

오징어채낚기용 은백색 유인체 개발과 어획성능

안영일* · 장웅정
강원도립대학 해양경찰과

Development of the silver-white decoy for squid automatic jigging machine and fishing performance

Young-Il AN* and Ung-jeong JANG

Dept. of marine police and Technology, Gangwon Provincial College, Gangneung 210-804, Korea

Decoys for automatic jigging machines, the body part of a squid hook, have been developed in small and existing sizes in consideration of squid food, color blindness, and retinomotor responses and in utilization of pearl pigment, PP of high transparency, and combined mixture. In comparison of the developed silver-white decoy and existing decoys, the optical characteristics were examined, and the fishing performance of small size silver-white squid hooks was assessed in application of 4 fishing boats with the squid automatic jigging machine and metal halide fishing lamp in July, 2012. The luminances of the three squid hook colors-green, dark green and silver-white-increased as the intensity of illumination increased. Among these, the increase of silver-white was particularly distinguished. As to the average contrast of squid hooks, that of silver-white was 10.33, which was the highest, and then green 1.86 and dark green -0.10 in the order. As to the fishing performance of the silver-white hook, that of the 202Geumyeong-ho and 101Yongjin-ho which caught squids were similar to that of the existing green hook and was relatively low in the case of the Dongbu-ho. However, that of the Haengbok-ho which caught relatively small squids whose average length was 19.9cm and installed silver-white hook in all automatic jigging machines was significantly excellent. In order to enhance the fishing performance of small size silver-white hooks, therefore, it would be effective to install in every automatic jigging machines of fishing boat and to start fishing before July by which small squids are caught.

Keywords: Development, Decoy, Squid, Silver-white hook, Fishing performance

*Corresponding author: yian@gw.ac.kr, Tel: 82-33-660-8201, Fax: 82-33-660-8205

서 론

오징어와 같은 두족류는 대부분 야행성으로서 주간은 깊은 곳에 머물러 있고 야간은 얕은 곳으로 부상하여 색이활동을 한다 (Okutani, 1992). 그래서 오징어 채낚기조업은 주로 야간에 행하며, 오징어는 밝은 곳보다 오히려 어선에 의해 음영이 된 곳으로 모이는 것으로 알려져 있다. 이런 이유로 오징어는 집어등의 빛 자체를 좋아 한다고 하기 보다는 집어등에 의해 보기 쉽게 된 미끼 즉, 인공미끼의 낚시에도 끌리게 되는 것이 아닌가 한다 (Okutani, 1992). 오징어는 시각이 발달한 어종으로서 먹이인 것처럼 보이는 것은 우선 잡는 성질이 있기 때문에 (Kier and Van leeuwen, 1997) 오징어 채낚기어업에서는 인공미끼의 몸체에 해당하는 유인체와 그 하부에 장착되는 낚싯바늘로 구성되어 있는 오징어 낚시를 이용한다. 오징어 채낚기어선의 어획 도구에는 집어등, 오징어낚시, 자동조획기 등이 있다. 집어등과 자동조획기는 집어와 어획 단계에서 서로 유기적으로 작용하는데, 집어등은 오징어에게 낚시를 보기 쉽도록 하고 붙잡음도 쉽게 할 수 있도록 하는 기능도 있다고 한다 (Inada, 2005). 오징어낚시는 어장과 지역, 국가별로 다르며, 어업인의 선호에 따라 유인체의 모양, 크기, 색채 등이 다양하며, 또한 자동조획기, 수동롤러낚시와 맨손낚시에 따라 다르다. 그 가운데 우리나라 연근해 오징어 채낚기어선에서는 녹색 오징어낚시가 대부분 자동조획기용으로 사용되고 있는데 연구조사에 의한 것이 아니고 어업인의 체험에 의한 것으로 알려져 있다.

한편, 최근 정부의 녹색정책으로 오징어 채낚기어선에 메탈헬라이드 집어등 (MHL)을 LED 집어등으로 대체하기 위한 연구가 국내·외에서 약 10년 전부터 수행되어 오고 있다 (Bae et al., 2008; An et al., 2009). 그렇지만 LED 집어등의 어획효과가 기존 집어등인 MHL에 비하여 낮은 관계로 어업인이 아직 선호하지 않고 있는 실정이다. 이와 같은 상황에서 어로 3단계인 탐어,

집어 그리고 최종 단계인 어획단계에서 LED 집어등의 효과가 높아지면 실용화에 기여 할 수 있을 것으로 보인다. 어획효과를 높이는데 있어서 집어 된 오징어를 선상으로 잡아 올리는 낚시의 개선도 중요한 요소가 될 것이다.

본 연구에서는 자동조획기용 오징어낚시의 유인체를 개발하고 그 유인체로 만든 오징어낚시의 어획성능을 MHL 조건하에서 조사 분석하여 LED 집어등의 어획성능을 향상시키는데 기여하고자 한다.

재료 및 방법

오징어낚시용 유인체 개발

유인체는 오징어의 성장 단계에 따른 다양한 먹이의 색채를 고려하였다. 오징어는 주로 치어일 때 곤쟁이, 새우 등의 유생을 먹고, 성어일 때는 어린물고기, 멸치, 갑각류, 두족류를 먹는다 (Chen et al., 2008). 한편, Flores et al. (1978)는 시각운동반응 실험에서 살오징어 색깔의 존재를 부정하였고, Siriraksophon et al. (1995)는 오징어가 색맹으로서 컬러물체가 수수한 회색으로 보일 것이라고 하였다. 또한, 유인체의 색은 오징어채낚기의 어획수심이 주로 빛이 거의 도달하지 않는 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ lx의 어두운 (John and Haut, 1964; Choi, 2007) 50~70m정도이고 (Arakawa et al., 1998), 어획 수심에서의 오징어 눈의 상태가 오징어낚시인지 진짜 먹이인지를 구분 못하는 명순응율 20~40% 밖에 지나지 않는 점과 (Suzuki et al., 1985; Watanabe et al., 1997; Inada and Arimoto, 2007) 오징어가 색맹 (Jeong et al., 2013)인 점을 고려하여 오징어 눈에 쉽게 띄도록 콘트라스트를 높였다.

유인체의 제조 방법은 Fig. 1의 사출 성형기와 금형기를 이용하였으며, 진주안료, 고무명성 PP 및 혼합제 등을 일정 비율로 섞어 그 혼합물을 유인체의 형상으로 사출하는 단계, 사출된 유인체를 냉각 하는 단계를 거친다.



Fig. 1. Manufacturing equipments of decoy for squid hook.

오징어낚시의 광학적 특성

오징어가 색맹인 관계로 오징어낚시를 미끼로 인지할 때 유인체의 콘트라스트가 매우 중요한 의미를 갖는다. 콘트라스트 조사에 사용된 오징어 낚시는 자동조획기용으로써 Fig. 2와 같이 본 연구에서 개발한 유인체의 색채인 은백색 낚시와 국내·외에서 주로 사용되고 있는 오징어 낚시 중 녹색낚시, 암녹색낚시를 이용하였다. 광원은 형광등기구 (95L×14W cm)와 필터로 구성하였는데, FPL 36W 2개를 장착한 형광등기구 실험수조 (An et al., 2009)에서 수면위로부터 50cm 높이에 설치하였고, 필터는 트레이싱 페이퍼, 아이보리색과 검정색 한지를 이용하였다. 광원은 필터의 종류와 개수를 조절하여 수중에 오징어낚시가 위치한 곳의 밝기가 4.7, 10.0, 21.6, 34.6, 52.4, 74.6, 162.1, 815.0 lx의 8가지 조건으로 만들었으며, 밝기는 수중조도계 (T-1, Minolta)로 측정하였다. 오징어낚시는 실험수조에 설치된 광원의 정중앙 아래인 수면 하 29cm에 위치하였다. 오징어낚시의 휘도측정은 휘도계 (LS-110, Konica Minolta)를 이용 하였으며, 각 광 조건 하에서 오징어낚시의 유인체와 수중 배경의 휘도를 측정하였다. 오징어낚시와 휘도계의 거리는 75cm로 고정하였다. 오징어낚시의 콘트라스트



Fig. 2. Developed squid jigging hook (left) and existing hooks.

는 수중 배경과 오징어낚시의 휘도 값을 식 (1)에 대입하여 구하였다 (Anthony, 1981; An and Yang, 1997).

$$C_r = \frac{L_r - L_{br}}{L_{br}} \quad (1)$$

단, C_r : 콘트라스트, L_r : 오징어낚시의 휘도,

L_{br} : 수중배경의 휘도

콘트라스트는 -1에서 $+\infty$ 로 변화 하는데, 밝은 배경에 어두운 표적물일 경우에는 “-” 부호가 되고, 반대로 어두운 배경에 밝은 표적물일 경우에는 “+” 부호가 된다.

소형 은백색낚시의 어획성능

개발한 유인체로 만든 소형 오징어낚시는 소형 오징어를 대상으로 어획성능을 조사하였다. 조사기간은 오징어채낚기 어선 202금영호의 경

우 2012년 7월 7일~7월 18일의 9일간, 행복호와 101용진호의 경우는 2012년 7월 8일~7월 31일의 기간에 각각 18일간, 10일간, 동부호는 2012년 7월 20일~7월 31일의 기간에 7일간 행하였

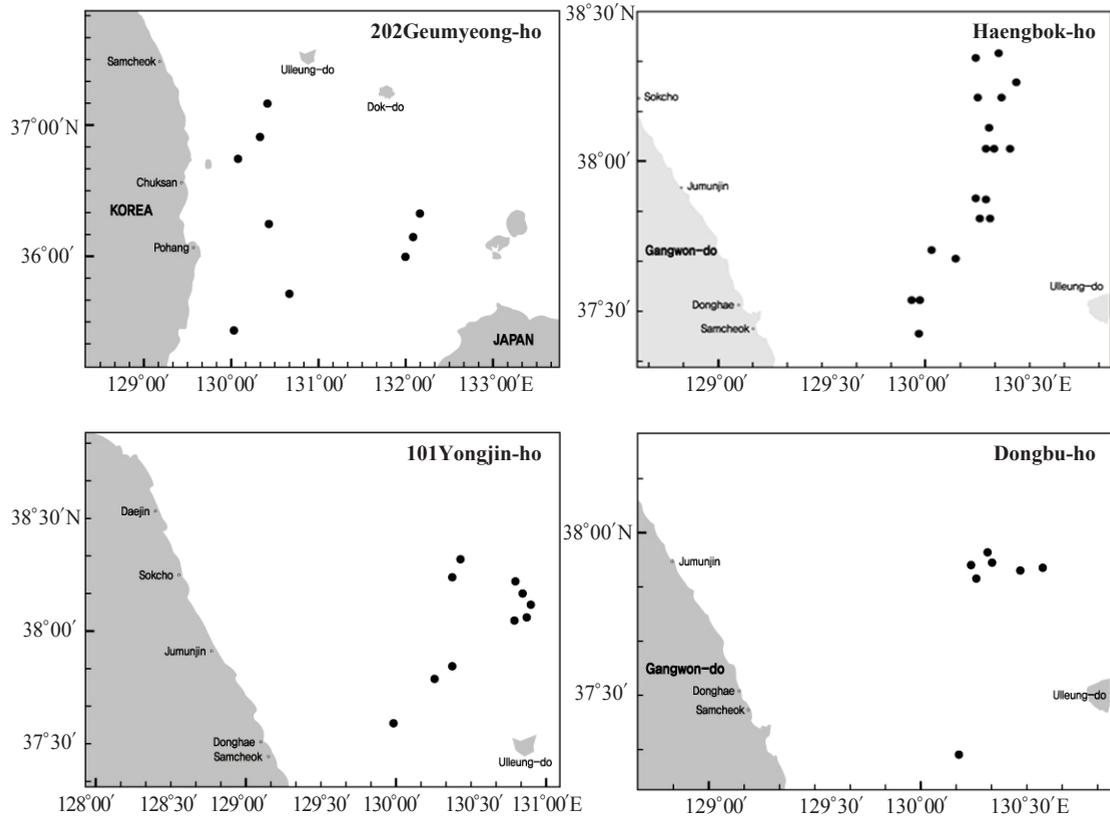


Fig. 3. Location of squid jigging experiments for the 202Geumyeong-ho, Haengbok-ho, 101Yongjin-ho and Dongbu-ho during 7~31 July, 2012 in the East Sea.

Table 1. Principal particulars of squid experimental boats

Item	Specifications			
	202Geumyeong-ho	Haengbok-ho	101Yongjin-ho	Dongbu-ho
Gross tonnage (ton)	39	24	29	9.77
Length overall (m)	27.7	27.3	22.58	14.20
Extreme breadth (m)	5.3	4.88	5.14	3.46
Main Engine (PS)	585	588	485	480
Auxiliary engine No1 (PS)	247.8	197	-	180
No2 (PS)	385	485	-	-
Number of automatic jigging machine	16	14	16	8
Number of squid hook per jig line	35	40	35	35
Fishing lamp (metal halide lamp)	120kw	120kw	120kw	81kw

다. 어획된 오징어 체장은 202급영호의 경우 평균 27.4cm (16~35cm), 101용진호는 평균 20.0cm (16~28cm), 행복호는 평균 19.9cm (15~24cm), 동부호는 평균 28.0cm (23~35cm)이었다. 조사어선의 주요 제원은 Table 1과 같다. 선박의 톤수는 9.77~39.0톤으로 소형에서 중형어선을 이용하였으며 집어등은 메탈헬라이드등이었다. 광력은 동부호가 81kW이며, 그 외 조사어선은 120kW이었다. 조사한 장소는 Fig. 3과 같이 동해 연근해에서 실시하였다. 조업장소의 낚시 수심은 소형 어선인 동부호의 경우 약 80m, 그 밖에 중형 어선들은 80~110m이었다. 연안 어장의 어황은 예년에 비하여 오징어가 3개월 이상 늦게 형성 되었고 어획량도 지역마다 차이가 많았다. 조사어선의 자동조획기 수는 Table 1과 같으며 1줄당 낚시 수는 35개 또는 40개 이다. 시험낚시는 자동조획기 1대당 2개의 드럼이 있는데 행복호의 경우 Fig. 4와 같이 자동조획기 한쪽 드럼의 낚시줄에 기존 낚시, 다른 쪽에는 은백색 낚시를 장착하였다. 각각 낚시에 어획된

오징어는 각 활어조에 넣어지게 되며, 조사자가 활어조의 오징어 마리수를 확인하였다. 202급영호의 경우는 선체 좌·우현 선수 쪽과 선미 쪽에 각 2대씩, 101용진호는 좌·우현의 중앙 쪽에 각 2대씩, 동부호는 좌현과 우현에 각 2대씩의 자동조획기에 기존 낚시와 은백색 낚시를 장착하였다. 한편, 소형 은백색낚시의 어획성능에 관한 조사 결과에 대해서는 t-test를 실시하여 검증하였다.

결과 및 고찰

은백색 오징어낚시

개발한 오징어 낚시용 유인체는 Fig. 5와 같이 자동조획기용으로써 소형과 기존크기의 2종이다. 색채는 은백색이고 봄~여름철의 소형 오징어를 대상으로 제작한 소형 유인체는 길이 7.2cm, 최대 굵기 1.2cm이고 기존 크기의 유인체는 길이 7.7cm, 최대 굵기 1.7cm이다.

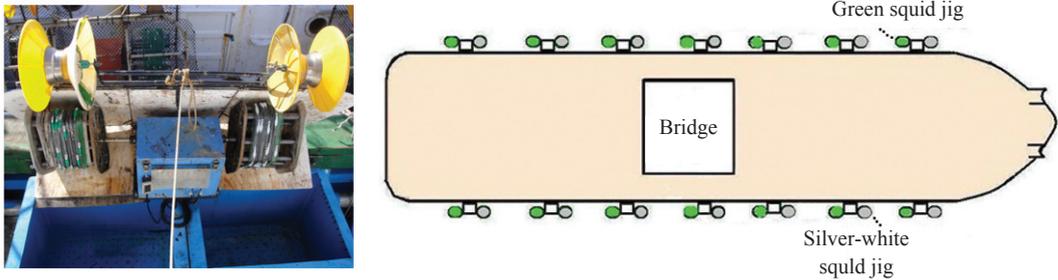


Fig. 4. Silver-white squid hook plan of fishing boat Haengbok-ho in 2012.



Fig. 5. Silver-white squid hook of the developed small size (left) and existing size (right).

오징어낚시의 광학적 특성

8가지 광조건 하에서 광의 세기와 녹색, 은백색, 암녹색의 3가지 오징어낚시별 휘도는 Fig. 6과 같다. 오징어낚시의 휘도는 광의 세기가 증가함에 따라 증가 하였는데 암녹색 낚시의 경우에는 큰 변화가 없었지만 은백색 낚시는 가장 뚜렷하게 증가 하였다. 은백색낚시와 녹색 낚시의 휘도는 배경휘도 (0.01~1.57)보다 높았고, 암녹색 낚시는 같거나 낮았다. 즉, 은백색 낚시와 녹색 낚시는 배경보다 밝은 것이고 암녹색 낚시는 어둡다는 것이다.

녹색, 은백색, 암녹색의 3가지 오징어낚시에 대한 콘트라스트는 Table 2와 같다. 오징어낚시의 평균 콘트라스트는 -0.10~10.33 범위였고 그 중 은백색이 10.33으로 가장 컸으며, 다음은 녹색, 암녹색 순이었다. 녹색 낚시의 콘트라스트는 밝기 21.6lx까지는 감소한 후 증가 하였고 그 이후 거의 일정한 경향을 나타내다가 다소 증가 하였다. 은백색 낚시의 콘트라스트는 수중 밝기에 따라 증가한 후 21.6lx 이후 거의 일정 하였고 815.0lx에서 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 암녹색 낚시의 콘트라스트는 큰 변화가 없었다.

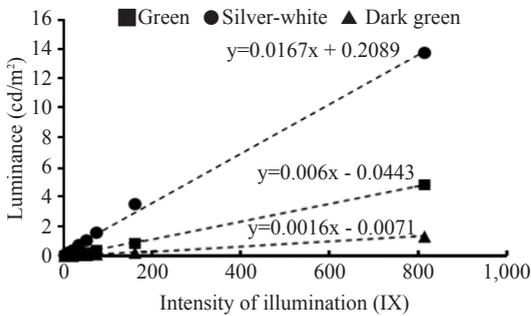


Fig. 6. Luminance of squid hook measured at various intensity of illumination.

소형 은백색낚시의 어획성능

오징어낚시의 어획성능은 개발한 소형 은백색낚시와 기존 색채인 녹색 낚시를 202금영호, 행복호, 101용진호 및 동부호의 4척을 이용하여 비교 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 7과 같다. 은백색 낚시의 어획성능은 202금영호와 101용진호의 경우 녹색 낚시보다 우수 하다고 할 수 없었다. 그러나 행복호에서는 상당히 우수 하였다 (t=2.248, p<0.05). 소형 어선인 동부호의 경우, 다른 어선의 결과와 다르게 기존 낚시보다 못하였다.

고 찰

연체동물인 오징어를 어획대상으로 채낚기어업에서는 오래 전부터 인공 오징어낚시를 사용하고 있으며 (Imamura, 1968), 최근 문어홀림낚시어업의 경우도 인공미끼가 개발되어 이용하고 있다 (An and Arimoto, 2007). 어업에서의 인공미끼 개발은 비용절감, 취급용이, 안정적인 미끼확보를 위하여 낚시 및 주낙용 인공미끼에 관하여 Løkkeborg (1990), Løkkeborg and Bjordal (1995), An and Arimoto (2007) 등의 연구가 있었으며, 통발용 인공미끼에 관해서는 Miyazaki et al. (1967), Youm (1998), Archdale et al. (2008), Chang et al. (2007) 등의 연구가 있었다. 한편, 오징어 채낚기어업의 MHL을 대체하기 위한 LED 집어등이 개발 되고 있지만 사용자인 어업인은 기존 집어등과 비슷한 어획성능을 요구하고 있다. 국내·외 연구 (Bae et al., 2011; Yamashita et al., 2012)에서는 LED 집어등의 어획향상을 위하여 기존 집어등과 LED 집어등을 혼용하여 어획효과를 기대하고 있으나 본 연구에서는 부족한

Table 2. Contrast of decoy at various intensity of illumination for squid hook of different colors

Color of squid hook	Intensity of illumination (lx)								
	815.0	162.1	74.6	52.4	34.6	21.6	10.0	4.7	Average
Green	2.07	2.11	1.85	1.67	1.67	3.0	0.5	2.0	1.86
Silver-white	7.75	11.61	11.08	10.89	11.17	12.67	9.5	8.0	10.33
Dark green	-0.15	-0.14	-0.08	-0.22	-0.17	0	0	0	-0.10

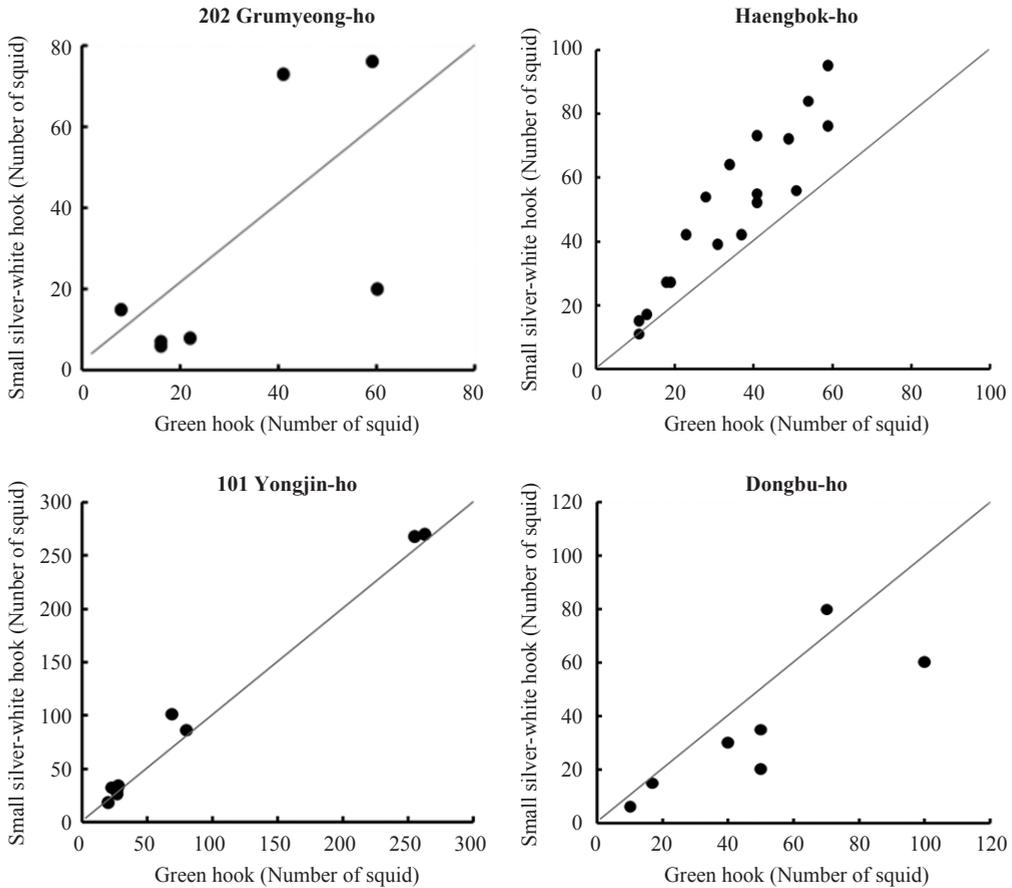


Fig. 7. Comparison of the squid catch number in silver-white hook and green hook.

어획량을 만회하기 위하여 오징어낙시를 개발하였다.

Kawamura and Yonemori (1990)는 수중 집어등의 밝기 증가에 의한 수중 가시거리가 약 2.7배로 추정된다고 하였다. 녹색, 은백색, 암녹색의 오징어낙시 콘트라스트는 4.7~815.0 lx의 밝기 조건에서 0.1~10.33의 범위였다. 그러나 Table 2와 같이 오징어낙시의 콘트라스트는 수중 밝기가 증가할수록 증가하지 않았다. 이것은 달밤에 오징어 어획이 불량한 것과 같이 밝기 증가와 함께 수중 배경 밝기도 증가하여 배경대비 오징어낙시의 휘도값의 변화가 감소하기 때문인 것으로 생각된다. 인간 (Blackwell, 1946), 금붕어

(Hester, 1968), 부루길 (Kawamura and Shimowada, 1993) 그리고 대구 (Anthony, 1981)의 콘트라스트 역치는 각각 0.06, 0.05, 0.08 그리고 0.02로 알려져 있다. 오징어 (Siriraksophon et al., 1995)의 콘트라스트 역치는 배경조도 1.0lx에서 0.006으로 어류보다 낮고 인간의 1/10로서 우수한 시각을 가지고 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서의 오징어낙시에 대한 콘트라스트 수치는 역치보다 높아서 오징어가 충분히 낙시를 구분할 수 있을 것이다. 특히 콘트라스트 10.33의 은백색 낙시를 더욱 잘 볼 것이라고 판단된다.

인공미끼의 어획성능에 대해서는 통발어업의

Archdale et al. (2008)과 Chang et al. (2007) 등의 연구가 있으며 후각을 이용하기 때문에 미끼의 성형, 가공법 등을 고려하였다. 문어홀림낚시사업 (An and Arimoto, 2007)과 본 연구에서는 시각을 이용하기 때문에 대상어종의 색깔, 미끼 콘트라스트 등을 고려하였다. 소형 은백색 오징어낚시는 5~6월의 소형오징어를 어획할 목적으로 제작하였는데, 어황시기, 조업장소 및 용선문제 등으로 7월에 시험조업 하였다. 그러한 결과로 시험어선 202금영호와 동부호에서 어획한 오징어의 평균체장이 27.4cm와 28.0cm이었다. Fig. 7과 같이 이들 어선에서 소형 은백색낚시의 어획성능이 기존낚시보다 낮았던 것은 소형낚시로 큰 오징어를 어획하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 행복호의 경우 오징어낚시를 좌·우현의 자동조획기에 모두 장착 (Fig. 4) 하였고 나머지 시험어선은 일부만 장착하여 은백색 낚시의 효과가 충분히 발휘 하지 못한 것으로 판단된다. 따라서 소형 은백색낚시의 어획성능을 높이기 위해서는 어획시기가 적절해야 하고 낚시는 조업어선의 모든 자동조획기에 장착하는 것이 효과적인 것으로 생각된다.

인공미끼의 어획성능이 좋다 하더라도 가격이 비싸면 어업인들이 구입하기를 꺼려 할 것이다. 붕장어 통발용 인공미끼 (Youm, 1998)의 가격은 천연미끼의 약 80%이고, Chang et al. (2008)의 꽃게 통발용 인공미끼는 천연미끼의 약 60%인 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 오징어채낚기용 은백색 낚시는 대량 생산할 경우 기존 낚시와 차이가 없을 것으로 판단된다. 오징어 가격은 시기에 따라 다르지만 1마리당 가격이 몇 천원도 한 경우가 있으므로 행복호와 같이 은백색낚시가 기존 낚시보다 더 많이 어획했다는 사실로서 생산고를 향상시켜 어업경영 수익을 더 높일 수 있을 것으로 판단된다. 앞으로 본 연구에서 개발한 은백색의 낚시는 차세대 집어등인 LED 집어등의 조건 하에서도 조사할 필요가 있다. 또한 기존크기의 은백색 낚시에 대

한 어획성능 조사도 필요하다.

결 론

오징어의 먹이, 색맹 및 망막운동반응 등을 고려한 진주안료, 고투명성 PP 및 혼합제 등을 이용하여 자동조획기용 오징어낚시의 몸체에 해당하는 유인체를 소형과 기존 크기로 개발하였다. 개발한 은백색 유인체에 대하여 광학적 특성을 조사한 결과, 휘도는 광의 밝기가 증가함에 따라 증가 하였는데 기존색채인 녹색, 암녹색보다 은백색이 뚜렷하였으며, 콘트라스트도 은백색이 10.33으로 가장 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 특성을 갖는 소형 은백색 유인체로 만든 오징어낚시의 어획성능을 2012년 7월에 오징어채낚기 어선 4척을 이용해서 메탈헬라이트 집어등 조건 하에서 조사하였다. 어획성능은 비교적 소형오징어를 어획한 행복호가 큰 오징어를 어획한 어선보다 우수하였고 또한 은백색낚시를 모든 자동조획기에 장착한 어선이 그렇지 않은 어선보다 우수하였음을 알 수 있었다. 따라서 소형 은백색낚시의 어획성능을 높이기 위해서는 조업어선의 모든 자동조획기에 장착하고 소형 오징어가 어획 되는 7월 이전에 조업하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 지식경제부 에너지자원기술개발사업 중대형과제인 LED 집어등 최적화시스템기술개발 (2010201010103B-22-1-0000)로 수행되었으며, 본 논문을 위하여 자료수집과 정리에 도움을 준 용지웅 연구원과 강원도립대학 해송호승조원에게 고마움을 표하는 바입니다. 또한 자료를 제공해 주신 채낚기연합회의 어업인과 시험조업에 협조해주신 해당선박의 선장님께 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

An YI and Yang YR. 1997. Visual acuity of fish - II.

- Relationship between light intensity and line width at visual limit of filefish. Bull Kor Soc Fish Tech 33, 352 – 359.
- An YI and Arimoto T. 2007. Development of artificial bait for octopus drift line. J Kor Soc Fish Tech 43, 291 – 300.
- An YI, Jeong HG and Jung BM. 2009. Behavioral reaction of common squid *Todarodes pacificus* to different colors of LED light. J Kor Soc Fish Tech 45, 135 – 143.
- Anthony PD. 1981. Visual contrast thresholds in the cod *Gadus morhua* L. J Fish Biol 19, 87 – 103.
- Arakawa H, Choi SJ, Arimoto T and Nakamura Y. 1998. Relationship between underwater irradiance and distribution of Japanese common squid under fishing lights of a squid jigging boat. Fish Sci 64, 553 – 557.
- Archdale MV, Anasco CP and Tahara Y. 2008. Catch of swimming crabs using fish mince in “teabags” compared to conventional fish baits in collapsible pots. Fish Res 91, 291 – 298.
- Bae BS, Jeong EC, Park HH, Chang DS and Yang YS. 2008. Behavioral characteristic of Japanese flying squid *Todarodes pacificus* to LED light. J Kor Soc Fish Tech 44, 294 – 303.
- Bae BS, An HC, Kwon KJ, Park SW, Park CD and Lee KH. 2011. Design and performance estimation of fish – luring system using the water cooling typed LED lamp. J Kor Soc Fish Tech 47, 79 – 87.
- Blackwell RH. 1946. Contrast thresholds of the human eye. J Opt Soc Am 36, 624 – 643.
- Chang HY, Koo JG, Lee KW and Cho BK. 2007. Attraction effect of baits used in trap for swimming crab. J Kor Soc Fish Tech 43, 301 – 309.
- Chang HY, Koo JG, Lee KW, Cho BK and Jeong BG. 2008. Attracting effect of baits used the by-product for swimming crab *Portunus trituberculatus* pots. J Kor Soc Fish Tech 44, 282 – 293.
- Chen X, Liu B and Chen Y. 2008. A review of the development of Chinese distance-water squid jigging fisheries. Fisheries Research 89, 211 – 221.
- Choi SJ. 2007. Rationalization of the light power output on small-size squid jigging boat. Ph.D. Thesis. Tokyo Univ. of Fisheries, 232 – 238, 239 – 252.
- Flores E EdC, Igarashi S and Mikami T. 1978 : Studies on squid behavior in relation to fishing. III. On the opto-motor response of squid, *Todarodes pacificus* (Steenstrup) to various colors. Fac Fish Hokkaido Univ 29, 131 – 140.
- Hester Fj. 1968. Visual contrast thresholds of the goldfish (*Carassius auratus*). Visionres 8, 1315 – 1335.
- Imamura Y. 1968. Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (III). La mer 6, 26 – 44.
- Inada H. 2005. Studies on fishing technology of squid jigging. Nippon Suisan Gakkaishi 71, 717 – 720.
- Inada H and Arimoto T. 2007. Trends on research and development of fishing light in Japan. J Illum Engng Inst Jpn 91, 199 – 209.
- Jeong HG, Yoo SH, Lee JH, An YI. 2013. The reticular responses of common squid *Todarodes pacificus* for energy efficient fishing lamp using LED. Renewable Energy 54, 101 – 104.
- John KR and Haut MJ. 1964. Retinomotor cycles and correlated behavior in the teleost *Astyanax mexicanus* (Fillipi). J Fish Bd Canada 21, 591 – 595.
- Kawamura G and Yonemori T. 1990. The increment in light intensity and underwater visibility of an underwater lamp. Nippon Suisan Gakkaishi 56, 21 – 23.
- Kawamura G and Shimowada T. 1993. Optical critical duration and contrast thresholds in the freshwater fish, *Lepomis macrochirus*, as determined behaviourally. Fish Res 17, 251 – 258.
- Kier W and Van leeuwen JL. 1997. A kinematic analysis of tentacle extension in the squid *loligo pealei*. The Journal of Experimental Biology 200, 41 – 53.
- Løkkeborg S. 1990. Reduced catch of under-sized cod (*Gadus morhua*) in longlining by using artificial bait. Can J Fish Aquat Sci 47, 1112 – 1115.
- Løkkeborg S and Bjordal Å. 1995. Size-selective effect of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fisheries Research 24, 273 – 279.
- Miyazaki C, Yazima S, Koyama T and Mitsugi S. 1967.

- Fishing efficiency of feed stuff containing chemical stimulant. Bull Tokai Reg Fish Res Lab 49, 99 – 103.
- Okutani T. 1992. The earth of animals 65. Ashi encyclopedia, 158 – 159.
- Siriraksophon S, Nakamura Y and Matsuike K. 1995. Visual contrast threshold of Japanese common squid *Todarodes pacificus* Steenstrup. Fish Sci 61, 574 – 577.
- Suzuki T, Inada H and Takahashi H. 1985. Retinal adaptation of Japanese common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) to light changes. Bull Fac Fish Hokkaido Univ 36, 191 – 199.
- Watanabe T, Inada H, Takayama T, Yamasaki S and Kitamura M. 1997. Retinal adaptation of neon flying squid *Ommastrephes bartrami* at capture with Jigs and Fishing lights. Nippon Suisan Gakkaishi 63, 899 – 904.
- Yamashita Y, Matsushita Y and Azuno T. 2012. Catch performance of coastal squid jigging boats using LED panels in combination with metal halide lamps. Fish Res 113, 182 – 189.
- Youm MG. 1998. The improved artificial trap baits. Bull Kor Soc Fish Tech 34, 185 – 190.
-
- 2013년 7월 19일 접수
2013년 8월 9일 1차 수정
2013년 8월 12일 수리