

LED 집어등 파장별 고등어의 유집효과 및 유영행동 특성

°이경훈¹·배봉성²·박창두¹·이건호¹·박성욱¹

¹국립수산과학원 시스템공학과, ²동해수산연구소 해역산업과

서 론

우리나라를 비롯한 세계 각국에서는 연근해어업에서 발생하는 온실가스를 저감하고 조업기간 유류소모량의 많은 부분을 차지하고 있는 메탈할라이트등을 대체할 새로운 집어시스템을 개발하고 있다. 이러한 집어시스템에 적합한 광원으로 내구성이 길고 필요한 파장만을 효과적으로 구현할 수 있는 LED (Light Emitting Diode)가 관심의 대상이 되고 있으며, 일본과 우리나라를 중심으로 LED집어등의 방사 및 수중투과특성을 규명하고, 이에 대한 다양한 방식의 집어등 개발과 어획효과 등에 대한 연구가 진행되고 있다 (Inada, 1988; Bae et al., 2009).

이러한 빛과 같은 외부적인 자극에 대한 수산생물의 망막세포를 통한 연구도 최근까지 많은 연구가 수행되었으며, 자유유영상태에서의 대상생물에 대한 행동특성을 파악하기 위해, 대상생물에 외부자극없이 행동특성 분석이 가능한 수중음향카메라 (Underwater Acoustic Camera, Dual frequency IDentification SONar ; DIDSON)의 활용도가 높아지고 있다 (Moursund et al., 2003).

본 연구는 효율적인 수중집어시스템을 개발하기 위하여 우리나라 선망어업의 주요대상어종인 고등어 (chub mackerel, *Scomber japonicus*)를 대상으로 원형수조내에서 파장별 유집효과를 확인하고 각 파장별 집어시스템에 대한 유영행동특성을 규명하였다.

재료 및 방법

본 연구의 수조실험은 2009년 6월에 국립수산과학원 제주수산연구소 종보존연구센터 (제주시 위미리 소재)에 설치되어 있는 원형수조 (Ø 6.0m × 1.5m)에 고등어 (50마리)를 대상으로 5종 (백색등 ; 454nm+560nm, 청색등 ; 454nm, 적색등 ; 634nm, 황색등 ; 596nm, 녹색등 ; 523nm)의 LED 집어모듈을 설치하고, 각 LED 집어모듈 아래에 수중카메라를 설치하여 파장별 출현빈도를 확인하였으며, 무자극 어군행동실험이 가능한 음향카메라를 이용하여 대상어류의 행동반응에 대한 자료를 수집하였다.

본 실험에서 사용한 음향카메라는 1.8MHz와 1.1MHz의 초음파를 이용하여 정밀한 초음파 영상을 최대 21프레임의 화상으로 저장할 수 있다 (표 1). 1.8MHz는 폭 0.3°의 빔을 수평으로 96개, 1.1MHz는 폭 0.6°의 빔을 수평으로 48개를 방사하여 수평각도 약 29°, 수직각도 약 12°의 영역을 탐지할 수 있다. 또한, 탐지가능거리는 고해상도 (1.8MHz)에서 최대 12m, 저해상도 (1.1MHz)에서 최대 40m까지 관찰할 수 있다. 원형수조내 어류행동실험에서는 외부로부터 빛 자극을 차단시킨 상태에서 각 파장별로 LED집어모듈을 발생시켰을

때에 고등어 어군의 순간반응에 대한 순간유영속도 및 안정된 상태로 유영하기까지의 시간을 분석하였다.



그림 143. 실험수조와 LED집어모듈 설치(좌), 외부 차단막 설치(우).

표 6. 실험에 사용된 음향카메라 제원

High-frequency mode	
Operating frequency	1.8MHz
Beamwidth(2-way)	0.3° horizontal by 12° vertical
Number of beams	96
Low-frequency mode	
Operating frequency	1.1MHz
Beamwidth(2-way)	0.4° horizontal by 12° vertical
Number of beams	48
Both modes	
Field of view	29°
Power consumption	30W typical
Weight in air	7.0kg
Weight in water	-0.61kg
Dimensions	171mm×307mm×206mm



그림 144. LED집어모듈과 수중카메라 동기화(좌) 및 수중음향카메라 어군행동 모니터링(우).

결과 및 고찰

본 연구에서의 원형수조내 파장별 유집효과 및 어군행동 실험에서 분석한 결과, 고등어를 대상으로 주·야간의 각 파장별 행동반응 실험에서는 외부 태양광 존재하는 주간에는 수조내부의 벽에 일정거리를 유지하면서 자유 유영하였으며, 각 파장별 출현빈도가 유사한 패턴(그림 2, 표 2)으로 나타났으며, 여기서, 주간시간대에 수조내부로 일정속도로 유영하면서 각 파장별 재출현 유영시간은 평균 64초 (Max : 74sec, Min : 32sec)가 소요되었다. 즉, 원형수조내 고등어어군 (평균체장 ; 26.5cm)의 평균유영속도는 평균 24.5cm/s (0.92BL/s)였으며, 최대 유영속도는 49.1cm/s (1.85BL/s), 최소유영속도는 21.2cm/s (0.8BL/s)로 나타났다. 일반적으로 회유성어종인 고등어는 체장의 3~4배정도로 알려져 있으나, 본 실험에 사용한 고등어는 수정란 채집을 목적으로 사육하고 있고 일정시간동안 수조에 순치된 상태에 따른 영향으로 유영속도가 낮게 측정된 것으로 사료된다.

야간시간대에는 5종의 LED집어모듈에 대해 초기 유영속도가 빨라지는 반응을 보였고 시간경과에 따라서 안정된 상태를 보이면서 청색등(454nm), 녹색등(523nm), 백색등(454nm+560nm), 황색등(596nm), 적색등(634nm) 순으로 높은 출현빈도를 나타내었으며, 선망용 LED 수중집어시스템 개발을 위한 고등어의 파장별 유집효과 및 선호도 실험에서는 백색등과 청색등에 유사한 녹색등은 4종의 LED집어모듈(적색등, 청색등, 황색등, 백색등)을 설치하여 수행한 결과, 청색등에서의 출현빈도 100%를 기준으로, 황색등은 88.1%, 백색등은 72.0%, 적색등은 0%의 선호도를 나타내었다(표 2).

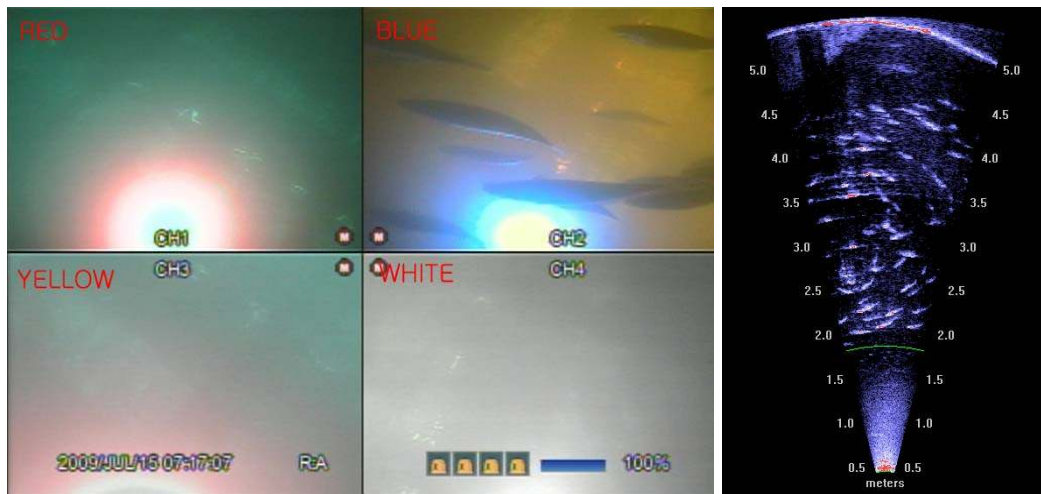


그림 145. 수조내 고등어의 출현영상 (좌), 야간 고등어의 유영행동관찰 (우).

표 2. 수조내 고등어의 집어모듈에 대한 출현빈도

Appearance		Type	RED	BLUE	YELLOW	WHITE
			(634nm)	(454nm)	(596nm)	(454+560)
Daytime	Ratio		91.8%	100.0%	95.2%	72.6%
	counts		57	62	59	45
Nighttime	Ratio		0.0%	100.0%	88.1%	72.0%
	counts		0	268	236	193

참고문헌

- Inada H., 1988. Measurement of the underwater spectral irradiance under the squid jigging boat. *Journal of the Tokyo Univ. of Fisheries*, 75 : 487-498.
- Bae B.S., B.J. Park, E.C. Jeong, Y.S. Yang, H.H. Park, Y.Y. Chun, D.S. Chang, 2009. Design and performance evaluation of fish-luring system using the air-cooled LED lamp for jigging and angling boat. *Journal of Korean Society Fisheries Technology*, 45(2) : 85-95.
- Moursund R.A., T.J. Carlson, R.D. Peters, 2003. A fisheries applications of a dual frequency identification sonar acoustic camera. *ICES Journal of Marine Science*, 60 : 678-683.