

## LED 색광의 음영부에 대한 살오징어의 행동반응

°안영일 · 정학근\* · 정봉만\* · 장용정 · 박재현  
 강원도립대학 해양경찰과, \*한국에너지기술연구원

### 서 론

오징어와 같은 두족류는 대부분 야행성으로 주간은 깊은 곳에 머물러 있고 야간은 얕은 곳으로 부상해서 색이활동을 한다(Okutani, 1992). 그래서 오징어채낚기 조업은 주로 야간에 행하며, 오징어는 밝은 곳보다 오히려 어선에 의해 음영이 된 곳으로 모이는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 음영영역에 모이는 행동으로 오징어가 빛 자체에 이끌려서 밝은 곳으로 모이게 되는가에 대해서는 논의의 여지가 있다(Okutani, 1992). 어류가 빛에 모이는 메카니즘 6가지 중에 불빛에 모인 먹이를 먹기 위해서 모인다는 색이균집설과 대상어류가 좋아하는 밝기가 있어서 그 광역에 어류가 모인다는 호적조도설이 있다(Inoue, M., 1978). 前報(안 등, 2008)에서는 오징어가 주로 어획되는 수심의 밝기 조건하에서 LED 색광에 대한 오징어의 행동반응을 조사하였다.

본 연구에서는 실제 조업 현장에서 오징어채낚기 어선의 선저 부분, 즉 음영영역에 오징어가 모이는 현상을 고려하여, 수조에서의 LED 음영부에 대한 행동반응과 도달시간을 조사하여 LED 집어등 개발에 기초자료로 활용하고자 하였다.

### 재료 및 방법

실험은 2008년 9-12월의 46일간 강원도립대학 실험실에서 행하였으며, 실험어는 채낚기어선으로 어획된 살오징어 *Todarodes pacificus* 로써, 실험수조와 2개의 사육수조에 8시간이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였으며, 총 마리수는 428마리 이상이었다. 실험은 제 1실험과 제 2실험으로 구분되는데, 제 1실험은 LED 광원의 음영부에 대한 살오징어의 행동반응실험이고 제 2실험은 LED 광원의 음영부에 도달하는 시간을 조사하는 것이다. 실험어의 외투장은 제1실험의 경우 평균 24.1cm (18.2~30.4cm), 제 2실험은 평균 24.6cm (20.8~28.3cm)이었다. 실험수조는 직사각형(80W×560L×100Hcm) 유리수조로써 암실 내에 설치하였는데 그 개략도는 Fig. 1과 같으며, 수심은 70cm로 유지하였다. 제 1실험은 수조를 3구간으로 설정하여 중앙구간에 LED 광원의 음영부로 만들었고,

제 2실험은 수조 한쪽 끝구간을 LED 광원의 음영부로 만들었고 반대쪽 끝구간은 오징어의 대기구간으로 하였다. 오징어 행동관찰시스템과 수질관리시스템은 前報와 같다. 실험시의 수온과 염분은 수온계(Tektronix, DTM 920)와 염분계(YSI, 30/10FT)로 측정하였으며, 제 1실험은 18.0°C(12.5–21.6°C), 33.3‰(31.2–34.1‰), 제 2실험은 14.1°C(13.5–14.7°C), 34.2‰(33.8–34.4‰) 이었다.

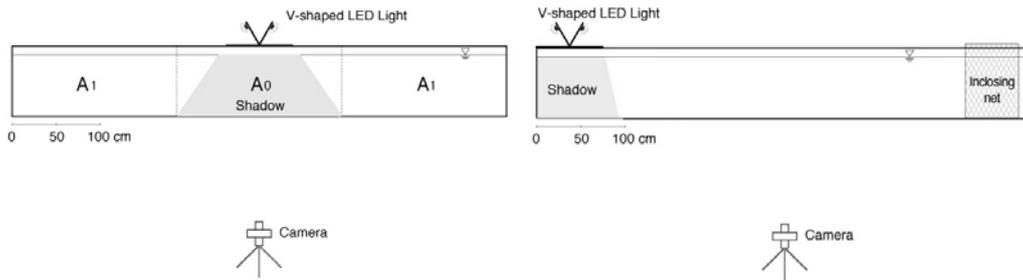


Fig. 1. The apparatus used for squid gathering of shadow zone by the LED colored light.

음영부는 Fig.1 와 같이 제 1실험의 경우 중앙구간, 제 2실험은 한쪽구간에 만들기 위하여 검정아크릴판(80W×76L× 5T cm)가운데에 각도 조절이 가능한 V자형의 판을 세우고 판 상단에 LED 광원을 부착하였다. V자형 판의 최대높이는 28cm이며, 각도는 60도이며, 음영부의 길이는 제 1실험은 수조바닥에서 약 190cm였고 제 2실험은 약 90cm였다. 광원은 색광으로서 적색(624nm), 녹색(524nm), 청색(460nm), 흰색 계열의 4종이다. 제 1, 2실험 모두 음영부의 밝기는 어두운 조건과 밝은 조건의 두 가지인데, 어두운 조건은 음영부의 밝기가 前報(안 등, 2008)의 조건과 같이 0.05 lx 의 호적조도(Inoue, 1978; Choi, 1997)가 되도록 각 광원의 전기적 입력을 조정하였다. 밝은 조건에는 각 LED 광원에 동일한 0.3mA 전류를 준 경우로, 밝기가 음영부 중앙의 수심 50cm에서 조도계(Minolta, T-10WL)로 측정한 값으로 적색의 경우 0.18 lx, 녹색 0.39 lx, 청색 0.10 lx 그리고 흰색 0.68 lx 였다.

실험은 1일 4가지 광원별로 1회씩 총 4회 시행하였다. 제 1실험의 실험 순서는 암실의 실험수조에 적응된 오징어 10마리를 3시간 암순응시킨 다음 선택한 LED 광원을 점등하고 1분 간격으로 구간별 분포조사를 30회(30분간)에 걸쳐 행하면서 녹화도 병행하였다. 다음 실험부터는 암순응을 1시간 20분 이상 시킨 후 다른 색광에 대하여 동일한 방법으로 시행하였다. 일일 실험순서는 4가지 색광을 순차적으로 변경하고 매일 실험어를 교체하여 각 색광에 대하여 15회 이상 반복 조사하였다.

한편, 제2실험을 위해서는 음영부 반대쪽에 실험어 대기용 소형가두리 (60W x 58L x

85H)를 만들었다. 실험순서는 먼저 소형가두리 안에 오징어 2마리를 3시간 암순응 시킨 다음 LED 광원의 점등과 동시에 소형 가두리를 제거함으로써 실험어가 광자극원으로 향하도록 하였다. 음영부에 도달하는 시간은 행동관찰시스템을 이용하여 가두리 제거시간에서 실험어가 음영부에 진입하는 순간까지로 하였다. 조사시간 5분간으로, 음영부에 도달하지 않은 실험어는 도달시간을 5분으로 하였다. 다음실험은 암순응을 1시간 20분 이상 시킨 후 실험어를 교체하여 다른 LED 광원에 대하여 동일한 방법으로 시행하였다. 일일 실험순서는 4가지 색광을 순차적으로 변경하고 각 LED 색광에 대하여 8회 이상 반복 조사하였다.

한편 LED 색광에 따른 음영부 집어울의 비교를 위한 음영부와 좌우구간과의 집어울의 차이는 음영부 집어울에 좌측구간 집어울을 감한 값과 음영부 집어울에 우측구간 집어울을 감한 값의 합이다.

## 결과 및 고찰

### 음영부의 집어울

일반적으로 어류는 중앙구간보다 좌우 끝 구간에 많이 모이는 행동을 나타내지만 (Yang, 1980), 제 1실험인 LED 광원의 음영부에 살오징어의 행동반응은 어두운(0.05 lx) 조건에서 수조 중앙구간 음영부에도 실험어가 모이는 경향을 나타내었다. 음영부와 좌우구간과의 집어울의 차이는 적색 LED 광인 경우 -1.1%이고 녹색은 13.1%, 청색은 17.9% 및 흰색은 7.9%로 청색 LED 광이 가장 집어효과가 좋았다.

음영부의 조명시간에 따른 집어울의 변화는 색광별로 뚜렷하지 않았으나 약간 증가하는 경향이었으며 약 14분 이후부터 청색의 집어울이 높고 적색의 집어울이 가장 낮았다.

한편, 밝은 조건에서의 음영부에 대한 실험어의 행동반응으로써 음영부와 좌우구간과의 집어울의 차이는 적색 LED 광인 경우 2.9%이고 녹색은 2.6%, 청색은 11.7% 및 흰색은 24.5%로 흰색 LED 광이 가장 집어효과가 좋았다.

밝은 조건에서의 음영부의 조명시간에 따른 집어울의 변화는 어두운 조건 보다 색광별로 뚜렷하였고 약간 증가하는 경향이었으며 약 8분 이후부터 흰색의 집어울이 높고 적색의 집어울이 가장 낮았다.

### 음영부에 도달시간

LED 광원을 점등하였을 때 5분 이내 실험어 2마리가 수조 반대쪽으로부터 음영부에 도달하는 시간을 조사한 것으로, 어두운 조건에서 첫 번째 실험어가 음영부에 도달하는 시간은 2분 이내였으며, 그 중 청색 광원에서 47.6초(9.0cm/sec)로 가장 빨랐다. 두 번째 실험어를 포함한 음영부에 도달하는 시간은 청색 광원(192.7초)에서 가장 빨랐고, 다

음으로 녹색 광원(212.1초), 적색 광원(269.5초), 흰색 광원(281.4초) 등의 순이다.

한편 밝은 조건에서의 첫 번째 실험어가 음영부에 도달하는 시간은 97.4초 이내였으며, 그 중 백색 광원에서 51.8초(8.3cm/sec)로 가장 빨랐다. 두 번째 실험어를 포함한 음영부에 도달하는 시간은 적색 광원(164.6초)에서 가장 빨랐고, 다음으로 녹색 광원(313.5초), 흰색 광원(315.2초), 청색 광원(338.7초) 등의 순이다.

Yang(1995)은 오징어를 대상으로 9개 구간의 흰색 유도등을 모두 점등한 후 순차적으로 소등하는 직사각형 수조 실험에서 최종 구간에서의 유도율의 변화가 다소 증가하는 경향을 보였다고 하였다.

따라서 오징어를 LED 광원 음영부로 유도하기 위해서는 광원으로부터 멀리 떨어진 오징어를 대상으로 할 경우, 시감도가 높은 청색 LED 광을 이용하고 어느 정도 광원에 접근한 오징어를 대상으로 할 경우, 흰색 LED 광이 효과적일 것이라 생각된다.

## 참고문헌

- 안영일·정학근·정봉만·장웅정. 2008. LED색광에 대한 오징어의 반응. 2008년도 한국수산과학총연합회 공동학술발표대회 요지집, p.72
- Choi, S.J., 1997. Rationalization of the light power output on small-size squid jigging boat. Ph.D. Thesis. Tokyo Univ. of Fisheries., pp.232-238, 239-252.
- Inoue, M. 1972. Reaction of fish toward the light. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 38(8), 907-912.
- Inoue, M., 1978. Fish behaviour and Fishing method. Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp. 83-92.
- Okutani takasi. 1992. The earth of animals 65. Ashi encyclopedia, pp.158-159
- Yang, Y.R., 1980. Phototaxis of filefish, conger eel and crucian carp. Bull. Korea Fish. Tech. Soc., 13, 1-13.
- Yang, Y.R., 1980. Phototaxis of filefish, conger eel and crucian carp. Bull. Korea Fish. Tech. Soc., 13, 1-13.
- Yang, Y.R., 1995. Response of squid, *Todarodes pacificus* to the attraction lamp. Fisheries researches, 9, 25-30.