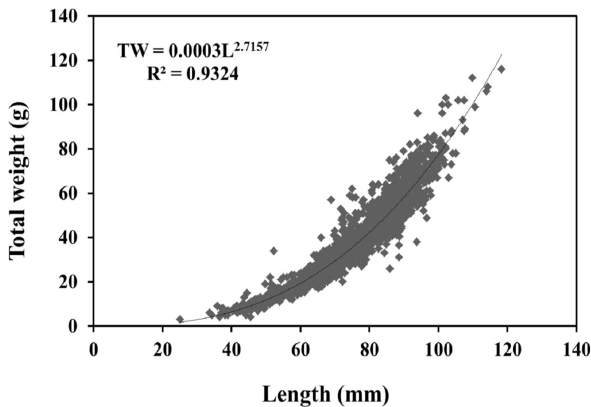


Fig. 6. Correlation between length and frequency of the *Buccinum opisthoplectum* (total number 1,716).

북방명주매물고둥 (*N. eulimata*)의 각장 범위는 32.0~161.0 mm로 각장 119.0~122.0 mm에서 21개체로 최빈값을 보였다 (Fig. 9). 북방명주매물고둥의 어획

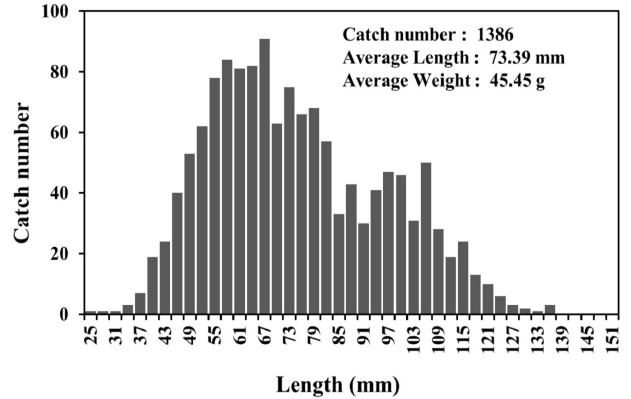


Fig. 7. Length frequency distribution of the *Buccinum striatissimum*.

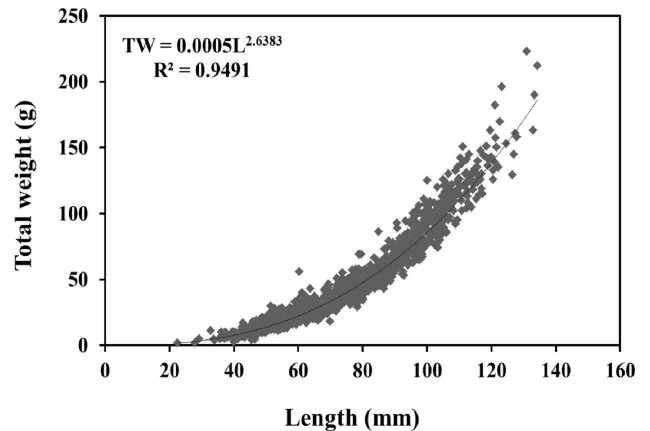


Fig. 8. Correlation between length and frequency of *Buccinum striatissimum* (total number 1,386).

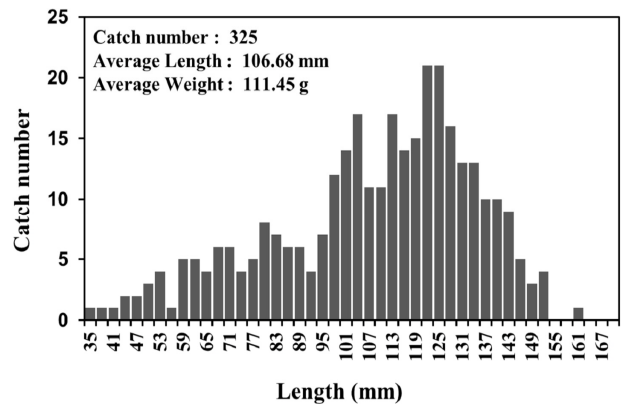


Fig. 9. Length frequency distribution of the *Neptunea eulimata*.

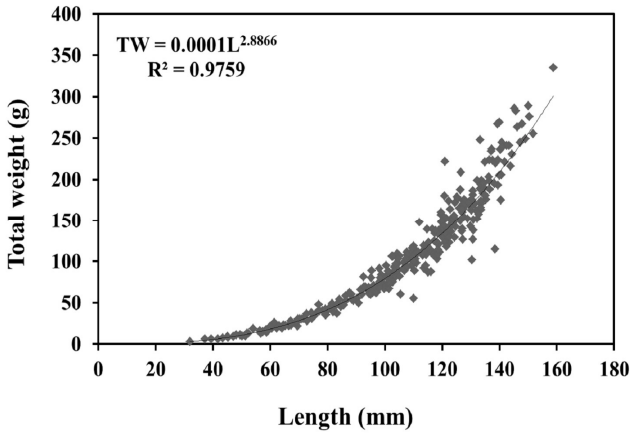


Fig. 10. Correlation between length and frequency of *Neptunaea eulimata* (total number 325).

량에서 가장 범위 56.0~152.0 mm에서 어획의 95.1%가 어획되며, 평균 각장 106.7 mm, 평균 습증량 111.5 g으로 나타났다. 각장과 습증량의 관계식은 $TW=0.0001L^{2.8866}$ ($R^2 = 0.9759$)로 나타나면서 각장이 증가함에 따라 습증량 또한 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 10).

결론

연근해어업에서 중요한 비중을 차지하는 통발어업에서 유실된 어구에 의한 유령어업을 줄이는 친환경어업을 실현하기 위하여 우리나라 동해안에서 주로 사용되는 원통형 고등 통발을 대상으로 기존에 사용하던 재질과 생분해성 재질을 사용하여 재질에 따른 어획 성능을 비교하였다.

시험 통발은 원통형 (drum type)으로, 통발 부위별로 그물의 재질을 생분해성 재료와 기존 재료로 달리한 5종류의 통발을 사용하였다. 시험 조업은 2015년 6월 18일부터 8월 7일까지 경상북도 울진군 후포항 인근 해역에서 상업용 통발어선으로 실시하였으며, 통발 100개를 한 조로 하여 총 2개조를 투승하고 8~15일간 침지하였다가 양승하여 어획 성능을 분석하였다. 실험 결과에서 사용 어구별로 어획된 개체수와 생체량의 차이의 통계적 유의성을 분석하기 위해서는 paired t-test를 실시하였으며, 평균 간의 유의성 ($P<0.05$)을 SPSS program (Ver. 14.0)으로 검정하였다.

어획물 중 목표종인 고등류가 4,599마리 202,563.0 g 이었고, 혼획종은 4,581마리 320,709.7 g이었으며, 총어획

마리수 9,180 중 목표종인 고등류가 4,599마리로 50.1%를 차지하였다. 통발 종류별로는 고등류는 Bio+PE 통발에서 46,020.3 g으로 가장 많이 어획되었고, Bio+Bio 통발에서 42,027.5 g으로 두 번째, PE+Bio 통발에서 41,849.9 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PE 통발에서 38,054.2 g으로 가장 적었다. 혼획종은 Bio+Bio 통발에서 89,920.1 g으로 가장 많이 어획되었고, PE+PA 통발에서 70,474.9 g으로 두 번째, Bio+PE 통발에서 69,102.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PE 통발에서 41,036.7 g으로 가장 적었다. 목표종과 혼획종에서 생분해성 그물을 통발의 몸통이나 입구부에 사용한 경우가 기존 통발에 비해 어획량이 다소 높았고, PE+PE 통발에는 어획량이 가장 적었다.

세고리물레고등은 Bio+PE 통발에서 23,414.1 g으로 가장 많이 어획되었고, PE+Bio 통발에서 21,109.4 g으로 두 번째, Bio+Bio 통발에서 20,183.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PE 통발에서 17,952.0 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따라 어획량이 다소 다르게 나타나기는 하였으나, 유의성 검증에서 어획량의 유의차는 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

북방명주매물고등은 통발 종류별로는 Bio+Bio 통발에서 8,298.3 g으로 가장 많이 어획되었고, Bio+PE 통발에서 8,214.3 g으로 두 번째, PE+Bio 통발에서 7,538.0 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PA 통발에서 5,488.3 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따른 어획량의 유의성 검증에서 PE+PA 통발에서 어획은 Bio+PE 통발, PE+Bio 통발 및 PE+PE 통발과 유의차가 있으며 (paired t-test, $p<0.05$), 그 이외의 조합에서는 어획량의 유의차가 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

물레고등은 Bio+PE 통발에서 14,272.9 g으로 가장 많이 어획되었고, Bio+Bio 통발에서 13,352.8 g으로 두 번째, PE+PE 통발에서 13,317.9 g으로 세 번째로 많았으며, PE+PA 통발에서 8,929.7 g으로 가장 적게 어획되었다. 통발의 종류에 따라 어획량의 유의성 검증에서 PE+PA 통발에서 어획은 Bio+Bio, PE+PE와 유의차가 있으며 (paired t-test, $p<0.05$), 그 이외의 조합에서는 어획량의 유의차가 없는 것으로 나타났다 (paired t-test, $p>0.05$).

또한 통발어구의 시험 조건별 출현한 종수와 습증량을 바탕으로 생물군집 변화의 유사도를 분석한 결과, 통발어구의 시험 조건에 따라 두 개의 그룹으로 분리되

었다. Group A는 Bio+PE, Bio+BIO, PE+Bio으로 나타났으며, Group B는 PE+PE, PE+PA로 나타났다.

따라서 이 연구 결과에서 생분해성 그물을 고등통발에 적용하면 기존 통발과 어획성능은 대등하면서 통발이 유실되었을 때 유령어업을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

시험 통발에서 어획된 고등류 중 목표종의 각장 조성을 보면, 세고리물레고등 (*B. opisthoplectum*)의 각장 범위는 25.0~121.0 mm로 나타났으며, 평균 각장 76.5 mm, 평균 습중량 40.8 g으로 조사되었다. 물레고등 (*B. striatissimum*)의 각장 범위는 22.0~136.0 mm로, 평균 각장 73.4 mm, 평균 습중량 45.3 g을 보였다. 북방명주매물고등 (*N. eulimata*)의 각장 범위는 32.0~161.0 mm로, 평균 각장 106.7 mm, 평균 습중량 111.5 g으로 나타났다.

사 사

이 논문에 대해 유익한 지적을 해주신 심사위원들께 감사드립니다. 이 연구는 국립수산물품질관리원 수산과학연구소 사업 (R2017042)의 지원으로 수행되었습니다.

References

Bae HM and Moon BC. 2003. Study on the land recover characteristics from the process of reclamation in the islands -On the case study in Shinan Gun- J of the Korea Planning Association 38(2), 217-228.

Kim J. 2007. The impact of large-scale reclamation projects on the lives of local residents with the Saemangeum projects as an example. Eco. Vol.11, No.2, 285-316.

Kim YJ. 1998. An investigation on the actual state of the fishing villages and the attitude of fisherman. J. of Fisheries Business Administration. 29(1), 89-120.

Ku DW and Hong DH. 2011. A study on the social impacts of Saemangeum project : Focused on the changes after the completion of the last tide embankment construction in 2006. ECO, 15(2), 39-80.

Hahm HH. 2004. Ousted fisherman and Saemangeum tideland reclamation project. Korean Cultural Anthropology 37(1), 151-182.

Hahm HH. 2010. Human life in Saemangeum after reclamation. J of The Korean Society for Marine Environment & Energy 13(4), 313-326.

Hahm HH, Jung MH and Lee DC. 2011. A study of interactional relations between marine ecology and fishery in the area of Saemangeum, ECO, 15(2), 7-37.

Koh CH, Ryu JS and Khim JS. 2010. The Saemangeum : History and controversy. J of The Korean Society for Marine Environment & Energy 13(4), 327-334.

National Statistical Office, 2005. <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>

Park JM. 2002. The Saemangeum reclamation project and social change in adjacent local villages. ECO, 202-230.

Park SY. 2007. Structure and peculiarities of social conflict around Saemangeum reclamation project, ECO, 11(1), 133-166.

Song DY. 1999. Book review of “What happened to the people of Siwha Lake” Korean Cultural Anthropology, 32(1), 341-344.

Yun HS and Kim HC. 1990. Effect of reclamation on fisheries. Rural Economy, 13(4), 73-86.

2016. 10. 26 Received
 2017. 02. 03 Revised
 2017. 02. 03 Accepted