

LED와 메탈할라이드 집어등을 겸용한 오징어채낚기 어선의 조업 성능

안희춘* · 배재현 · 배봉성¹ · 박종명

국립수산과학원 동해수산연구소 해역산업과, ¹국립수산과학원 시스템공학과

Operating performance of squid jigging vessel using the LED and metal halide fishing lamp combination

Heui-Chun AN*, Jae-Hyun BAE, Bong-Seong BAE¹ and Jong-Myung PARK

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

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

Fishing efficiency of the squid jigging vessel using the LED and metal halide fishing lamp combination was analyzed to reduce the cost for fishing operation utilizing the fishing light system for high degree of efficiency in the squid jigging fishery (one of the representative coastal and offshore fisheries in Korea). This study aims to improve the nature of existing LED lamps and to develop fan-shaped LED lights having 180W of power and $\pm 45^\circ$ angle of light intensity distribution. The marine experiment for making a comparison of their fishing efficiency was tested by a 9.77 tons fishing vessel from Oct. through Dec. 2012. As a result, experimental fishing vessel showed slightly higher fishing efficiency than the average of metal halide lamp-equipped vessel and 20% energy savings. This means that the combination of LED and metal halide lamps would provide an efficient way to lower energy consumption while maintaining fishing efficiency.

Keywords: LED fishing lamp, Metal halide lamp, Squid jigging vessel

서 론

채낚기 어업은 우리나라 연근해의 대표적인 어업으로 약 5,000척으로 추정하고 있으며 오징

어와 갈치를 주 어획대상으로 하고 있다 (An et al., 2012). 이 중 오징어채낚기 어업은 동해안의 대표적인 어업으로서 최근에는 유가와 인건비

*Corresponding author: anhc1@korea.kr, Tel: 82-33-660-8550, Fax: 82-33-661-8514

의 상승으로 어업경영이 매우 어려운 실정이다. 특히, 유가는 채낚기 어업의 조업 경비에 큰 영향을 미치는데, 10톤 미만인 연안채낚기 어선은 집어등에 81kW의 과도한 전력을 사용하고 있어 유류비가 어획고의 30~40%에 해당하여 어업경영을 어렵게 하고 있다 (Bae et al., 2009). 또한, 어선에서 배출되는 온실가스는 지구 온난화에 영향을 미치며 (Driscoll and Tyedmers, 2010), 기존의 메탈헬라이드등은 가시영역외 자외선의 방사로 인하여 시력과 피부 화상 등 인체에 나쁜 영향을 주고 있다 (Inada and Arimoto, 2007; Peter, 2009).

따라서, 온실가스 배출의 영향이 적고, 에너지를 절감할 수 있으며 작업 중 선원에게 안전하고 효율 집어등의 개발이 절실히 필요하다. 집어등의 특성을 이해하고, 새로운 고효율 집어시스템을 개발하기 위하여 집어등의 수중 투과 특성과 관련하여 Arakawa et al. (1998)은 오징어채낚기 어선에서 메탈헬라이드등 (이하 “메탈등”이라 함)의 파장에 따른 방사조도 분포 특성과 오징어 어군의 분포에 대해, Choi and Arakawa (2001)는 집어등 점등에 따른 오징어 어군의 수층 이동에 대해 보고하였다. 또한, 집어등의 광력과 어획과의 관계에 대한 연구로 An and Choo (1993)의 오징어채낚기에서 집어등 광력 변화와 어획의 관계, Inada et al. (1995)의 수중 집어등에 대한 빨강오징어의 어획 반응, Choi (2002)와 Yamashita et al. (2012)의 살오징어는 집어등 용량이 증가하면 어획량이 증가한다는 연구보고가 있었으며, Choi (2009)는 이중광원 조합에 의한 집어등의 운용방법에 대한 연구가 있었다. 국립수산과학원에서는 2009년부터 LED 집어등을 이용한 시험 연구가 이루어졌으며, Bae et al. (2009)이 채낚기 어선용 공랭식 LED 집어시스템의 설계 및 성능평가에서 채낚기용 LED 집어등을 제안하였으며, An et al. (2012)이 갈치채낚기 어선을 대상으로 180W급 LED등과 메탈헬라이드등을 겸용한 집어시스템의 어획성능을 보

고한 바 있다.

본 연구는 180W급 LED등과 메탈헬라이드등을 겸용한 집어시스템을 오징어채낚기 어선에 적용하여 시험조업을 실시하고, 어획성능시험의 결과를 분석 보고한 것이다.

재료 및 방법

집어시스템의 구성

우수한 집어등의 조건으로 광원의 파장 및 세기와 함께 투광각과 배광 패턴 등 어선의 조업 특성에 맞는 배광특성이 매우 중요하다. 기존의 메탈 집어등의 배광 패턴은 기본적으로 광원을 중심으로 구형으로 방사되어 선박의 동요에도 해수면의 조도변화가 상대적으로 적다고 할 수 있다. 이에 비하여 일부 LED집어등은 투영 영역의 직하 조도를 높이기 위해 투광각이 캔들형의 좁고 긴 형태의 배광을 가지고 있기 때문에 투영면적 중 일부 지점만 조도가 높고 상대적으로 등조도분포가 낮으며, 선박의 횡요에 의한 Flicker 현상이 발생할 우려가 높다. 이러한 LED집어등의 경우 횡요에 의한 광도변화를 개선하기 위해서는 집어등을 여러 단으로 설치해야 되는 문제가 있었다. 또한, 오징어채낚시는 자동조획기나 수동롤러를 사용하고 있어 어구의 운용 위치를 변경하는데 제약이 있으므로 집어등의 배광패턴이 변경되어 오징어가 유집되는 위치나 수심이 바뀔 경우 어획량에 영향을 주기 쉬운 구조이다. 오징어채낚기 어선은 안정적인 조업을 위해 현측 흡수 밑으로 안전판 (stabilizer) 또는 빌지 킬 (bilge keel)을 설치하거나 보조부력탱크를 길게 설치하여 선박의 동요를 감쇠시키고 있다.

LED집어등의 배광 패턴 문제를 개선하기 위하여 본 실험에 사용된 180W급 집어등은 반사판의 형상을 변경하여 배광각을 상하 $\pm 30^\circ$ 에서 $\pm 45^\circ$ 로 확대하고, 부채꼴의 배광패턴으로 선박의 횡요에 의한 조도변화가 개선되도록 설계 제작하였다 (Fig. 1). LED 집어등의 제원은 Table 1과 같고, 시스템의 구성과 집어등의 특성은 An

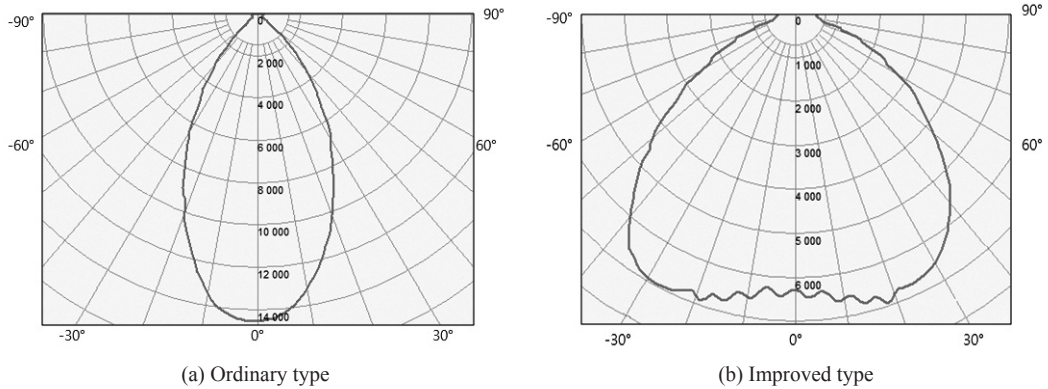


Fig. 1. Light distribution of the LED fishing lamp (unit: angle, cd).

Table 1. Specification of LED lamp used at the experiment

Item	Specification
Power consumption (W)	180W
Luminous energy (lm)	13,000
Luminance efficiency (lm/W)	75
Colour of LED lamp	White
Color temperature(K)	6,000K
Emission Peak	450nm
LED Package	GSPW1643JTE-50X, 144EA



Fig. 2. Photo of LED and Metal Halide fishing lamps at the experimental squid jigging vessel.

et al. (2012)의 집어시스템과 동일하하며, 설치된 집어등의 수량은 140개로 하였다. 시험선에 설치된 집어등의 점등 광경은 Fig. 2와 같다.

어획성능 시험

어획성능 시험은 동해안 오징어채낚기어업의

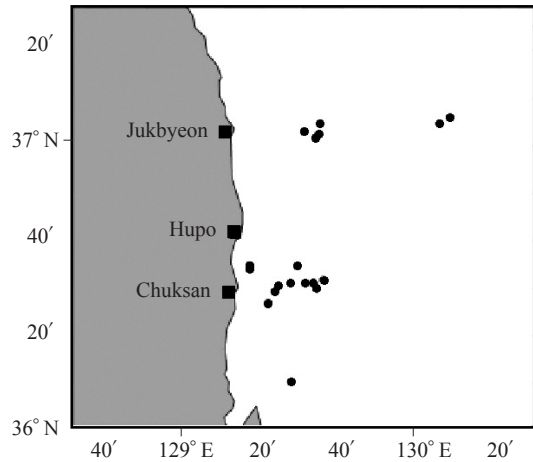


Fig. 3. Location of the fishing area.

주요 어항인 경북 울진군 죽변항 인근 해역에서 수행하였으며 (Fig. 3), 시험선은 죽변항 선적의 상업어선 천일호 (9.77톤)를 사용하였다. 집어등의 사양, 운용방법을 Table 2에 나타내었다. 시험선은 어장에 도착한 후 LED집어등 (용량 180W×140개) 25.2kW와 메탈등 18조 (1조 3kW) 54kW를 점등하여 집어등의 총용량이 79.2kW가 되게 하여 광력 규정 81kW 이하를 사용하였으며, 어군의 밀집도와 어획 상태, 주변의 조업선 등 어장 상황에 따라 21시~24시경에 메탈등을 7~14조 (21~42kW)로 줄여서 조업하였다.

오징어 채낚기 어선의 어획성능의 비교는 단위 노력 즉, 조업일수, 조업시간, 조획기의 수량,

선원수, 선원의 숙련도, 어장 선택 및 어장 형성 정도 등 다양한 요소의 비교가 필요하지만, 이러한 조건을 다 만족하기에는 실험에 현실적인 어려움이 있어 본 연구에서는 어획성능의 비교를 위해 시험선과 같은 선단에 소속된 어선 20여 척 중 시험선의 조업일지에 인근 선박을 기록하도록 하여 이중 조업일과 조업해역이 동일한 어선을 기준으로 6척 (M1~M6)을 비교 선박으로 한정하여 비교하였다. 비교선 6척 중 4척은 시험선과 동일한 9.77톤이고 M1호는 7.93톤, M6호는 19톤이다. 집어등의 어획성능은 동해안 오징어 채낚기어업의 주어기인 10월부터 12월 중순까지 관련 수산업협동조합의 위판실적 자료로 분석하였다.

어획성능 분석에는 조업횟수, 일일어획량, CPUE (Catch Per Unit Effort, 본 논문에서는 일일 노력당어획량)를 비교하였다. 또한 상대적인 어획효율을 산정하기 위하여 어획성능지수 변화를 시기 및 해역에서 조업한 어선별 어획성능을 비교한 방법으로 분석하였다.

어선 j 의 어획성능지수 a_j 는 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^p (V_{ij} \sum_{j=1}^n \frac{y_{ij}}{n})}{\sum_{i=1}^p x_i^2}$$

단, p 는 조업일수, n 은 어선수, y_{ij} 는 제 i 일에 조업한 어선 j 의 어획량, x_i 는 어획성능 1을 갖는 가

상의 표준어선 X 의 제 i 일 어획량이다.

LED와 메탈 집어등을 겸용한 어선의 유류 절감량을 분석하기 위하여 시험선박 집어등의 전력사용량을 직접 측정하였다. 시험선으로 사용한 천일호 (9.77톤)는 집어등을 점등하는데 필요한 전력을 주기관 (470Hp, John Deere)과 100kW 급 220V 삼상발전기를 직접 벨트로 구동하여 공급하고 있다. 주기관과 직결하여 발전기를 구동할 경우, 발전기의 출력 주파수가 60Hz가 되도록 주기관의 회전수를 맞추어 사용하게 된다. 이때 일정 부하량의 범위에서는 주기관의 조속기 (governor)에 의해 연료공급량을 자동적으로 조절하여 제어가 되지만, 부하량의 변화가 클 경우에는 수동으로 주기관의 가속기를 조작하여 발전기의 출력 주파수가 안정화 될 수 있도록 하여야 한다. 집어등의 용량 변화에 따른 유류소모량을 정확히 산출하기 위해서는 이러한 수동 조작에 의한 편차와 항해 시간과 발전기를 연결한 시간을 구분하여 연료소모량을 측정해야 하며, 선박에 따라 보조발전기를 사용하거나 해상 조건 등, 운용 조건이 다르므로 측정에 의해 연료소모량을 표준화하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 집어등 운용 방법에 따른 전력량의 변화를 삼상 디지털 전력량계 (SMY-33, KMB systems, Czech)를 이용하여 시간당 전력사용량을 산출하고, 선박용 디젤엔진의 연료소모율 (Qe)을 기준으로 연료소모량 (Q)를 산정하였다.

일반적으로 선박용 디젤 엔진의 연료소모율

Table 2. Specification and operation method of fishing lamp established at the experimental squid jigging vessel during October and December, 2012.

Vessel (tonnage)	Fishing lamp	Operation of Lamp
LED + MH vessel (9.77)	Total 79.2kW LED lamp 180W × 140ea MH 1.5kW × 36ea	Starting 79.2kW Changed power : 61.2~67.2kW (Reduction rate 17~24%)
6 Comparison vessel (7.93~19)	Total 81kW MH 1.5kW × 54ea M6 102kW MH 1.5kW × 68ea	81kW (M6 102kW)

※ MH : Metal halide lamp, M6: Comparison vessel of 19 tonnage

(Q_e)는 $200g/kw \cdot hr$ 이며, 경유의 비중 (ρ)은 0.835 이므로 선박의 전력사용량 (W)에서 연료소모량 (Q)는 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$Q = Q_e \times Wa \times \rho$$

또한, 시험선의 연료절감률 (E_x)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_x = \frac{(Wa - (W_{MH} + W_{LED}))}{Wa} \times 100$$

단, Wa 는 비교 선박의 전력사용량, W_{LED} 은 시험선의 LED등 전력량, W_{MH} 은 시험선의 메탈등 전력량이다.

결과 및 고찰

어획성능 시험

오징어채낚기 시험선 천일호에 LED 집어등과 메탈등을 겸용한 조건에서 2012년 10월에서 12월에 조업한 결과를 같은 선단에 소속된 9.77톤급으로 기존등을 설치한 어선과 비교한 것은 Table 3과 같다.

시험선 천일호는 18회의 시험조업을 하였으며 비교선들은 9~16회 조업하여 비교선의 평균 조업일수는 13일이었고 시험선이 5회 더 많이 조업하였다. 조업기간의 총어획량은 시험선이 11,400kg으로 가장 많았으며 다음이 비교선

MH6로 10,806kg이었는데, 시험선의 총 조업시간이 비교선박에 비해 많았고 일일어획량도 상대적으로 높게 나타났기 때문이다. 그리고, CPUE (일일평균어획량)는 시험선이 633.3kg으로 비교선의 평균 621.5kg보다 11.8kg이 많게 나타났으며 전체 선박 중 3위를 차지하여 양호한 어획성능을 나타내었다 (Fig. 4).

시험선이 당일 조업 중 어획상태와 어장환경을 고려하여 메탈등의 수량을 줄여서 조업하였는데 당일 어군의 유집이 잘 되어 전반적인 어획량이 많은 경우에는 메탈등의 수량을 일정량 감소하더라도 직접적으로 어획량 감소로 이어지지 않는 것으로 관찰되었으며, 금번 조사에서는 메탈등의 수량별 어획 횟수가 적어서 집중적으

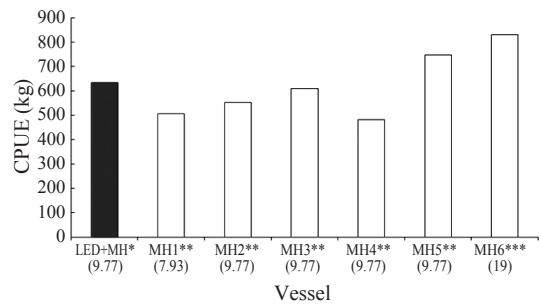


Fig. 4. Comparison of CPUE of squid jigging vessel during October and December, 2012.

Gray: LED + MH vessel, White: Metal Halide Lamp vessel, (): Gross tonnage of fishing vessel

Table 3. Catch and fishing operation day of squid jigging vessel according to the kind of LED and metal halide lamp during October and December, 2012

Vessel (tonnage)	Number of fishing day	Total catch (kg)	CPUE (kg)	Remarks
LED + MH* (9.77)	18	11,400	633.3	LED + MH
MH1** (7.93)	16	8,106	506.6	MH
MH2** (9.77)	11	6,078	552.5	MH
MH3** (9.77)	15	9,132	608.8	MH
MH4** (9.77)	11	5,304	482.2	MH
MH5** (9.77)	9	6,729	747.7	MH
MH6*** (19)	13	10,806	831.2	MH
Mean of MH	13	7,693	621.5	

※ *LED + MH: vessel with the combination of 140 LED lamps and 36 MH lamps,

MH: vessel with 54 MH lamps, *MH: vessel with 68 MH lamps,

CPUE : catch per unit effort (kg).

Table 4. CPUE and fishing power index(FPI) of squid jigging vessel during October and December, 2012

Type	LED+MH	MH1	MH2	MH3	MH4	MH5	MH6	Mean
CPUE	633.3	506.6	552.5	608.8	482.2	747.7	831.2	623.2
Rank	3	6	5	4	7	2	1	
FPI	1.59	0.76	0.77	0.99	0.60	0.89	1.62	1
Rank	2	6	5	3	7	4	1	

로 분석하기 어려웠는데 앞으로 적정 집어등의 감소 수량에 대해 연구가 필요할 것으로 사료된다. 비교선 중에서는 집어등 용량이 타 선박에 비해 21kW가 더 높고 선박의 크기도 19톤인 MH6의 CPUE가 다른 선박에 비해 월등하게 높게 나타났으며, 이는 Choi (2002)는 일본의 19톤 내외의 선박에서는 광력 300kW까지는 어획량이 증가한 것으로 보고한 바 있으며, Yamashita et al. (2012)에서 LED 9kW와 메탈등 혼용 조건에서는 광력 증가에 따라 어획량이 증가한다고 보고한 바 있으며, 연안어선에 비해 선원수 및 자동조획기 수가 많기 때문에 CPUE가 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한, 조업일수가 적은 MH5호의 CPUE가 높은 것은 어획량이 많을 때 집중 조업을 하기 때문인 것으로 판단된다. 그리고, 조업기간 중 10월은 해황이 양호하고 조업실적도 좋게 나타났으나 11월은 해황이 악화되고 어장형성이 잘 되지 않아 출어일수는 10월과 비슷한 수준이었으나 어획은 전반적으로 저조하게 나타났다.

시험선과 비교선박의 CPUE와 어획성능지수를 Table 4와 같이 비교하였다. 어획성능지수에 따른 순위는 CPUE와 유사하게 나타났으나 일부 다른 경우도 있었다. 어획성능지수는 MH6이 1.62로 월등하게 높았고, LED등과 메탈등을 겸용한 시험선이 1.59로 전체선박 중 2위를 차지하였다. 시험선은 CPUE가 3위인데 어획성능지수가 2위가 된 것은 어획량이 높은 조업일수가 다수였기 때문으로 판단되며 비교선 중 MH5의 경우는 CPUE는 2위였으나 일일어획량이 상대적으로 적은 경우가 있어서 어획성능지수는 4위로 나타난 것으로 판단된다.

이상의 결과를 볼 때, LED 집어등과 메탈등을 겸용하여 총 에너지 사용량을 줄이는 운용 방법이 오징어채낚기에서 에너지 절감을 위한 LED 집어등의 운영방법으로 가능할 것으로 판단되었다. 한편, 채낚기어업의 어획량은 집어등 뿐만 아니라 어장 선정, 선장 및 선원의 능력, 시앵커, 조류 및 해류, 어선 밀집도, 대상생물의 분포수심 등 여러 가지 요인에 의해 달라지므로 상업화를 위해서는 장기간에 걸쳐 다양한 해어황 조건에서 시험하고 어장조건에 따른 LED 등과 메탈등의 운용 방법에 대한 매뉴얼을 작성하여 어업인에게 보급할 필요가 있을 것으로 판단된다.

집어시스템의 에너지 절감량

2012년 10월에서 12월에 걸쳐 시험선과 비교선박의 에너지 사용량을 비교하고 에너지 절감량을 분석하였다. 시험선이 전력 공급을 위한 발전기를 주기 직결로 연결하여 구동하는 관계로 본 연구에서는 유류 소모량 대신 에너지 사용량을 비교하였다.

Table 5에서 시험조업 기간에 시간당 전력소모량은 LED와 메탈 혼용 선박의 시간당 전력소모량이 64.8kWh이므로 일반 메탈등 사용량 81kWh에 비하여 16.2kWh 감소하여 평균 20% 절감된 것으로 나타났다. 이를 기준으로 디젤엔진의 연료소모율을 적용하여 시험선의 시간당 유류 절감량(Q)을 계산하면 다음과 같다.

$$Q=(81.0-64.8)\times 200/0.835/1000=3.88(L/hr)$$

오징어채낚시 어선의 연간 적당 유류절감량은 평균 10시간, 월간 20일, 4개월 조업을 할 경우, 유류절감량은 3,104L이며, 경유의 1000L당

Table 5. Power consumption of squid jigging vessel of LED and metal halide lamp during October and December, 2012

Date	Fishing hours (Hr)	Power consumption (kWh)	Power consumption/Hour (kWh/Hr)	Rate of Fuel reduction(%)
OCT.4	9.9	656.6	66.3	18.1
OCT.5	13.3	921.0	69.1	14.7
OCT.8	12.0	764.4	63.7	21.4
OCT.9	12.0	820.4	68.4	15.6
OCT.11	12.2	800.1	65.8	18.8
OCT.12	11.2	719.4	64.4	20.5
OCT.13	10.8	735.0	68.1	16.2
OCT.14	11.0	721.2	65.6	19.1
NOV.3	12.5	713.5	57.1	29.5
NOV.4	10.0	649.5	65.0	19.8
NOV.14	6.7	450.0	67.5	16.7
NOV.18	8.2	519.3	63.6	21.5
NOV.20	10.5	684.6	65.2	19.5
NOV.21	10.2	736.7	72.5	10.5
NOV.22	11.0	802.2	72.9	10.0
NOV.24	10.9	736.9	67.5	16.7
DEC.13	14.3	741.2	51.7	36.2
DEC.16	8.7	452.9	52.3	35.5
Mean of data	10.8	701.4	64.8	20.0

이산화탄소 배출량 (tCO₂)은 2.584이므로 이산화탄소 감소량은 8.02 tCO₂로 나타났다.

오징어채낚기에 적합한 새로운 집어등을 개발하려면 집어등의 파장에 따른 수중 투과특성을 명확하게 이해해야 하며, Choi (2006)는 LED 집어등 중 473nm의 Blue, 501nm peacock blue의 투과특성이 우수하다고 하였고, Bae et al. (2008)은 깊은 수심에서 청색등이 유리하다고 하였다. 본 연구에서는 450nm에 최대발광파장을 가진 LED칩을 베이스로 황색형광체를 사용한 색온도가 6,000K인 LED 패키지로 구성된 집어등을 사용하였는데, 어획성능이 비교선에 비하여 우수한 것으로 나타났고, 시험선의 선장과 선원들도 LED 집어등 점등시 선체 주위가 메탈등만을 점등한 경우보다 시각적으로 밝게 보이고 수중 투과가 잘 되어 19톤급 어선이 인접하여 조업한 경우에도 오징어 어군이 본선에 머물러서 LED 집어등이 어군 유집 효과가 뛰어나다고 말하고 있다. 어획시험 결과와 어업인의 의견을 종합하여 볼 때, LED 집어등을 메탈등과 겸용하는 방

법이 오징어채낚기에서도 산업화가 가능성이 높은 것으로 생각된다. Yamasita et al. (2012)는 LED등과 메탈등을 겸용하되 집어 초기부터 조업 종료시까지 집어등 광력을 동일하게 유지하는 방법으로 시험하여 참오징어를 대상으로 LED등을 9kW로 하고 메탈등의 용량을 0~90kW로 달리하였을 때 예상 어획량 모델에 의거 메탈등의 용량 72kW까지는 어획량의 증가가 예상되고 그 이상에서는 어획량이 감소한다고 추정하였으며 살오징어에서는 메탈등 용량이 증가할수록 예상 어획량이 증가되는 것으로 보고하였는데, 본 연구에서는 초기에는 비교선과 집어등 광력을 유사하게 유지하다가 어장 환경과 어획 상황을 고려하여 메탈등의 용량을 줄이는 방법을 사용하여 어획량을 유지하고 에너지를 절감할 수 있는 방안을 제안하였다. 앞으로, 광원의 파장에 대한 대상 어종의 시감도와 수중 투과 특성을 고려한 집어등용 LED패키지의 개발과 LED 집어등과 메탈등의 특성을 고려한 적절한 혼용비와 이에 따른 에너지 절감을 위한 운

용방안을 함께 고려한 효과적인 현장 적용 방법에 대한 연구에 관심을 기울일 필요가 있을 것으로 생각한다.

결 론

우리나라의 대표적인 어업 중 하나인 채낚기 어업에서 LED 집어등을 적용하여 조업경비를 절감하기 위하여 LED등과 메탈등을 겸용한 조건에서 오징어채낚기 어선의 어획성능을 분석하였다. 본 연구에서는 배광 패턴이 부채꼴 형상의 상하 $\pm 45^\circ$ 배광각을 가진 180W급 LED 집어등 140개를 선박 상부에 좌우 2열로 2단으로 25.2kW를 설치하고, 메탈등은 1.5kW 36개 54kW를 연안 오징어채낚기 어선 (9.77톤)에 설치하여 어획 상황에 따라 메탈등을 줄여 에너지를 절감하는 방법으로 2012년 10월~12월에 시험조업을 실시하고, 전력사용량을 실시간으로 기록하여 유류소모량을 계산하여 비교선 6척과 비교 분석하였다. 어획성능 시험 결과 시험선은 CPUE 633.3으로 비교선 평균 CPUE 621.5보다 약 2% 높게 나타났으며, 시험조업기간 내 어획성능은 동등한 수준이라고 할 수 있다. 또한, 시험선의 시간당 전력소비량 64.8kWh으로 비교선의 기준 설치량 81kWh에 비하여 16.2kWh 감소하여 평균 20% 절감된 것으로 나타났다. 국내에서 LED집어등 실증 연구와 보고가 시작된 2007년 이후, 메탈등에 비해 부족한 LED의 광량과 해상 열악한 환경에서 사용되는 등기구 자체의 결함으로 인해 LED집어등에 대한 어업인의 부정적인 인식으로 인해 많은 어려움이 있었으며, Choi (2009)는 메탈등에 비하여 LED등이 상대적으로 미소하여 겸용할 경우 방사조도 분포가 혼색되더라도 영향을 미치지 못한다고 보고한 바 있으며, Yamashita et al. (2012)의 연구에서도 불과 9kW의 청색 LED등을 사용하여 LED등에 의한 에너지 절감효과나 어획성능의 영향에 대하여 부정적인 보고도 있었다. 본 실험 결과 LED 집어등의 사용량을 총 에너지 소모량의

30%이상 올리고, 메탈등과 겸용하여 조업초기 집어과정 이후, 메탈등을 줄여나가는 운용방법이 어획성능을 유지하면서 에너지를 절감할 수 있는 방안임을 확인할 수 있었다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (RP-2013-FE-037)의 지원에 의해 수행되었습니다. 오징어채낚기 LED 집어 등의 성능시험에 적극 협조하여 주신 천일호의 이상욱 선주님과 선원들께 감사드립니다.

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 Kor Soc Fish Tech*, 48, 337–345.
- An HC and Choo HD. 1993. Fishing efficiency of squid jigging in relation to the variation of fishing lamp power. *Bull Nat Fish Res Dev Agency* 48, 179–186.
- 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.
- 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, Park BJ, Jeong EC, Yang YS, Park HH, Chun YY and Chang DS. 2009. Design and performance evaluation of fish-luring system using the air-cooled LED lamp for jigging and angling boat. *J Kor Soc Fish Tech* 45, 85–95.
- Choi SJ. 2009. Characteristics of spectral irradiance based on the distance from the light source and operating method for fishing lamps with a combined light source. *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 711–720.
- Choi SJ. 2002. Relationship between the boat sizes, light source output for fishing lamps and the catch of

- squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup, in coastal squid jigging fishery of Japan. *J Kor Fish Soc* 35, 644 – 653.
- Choi SJ. 2006. Radiation and underwater transmission characteristics of a high-luminance light-emitting diode as the light source for fishing lamps. *J Kor Fish Soc* 39, 480 – 486.
- Choi SJ and Arakawa H, 2001. Relationship between the catch of squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup, according to the jigging depth of hooks and underwater illumination in squid jigging boat. *J Kor Fish Soc* 34, 624 – 632.
- Driscoll J and Tyedmers P. 2010. Fuel use and greenhouse gas emission implications of fisheries management: the case of the new england atlantic herring fishery. *Marine Policy* 34, 353 – 359.
- Inada H and Arimoto T, 2007. Trends on research and development of fishing light in Japan. *J Illum Engng Inst Jpn* 91, 1 – 205.
- Inada H, Hirokawa S, Miyazaki K and Kimura M, 1995. Capturing characteristics on daytime jigging operation for large-size neon flying squid *Ommastrephes bartrami* with underwater fishing light. *Nippon Suisan Gakkaishi* 61, 732 – 737.
- Peter RB. 2009. The impact of light in buildings on human health. SHB2009 – 2nd International conference on sustainable healthy buildings. Seoul, Korea, 4 – 5.
- 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.
-
- 2013년 10월 10일 접수
2013년 11월 7일 1차 수정
2013년 11월 14일 2차 수정
2013년 11월 15일 수리