

실험실에서 문어 통발용 정어리 미끼의 유인 효과

안영일*

강원도립대학교 해양경찰과 교수

The luring effect of the sardine bait for octopus pot in laboratory

Young-il AN*

*Professor, Dept. of Maritime Police and Technology, Gangwon State University,
Gangneung 25425, Korea*

This study investigated the luring effect of the sardine bait, which is used to catch octopus with pot, as the preliminary study for the development of alternative bait for octopus pot. The soaking time for bait was divided into “5 days or less” and “11 days or longer”. The number of times octopus entered the pot with bait and the empty pot was investigated under dark adaptation and light adaptation processes and the distribution of tank section was investigated under light adaptation process. The case of “11 days or longer” sardine soaking time showed higher rate of distribution in the section of pot with bait compared to the case of “5 days or less”. In the case of “5 days or less” soaking time, the number of times the octopus entered the pot with bait was similar to that it entered the pot without it even during dark adaptation and light adaptation. However, in the case of “11 days or longer”, the octopus entered the pot with bait more quickly than the pot without bait and more frequently during dark adaptation hours. There were cases where the octopus did not enter any pot. In the case of “5 days or less”, with less decomposition of baits, the octopus entered the empty pot more during light adaptation process, and it appeared that the pot was used as a hideout.

Keywords : Octopus pot, Sardine bait, Luring effect, Soaking time, Light and dark adaptations

서론

통발 어업은 어구·어법적으로 조업이 단순하고 활어를 어획할 수 있을 뿐만 아니라 저층 끌어구·저층 연승 등과 같은 조업이 불가능한 해저에서도 사용할 수 있는 등의 장점을 갖고 있기에 다른 업종에 비해 비교적 수익률이 높은 업종으로서 연근해어업에서 중요한 위치를 차지하고 있다(Inoue, 1985; An and Park, 2005;

Chang et al., 2008). 통발 어구의 어획 효율은 통발의 구조나 어장학적 요소 및 사용하는 미끼에 따라 크게 좌우되는데, 그중에서도 미끼의 요인은 통발 어업의 성립과 밀접한 관계를 갖고 있다(Chang et al., 2007).

문어는 대단히 재주가 많고 임기응변적인 포식자이며 (Fiorito and Gherardi, 1999), 갑각류를 보고 공격하기 위한 예리한 시각을 사용하는 시력 포식자(Mather,

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

1993)임과 동시에 촉각에 의한 색이활동(Mather, 1991; Ambrose, 1984)을 한다(An and Arimoto, 2007). 또한 물체의 시간적 변화를 보는 능력이 야행성 동물과 주행성 동물과 비슷한 망막특성을 갖고 있다(Hamasaki, 1968). 그러나 문어의 후각에 관한 연구는 후각기관(Emery, 1976; Poles et al., 2016), 번식에서의 후각 역할(Poles et al., 2015) 등의 생리학과 형태학적 측면에서 보고되어 있지만 통발어업의 미끼와 관련된 연구는 거의 없다.

문어 통발에 관한 연구로 국내에서는 스프링 통발과 고리테 통발의 어획 성능(Lee, 2002), 강릉시 연안 통발의 어획량과 어구유실(An and Park, 2005), 그물코 크기가 다른 통발과 탈출 장치를 부착한 통발의 어획 효율 비교(Shin et al., 2008) 등이 있지만, 미끼와 관련된 연구는 거의 없는 실정이다. 일반적으로 천연미끼를 사용하는 다양한 어구의 침지시간은 짧지만 통발의 경우는 비교적 길다. 문어 통발에 사용되는 미끼는 대부분 천연미끼를 사용하는데, 천연미끼는 침지시간의 경과에 따라 부패하게 되는데, 그 효과가 얼마나 지속되는지에 대한 관심도 높아지고 있다. 최근 미끼용 어획 자원도 감소하여(Yatsu, 2019), 어업경비 중 미끼 비용이 증가하는 가운데 자원남획 방지를 위해서라도 대체미끼의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 문어 통발용 대체미끼를 개발하기 위한 기초연구로서, 문어 통발 어업에 사용 중인 정어리 미끼의 유인 효과를 실험어의 암순응과 명순응 상태에서 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 횟수와 명순응 과정에서의 구간분포를 실험실에서 조사하였다.

재료 및 방법

수조실험은 2018년 11월 17일~12월 4일까지 강원도 강릉시 소재 강원도 해양수산연구원에서 행하였다. 실험어는 대문어 *Paroctopus dofleini*이며, 주문진항에서 중매인을 통하여 성장에 따른 섭이 행동 반응의 차이를 줄이기 위하여 가능한 한 체중이 무거운 비슷한 크기의 문어를 구매해서 보조 수조에 3일 이상 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 실험시간과 관련하여 Mather (1988)는 문어의 색이 활동 비율이 낮 시간에 약 24%이고, 가장 활발한 시간대는 08:00~10:00라고 하였다. Forsythe and Hanlon (1997)는 색이 활동이 보통 이른 아침과 오후 늦게 한 번씩 행하고, 낮 시간에 28%라고

하였다. 본 연구에서도 이러한 색이 활동 시간대를 참조하고 실험 여건을 고려해서 주로 09~12시경에 실험하였다.

실험수조로서 대형 콘크리트 원형 수조(Φ 5,000×H1,250 mm)와 보조 수조(Φ 5,000×H1,250 mm)로 구성하였는데, 실험수조는 미끼에 대한 문어의 행동 반응을 조사하는데 이용하였고(Fig. 1), 보조 수조는 실험어의 보관용으로 이용하였다. 실험수조의 바닥에는 A-H의 8개의 구간으로 나누고 중앙을 0구간(L640×W640 mm)으로 하였다. 0구간에는 수위조절용 PVC 원통이 있고 그 주위에 실험어의 순응을 위해서 원통형 적응망(Φ 620×H1,220 mm)을 설치하였다. 수조의 수심은 유수식 수질관리로 1 m를 유지하고 실험 중에는 지수식으로 하였다.

한편, 실험어의 암순응을 위해 수조 주위에 사각형 암막을 설치하고 실험어의 행동관찰을 위해 전구(삼파장 적색등 11w, 오스람)를 4개의 암막 설치대에 장착하였다. 실험어가 보조수조에 있을 때에도 실험실은 약간 어두운 상태였으며, 실험(명순응)시의 수조 밝기는 직사각형 실험 통발(L850×W460×H500 mm)의 상부인 수심 50 cm에서 수중 조도계(Minolta T-10, Japan)로 측정하였는데, 정어리 미끼 통발(A 구간)인 경우 3.67 lx, 빈 통발(D 구간)인 경우 3.04 lx였다.

미끼의 유인 효과에 관한 실험으로, 정어리 미끼에 대한 문어의 행동 반응을 조사하기 위하여 실험수조 A 구간에 정어리 미끼 통발(이하 미끼 통발), 반대쪽인 E 구간에 빈 통발을 설치하였다. 미끼 통발 내에는 나일론 망에 넣어져 있는 냉동 정어리 2마리(180~200 g)가 매달려 있다. 침지일수 1~5일간의 경우는 하루 2회씩 실험하고 일별로 2회 반복하여 총 20회 행하였다. 침지일수 11~15일간의 경우는 하루 2회씩 실험하고 침지일수 1~5일간의 경우와 비교하여 실험어의 행동반응이 차이가 있는 것으로 판단되어 11일과 12일만 2회 반복하여 총 4회 행하였다. 침지 11일째 된 미끼는 부패하여 악취가 심하였다. 실험순서는 먼저 실험수조의 해수와 산소공급을 중단하고 보조 수조로부터 문어 1마리를 실험수조의 중앙에 설치한 적응망에 넣고 30분간 암순응시킨 후, 다시 적응망을 제거한 후 10분간 암순응시킨다. 그리고 명순응 과정으로 전등을 켜 직후에 구간별 문어의 행동을 30초 간격으로 24분간 조사하였다. 하루 중

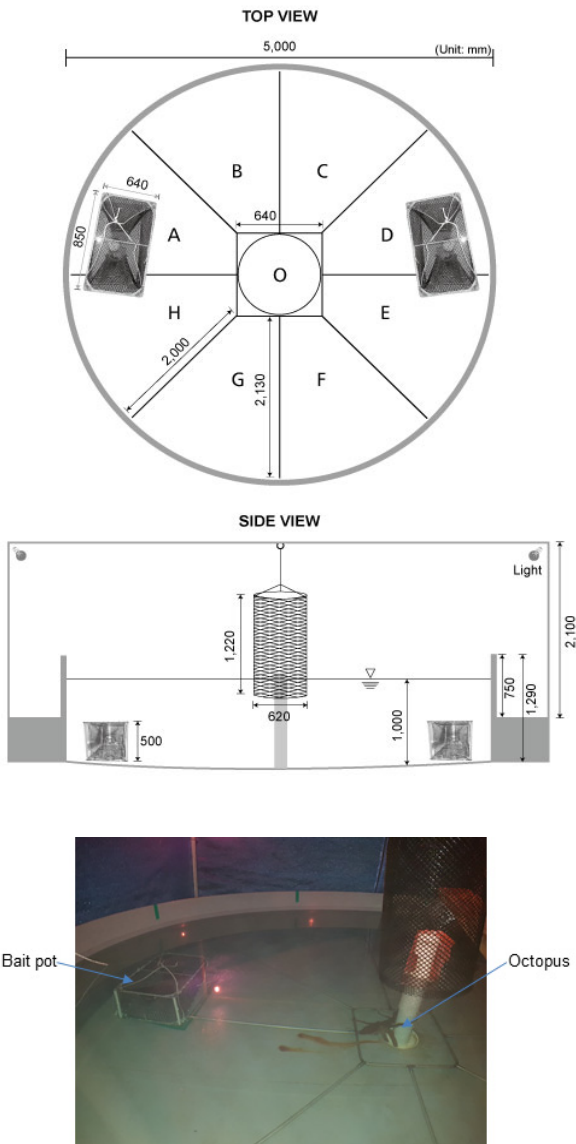


Fig. 1. Schematic of experimental water tank. Section: A-H, Sardine bait pot: A, Empty pot: D.

2회째 실험의 실험시간 이후에도 실험어가 통발에 들어가지 않을 때는 다음 날 첫 실험 전에 입롱(入籠) 여부를 조사하였다. 실험종료 후에는 실험어를 관리용 번호표가 붙어 있는 보관용 양과망에 넣고 디지털 휴대용 저울(EBalance, China)로 체중을 측정하고 보조 수조에 넣었다. 그리고 실험수조는 전등을 소등한 상태에서 해수와 산소 공급을 재개하였다. 각 실험어는 실험 자료의 신뢰성을 위해 1~2회만 실험에 사용하였다. 미끼의 유인 효과는 미끼 통발과 빈 통발에 대한 구간분

포, 입롱 시간, 침지일수에 따른 통발에 들어간 횟수로 평가하였다.

한편, 정어리 침지일수 1~5일에 대한 미끼 통발의 유인 효과실험의 경우, 평균 수온은 15.3℃ (14.5~16.0℃)였으며, 실험어의 전장은 128~203 mm, 평균 체중은 2,367.3 g (1,360~4,165 g)이었다. 한편, 침지일수 11~15일에 대한 미끼 통발의 유인 효과실험의 경우, 평균 수온은 14.0℃ (13.3~14.8℃)였으며, 실험어의 전장은 128~203 mm, 실험어의 평균 체중은 2,375 g (1,625~3,540 g)이었다.

본 연구에서 측정된 자료는 통계프로그램인 Spss for win 24을 이용하여 독립표본 t-검증 및 ANOVA 분석(일원 분산분석)을 통해 통계적 유의성을 검증하였다. 통계적 유의성은 유의수준 $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ 에서 검증하였다.

결과 및 고찰

정어리 침지일수 1~5일

구간분포

정어리 침지시간 5일 이하인 경우에 대한 실험어의 구간분포는 Fig. 2와 같다. 실험어는 미끼 통발(A) 구간보다 빈 통발(E) 구간과 적응구간인 0 구간에 많이 분포하였다. 0 구간의 경우는 실험어가 수위조절용 PVC 원통에 그대로 붙어 있는 경우도 있었다. 이와 같이 침지시간 5일 이하인 경우는 대체로 미끼의 유인 효과가 작았고 통계적으로도 통발 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($t = -1.047$, $p > 0.05$).

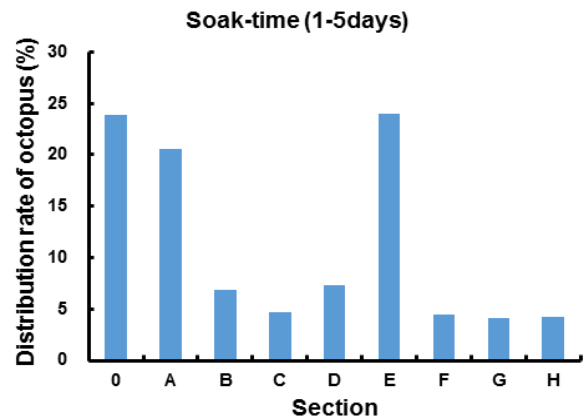


Fig. 2. Distribution rate of the octopus in each section of the tank. Adaption section: 0, Pot with sardine bait: A, Empty pot: E.

시간 경과에 따른 통발에 들어간 횡수

실험시간 경과에 따른 실험어가 통발에 들어간 횡수는 Fig. 3과 같다. 총 20회 실험 중 실험어가 통발에 들어간 횡수는 실험 시작 전 암순응 상태(0분)에서 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 횡수가 각 3회씩으로 같았다. 또한, 시간 경과에 따른 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 경우도 2~6분에 2회씩, 10~14분과 22~24분에 각 1회씩으로 비슷하였다. 실험시간 24분 이후에는 빈 통발과 수조 내에 있는 경우가 3회씩 있었다. 따라서 실험어는 미끼 통발에 들어간 경우보다 빈 통발이나 수조 내 있는 경우가 많았다. 통계적으로도 통발 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($t=0.201, p> 0.05$).

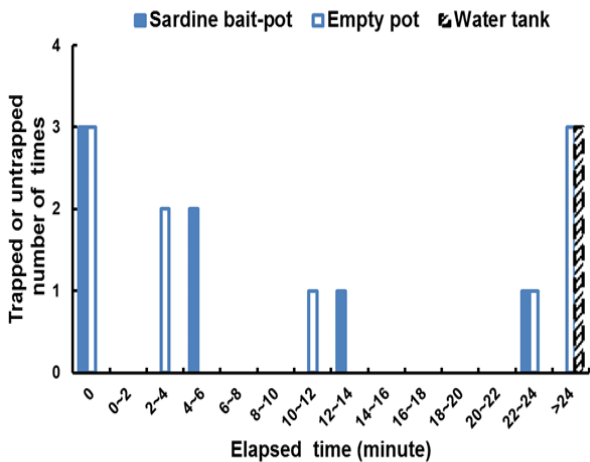


Fig. 3. Number of times the octopus entered pot with bait, empty pot and water tank according to the elapsed time.

미끼 침지일수별 통발에 들어간 횡수

침지일수에 따른 실험어가 통발에 들어간 횡수는 Fig. 4와 같다. 실험 시작 전인 암순응 상태에서 미끼 통발에 들어간 경우는 1일째와 5일째에 각 1회, 2일째는 2회 있었다. 실험 시작 후 미끼 통발에 들어간 경우는 1일째 4~5분 경에 2회, 3일째 12.5분과 5일째 22.4분에 각 1회 있었다.

빈 통발에 실험어가 들어간 경우는 암순응 상태에서 침지일수 4일째에 2회, 5일째에 1회가 있었고 실험시간의 경과에 따라 1일째 2.5분과 3일째 3.5분, 5일째 11분에 각 1회 있었다.

한편, 어느 통발에도 들어가지 않고 수조 내에 있는 경우는 매일 있었고 3일째는 2회 있었다. 통계적으로도 통발 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($t=0.677, p> 0.05$).

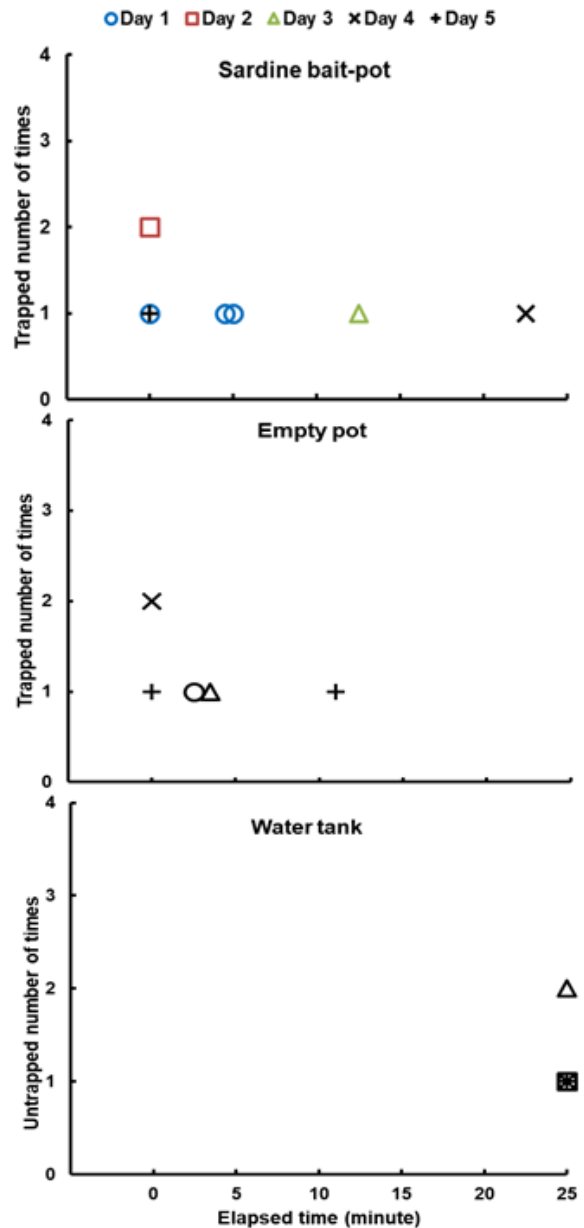


Fig. 4. Number of times the octopus entered pot with bait, empty pot and water tank according to the elapsed time of experiment and soaking days of bait.

이상으로부터 정어리 5일 이하 침지일수의 경우는 실험어가 미끼 통발을 선호한다고 할 수 없으므로 미끼 효과가 적은 것으로 나타났다.

정어리 침지일수 11~15일

구간분포

정어리 침지시간이 11~15일인 경우에 대한 실험어의

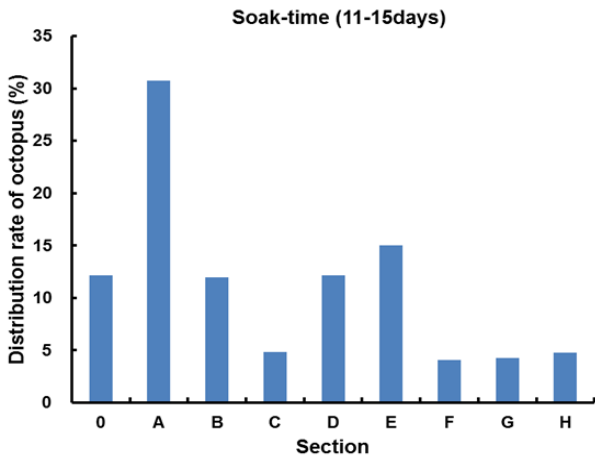


Fig. 5. Distribution rate of the octopus in each section of the tank. Adaption section: 0, Pot with sardine bait: A, Empty pot: E.

구간분포는 Fig. 5와 같다. 구간분포는 미끼 통발이 있는 A 구간이 가장 높았으며, 다음으로 빈 통발이 있는 E 구간이었다. 그리고 침지일수 5일 이하인 경우보다 미끼 통발에 들어간 경우가 많았고, 실험이 시작되었음에도 적용구간인 0구간에 머물러 있는 경우도 있었지만, 상대적으로 적었다. 따라서 통계적으로도 두 통발 간의 유의한 차이를 보였다($t=2.398, p<0.05$).

시간 경과에 따른 통발에 들어간 횟수

실험시간 경과에 따른 실험어가 통발에 들어간 횟수는 Fig. 6과 같다. 실험어는 대부분 24분 이내에 정어리 통발 또는 빈 통발에 들어가는데, 총 14회 실험 중 실험

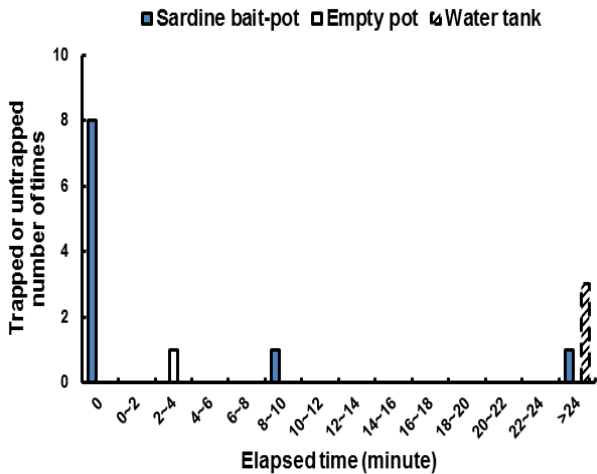


Fig. 6. Number of times the octopus entered pot with bait, empty pot and water tank according to the elapsed time.

시작 전인 암순응 상태에서 미끼 통발에 들어간 경우가 8회(57%)로 가장 많았다. 시간 경과에 따라 미끼 통발에 들어간 경우로 8~10분 사이에 1회, 실험종료 후 다음 날에 들어간 경우도 1회 있었다.

빈 통발에 들어간 경우는 실험 시작 2~4분에 1회 있었고, 실험시간 24분 동안 어느 통발에도 들어가지 않은 경우도 3회 있었다. 따라서 실험어는 미끼 통발에

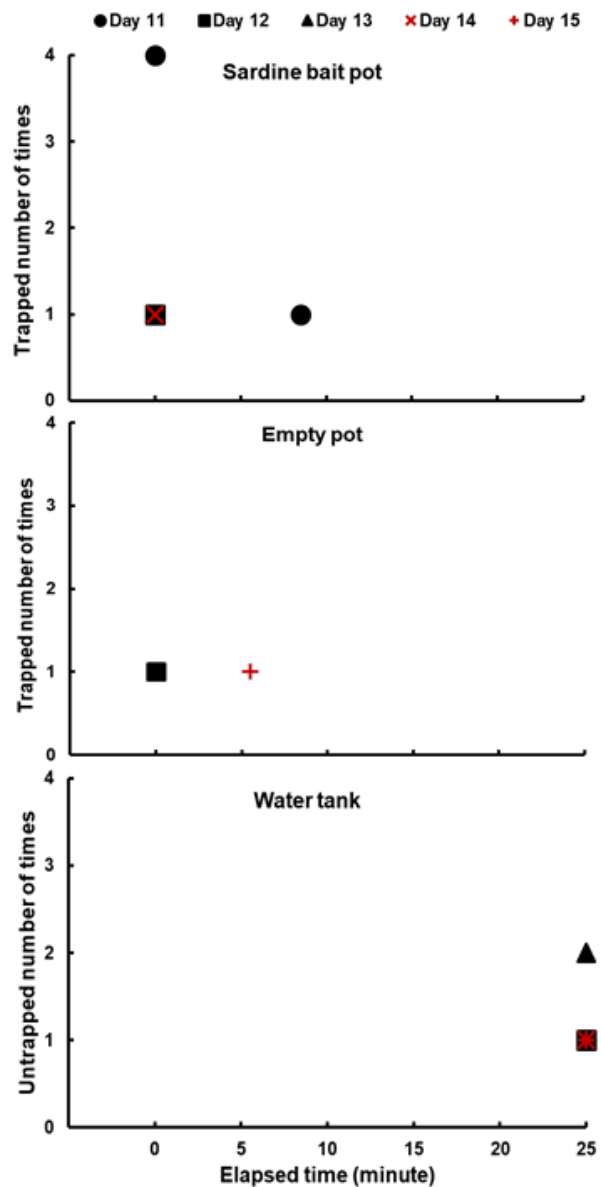


Fig. 7. Number of times the octopus entered pot with bait, empty pot and water tank according to the elapsed time of experiment and soaking days of bait.

들어간 경우가 빈 통발이나 수조 내 있는 경우보다 많았지만, 통계적으로는 통발 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

미끼 침지일수별 통발에 들어간 횟수

침지일수에 따른 실험어가 통발에 들어간 횟수는 Fig. 7과 같다. 실험 시작 전 암순응 상태에서 미끼 통발에 들어간 경우는 11일째에 4회, 12일째와 14일째에 각 1회 있었다. 11일째에는 실험 시작 8.5분에 미끼 통발에 들어갔다.

빈 통발에 들어간 경우는 12일째 1회가 있었고 15일째 5.5분에 들어간 경우도 1회 있었다.

한편, 실험시간 동안 통발에 들어가지 않은 경우는 12일째와 14일째, 15일째에 각 1회 있었고 13일째에는 2회 있었다. 따라서 실험어는 미끼 통발에 들어간 경우가 빈 통발이나 수조내 있는 경우보다 많았다. 통계적으로는 실험 시작 전 암순응 상태의 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 경우의 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

고 찰

정어리는 봉장어, 볼락, 노래미 등의 어류 및 갈색피매물고둥, 물레고둥, 북쪽분홍새우 등을 어획하는 통발 어업에서 미끼로 사용하고 있다(NIFS, 1997). 또한, 문어 통발에도 주로 정어리를 사용하는데, 일본의 경우는 명태, 게, 조개, 고등어 등 다양한 미끼를 사용한다(Takeuchi, 1981). 이는 정어리가 상대적으로 가격이 싸고 구매하기에 편리하기 때문이라고 판단된다. 그렇지만 수산자원의 감소와 함께 정어리의 어획량도 감소하게 될 것이고(Yatsu, 2019) 정어리 미끼의 장점이 낮아지면 다른 미끼의 사용도 고려할 필요가 있다.

통발에 대한 문어의 행동 패턴은 가) 순간적으로 통발을 향하여 온몸(8개의 팔)으로 미끼를 잡는 경우(돌진), 나) 통발을 향하여 천천히 다가가서 팔로써 통발 내의 미끼를 먼저 잡는 경우(접근), 다) 통발 미끼에 계속해서 얽아 있는 경우(체류), 라) 통발과 관계없이 수조 안에 계속 머물러 있거나 이리저리 다니는 경우(이동)로 분류할 수 있다. 이와 같은 행동은 Forsythe and Hanlon (1997)가 미끼에 대한 문어 행동을 보고한 것과 유사하였다.

일반적으로 문어 통발에 미끼의 손실방지를 위하여 정어리를 나일론 망에 넣거나 플라스틱 망에 넣는다.

LØkkeborg (1991)는 어류를 대상으로 한 주낙 어업에서 미끼를 나일론 망에 넣은 경우와 넣지 않는 경우의 어획 마릿수를 조사하였는데, 대구와 해덕의 경우 나일론 망의 효과는 미미하였다고 하였다. 통발의 경우는 수심이 비교적 깊은 빛이 거의 없는 해저에 설치하는 반면에 주낙은 미끼의 형태적 시각의 영향이 미치는 수심에 설치하기 때문인 것으로 판단되지만, 문어 통발의 경우에 망의 어획효과 여부는 보고된 바 없으므로 앞으로 연구할 필요가 있다.

미끼의 침지시간과 관련된 연구에서 LØkkeborg (1990)는 대구 연승용 고등어 미끼와 새우추출물로 만든 인공미끼의 침지시간을 24시간 동안 흐르는 해수에서 화학물질의 유출량을 조사한 결과, 1.5시간 이내에 급격히 감소한다고 보고하였다. Youm (1998)은 통발용 인공미끼와 천연미끼의 유인물질의 유출량 비교에서 침지시간을 6시간으로 하여 조사한 결과, 1.5시간 이내에 급격히 감소하였다고 한다. 또한, Chang et al. (2007)은 꽃게 통발용 고등어, 정어리와 멸치 미끼의 침지시간을 9시간으로 하여 입용율을 조사한 결과, 약 5시간이 효과적이라고 하였다. 한편, 바닷가재 통발의 문어어획량은 침지시간 4일간 조사한 결과, 24시간 이내에서 가장 많이 어획되었다는 보고도 있다(Groeneveld et al., 2006). 위와 같이 미끼의 유인효과는 대부분 1일 이내로 보고되고 있지만, 강원도 연안 소형어선에서 사용하는 실린더형 문어 통발의 경우의 침지시간은 2~3일이고(An and Park, 2005), 대형선박에서 사용하는 사각형 통발인 경우는 침지시간 5일 이상인 경우가 대부분이다. 문어 통발이 상대적으로 타 어종 어구보다 침지일수가 긴 이유로서 미끼를 원형 그대로 사용한다는 점, 문어의 생존기간이 긴 점, 탈출하기가 어려운 어구인 점, 문어를 유인하기 위한 미끼가 가재, 게, 새우 등을 먼저 유인하여 이들의 먹이연쇄 역할로 인하여 문어가 통발에 들어갈 확률이 높다는 점, 통발 자체가 은신처 역할을 한다는 점 등을 생각할 수 있다. 본 연구에서도 비록 실험어의 비싼 가격과 실험 여건상 짧은 기간으로 실험횟수의 미흡한 점이 있지만, 정어리의 침지시간 5일 이하인 경우보다 11일 이상의 경우가 미끼 통발에 빨리 들어가는 등, 유인 효과가 큰 것으로 나타났다(Fig. 5, 6). 이와 같은 현상은 미끼의 부패로 인한 냄새작용이 크게 미쳤다고 판단된다. 실험시간 중에 통발에 들어가 경우는

시각이 더 큰 영향을 미친 행동 반응이라 할 수 있지만, 실험 시작 전인 암순응 상태에서 미끼 통발에 들어간 경우는 후각의 영향이라 할 수 있다. 따라서 수심 100 m 이상 깊은 곳에 설치하는 문어 통발의 어획은 후각에 의한 것으로 판단된다. 한편, 문어는 코와 같은 후각기관은 없지만, 쌍을 이룬 후각 기관이 머리양 측면의 피지층에 숨겨져 있고(Poles et al., 2016), 또는 몸 전체의 미각 수용기를 통하여 미끼로부터 흘러나오는 물속의 분자를 멀리에서도 탐지할 수 있다고 한다(Claybourne, 2004). 그래서 문어는 시각뿐만 아니라 후각으로도 미끼를 찾는 능력이 뛰어나다고 생각되며, 미끼 어류의 근육이 단단하여 부패되는 시간이 길어지면 유인 효과가 더욱 증가할 것으로 판단된다. 한편, 본 연구에서는 동일수조 공간 내에 미끼를 넣은 통발로부터 흘러나오는 미끼의 냄새가 반대편 미끼를 넣지 않는 통발에 영향을 미칠 수 있다고 생각할 수 있는데, 실험수조가 크고(직경 5 m) 실험시간 이외에는 유수식으로 수질 관리를 하였기 때문에 수조 내 미끼 냄새의 포화 상태는 낮을 것으로 판단된다. 그리고 미끼 냄새가 상대적으로 심한 시기인 침지일수 11-15일의 빈 통발의 입롱 횡수(Fig. 5, 7)가 침지일수 1-5일의 경우(Fig. 2, 4)보다 적은 것으로 나타나, 빈 통발에 미치는 미끼 냄새의 영향은 적은 것으로 생각된다.

한편, 미끼의 부패가 적은 5일 이하인 경우에 실험어의 명순응 과정에서 빈 통발에 들어간 횡수가 많았다(Fig. 3). 이것은 통발이 은신처 역할을 한 것으로 판단되며, 미끼 없는 통발어업도 가능함을 알 수 있다(Sano et al., 2017). 따라서 정어리 미끼가 문어 통발에 아주 우수한 유인 효과가 있다고 할 수 없으므로 앞으로 정어리와 유사한 유인 효과를 나타낼 수 있고, 저렴하고 취급에 용이한 친환경 대체미끼에 관한 연구가 필요하다. 또한, 어업 현장에서의 조류 등의 영향을 고려하면 미끼에 의한 유인 효과의 지속시간은 더 짧아질 것으로 추정되며 현장실험을 통한 검증이 더 필요하다고 생각된다.

결 론

문어 통발용 대체미끼를 개발하기 위한 기초연구로서, 문어 통발 어업에 사용 중인 정어리 미끼의 유인 효과를 침지시간 5일 이하와 11일 이상인 경우에 대하여 실험어의 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 횡수는 암순

응 상태 및 명순응 과정에서, 구간분포는 명순응 과정에서 조사하였다.

정어리 침지시간 5일 이하보다 11일 이상의 경우가 미끼 통발의 구간에 분포하는 비율이 높았다. 침지시간 5일 이하인 경우는 암순응 시간이나 명순응 시간에도 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 횡수는 비슷했으나 침지시간 11일 이상의 경우에는 빈 통발보다 미끼 통발에 들어가는 시간이 빠르고 암순응 시간에 훨씬 많이 들어갔다. 물론 어느 통발에도 들어가지 않는 경우도 있었다. 이러한 결과로부터 수심이 깊은 암흑상태에서의 통발 어획은 시각보다 후각에 의한 유인 효과라는 것을 알 수 있다. 실험어의 미끼 통발과 빈 통발에 들어간 횡수는 침지일수별로 일정한 경향을 나타나지 않았다. 미끼의 부패가 적은 5일 이하인 경우는 상대적으로 명순응 과정에서 통발에 들어간 횡수가 많았는데, 침지시간이 짧을수록 미끼에 대한 형태시각이 어획에 미치는 영향이 있을 수 있고 통발이 은신처 역할을 하였기 때문이라고 생각된다. 한편, 근육이 단단한 어류를 미끼로 사용하면 부패의 시간이 길어지기 때문에 유인 효과는 증가할 것으로 예상된다.

사 사

본 연구는 (사)한국 문어 생산자협회의 과제로 수행되었으며, 본 연구 수행에 도움을 주신 군산대학교 장호영 교수님, 강원도립대학교 장웅정 강사와 이동한 연구원에게 고마움을 표하는 바입니다.

References

- Ambrose RF. 1984. Food preferences, prey availability, and the diet of *Octopus bimaculatus* Verrill. *J Exp Mar Biol Ecol* 77, 29-44. (DOI:10.1016/0022-0981(84)90049-2).
- An YI and Park JY. 2005. Octopus fisheries in the coastal waters of Gangneung- I , pot fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 41, 271-278. (DOI :10.3796/KSFT.2005.41.4.271).
- An YI and Arimoto T. 2007. Development and artificial bait for octopus drift line. *J Korean Soc Fish Technol* 43(4), 291-300. (DOI:10.3796/KSFT.2007.43.4.291).
- Claybourne A. 2004. The secret world of octopuses. Barker G, Block MS, Mattson J, Osler T, ed. Raintree, Chicago, Illinois, U.S.A., 16-21.

- Chang HY, Koo JG, Lee KW and Cho BK. 2007. Attracting effect of baits used in trap for swimming crab. *J Korean Soc Fish Technol* 43, 301-309. (DOI:10.3796/KSFT.2007.43.4.301).
- Chang HY, Koo JG, Cho BK, Jeong BG and Lee KW. 2008. Development of artificial bait for swimming crab pots. Research report, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 24-26.
- Emery DG. 1976. Observations on the olfactory organ of adult and juvenile *Octopus joubini*. *Tissue & cell* 8, 33-46. (DOI:10.1016/0040-8166(76)90018-5).
- Fiorito G and Gherardi F. 1999. Prey-handling behaviour of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) on Bivalve preys. *Behavioural Processes* 46, 75-88. (DOI:10.1016/S0376-6357(99)00020-0).
- Forsythe JW and Hanlon RT. 1997. Foraging and associated behaviour by *Octopus cyanea* Gray, 1849 on a coral atoll, French Polynesia. *J Exp Mar Bio. Ecol* 209, 15-31. (DOI:10.1016/S0022-0981(96)00057-3).
- Groeneveld JC, Maharaj G and Smith CD. 2006. *Octopus magnificus* predation and bycatch in the trap fishery for spiny lobsters *Palinurus gilchristi* off South Africa. *Fish Res* 79, 90-96. (DOI:10.1016/j.fishres.2005.12.016).
- Hamasaki DI 1968. The electroretinogram of the intact anesthetized octopus. *Vision Res* 8, 247-258. (DOI:10.1016/0042-6989(68)90012-6).
- Inoue M 1985. Fishing gear and fish's behavior. *Kouseishakouseigaku*, Tokyo, 157.
- Lee JH 2002. Comparison of fishing efficiency of spring frame pot and ring frame pot for octopus, *Parotopus dofleini*. M.S. Thesis, Pukyong National University, Korea. 4-25.
- Mather JA. 1988. Daytime activity of juvenile *Octopus vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda) in Bermuda. *Malacologia* 29, 69-76.
- Mather JA. 1991. Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda). *J Zoo. Lond* 224, 27-39. (DOI:10.1111/j.1469-7998.1991.tb04786.x).
- Mather JA. 1993. Recent advances in cephalopod. *Fisheries biology*, Okutani T, O' Dor RK and Kubodera T ed. Tokai University press, Tokyo, 275-282.
- Løkkeborg S. 1990. Rate of release of potential feeding attractants from natural and artificial bait. *Fish Res* 8, 253-261. (DOI:10.1016/0165-7836(90)90026-R)
- Løkkeborg S. 1991. Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products. *Fish Res* 12, 43-56. (DOI:10.1016/0165-7836(91)90048-K).
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 1997. Basic survey report of coastal fishery. Side of whole country 36-37, Side of Gyeonggi-do 30.
- Polese G, Bertapelle C and Di Cosmo A. 2015. Role of olfaction in *Octopus vulgaris* reproduction. *General and comparative endocrinology* 210, 55-62. (DOI:10.1016/j.yggen.2014.10.006).
- Polese G, Bertapelle C and Di Cosmo A. 2016. Olfactory organ of *Octopus vulgaris*: morphology, plasticity, turnover and sensory characterization. *Biology open* 5, 611-619. (DOI:10.1242/bio.017764).
- Sano M, Umeda A, and Sasaki T. 2017. Seasonal change in the vertical distribution of North Pacific giant octopus *Enteroctopus dofleini* in a box-fishery off northern Hokkaido in the Sea of Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 83, 361-366. (DOI:10.2331/suisan.16-00058).
- Shin JK, Cha BJ, Park HH, Cho SK, Kim HY, Jeong EC, Kim YH and Kim BY. 2008. Comparison of fishing efficiency on octopus traps to reduce bycatch in the east sea. *J Korean Soc Fish Technol* 44, 1-9. (DOI:10.3796/KSFT.2008.44.1.001).
- Takeuchi S. 1981. Fishing with pots 「Pot fishery」. JSFS, ed. Fisheries series 36, Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, 22-36.
- Yatsu A. 2019. Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago. *Fish Sci* 85, 611-639. (DOI:10.1007/s12562-019-01305-3).
- Youm MG. 1998. The improved artificial trap baits. *Bull. Korean Fish Tech Soc* 26, 117-125.

2019. 06. 28 Received

2019. 08. 01 Revised

2019. 08. 02 Accepted