

통발용 형광 미끼통의 유인 효과 개선을 위한 자외선 조도에 관한 연구

장 호 영*

군산대학교 해양생산학과

Study on the UV illuminance to improve on attraction effect of fluorescent bait cage for pots

Ho Young CHANG*

Dept. of Marine Science & Production, Kunsan National University, Jeonbuk 573-701, Korea

In this study, the entrapped number is investigated on the UV light with different illuminance to fluorescent bait cage for swimming crab in order to find the appropriate illuminance which has the best attraction effect of fluorescent bait cage for pots. In addition, preference to the light, arrival time and residence time at light area are compared and analyzed to fluorescent bait cage and non-fluorescent bait cage for American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition. Pot with red non-fluorescent bait cage at the no lighting (<0.01lux), pot with blue fluorescent bait cage at the 20W UV lighting (0.16lux) and pot with blue fluorescent bait cage at the 30W UV lighting (0.22lux) were soaked for 6 hours and the entrapped number of swimming crab was examined. The mean entrapped number of swimming crab in pot with red non-fluorescent bait cage at the no lighting (<0.01lux) was 1.0, but the mean entrapped number of swimming crab in pot with blue fluorescent bait cages at the 20W UV lighting (0.16lux) and 30W UV lighting (0.22lux) were 1.4 and 0.4, respectively ($P<0.05$). The rate of preference to the blue fluorescent bait cage at the UV lighting shows 1.6–4.8 times higher than that of preference to the red non-fluorescent bait cage at the ordinary lighting. In addition, The rate of preference to the blue fluorescent bait cage at the UV lighting is higher when the illuminance of ordinary light is same as or is lower than that of UV light ($P<0.05$). However, the preference to the light depending on gender shows no significant difference ($P>0.05$). The arrival time to UV light area of lobster is shown as 1.2–2.4 times faster than that to ordinary light area. Generally, it is shown that arrival time to UV light area is faster than the arrival time to ordinary light area when the illuminance of ordinary light is the same as or lower than that of UV light ($P<0.05$).

*Corresponding author: hyjang@kunsan.ac.kr, Tel: 82-63-469-1819, Fax: 82-63-469-1819

However, arrival time to the light area depending on gender shows no significant difference ($P>0.05$). The residence time at UV light area of lobster is 1.2–1.7 times longer than that at ordinary light area. The residence time depending on different illuminance of ordinary light and genders showed no significant difference ($P>0.05$).

Keywords: Attraction effect, Fluorescent bait cage, UV illuminance, Swimming crab, American lobster

서 론

태양광선은 약 55%의 적외선 (파장 700nm 이상), 40–44%의 가시광선 (파장 400–700nm) 및 1–5%의 자외선 (파장 100–400nm)으로 구성되어 있으며, 293nm 이하의 파장은 태양으로부터 방사되고 있으나 대기권을 둘러싼 오존층과 기타의 것에 의해 흡수되어 지표면에는 거의 도달하지 않는다. 자외선의 파장은 광화학반응이 강한 UV-A (파장 320–400nm), 홍반현상을 일으키게 하는 UV-B (파장 280–320nm), 살균작용 및 오존을 발생하게 하는 UV-C (파장 100–280nm)로 구분하는데, UV-A는 수면에서 급격히 산란되기는 하지만 자외선은 적어도 100m 수심에까지 도달하여 생물학적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다 (Losey et al., 1999).

생쥐, 박쥐와 같은 일부 포유류와 조류, 파충류, 양서류, 어류 및 거미류, 곤충류, 갑각류와 같은 절지동물 등은 대부분 시각적으로 자외선을 감지할 수 있으며, 이러한 자외선에 의해 발현하는 형광을 인식하여 의사소통, 먹이 찾기, 배우자 선택 등에 이용하는 것으로 알려져 있다 (Hunt et al., 2001; Smith et al., 2002; Mazel et al., 2003; Salcedo et al., 2003; Leech and Johnsen, 2006; Lim et al., 2007; Baldwin and Johnsen, 2009). 그러나, 야광 또는 형광 특성을 이용한 것으로는 유어용 (遊漁用) 낚시 미끼가 개발되어 시중에 판매되고 있으나, 그것을 이용하여 어획 효율을 높이기 위한 연구는 An and Arimoto (2007)와 Chang et al. (2008)의 연구가 있을 뿐이다.

갑각류 중 십각목 (十脚目)에 속하는 바닷가

재는 정밀한 기하학적 구조의 겹눈을 갖고 있어서 X-선을 포착할 수 있을 정도로 시각이 뛰어나고 (Hartline, 1980; Sarfati, 2001), 저조도 상태에서도 움직임을 효과적으로 감지할 수 있으며 (Childress and Jury, 2006), 자외선 영역에서의 분광 감도가 높은 것으로 알려져 있다 (Kenndy and Bruno, 1961). 꽃게가 미끼에 유인되어 통발로 들어가는 과정은 미끼에 의한 유인물질의 화학적 자극뿐만 아니라 통발 가까이 접근하여 통발 안으로 들어갈 때에는 미끼의 형태 인식에 의한 시각적 자극도 관계한다고 하였는데 (Chang et al., 2007), 꽃게의 시각에 관해서는 명확히 밝혀진 바가 없으나, 바닷가재와 같은 십각목 (十脚目)에 속하므로 바닷가재와 비슷한 수준의 시각을 갖고 있을 것으로 추정할 수 있다. 꽃게는 우리나라 서남해와 동중국해에서, 바닷가재는 캐나다 동남부 및 미국 동북부 연안에서 각각 통발어업의 중요 대상 종으로서, 인공미끼의 개발을 위해서는 인공미끼 및 미끼통의 시각적 자극에 의한 유인 효과를 개선하기 위한 연구가 필요하다.

따라서, 이 연구에서는 통발용 형광 미끼통의 유인 효과를 개선하기 위한 적정 자외선 조도에 관한 기초자료를 제공하기 위하여 꽃게를 대상으로 형광 미끼통에 각각 조도가 다른 자외선 광을 조사 (照射)하였을 때의 입롱미수를 조사하였다. 또한, 바닷가재를 대상으로 무형광 미끼통과 형광 미끼통에 각각 일반 광과 자외선 광을 조사 (照射)하였을 때의 광 선호도, 광역 도달시간, 광역 체류시간 등을 비교·분석하였다.

재료 및 방법

꽃게를 대상으로 한 수조실험

꽃게 *Portunus trituberculatus*를 대상으로 한 수조실험은 2009년 10월 7일부터 10월 11일까지 5일간 전북 부안군 소재 서해수산연구소 부안시험포의 대형 콘크리트 원형 수조 (φ6,400mm×H1,060mm) 2개를 이용하여 실시하였으며, 실험 시 수심은 각각 1m로 유지하였다 (Fig. 1).

실험에 사용된 꽃게는 인근 해역에서 자망에 어획된 147마리를 시중에서 구입하여 사육수조에서 염산옥시테라사이클린 100ppm을 투여한 후 1시간 동안 약욕(藥浴)시키고, 3일간 먹이를 주지 않고 순치시켰으며, 움직임이 활발한 120마리를 선별하여 실험에 사용하였다. 각각의 실험수조에 꽃게를 30마리씩 넣고, 30분 정도 경과하여 움직임이 안정되고 나면 2개의 실험수조에 각각 3개의 통발을 6시간 동안 침지하여 입롱미수를 조사하였다. 사용된 미끼는 꽃게 통발어업에서 주로 사용하고 있는 고등어를 70g씩 잘라서 각각 미끼통에 넣어 사용하였다. 1회의 실험이 끝나면 실험에 사용된 꽃게는 전부 새로운 꽃게로 교체하여 다음 실험에 사용하였는데, 실험에 사용된 꽃게의 갑장은 65-81mm, 최대 갑폭은 135-161mm, 체중은 129-213g의 범위였다 (Table 1). 실험 시 수온은 18.8-19.6°C였으며, 총 20회의 실험을 실시하였다.

실험에 사용한 통발은 Chang et al. (2007)과 같은 규격의 것을 사용하였으며, 미끼통은 Chang et al. (2008)의 적색 무형광 미끼통과 청색 형광 미끼통과 같은 것을 사용하였다. 적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발과 청색 형광 미끼

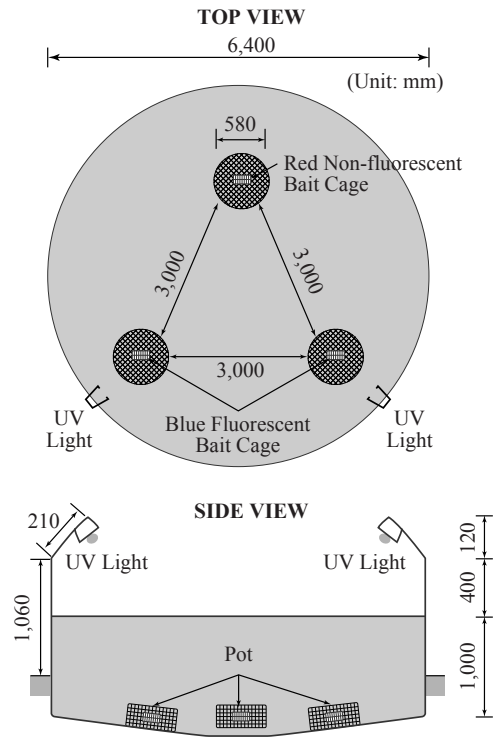


Fig. 1. Schematic drawing of the experimental water tank for swimming crab.

Table 1. Dimension of swimming crabs used in experiment

Carapace length class (mm)	No. of frequency	Maximum carapace width class (mm)	No. of frequency	Body weight class (g)	No. of frequency
60-69	26	130-139	19	120-129	5
				130-139	7
				140-149	9
70-79	77	140-149	31	150-159	12
				160-169	16
				170-179	13
				180-189	27
80<	17	150-159	53	190-199	15
				200-209	7
				210<	9
Total	120	Total	120	Total	120

통에 20W 자외선용 전구 (EFTR20-BLB, UV peak wavelength: 352nm)로 조사 (照射)한 통발 및 청색 형광 미끼통에 30W 자외선용 전구 (EFTR30-BLB, UV peak wavelength: 352nm)로 조사 (照射)한 통발의 3종류를 사용하였다.

자외선 광은 미끼통을 가장 밝게 비추도록 하기 위하여 각각 투광기를 사용하여 방향성을 갖게 하였으며, 자외선 광으로 조사 (照射)하였을 때 미끼통 주위에 자외선 광이 비치는 최광부 (最光部)의 조도는 수중조도계 (Konica Minolta T-10, Japan)를 사용하여 측정하였다.

바닷가재를 대상으로 한 수조실험

바닷가재 *Homarus americanus*를 대상으로 한 수조실험은 2010년 12월 7일부터 2011년 1월 11일까지 35일간 미국 New Bedford 소재 University of Massachusetts Dartmouth SMAST (School for Marine Science and Technology)의 FRP 사각 수조 (L6,100mm×W1,200mm×H920mm)에서 수로 중앙의 3m 구간을 관측창으로 구획하여 실시하였으며, 실험 시 수심은 50cm로 유지하였다 (Fig. 2).

실험에 사용된 바닷가재는 인근 해역에서 통

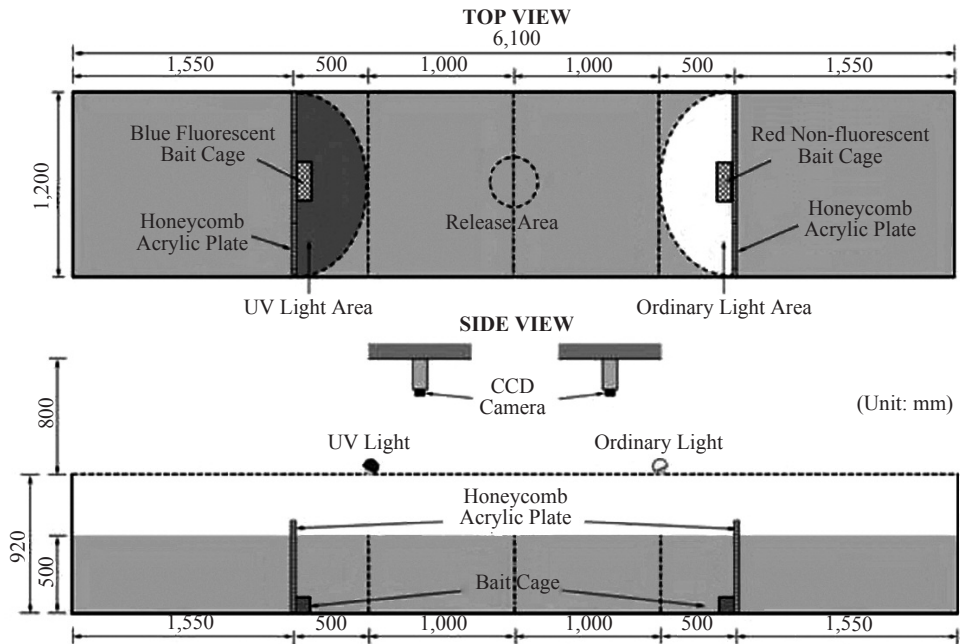


Fig. 2. Schematic drawing of the experimental water channel for American lobster.

Table 2. Dimension of American lobsters used in experiment

Carapace length class (mm)	No. of frequency	Body weight class (g)	No. of frequency
80 – 89	8	300 – 399	1
		400 – 499	2
		500 – 599	5
90 – 99	5	600 – 699	5
		700 – 799	–
100 – 109	9	800 – 899	–
		900 – 999	7
110 <	1	1,000 <	3
Total	23	Total	23

발로 어획된 30마리를 시중에서 구입하여 5일간 먹이를 주지 않고 사육수조에서 순치시킨 후 움직임이 활발한 23마리 (우: 13마리, ♂: 10마리)를 1마리씩 실험에 사용했는데, 실험에 사용된 바닷가재의 두흉갑장은 83–110mm, 체중은 397–1,041g의 범위였다 (Table 2). 실험 시 수온은 9.3–11.3°C였으며, 전체 조건별 실험의 관측 시간은 각각 20분씩으로 하였다. 사용된 미끼는 바닷가재 통발어업에서 주로 사용하고 있는 청어를 30g씩 잘라서 각각 미끼통에 넣어 사용하였다.

이 실험에서는 청색 형광 미끼통에 15W 자외선용 전구 (PL 15SE/BLB, UV peak wavelength: 365nm)에 투광기를 사용하여 미끼통이 가장 밝도록 조정하고, 대조군으로서 적색 무형광 미끼통에 15W 일반용 전구 (GE Soft White #97491)에 투광기를 사용하여 조도를 Dim switch로 조정하여 자외선 광에 대한 일반 광의 조명 조건을 각각 무조명, 1/2 밝기 조명, 동일 밝기 조명, 2배 밝기 조명 및 10배 밝기 조명의 5가지로 변화시켰을 때의 광 신호도, 광역 도달시간, 광역 체류시간 등을 측정하였다. 여기서, 광역은 자외선 광 및 일반 광을 투광기로 조정하여 미끼통 주위를 조명하였을 때 어두운 구역과 구분되는 밝은 구역을 광역으로 정의하였다.

바닷가재의 광 신호도, 광역 도달시간 및 광역 체류시간을 측정하기 위한 모니터링 시스템은 Fig. 2의 측면도에 나타난 바와 같이 관측 수로의 천정에 2대의 고해상 저조도 CCD 카메라 (ROS Navigator, U.S.A.)를 설치하고, 각각의 구역을 관측한 실시간 디지털 영상 자료는 30 FPS Mobile Digital HD Mini DVR과 Pinnacle Dazzle Video Creator Plus HD를 이용하여 동영상 파일로 각각 저장한 후 분석하였다. 실험 시 수조 내의 조도가 낮은 상태일 때에는 바닷가재의 움직임을 화면상에서 명확히 측정하기 어려우므로, 바닷가재의 두흉갑 정중앙에 축광 (蓄光) 펜 (Solid Marker-glow in the Dark Sukura Photo-

luminescent Pen, Sakura)으로 표시한 고휘도 반사 테이프 (Scotchlite White Reflective Tape, 3M)를 부착하여 저조도에서도 바닷가재의 움직임을 구분할 수 있게 하였다.

광 신호도, 광역 도달시간 및 광역 체류시간의 판정은 Fig. 2의 평면도에 나타난 바와 같이 전체 실험 조건에 따라 관측창의 중앙부에 바닷가재 1마리씩을 투입한 후 좌우 각 1m 구역을 통과하여 광역 부분으로 진입하였을 때를 자외선 광 또는 일반 광을 선택한 것으로 간주하였고, 그때의 시간을 광역 도달시간으로 측정하였다. 또한, 광역 체류시간은 광역에 도달한 후 다시 광역을 벗어날 때까지의 시간으로 측정하였다.

이상의 꽃게의 자외선의 조도를 달리한 통발에 대한 입롱미수를 조사한 결과에 대해서는 분산 분석 (ANOVA)을 실시하였고, 바닷가재의 광 신호도를 조사한 결과에 대해서는 χ^2 test, 광역 도달시간 및 광역 체류시간을 조사한 결과에 대해서는 T test를 실시하였으며, 자료 처리는 SPSSWin ver. 14.0을 사용하였다.

실험수조의 조도

꽃게에 대한 수조실험에서 적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발과 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사 (照射)한 통발 및 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사 (照射)한 통발에 대한 조도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 상태에서의 조도는 0.01lux 이하로서 전혀 통발을 인식할 수 없는 상태였으며 (Fig. 3 (a)), 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사 (照射)한 경우 미끼통 최광부 (最光部)의 조도는 0.16lux였다 (Fig. 3 (b)). 또한, 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사 (照射)한 경우 미끼통 최광부 (最光部)의 조도는 0.22lux로 나타났다 (Fig. 3 (c)).

바닷가재에 대한 수조실험에서 청색 형광 미

끼통에는 15W 자외선 광에 투광기를 사용하여 미끼통이 가장 밝도록 조정하고, 대조군으로서 적색 무형광 미끼통에는 15W 일반 광에 투광기를 사용하여 조도를 Dim switch로 조정하여 자외선 광에 대한 일반 광의 조명 조건을 각각 무조명, 1/2 밝기 조명, 동일 수준 조명, 2배 밝기 조명 및 10배 밝기 조명의 5가지로 변화시켰을 때의 조도 분포를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

청색 형광 미끼통에 15W 자외선 등에 투광기를 사용하여 미끼통이 가장 밝도록 조사(照射)하였을 때의 최광부(最光部)의 조도는 0.16lux였으며, 광역 가장자리의 조도는 0.07lux였다. 한편, 대조군으로서 반대쪽에 위치한 적색 무형광 미끼통에는 무조명 상태로 조사(照射)하였을 때, 미끼통 주위의 조도는 0.01lux 이하였으

며 (Fig. 4 (a)), 1/2 밝기 조명 상태로 조사(照射)하였을 때의 최광부(最光部)와 광역 가장자리의 조도는 각각 0.08lux와 0.03lux였다 (Fig. 4 (b)). 동일 수준 조명 상태로 조사(照射)하였을 때의 최광부(最光部)와 광역 가장자리의 조도는 각각 청색 형광 미끼통에 15W 자외선 등에 투광기를 사용하여 미끼통이 가장 밝도록 조사(照射)하였을 때와 같았다 (Fig. 4 (c)). 2배 밝기 조명 상태로 조사(照射)하였을 때의 최광부(最光部)와 광역 가장자리의 조도는 각각 0.32lux와 0.15lux였으며 (Fig. 4 (d)), 10배 밝기 조명 상태로 조사(照射)하였을 때의 최광부(最光部)와 광역 가장자리의 조도는 각각 1.60lux와 0.75lux였다 (Fig. 4 (e)).

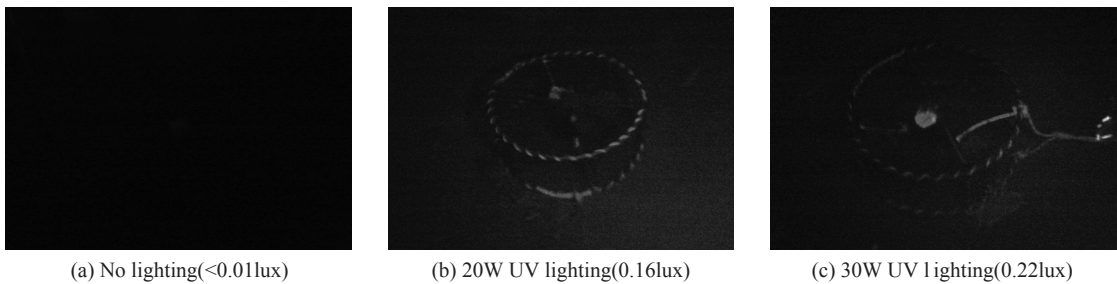


Fig. 3. Photos of the pot for swimming crab in the experimental water tank at the different UV lighting.

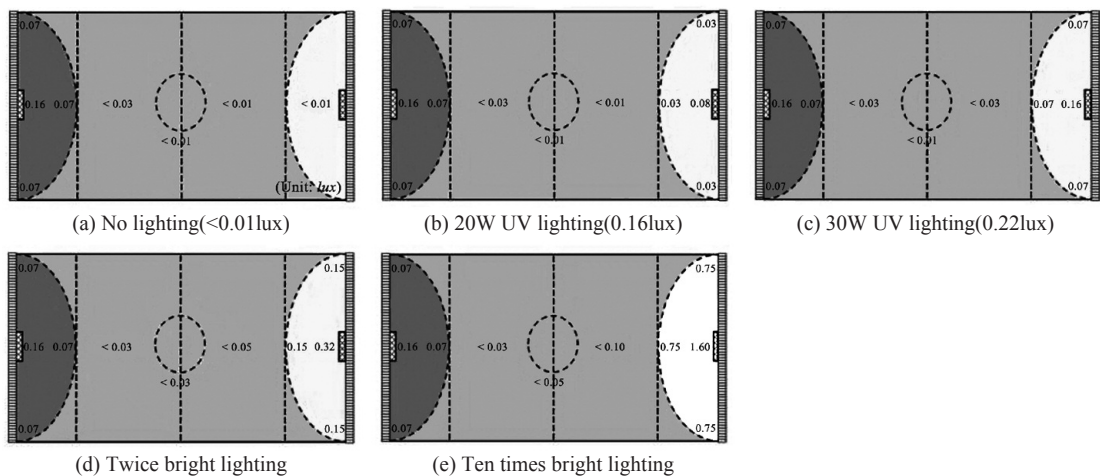


Fig. 4. Illuminance distribution in the experimental water channel for American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition.

결과 및 고찰

꽃게의 자외선 조도별 입롱미수 비교

적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발과 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발 및 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발의 3종류를 6시간 동안 침지하여 꽃게의 입롱미수를 조사한 결과는 Table 3과 같다.

적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발 (<0.01lux)에는 평균 1.0마리의 꽃게가 입롱하였으나, 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발 (0.16lux)에는 평균 1.4마리, 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발 (0.22lux)에는 평균 0.4마리가 각각 입롱하였으며, 각각의 입롱미수에는 유의한 차이가 있었다 (P<0.05). 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발 (<0.01lux)에 비해 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발

(0.16lux)에 40% 정도 입롱미수가 많은 것은 Chang et al. (2008)의 결과와 비슷하다. 그러나, 30W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발 (0.22lux)에는 입롱미수가 60% 정도 크게 감소한 것은 일정 수준 이내의 조도에서는 장파장의 자외선(UV-A)에 의해 형광 미끼통의 유인 효과가 증가하나, 자외선의 조도가 강해지고 장시간 자외선 방사(放射)에 노출되면 망막의 손상을 일으킬 수도 있기 때문에 오히려 형광 미끼통의 유인 효과가 감소하는 것으로 생각된다 (Losey et al., 1999).

바닷가재의 광 선호도 비교

자외선 광을 조사(照射)한 청색 형광 미끼통과 조도를 달리한 일반 광을 조사(照射)한 적색 무형광 미끼통에 대한 바닷가재의 광 선호도를 조사한 결과는 Table 4 및 Fig. 5와 같다.

바닷가재가 자외선 광을 조사(照射)한 청색 형광 미끼통 (0.16lux)을 선택하는 비율은 일반 광을 무조명 상태 (<0.01lux), 1/2 밝기 조명 (0.08lux), 동일 수준 조명 상태 (0.16lux), 2배 밝기 조명 상태 (0.32lux) 및 10배 밝기 조명 상태 (1.60lux)로 조사(照射)한 적색 무형광 미끼통에 비해 1.6-4.8배 정도 높게 나타났다. 또

Table 3. Results of mean entrapped number of swimming crab at the different UV lighting

Illuminance condition (lux)	No lighting (<0.01)	20W UV lighting (0.16)	30W UV lighting (0.22)
Mean entrapped number	1.0	1.4	0.4

F=11.645, P<0.05

Table 4. Results of the preference to the light of American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition

Illuminance condition of ordinary light	Number of preference to the light						Remark
	UV light			Ordinary light			
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	
No lighting (<0.01lux)	7 (30.4)	9 (39.1)	16 (69.6)	3 (13.0)	4 (17.4)	7 (30.4)	$\chi^2=2.1739$, P<0.05
Half dim lighting (0.08lux)	8 (34.8)	11 (47.8)	19 (82.6)	2 (8.7)	2 (8.7)	4 (17.4)	$\chi^2=8.5217$, P<0.05
Same level lighting (0.16lux)	8 (34.8)	10 (43.5)	18 (78.3)	2 (8.7)	3 (13.0)	5 (21.7)	$\chi^2=6.2609$, P<0.05
Twice bright lighting (0.32lux)	6 (26.1)	8 (34.8)	14 (60.9)	4 (17.4)	5 (21.7)	9 (39.1)	$\chi^2=0.6957$, P>0.05
Ten times bright lighting (1.60lux)	7 (30.4)	7 (30.5)	14 (60.9)	3 (13.0)	6 (26.1)	9 (39.1)	$\chi^2=0.6957$, P>0.05

() : %

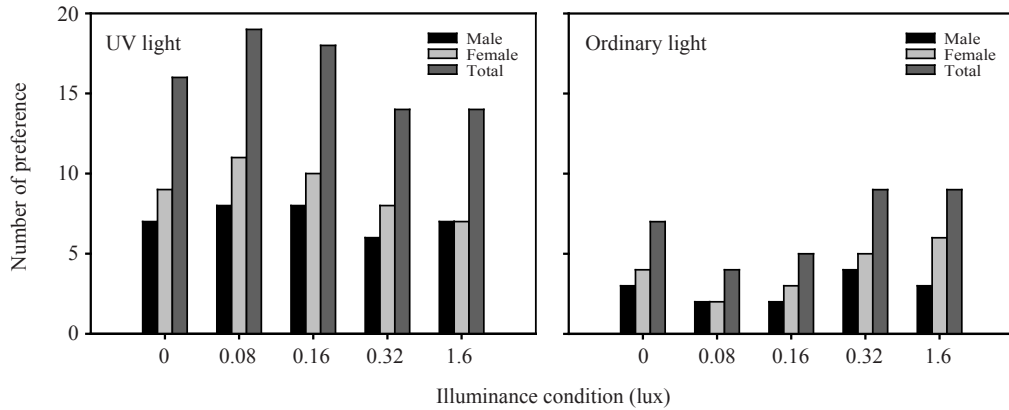


Fig. 5. Comparison of the preference to the light of American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition.

한, 대체로 일반 광의 조도가 높을 때보다 자외선 광의 조도와 같거나 낮을 때 자외선 광을 선택하는 비율이 높게 나타났으나 ($P < 0.05$), 성별에 따른 광 선호도에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($P > 0.05$). 이러한 결과에서 자외선 광에 의해 발현되는 형광은 주변 환경이 어두울 때 유인 효과를 더 높일 수 있을 것으로 추정할 수 있다.

바닷가재의 광역 도달시간 비교

자외선 광을 조사 (照射)한 청색 형광 미끼통과 조도를 달리한 일반 광을 조사 (照射)한 적색

무형광 미끼통에 대한 바닷가재의 광역 도달시간을 조사한 결과는 Table 5 및 Fig. 6과 같다.

바닷가재가 자외선 광역에 도달하는 데 걸리는 시간은 일반 광역에 도달하는 데 걸리는 시간에 비해 1.2-2.4배 정도 짧은 것으로 나타났는데, 대체로 일반 광의 조도가 높을 때보다 자외선 광의 조도와 같거나 낮을 때 자외선 광역에 도달하는 시간이 일반 광역에 도달하는 시간에 비해 더 짧은 것으로 나타났으며 ($P < 0.05$), 성별에 따른 광역 도달시간은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($P > 0.05$). 이러한 결과는 일반 광에 비해 자외선 광에 의해 형광을 발현하는 미끼

Table 5. Results of the mean arrival time to light area of American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition

Illuminance condition of ordinary light	Mean residence time at light area (sec)						Remark
	UV light			Ordinary light			
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	
No lighting (<0.01lux)	223.1	77.4	142.2	136.6	76.7	93.8	$t=1.079$, $P>0.05$
Half dim lighting (0.08lux)	118.0	79.3	96.1	94.7	63.0	77.4	$t=0.773$, $P>0.05$
Same level lighting (0.16lux)	85.0	84.9	85.0	66.6	61.5	64.4	$t=1.015$, $P>0.05$
Twice bright lighting (0.32lux)	86.7	39.8	66.3	51.7	38.5	44.2	$t=1.216$, $P>0.05$
Ten times bright lighting (1.60lux)	100.4	75.1	91.1	58.4	47.3	52.3	$t=1.780$, $P>0.05$

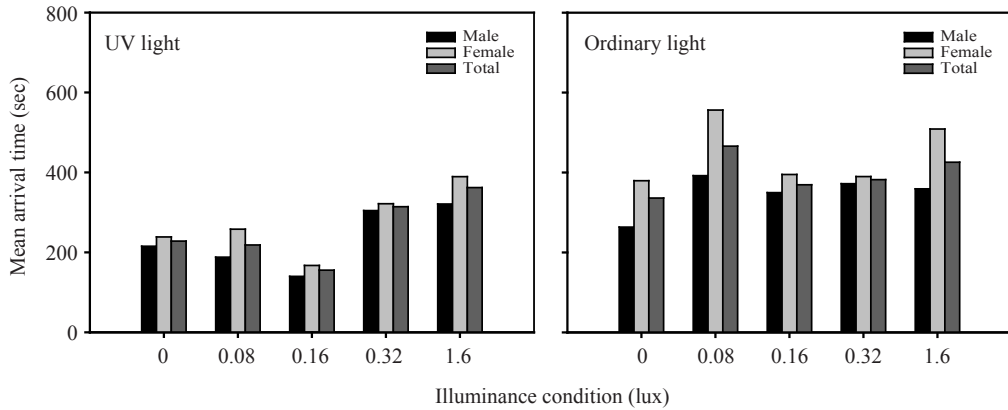


Fig. 6. Comparison of the mean arrival time to light area of American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition.

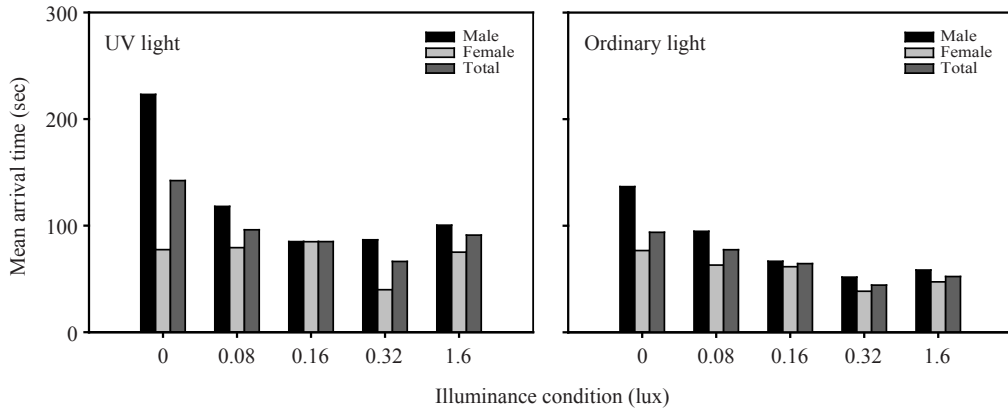


Fig. 7. Comparison of the mean residence time at light area of American lobster at the UV light and ordinary light according to the illuminance condition.

통에 바닷가재가 더 빨리 반응한다는 것을 의미한다.

바닷가재의 광역 체류시간 비교

자외선 광을 조사(照射)한 청색 형광 미끼통과 조도를 달리한 일반 광을 조사(照射)한 적색 무형광 미끼통에 대한 바닷가재의 광역 체류시간을 조사한 결과는 Table 6 및 Fig. 7과 같다.

바닷가재의 자외선 광역 체류시간은 일반 광역 체류시간에 비해 1.2-1.7배 정도 긴 것으로 나타났으나, 일반 광의 조도별 광역 체류시간 및 성별에 따른 광역 체류시간은 유의한 차이가 없

는 것으로 나타났다 ($P>0.05$).

이와 같이 바닷가재의 자외선 광과 일반 광에 대한 광 선호도, 광역 도달시간 및 광역 체류시간 등의 조사 결과에서 자외선을 조사(照射)한 형광 미끼통에 대한 선호도가 일반 광을 조사(照射)한 무형광 미끼통에 비해 높고, 자외선 광역에 도달하는 데 걸리는 시간이 일반 광역에 비해 짧으며, 자외선 광역에서의 체류시간도 일반 광에 비해 길다는 것은 바닷가재가 자외선 광역에 있을 때 형광 미끼통을 사용한 통발에 입롱할 가능성이 높다는 것을 시사한다.

이상의 꽃게와 바닷가재에 대한 실험 결과에

서 적정 수준의 자외선 조도 하에서는 형광 미끼통의 유인 효과를 개선할 수 있을 것으로 판단된다. 이것은 형광 미끼통에 자외선 파장대의 빛을 발산하는 초소형 자체 발광 다이오드 또는 LED 전구를 부착하는 등의 방법으로 자외선이 도달하지 않는 저층의 저조도 상태에서도 미끼통에서 형광을 발현하도록 하여 유인 효과를 높일 수 있는 가능성을 제시하는 것이다.

결 론

이 연구에서는 통발용 형광 미끼통의 유인 효과를 개선하기 위한 적정 자외선 조도에 관한 기초자료를 제공하기 위하여 꽃게를 대상으로 형광 미끼통에 각각 조도가 다른 자외선 광을 조사(照射)하였을 때의 입롱미수를 조사하고, 바닷가재를 대상으로 형광 미끼통과 무형광 미끼통에 각각 자외선 광과 일반 광을 조사(照射)하였을 때의 광 선호도, 광역 도달시간, 광역 체류시간 등을 비교·분석하였다. 적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발(<0.01lux)과 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발(0.16lux) 및 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발(0.22lux)의 3종류를 6시간 동안 침지하여 꽃게의 입롱미수를 조사한 결과, 적색 무형광 미끼통에 조명을 하지 않은 통발(<0.01lux)에는 평균 1.0마리의 꽃게가 입롱하였으나, 청색 형광 미끼통에 20W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발(0.16lux)에는 평균 1.4마리, 청색 형광 미끼통에 30W 자외선 광으로 조사(照射)한 통발(0.22lux)에는 평균 0.4마리가 각각 입롱하였으며, 각각의 입롱미수에는 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 바닷가재가 자외선 광을 조사(照射)한 청색 형광 미끼통(0.16lux)을 선택하는 비율은 일반 광을 무조명 상태(<0.01lux), 1/2 밝기 조명(0.08lux), 동일 수준 조명 상태(0.16lux), 2배 밝기 조명 상태(0.32lux) 및 10배 밝기 조명 상태(1.60lux)로 조사(照射)한 적색 무형광 미끼통에 비해 1.6

-4.8배 정도 높게 나타났다. 또한, 대체로 일반 광의 조도가 높을 때보다 자외선 광의 조도와 같거나 낮을 때 자외선 광을 선택하는 비율이 높게 나타났으나($P<0.05$), 성별에 따른 광 선호도에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 바닷가재가 자외선 광역에 도달하는데 걸리는 시간은 일반 광역에 도달하는데 걸리는 시간에 비해 1.2-2.4배 정도 짧은 것으로 나타났는데, 대체로 일반 광의 조도가 높을 때보다 자외선 광의 조도와 같거나 낮을 때 자외선 광역에 도달하는 시간이 일반 광역에 도달하는 시간에 비해 더 짧은 것으로 나타났으며($P<0.05$), 성별에 따른 광역 도달시간은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 한편, 바닷가재의 자외선 광역 체류시간은 일반 광역 체류시간에 비해 1.2-1.7배 정도 긴 것으로 나타났으나, 일반 광의 조도별 광역 체류시간 및 성별에 따른 광역 체류시간은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 이와 같이 바닷가재의 자외선 광과 일반 광에 대한 광 선호도, 광역 도달시간 및 광역 체류시간 등의 조사 결과에서 자외선을 조사(照射)한 형광 미끼통에 대한 선호도가 일반 광을 조사(照射)한 무형광 미끼통에 비해 높고, 자외선 광역에 도달하는데 걸리는 시간이 일반 광역에 비해 짧으며, 자외선 광역에서의 체류시간도 일반 광에 비해 길다는 것은 바닷가재가 자외선 광역에 있을 때 형광 미끼통을 사용한 통발에 입롱(入籠)할 가능성이 높다는 것을 시사한다.

사 사

이 논문은 2009학년도 군산대학교 교수장기 국외연수경비의 지원에 의하여 연구되었습니다. 또한, 실험에 많은 도움을 주신 국립수산물학원 서해수산연구소와 미국 University of Massachusetts Dartmouth SMAST의 Dr. Pingguo He, Mr. Chris Rillahan 및 University of New Hampshire OPAL의 Dr. Christopher Glass께 감사드립니다.

참고문헌

- An, Y.I., and T. Arimoto, 2007. Development of artificial bait for octopus drift line. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43(4), 291 – 300.
- Baldwin, J. and S. Johnsen, 2009. The importance of color in mate choice of the blue crab *Callinectes sapidus*. J. Experimental Biology, 212, 3762 – 3768.
- Chang, H.Y., J.G. Koo, K.W. Lee and B.K. Cho, 2007. Attracting effect of baits used in trap for swimming crab. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43 (4), 301 – 309.
- Chang, H.Y., J.G. Koo, K.W. Lee, B.K. Cho and B.G. Jeong, 2008. Fluorescent characteristics of baits and bait cages for swimming crab *Portunus trituberculatus* pots. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44 (3), 174 – 183.
- Childress, M.J. and S.H. Jury, 2006. Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries. Phillips, B. ed. Blackwell, UK, pp. 78 – 112.
- Hartline, B.K., 1980. Lobster-eye X-ray telescope envisioned. Science, Vol. 207, No. 4426, p. 47.
- Hunt, D.M., S.E. Wilkie, J.K. Bowmaker and S. Poopalasundaram, 2001. Review: Vision in the ultraviolet. CMLS, Cell. Mol. Life Sci., 58, 1583 – 1598.
- Kennedy, D and M.S. Bruno, 1961. The spectral sensitivity of crayfish and lobster vision. J. General Physiology, Vol 44, 1089 – 1102.
- Leech, D.M. and S. Johnsen, 2006. Ultraviolet vision and foraging in juvenile bluegill (*Lepomis macrochirus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 63, 2183 – 2190.
- Lim, M.L., M.F. Land and D. Li, 2007. Sex-specific UV and fluorescence signals in jumping spiders. Science, Vol. 315, No. 5811, p. 481.
- Losey, G.S., T.W. Cronin, T.H. Goldsmith, D. Hyde, N.J. Marshall and W.N. McFarland, 1999. The UV visual world of fishes: a review. J. Fish Bio., 54, 921 – 943.
- Mazel, C.H., T.W. Cronin, R.L. Caldwell and N.J. Marshall, 2003. Fluorescent enhancement of signaling in a mantis shrimp. Published Online Nov. 13, 2003, Science. Vol. 303, No. 5654, p. 51.
- Salcedo, E., L. Zheng, M. Phistry, E.E. Bagg and S.G. Britt, 2003. Molecular basis for ultraviolet vision in invertebrates. J. Neuroscience, Nov. 26, 2003. 23 (34), 10873 – 10878.
- Sarfati, J., 2001. Lobster eyes-brilliant geometric design. Creation, 23 (3), 12 – 13.
- Smith, E.J., J.C. Partridge, K.N. Parsons, E.M. White and I.C. Cuthill, 2002. Behavioral Ecology, Vol. 13, No. 1, 11 – 19.

2011년 9월 28일 접수

2011년 10월 17일 1차 수정

2011년 10월 26일 2차 수정

2011년 10월 28일 수리