

갈치 낚시시 어구의 수심변화 및 어획량 시험

김문관* · 박수현 · 강형철 · 박용석 · 안영일¹ · 이춘우² · 박수봉³

제주특별자치도 해양수산연구원, ¹강원도립대학교 해양경찰과, ²부경대학교 해양생산시스템관리학부,
³부경대학교 저탄소해양생산기술연구소

A study on the change of the depth and catch of hairtail trolling lines

Mun-Kwan KIM*, **Su-Hyeon PARK**, **Hyeong-Cheol KANG**, **Yong-Seok PARK**, **Young-Il AN**¹,
Chun-Woo LEE² and **Su-Bong PARK**³

Ocean and Fisheries Researches Institute, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63629, Korea

¹*Dept. of Maritime Police and Technology, Gangwon State University, Gangneung 25425, Korea*

²*Div. of Marine production System management, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

³*Institute of Low-Carbon Marine Production Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

In this study, we tested Japanese trolling lines in the Jeju fishery. This fishery simulates the natural marine environment with many seabed rocks, and has been redesigned and manufactured it to be suitable for the Jeju fishery. In order to ensure that the trolling lines were deployed at the inhabitation depth of hairtails, the conditions required for the fishing gear to reach the target depth were determined for use during the experiment. The experimental test fishing was conducted at the depth of 120 m water in front of Jeju Seongsanpo and in the offshore area of Jeju Hanlim. The fishing gear used in the test fishing is currently used in a variety of field operations in Japan. However, several problems were identified, such as twisting of the line during its deployment and excessive sinking of the main line. The fishing gear was, therefore, redesigned and manufactured to be more suitable for the Jeju fishery environment. For the fishing gear to accurately reach the target depth, depth loggers were installed at the starting point of the main line and at the 250 m and 340 m points of the line. Depth and time were recorded every 10 seconds. According to the daytime positioning of hairtails in the lower water column, the target depth of the fishing gear was set at 100-110 m, which was 10-20 m above the sea floor. At a speed of 1.9 knots and with a 9 kg sinker attached, the main fishing line was deployed and catch yields at depths of 100 m, 150 m and 180 m were recorded and analyzed. When the 180 m main line was fully deployed, the time for the hairtail trolling lines to arrive at the appropriate configuration had to be 5 minutes. At this time, the depth of the fishing gear was 16-23 m above the sea floor, in accordance with the depths at which the hairtails were during the day. In addition, in order to accurately place the fishing gear at the inhabitation water depth of hairtails, the experimental test fishing utilized the results of the depth testing that identified the conditions required for the fishing gear to reach the target depth, and the result was a catch of up to 97 kg a day.

Keywords : Hairtail, Trolling lines, Fishing Efficiency, Sea trial

*Corresponding author: kmk6788@korea.kr, Tel: +82-64-710-8480, Fax: +82-64-710-8489

서론

갈치끝낚시 어업은 낚시가 달린 줄을 어선이 끌고 일정한 속도로 전진하면서 낚시의 먹이에 유혹된 물고기가 맹렬히 추격하다 걸려들게 하여 잡는 것으로써, 일본에서는 오래전부터 갈치를 대상으로 하여 1~2명이 승선 조업하고 있고 비교적 성행하고 있는 어구 어법이다. 일본의 갈치어획량은 소형 저인망어업이 30%, 끝낚시 어업이 20%, 연승어업이 20%, 기타어업이 30%를 차지하고 있어서 끝낚시 어업은 중요한 조업방식 중의 하나이다(Horikawa, 2014).

한편, 우리나라에서는 갈치 조업이 성행하고 있는 제주에서 조차 갈치끝낚시 어업은 거의 이용하지 않는 조업방식이다. 그 이유로 일본의 경우는 조업어장이 완만한 만으로 형성된 곳이 많고 해저가 모래지역이 많은 반면 제주의 경우 어장환경이 개방형으로 조류가 빠르며, 해저 암반이 많기 때문에 어구 유실 등의 문제점이 있기 때문에 어업인들이 꺼리고 있다고 생각되어지고 있다. 그럼에도 불구하고, 어업종사자의 고령화가 심화되고 있고, 외국인 고용은 많아지고 숙련된 어업인 부족이 심각한 상황에서 연료와 노동 및 인력절감형 어업기술 도입은 필수 불가결한 상황에 와 있다고 생각할 수 있다(KOSIS, 2015).

갈치 끝낚시 조업에 미치는 요인은 갈치의 행동, 생리, 생태와 어구의 조건, 게다가 환경조건 등 다양하고 복잡하게 영향을 미치고 있다고 판단되고, 이들의 요인 중 갈치의 행동습성과 어장환경에 대응한 어구의 설계 그리고 현장 적용 기술이 상당히 중요하게 작용한다. 이와 관련한 연구로는 갈치의 생리·생태(Omori and Seino, 1993; Munekiyo, 1990; Kim et al., 1998) 및 연령과 성장(Hanabuchi, 1989), 그리고 갈치의 생태적인 특성 및 어황과 해황과의 관계(Sakamoto, 1982; Baik and Park, 1986), 갈치의 분포·이동에 관한 연구(Keisuke and Hideo, 1971; Hwang and Hong, 1985; Masahiro, 1991; Kim et al., 2017), 갈치 자원량 예측 및 예보시스템 구성을 위한 연구 등이 있다(Yoo and Zhang, 1993). 이와 같이 국내외적으로 갈치에 대한 연구가 다양하게 이루어 졌으나, 어장환경에 대응한 갈치끝낚시 어구의 설계·제작 그리고 현장 적용 기술에 관한 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

본 연구에서는 일본에서 현재 사용하고 있고 있는 끝

낚시 어구를 참고하여 해저 암반이 많은 제주 어장환경에 적합하도록 끝낚시어구를 개량하였고, 수차례의 현장 실험 및 수치 해석을 토대로 재설계·제작하여 갈치의 서식 수층을 정확히 예인할 수 있는지를 확인하였고, 시험 조업을 실시하여 실용화의 가능성을 입증하였다.

재료 및 방법

갈치의 서식수층에 대응한 어구의 예인 조건 규명을 위한 시험 조업은 Fig. 1의 (B)에 나타난 바와 같이 제주 성산포 앞바다(33° 28.56' N, 127° 0.27' E)의 수심 약 120 m 수역에서 2016년 11월 4일에 실시하였다. 시험 어구는 Fig. 2와 같으며, 일본에서 도입한 어구를 여러 번의 현장 시험과 컴퓨터 시뮬레이션(Gebremeskel et al., 2016)을 거치면서 투승 과정 중의 꼬임현상 발생과 원줄의 침강력이 커지는 등의 문제점을 파악한 후 Table 1과 같이 개선하여 제주 어장 환경에 적합하도록 재설계와 함께 어구를 제작하였다. 끝낚시어구의 원줄은 납 부착 와이어 로프(ø 1.55 mm)로 길이 200 m이고, 모릿줄은 단일섬유의 90호와 200호이고, 그 길이는 388.3 m이다. 아릿줄은 단일섬유(경심 14호, ø 0.63 mm)이고 길이는 4.5 m이고, 아릿줄과 아릿줄의 간격은 3.5 m이다. 낚시 바늘은 재질이 철이고 크기 61호(길이 122 mm, 폭 21.7 mm)이고, 개수가 82개이다. 그리고 부자는 Fig. 2와 같이 낚시 37번, 58번, 79번에 부착하였다. 미끼는 일본산 인조 미끼를 이용하였고, 끝낚시 뒷면 침금에 인조 미끼 머리 부분을 고정된 후 ㄱ형의 피복제 침금으로 눌러 붙였다. 원줄에 부착한 발들의 무게는 시뮬레이션의 결과(Gebremeskel et al., 2016)를 고려하여 9 kg으로 하였고, Fig. 2에 나타난 바와 같이 원줄과 발들 그리고 모릿줄

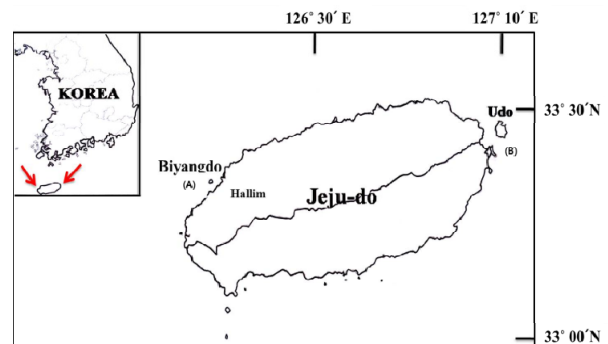


Fig. 1. Location of fishing grounds of Jeju-do. (A) Offshore of Hallim, (B) In front of Seongsanpo.

Table 1. Specification of the improved trolling lines

Item	Specifications	
	Japanese trolling line	Improved trolling line
Towing warp		
Material	Wire rope	Wire rope
Diameter (mm)	1.55	1.50
Main line		
Material	Nylon monofilament	Nylon monofilament
Length (m)	378	383.3
Branch line		
Material	Nylon monofilament	Nylon monofilament
Diameter (mm)	1.10	1.55
Length (m)	4.5	3.5
Sinker line		
Material	Polyester	Nylon
Diameter (mm)	5	3
Length (m)	5.0	5.0
Sinker		
Material	Lead	Lead
Size (diameter × height, mm)	60 × 150	60 × 150
Sinking force (kgf)	5.22	7.83
Float line		
Material	Nylon	Nylon monofilament
Diameter (mm)	0.6	0.7
Float		
Material	Polyethylene	Polyethylene
Size (diameter × length, mm)	59 × 89	59 × 89
Buoyancy (kgf)	120	120
Number (ea)	3	6

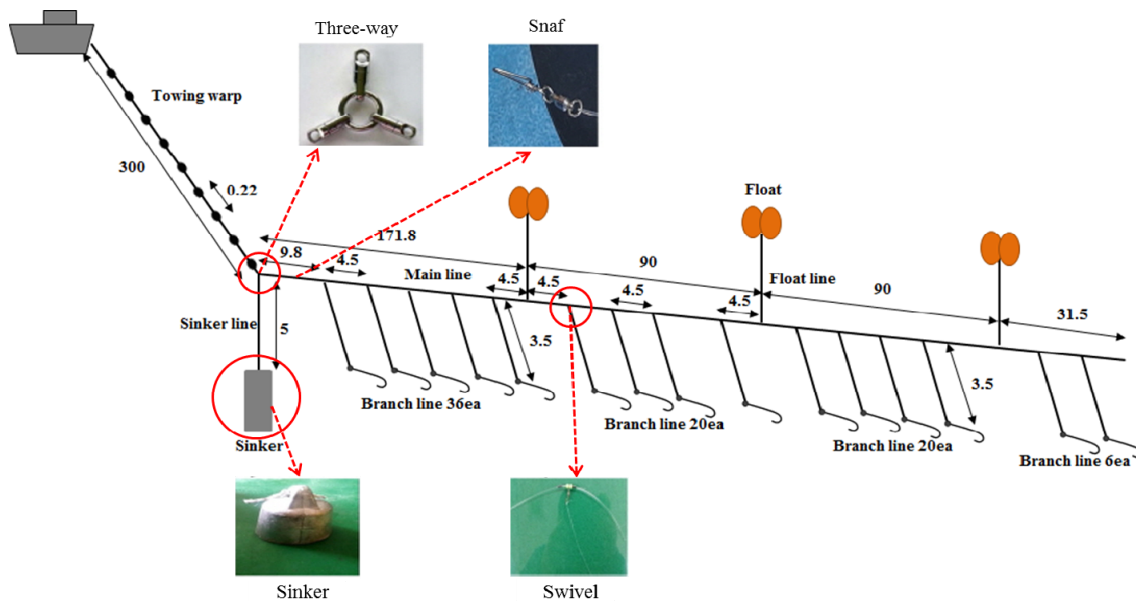


Fig. 2. Arrangement of the hairtail trolling lines.

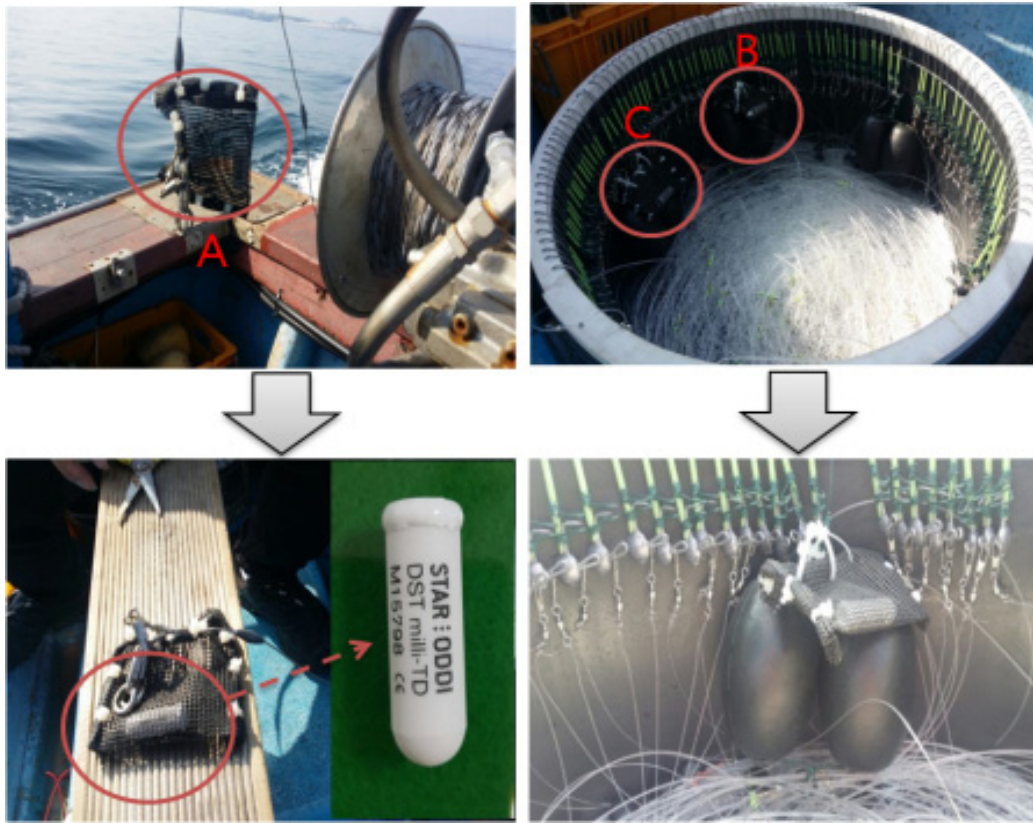


Fig. 3. Installed position of depth logger (A, B, C).

사이에 삼방도래를 설치하여 원줄과의 마찰에 의한 모릿줄 마모 방지 및 해상에서의 어구 전개가 잘 되도록 하였고, 모릿줄과 아릿줄 사이에 도래를 장착하여 아릿줄이 꼬이거나 서로 엉키는 것을 방지하였다.

한편, 시험어구의 원줄길이에 따른 갈치 끝낚시 어구의 거동을 조사 분석하기 위해서 수심계(DST milli-TD, Star-Oddi, Iceland)를 Fig. 3, 4와 같이 모릿줄의 시작점 (A)과 모릿줄의 250 m (B)와 340 m (C) 지점에 장착하였다. 기록되는 데이터는 수심과 시각이며 10초 간격으로 데이터가 취득되도록 설정하였다. 선속은 1.5~2.0 knot로 Fig. 1의 (A)에 나타난 지점에서 시험 조업을 실시하였고, 조업수심은 저층에 체류하는 갈치의 주간 습성에 따라 해저로부터 10~20 m 떨어진 100~110 m 를 목표로 하였다. 끝낚시 어구의 조업 수심대를 제어 하는데 영향을 주는 요인은 선속, 발돌의 무게, 원줄의 길이, 유향 유속 등이 있지만, 본 연구에서는 원줄의 길이로 조업 수심대를 제어하기로 하고 선속은 1.9

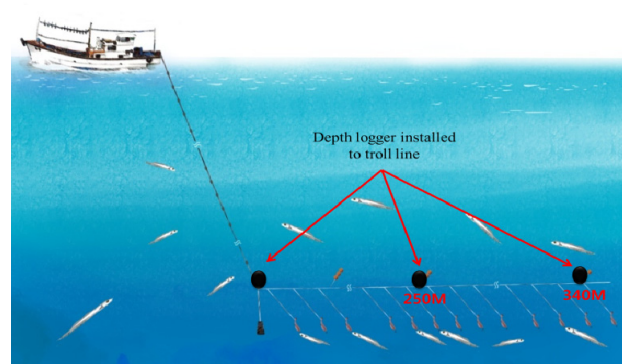


Fig. 4. Schematic drawing of trolling lines with depth logger.

knot, 발돌의 무게는 9 kg으로 고정하고 원줄의 길이를 100 m, 150 m, 180 m의 3가지로 하였을 경우에 어구 (모릿줄)의 도달수심을 시간경과에 따라 조사 분석하였다. 또한 원줄제어에 의한 끝낚시어구의 거동을 근거로, 갈치어획시험을 제주 한림 앞바다(33° 20~27' N, 126° 05~12' E)의 수심 약 60~100 m 수역에서 상업어

선 행복호(5.98톤)를 이용하여 2017년 8~11월 사이에 10일간 99회 조업하였다.

결과 및 고찰

갈치 끝납시어구의 원줄 길이에 따른 모릿줄 수심

시험어구를 예인하면서 원줄의 길이 차이(100 m, 150 m, 180 m)에 따른 어구의 도달수심을 시간경과에 따라서 조사하고 Fig. 5와 Table 2에 나타내었다. 원줄의 길이를 100 m로 투승했을 때 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 67.7 m, 중간지점(B) 10.2 m, 끝지점은 33.0 m였고, 이때 걸리는 시간은 20초 정도였다.

그리고 2분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심이 65.3 m, 중간지점(B) 34.5 m, 끝지점은 52.0 m였다. 5분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 67.7 m, 중간지점(B) 53.9 m, 끝지점은 60.6 m였고, 8분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 67.7 m, 중간지점(B) 58.2 m, 끝지점은 57.4 m였다. 10분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 67.1 m, 중간지점(B) 59 m, 끝지점은 56.0 m였다. 위와 같이 갈치끝납시 어구의 형상이 갖추어져 가는 시간대는 원줄을 바다로 내리고 5분이 경과되어야 하고, 이때 모릿줄 도달 수심대는 수면으로부터 54~61 m 떨어져 있다.

이와 같은 예인조건에서는, 야간에 갈치가 많이 서식하고 있는 수심대가 표층에서 중층으로 알려져 있어서 (Tsuneo, 1960) 적절하지 못한 것으로 추정할 수 있다. 원줄의 길이를 150 m로 투승했을 때, 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 104.3 m, 중간지점(B) 62.4 m, 끝지점은 79.1 m였고, 이때 걸리는 시간은 20초 정도였다. 그리고 2분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 101.7 m, 중간지점(B) 76.8 m, 끝지점은 87.8 m였다. 5분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 94.7 m, 중간지점(B) 86.7 m, 끝지점은 88.7 m였고, 8분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 90.8 m, 중간지점(B) 87.3 m, 끝지점은 87.6 m였다. 10분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 93.3 m, 중간지점(B) 86.7 m, 끝지점은 88.0 m였다. 이것으로부터 갈치끝납시 어구의 형상이 갖추어져 가는 시간대는 원줄을 바다로 내리고 5분이 경과되어야 하고, 이때 어구의 도달 수심대는 해저로부터 25~33 m 떨어져 있어서, 중간에 갈치가 많이 서식하고 있는 저층에서 조금 떨어져 있다

는 것을 알 수 있다.

원줄의 길이를 180 m로 투승했을 때, 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 111.4 m, 중간지점(B) 86.5 m, 끝지점은 91.3 m였고, 이때 걸리는 시간은 20초 정도였다. 그리고 2분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심이 109.4 m, 중간지점(B) 92.5 m, 끝지점은 100.2 m였다. 5분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 104.5 m, 중간지점(B) 96.6 m, 끝지점은 100.5 m였고, 8분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 96.3 m, 중간지점(B) 95.6 m, 끝지점은 96.2 m였다. 10분 경과 후에는 모릿줄 시작점(A)의 도달 수심은 92.2 m, 중간지점(B) 94.1 m, 끝지점은 92.8 m였다. 이러한 낚시의 예인 수심 측정결과는 앞선 컴퓨터 시뮬레이션 결과 (Gebremeskel et al., 2016)와 거의 일치하였다. 이것으로부터 갈치끝납시 어구의 형상이 갖추어져 가는 시간대는 원줄을 바다로 내리고 5분이 경과되어야 하고, 이때 어구의 도달 수심대는 해저로부터 16~23 m 떨어져 있어서 적절하게 끌고 있었다는 것을 알 수 있다.

한편 Hirose (2014)에 의하면, 일본 大分県 (Oita ken)에서 실시한 갈치 끝납시 어구의 형상 변화는 발돌이 목표수심에 도달하고 16분이 경과된 시점에서 끝납시어구 전반부가 목표 수심 부근까지 침강되었고 어구후반부는 수평에서 조금 부상된 상태이고 투승 20분이 경과된 시점에서 겨우 후반부가 침강하여, 어구의 형상이 해저지형과 평행을 이루고 수평을 유지하였다. 이와 같이 어구의 형상이 해저지형과 평행을 이루고 수평을 유지하는데 걸리는 시간이 20분이 걸리는 반면 본 연구에서는 5분으로 그 차이가 컸다.

이것은 어구의 침강 속도가 원인일 수도 있고, 낚시의 중량, 부자와 침자, 낚시의 개수, 선속의 차이 등에 의한 것으로 생각할 수 있고, 본 연구에서 개발된 어구가 적절한 침강속도를 유지하여 조업시간 단축에 크게 기여하는 것으로 판단되었다.

앞으로 실제 조업시의 조류의 방향과 세기를 고려하여 갈치 끝납시 어구의 거동을 컴퓨터 시뮬레이션으로 해석하고 현장실험에서 얻어지는 자료와 비교분석한다면 어구의 예망수심을 해양환경의 변화에도 정밀하게 제어할 수 있고, 어업현장에서 조업에 활용할 수 있도록 Table로 작성·보급함으로써 현장 적용성을 높이는데 도움이 될 수 있을 것이다.

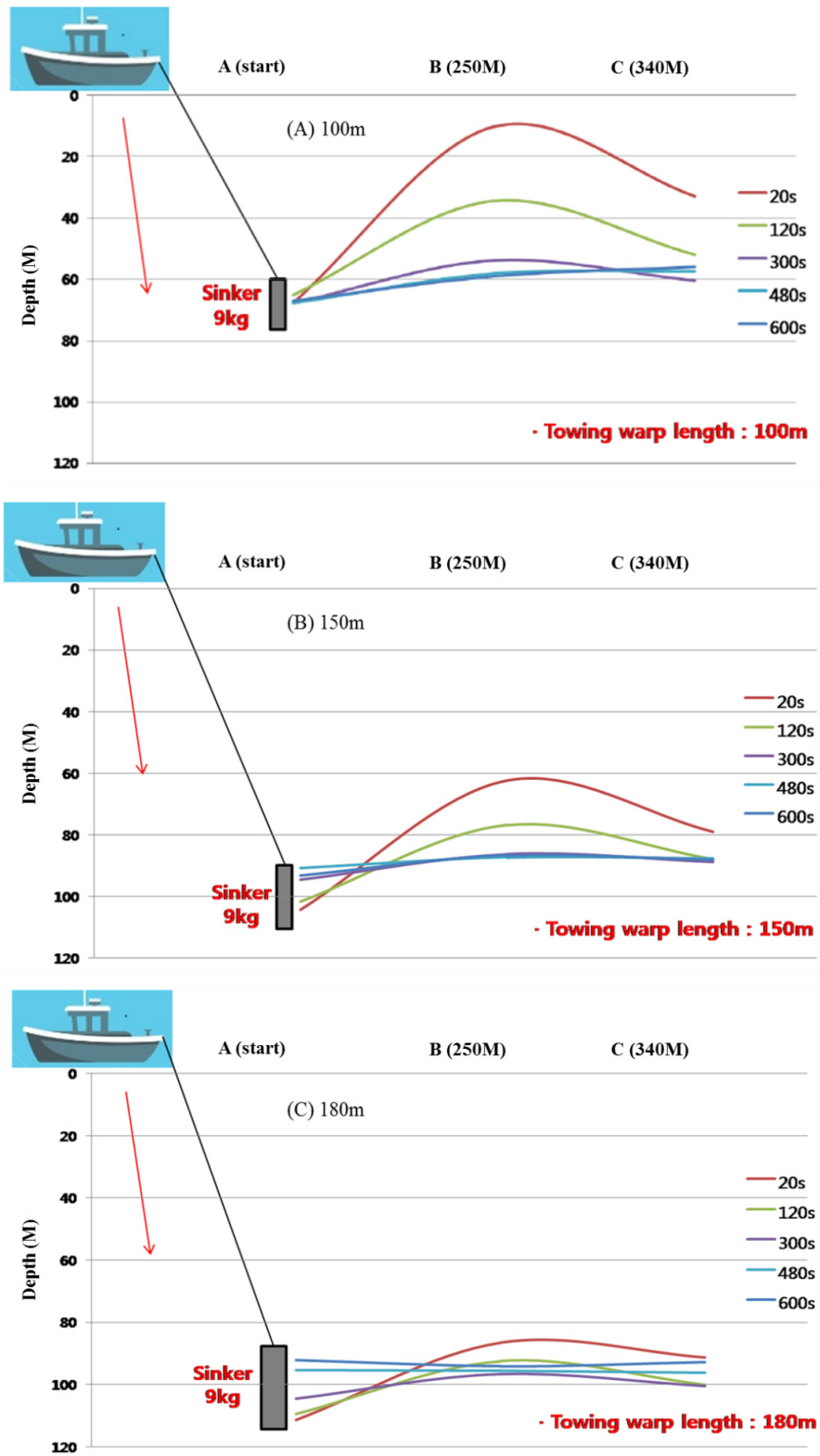


Fig. 5. Submerged depth and sinking shape of main line as time elapse (Towing warp length (A) 100 m, (B) 150 m, (C) 180 m).

Table 2. Submerged depth of main line as time elapse at the position A, B and C in the figure 5

(unit: meter)				
Towing warp length	Time / Depth logger	A (start)	B (250 m)	C (340 m)
100 m	20 s	67.71	10.18	33.02
	120 s	65.25	34.48	51.98
	300 s	67.71	53.89	60.56
	480 s	67.71	58.15	57.35
	600 s	67.13	59.00	56.00
150 m	20 s	104.27	62.44	79.07
	120 s	101.74	76.78	87.87
	300 s	94.65	86.23	88.71
	480 s	90.81	87.33	87.57
	600 s	93.27	86.66	88.02
180 m	20 s	111.43	86.51	91.28
	120 s	109.41	92.52	100.16
	300 s	104.49	96.62	100.54
	480 s	95.30	95.64	96.22
	600 s	92.19	94.13	92.81

시험어구에 의한 갈치조업

2017년 상업어선 행복호(5.98톤)로 시험어구를 이용한 조업실적은 Table 3에 나타내었다. 시험조업을 10일간 실시하여 총 588 kg의 갈치를 어획하였다. 1일 평균

어획량은 58.8 kg이었고, 1회 조업당 어획량은 5.94 kg이었다. 이와 같은 결과는, 일본 大分県 (Oita ken)의 갈치끝낚시 주 조업시기(8~11월)의 1일 평균 갈치 어획량 44 kg보다 많은 어획량이었다(MFRDC, 2015). 또한 9톤

Table 3. Fishing result of hairtail trolling lines

Fishing date (time)	Fishing position	Fishing water depth (m)	Submerged length of towing warp (m)	Ship speed (knot)	Number of fishing (times)	Hairtail catch amount (kg)
Aug. 11, 2017 (night)	33° 24' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	13	97
Aug. 14, 2017 (night)	33° 24' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	11	74
Aug. 17, 2017 (day)	33° 27' N 126° 12' E	60~80	81~113	1.5~2.0	5	33
Aug. 19, 2017 (day)	33° 27' N 126° 12' E	60~80	81~113	1.5~2.0	10	37
Aug. 25, 2017 (night)	33° 24' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	12	56
Aug. 28, 2017 (night)	33° 27' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	13	83
Sept. 04, 2017 (day)	33° 27' N 126° 12' E	60~80	81~113	1.5~2.0	9	43
Sept. 06, 2017 (night)	33° 27' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	13	69
Sept. 13, 2017 (day)	33° 20' N 126° 05' E	90~100	129~145	1.5~2.0	5	36
Nov. 14, 2017 (night)	33° 24' N 126° 12' E	60~80	65~70	1.5~2.0	8	60

급 갈치채낚기 어선의 어획량 조사 자료를 토대로 하고 (An et al., 2012), 일반적으로 9톤급 갈치채낚기 어선의 승선원은 7명이므로, 갈치채낚기 어선의 1인당 CPUE (일일평균어획량)는 33.1~39.7 kg으로 볼 수 있다. 이와 같은 결과로부터 갈치끌낚시의 CPUE는 채낚기의 CPUE보다 훨씬 많다고 말할 수 있고, CPUE 분석에 필요한 시험조업 일수가 적기 때문에 단언할 수 없지만, 끌낚시는 채낚기보다 조업 성능이 우수하다고 추정할 수 있다.

결 론

본 연구에서 시험어구는 제주해역의 암반과 해양조건에 적합한 어구로 제작하였다. 시험시 어구의 원줄길이 (100 m, 150 m, 180 m)에 따른 모릿줄의 목표도달 수심은 약 5분으로 일본의 경우보다 짧았다.

갈치끌낚시의 CPUE (58.8 kg)는 채낚기의 CPUE (33.1~39.7 kg)보다 훨씬 많다고 말할 수 있고, CPUE 분석에 필요한 시험조업 일수가 적기 때문에 단언할 수 없지만, 끌낚시는 채낚기보다 조업 성능이 우수하다고 추정할 수 있다. 앞으로 끌낚시와 채낚기어선의 건조비, 인건비, 연료비, 어로 장비, 어구비, 어구 교체비, 어획량 등의 자료와 본 조사에서 얻어진 자료를 토대로 경제성을 종합적으로 서로 비교 분석하여 끌낚시의 우수한 점을 연구할 필요성이 제기된다. 그러나 수차례 진행된 어획 시험 결과를 통해 앞으로 우리나라 갈치 어획방법에 새로운 어구어법을 도입하는데 긍정적인 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

갈치 자원은 주간에는 해저 바닥 근처에서 서식하다가 야간이 되면 중층으로 부상하는 것으로 알려져 있다. 따라서 주간·야간 조업시에는 원줄의 길이, 발들의 무게를 조절하여 갈치 서식 수층을 정확하게 맞출 수 있는가의 여부에 따라 갈치 어획 효율의 차이가 크게 발생한다. 추후 연구에서는 주간·야간 조업에 따른 끌낚시 어구 제어를 위해 원줄 길이 조절, 발들의 무게 조절 등에 관한 추가 연구를 통해 최적의 조업 기술을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 한국해양과학기술진흥원 수산실용화과제 (20150374)의 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에

감사드립니다. 또한, 시험 조업에 도움을 주신 조일호 (3.06톤) 오정안 선장님과 실제 조업을 해주신 행복호 (5.98톤) 전명현 선장님께도 고마움을 표하고, 본 논문의 심사에 많은 조언을 해주신 심사위원님께도 감사의 뜻을 전합니다.

References

- An HC, Bae BS, Lee KH, Park SW and Bae JH. 2012. Operating performance of hair-tail angling vessel using the LED and metal halide fishing lamp combination. J Korean Fish Soc 48(4), 337-345. (DOI 10.3796/ksft.2012.48.4.337)
- Baik CI and Park JH. 1986. Relationship between oceanographic conditions and catch of the Hairtail, *Trichiurus lepturus* linne from the stow net. Bull Korean Fish Soc 26(4), 363-368.
- Gebremeskel EK, Lee CW, Park S, Kim MK. 2016. Experimental and numerical analysis of trolling line for Hairtail fishing. J FishScicom 10(4), 18-36.
- Hanabuchi S. 1989. Age and Growth of Cutlassfish in the Tsushima Waters. Bull Seikai Reg Fish Res Lab 67, 37-57.
- Hirose T. 2014. Behavior of hairtail troll line. J Marine Fisheries Research and Development Center 13, 2-3.
- Horikawa H. 2014. A business model of a coastal fishery. Tokai University Press, 15-21.
- Hwang BN and Hong BQ. 1985. On the seasonal distribution, movement and abundance of hairtail, *Trichiurus lepturus* linne, in the East China and Yellow Sea. Bull Fish Res Dev Inst Kor 36, 13-22.
- Keisuke O and Hideo O. 1971. Distribution and movements of the ribbon fish in the East China Sea as ascertained by tagging experiments in 1969. Bull Japanese Soc Sci Fish 37(2), 75-82. (DOI:10.2331/suisan.37.75)
- Kim MK, Park SH, Kang HC, Oh TC, Park YS, An YI and Kim SJ. 2017. Diel variation and vertical distribution of hairtails caught by vertical longlines. J Korean Soc Fish Technol 53(2), 126-131. (DOI: 10.3796/KSFT.2017.53.2.126)
- Kim SH, Lee YD and Rho HK. 1998. The study on the fisheries biological feature of hairtail, *Trichiurus lepturus* from the Cheju Strait. J Korean Fish Soc 31(1), 17-25.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2015. Fishery

- production survey 2015. Available at <http://kostat.go.kr/policy/quality/>
- Masahiro M. 1991. Fishery biology of ribbon fish, *Trichiurus lepturus* in Western Wakasa Bay. Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science Special Report 3, 1-74.
- Munekiyo M. 1990. Diurnal vertical migration of a ribbon fish in the Western Wakasa Bay. Nippon Suisan Gakkaishi 56(8), 1193-1197.
- Omori M. and Seino Y. 1993. Feeding preference of the hairtail *Trichiurus lepturus* Linnaeus in and neighbouring the waters where *Sergia lucen* swarms in Suruga Bay. Fish Oceanogr 57(1), 15-23.
- Sakamoto T. 1982. Studies on the fishery biology of the ribbon fish, *Trichiurus lepturus* LINNE in the Kii Channel. Wakayama Pref Fish Sta 113.
- Tsuneo A. 1960. Studies on the structure of fish shoals by means of fish finder-I. Echo patches of hair-tail observed at the middle area of the East China Sea, in February 1959. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 26, 1162-1166. (DOI: 10.2331/suisan.26.1162)
- Yoo SJ and Zhang CI. 1993. Forecasting of hairtail (*Trichiurus lepturus*) landings in Korean Waters by times series analysis. Bull Korean Fish Soc 26(4), 363-368.
-
2017. 12. 13 Received
 2018. 04. 03 Revised
 2018. 05. 11 Accepted