

전남 갯벌 해역 낙지 인공 산란장 조성 및 적지 기준에 관한 연구

곽석남 · 김성수* · 강진목† · 최옥인** · 진지웅*** · 김기동****

(주)환경생태공학연구원 (대표, *본부장, 팀장†) ·

한국수산자원공단 남해본부 (**팀장, ***과장, ****사원)

Construction of Artificial Spawning Area for *Octopus minor* in Muddy Tidal Flat, Chonnam Area

Seok-Nam KWAK · Sung Soo KIM* · Jin Muk KANG† · Ok In CHOI** · Ji Woong JIN*** · Gi Dong KIM****

Environ-Ecological Engineering Institute Co., Ltd(director, *chief manager, †manager) · Korea fisheries resources agency, Southern sea office(** chief manager, *** manager, **** employee)

Abstract

The Suitable criterion of construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat, Chonnam Area was temperature 10~20°C, salinity 27.0~35.0psu, dissolved oxygen above 5.0mg/L, sand and mud in sediment composition, maximum 7 hours in exposure periods. The construction period of artificial spawning area for *Octopus minor* was from May to June, October to November, and minimum 7.0cm ML for *Octopus minor* with considering actual spawning periods of *Octopus minor*. The 1,000 individuals each sex ratio were copulation for 3 days with supply food, and then female with eggs were in artificial spawning area with boundary. signal. The series was systematic for construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat. Higher 40 percent caught *Octopus minor* individuals in construction of artificial spawning area than those of non-construction area. Therefore construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat were higher effect for *Octopus minor* catch rate in Chonnam Area.

Key words : Artificial spawning area, *Octopus minor*, Muddy Tidal flat

I. 서론

낙지(*Octopus minor*)는 연체동물문(Mollusca) 두족강(Cephalopoda) 문어목(Octopoda) 문어과(Octopodidae)에 속하며, 우리나라 서·남해에 주로 분포한다. 진흙 갯벌 조간대 하부에서 수심 100m 전후의 깊이까지 다양한 저질 바닥에서 발

견되며, 다리를 포함한 몸통 길이는 30cm 전후이다(Hong et al., 2006).

낙지에 대한 국내 연구는 경기만 낙지의 형태 및 생물학적 연구(Moon, 1989), 낙지의 습성 및 행동특성(Chang and Kim, 2003), 낙지의 배 발생(Kim and Kim, 2006a), 낙지의 성성숙과 성장특성(Kim and Kim, 2006b), 낙지의 산란과 부화(Kim

† Corresponding author : 051-797-0097, mekjim@eeei.kr

* 이 논문은 한국수산자원공단 낙지 자원 증강을 위한 산란장 조성 및 효과조사(2015~2017)의 지원으로 수행된 연구임.

and Kim, 2007) 등 생태적인 연구와 여수 연안 낙지 주낙 어장의 해황과 어획 변동(Jung and Kim, 2001a, 2001b), 주낙 및 통발 어구에 대한 낙지의 행동 특성(Go, 2005), 한국 탄도만 낙지 자원의 이용과 관리(Oh et al., 2011), 탄도만에 서식하는 낙지의 분포 특성(Oh et al., 2012) 등 자원 이용과 관리에 대한 연구 등이 이루어졌으며, 국외의 연구는 낙지 유생에 대한 사육연구(Itami et al., 1963), 내시경에 의한 낙지의 산란행동 관찰(Seino et al., 1994), 야마구치현 세토내해역에서의 낙지의 생태와 자원변동(Uchida et al., 2005), 히메시마 주변 해역의 낙지의 산란기와 산란장 추정(Mishiro and Tagita, 2012) 등의 연구가 진행되었다.

낙지는 주꾸미(*Octopus ocellatus*), 참문어(*Octopus vulgaris*) 등과 함께 어업인의 중요한 소득 대상 수산자원이며, 국내 연안의 효율적인 자원 활용을 위해 관리가 필요한 수산자원 중 하나이다. 최근 낙지의 어획량은 계속 감소하는 추세이다(MOF, 2020). 낙지 어획량은 2007년부터 2013년까지 지속적인 감소추세를 보이다 2013년부터 약간의 증가세를 보이지만 이는 낙지 통발의 그물코 규제 완화 및 관계기관의 자원량 회복의 노력으로 인한 일시적인 현상으로 보인다(Go, 2005; Oh et al., 2011; FIRA, 2017; MOF, 2020). 또한 낙지 어획량 감소와 함께 국내 낙지 수요량의 약 85%를 중국 및 베트남에서 수입하는 실정이며, 이로 인한 낙지 수요와 공급의 불균형이 초래되어 낙지 생산가격과 소비자 가격의 상승 원인으로 작용하고 있다(FIRA, 2017). 국내에서 생산되는 낙지 자원의 지속적인 활용 및 자원관리를 위하여 지자체와 관계기관 등에서 낙지 자원조성 방법을 모색하고 있다. 예를 들면 전남 신안군은 2008년부터 어린 낙지를 지속해서 방류하고 있으며, 2016년 충남 가로림만에 어미 낙지를 방류하였으나 현재까지 방류 후 어린 낙지의 사망률이 증가하고 있다는 보고가 있으며, 방류사업에 대한 효과 분석이 미미한 실정이다(FIRA,

2017~2018). 이에 방류사업의 단점을 보완하여 낙지 인공 산란장 조성의 방법 정립 및 적지에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구는 갯벌 환경이 좋은 전남 갯벌 조간대를 이용하여 낙지 인공 산란장 조성 기법 및 조성지 적지 기준안을 모식화 및 체계화하여 제시하고자 한다. 위와 같은 결과는 전남 갯벌에서 다량 서식하는 낙지 자원을 계속해서 이용하고 관리할 수 있는 방안 구축, 어민 교육 및 조성 기법 전파 등에 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 낙지 인공 산란장 적지 기준

참고문헌을 통하여 낙지 인공 산란장 적지 기준을 마련하였다. 수온, 염분(salinity), 용존산소량(dissolved oxygen, mg/L), 서식지 먹이생물, 조간대 퇴적물 구성 및 노출 시간, 인공 산란장 조성 시기, 조석 시기 및 낙지 서식의 항목으로 기준을 설정하였다.

2. 낙지 인공 산란장 적합성 판단

낙지 인공 산란장 적지 기준을 바탕으로 현장 조사를 실시하여 인공 산란장 조성 예정지의 적합성을 확인하였다. 낙지 인공 산란장 조성 예정지인 전남 무안군 탄도만 내 갯벌 조간대 해역(전남 무안군 망운면 목서리 앞 해역, 35° 15' 6" N, 126° 22.152' E)에서 현장 조사를 실시하였으며, 해양환경 특성 및 해양생물 군집 조사를 실시하였다. 현장 조사는 2017년 5월~11월까지 매월 1회 실시하였다.

해양환경 특성 조사는 현장에서 수온(°C), 염분(psu), pH, 용존산소(mg/L)를 측정하였다. 기본수준면(Datum Level, DL(±) 0)을 사용하여 노출 시간을 추정하였고, 현장에서 물가선을 10분 간격(고조-저조)으로 촬영하여 산출하였다. 갯벌 지반

고 조사는 레벨측량을 실시하여 조위 관측 후, 목포검조소 자료와 수치 실험 결과를 분석하여 산출하였다. 해양생물 군집 조사는 식물플랑크톤, 동물플랑크톤 및 저서생물을 조사하였다. 조사 방법 및 분석 방법은 국가 해양생태계 종합조사 지침서를 따랐다(MOF and KOEM, 2014).

어민들이 체감하는 낙지 방류사업의 효과를 파악하기 위해 해당 어촌계 어민 및 전남 무안군 내 방류사업을 시행한 어촌계 어민들에게 청문 조사를 실시하였다.

3. 낙지 인공 산란장 조성 기법

낙지 인공 산란장 조성 기법은 기본적으로 암수 구별, 암수 교접, 그리고 교접 후 산란지 이동, 산란굴 투입 등 일련의 과정을 모식화 및 체계화하여 제시하였다.

4. 낙지 인공 산란장 조성 효과 확인

낙지 인공 산란장의 조성 효과를 파악하기 위해, 방형구(50cm x 50cm)조사와 Line transect method를 통하여 낙지 인공 산란장 조성지와 비조성지간 낙지 어획량을 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 낙지 인공 산란장 적지 기준

낙지 인공 산란장 적지 기준은 이전 연구 결과와 해양환경 특성 조사, 해양생물 군집 조사를 통해 기준을 설정하였다.

낙지는 25.0℃ 이상의 고수온에서 사망률이 증가한다고 알려져 있으며, 수온 10.0~16.0℃ 범위에서 활발한 섭식 및 번식 활동을 하였다. 낙지가 서식할 수 있는 염분 한계는 27.0psu이며, 이하로 떨어지면 사망률이 증가한다고 알려져 있다(Kim, 2004; Itami et al., 1963). 따라서 염분의 급격한 변동을 초래할 수 있는 하천이 주변에 없

야 한다.

용존산소량은 과거에 시행했던 해수수질등급기준 2등급(수산양식 가능)에 해당하는 용존산소량을 기준으로 적정범위를 5.0mg/L 이상으로 설정하였다(MOF, 2013a; 2013b).

서식지 먹이생물은 낙지의 주 먹이생물인 게류(Brachyura), 새우류(Macrura), 이매패류(Bivalvia) 및 다모류(Polychaeta)의 서식이 많은 곳으로 설정하였다.

조간대는 낙지가 잠입하기 쉬운 모래 또는 빨질의 퇴적물이 쌓인 곳이어야 하며, 노출 시간 조사의 결과를 바탕으로 최대 7시간으로 설정하였다.

주로 야행성인 낙지의 특성상 인공 산란장에 낙지를 방류하는 시간은 이른 아침이나 저녁으로 설정하였으며, 인공 산란장 조성 예정지 또는 인근 조간대에 낙지가 서식하는 곳이어야 한다.

따라서 낙지 인공 산란장 적지는 수온 10.0~20.0℃ 범위에서 잘 서식할 수 있으며, 가장 최적의 범위는 10.0~16.0℃이다. 염분은 27.0~35.0psu의 범위에서 가장 잘 서식할 수 있으며, 염분의 변화에 민감하므로 주변에 하천이 없어야 한다. 또한 용존산소는 수산양식이 가능한 5.0mg/L 이상을 유지하여야 한다. 조간대의 노출 시간은 최대 7시간 이내가 적절하다. 낙지가 서식하기에 알맞은 니질 또는 사니질의 연성 저질이 적절하다. 생물학적 요인으로 낙지의 주 먹이생물인 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)를 포함한 게류, 새우류, 이매패류, 갯지렁이류 등이 저서생물이 풍부한 지역이어야 한다. 산란장 조성 후, 이식한 어미 낙지가 먹이생물을 최대한 많이 섭식할 수 있는 환경이 조성되어야 하며, 산란장 조성 예정지 주변에 낙지가 서식하여야 한다(<Table 1>).

2. 낙지 인공 산란장 적합성 판단

전남 갯벌 조간대 낙지 인공 산란장 조성 예정지의 해양환경 특성 조사에서 수온은 12.3~25.

6°C, 염분 24.1~32.0psu, pH는 7.8~8.3, 용존산소는 4.3~7.5mg/L의 범위로 나타났다. 갯벌 노출 시간 및 고도 조사에서 지반고는 235.8~319.8cm의 범위로 나타났으며, 노출 시간은 4시간 46분에서 7시간 31분의 범위로 나타났다.

해양생물 군집 조사에서 식물플랑크톤은 평균 18종, 1,074,433cells/L가 출현하였다. 우점종은 *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*, *Paralia sulcata*로 나타났다. 종조성과 우점종은 다른 갯벌 조간대에서 이루어진 이전 연구 결과와 유사한 양상이었다(MOE, 1994; Yoon, 2003; Chung et al., 2015).

동물플랑크톤은 평균 12종, 475개체/m³이 출현하였으며, 우점종은 *Brachyura larvae*, *Acartia pacifica*로 나타났다. 출현종 및 우점종은 다른 갯벌 조간대에서 이루어진 이전 연구 결과와 유사한 양상이었다(MOE, 1995; MAFRA, 2011). 또한, 게류가 갯벌 조간대를 번식장 및 성육장으로 사용하고 있음을 간접적으로 파악할 수 있었다. 게류는 갯벌에 서식하는 낙지의 주 먹이원으로 알려져 있으며, 지속적인 낙지 먹이 공급이 이루어질 것으로 판단되었다.

저서생물은 평균 9종, 306개체/m², 691.75g/m²이

출현하였다. 우점종은 칠게, 참갯지렁이류(*Nereidae* sp.)로 나타났다. 이와 같은 결과는 국내외 갯벌 환경에서 낙지 어획량이 많은 해역의 결과와 유사하였다(Moon, 1989; Jung and Kim, 2001a, 2001b; Paik et al., 2005; Mishiro and Tagita, 2012; Oh et al., 2017).

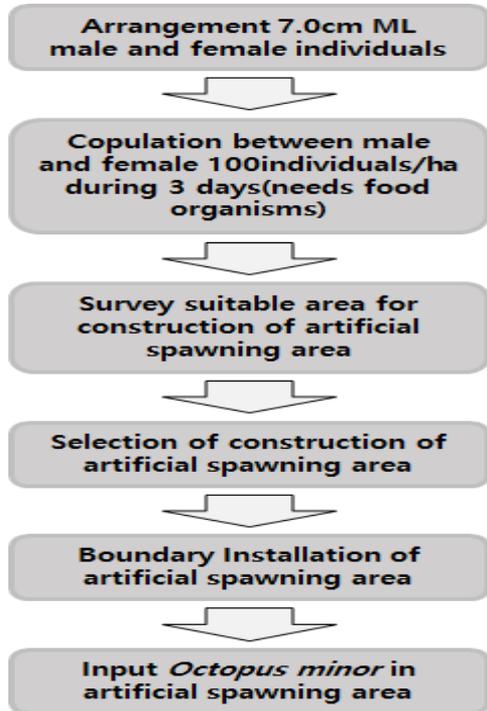
따라서 전남 갯벌 조간대 낙지 인공 산란장 조성 예정지는 다양한 동·식물플랑크톤을 섭식하는 다양한 소형 갑각류(게, 새우류)가 서식하였다. 이는 낙지의 먹이망이 견고하고 해양환경 및 생태계가 안정되어 있음을 간접적으로 알 수 있었으며, 낙지 인공 산란장 조성지로서 적합함을 알 수 있었다.

3. 낙지 인공 산란장 조성 기법

낙지 인공 산란장 조성 기법을 관련 지자체 보급 및 어민 교육을 위한 자료로 활용하기 위해 인공 산란장 조성 기법을 정리하여 모식화 및 체계화하였다(Fig. 1). 낙지 산란장 조성을 위해서는 1ha당 어미 낙지 100마리와 교접을 위한 수컷 낙지 100마리가 필요하며, 암·수를 인공 교접할 수 있는 시설(해수 순환, 여과 장비, 수조 등)이

<Table. 1> Suitable checklist for construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat, Chonnam Area.

Classification	Suitable criterion of construction of artificial spawning area
Water temperature	10.0 ~ 20.0°C (optimum 10.0 ~ 16.0°C)
Salinity	27.0 and above
	River should not exist
Dissolved Oxygen	Above 5.0mg/L
Habitat organism	Abundant feeding organism (<i>Brachyura</i> , <i>Macrura</i> , <i>Bivalvia</i> , <i>Polychaeta</i> etc.)
Tidal zone	Sand and mud in sediment composition
	Maximum 7 hours in exposure periods
Construction period	Early morning and evening
Tidal	High tide in neap tide
<i>O. minor</i> habitation	<i>O. minor</i> inhabit in artificial spawning area



[Fig. 1] Systematic diagram for construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat, Chonnam Area.

마련되어 있어야 한다. 낙지를 교접할 때, 낙지가 야행성인 점을 고려하여 주변 환경을 어둡게 하여 작업을 진행하며, 생체량이 비슷한 암·수 낙지 1마리씩 먹이와 함께 교접망에 투입하고 일정 간격을 유지하여야 한다. 교접을 시작한 직후, 암막 등으로 어둡게 만들고, 최소 3일 이상 교접을 시킨다. 3일이 지난 후, 먹이의 급여는 이틀에 마리당 바지락 2마리 또는 칠게 2마리를 투입하며, 낙지가 먹이를 다 먹은 후에는 주기적인 청소를 통해 쾌적한 환경을 만들어준다. 교접이 완료된 후, 사후 조사를 위하여 어미 낙지의 유전자 시료를 채취한다.

산란장 적지 기준을 바탕으로 선정된 갯벌 조건대 1ha 경계에 대나무 또는 코팅대나무를 이용하여 최소 10m당 하나씩 표식을 하고, 교접이 완

료된 어미 낙지를 산란장 조성지 내 10m당 한 마리씩 갯벌의 구멍에 방류하거나 상황에 따라 낙지 도피 방지 시설을 설치한 후에 수면에서 방류할 수 있다.

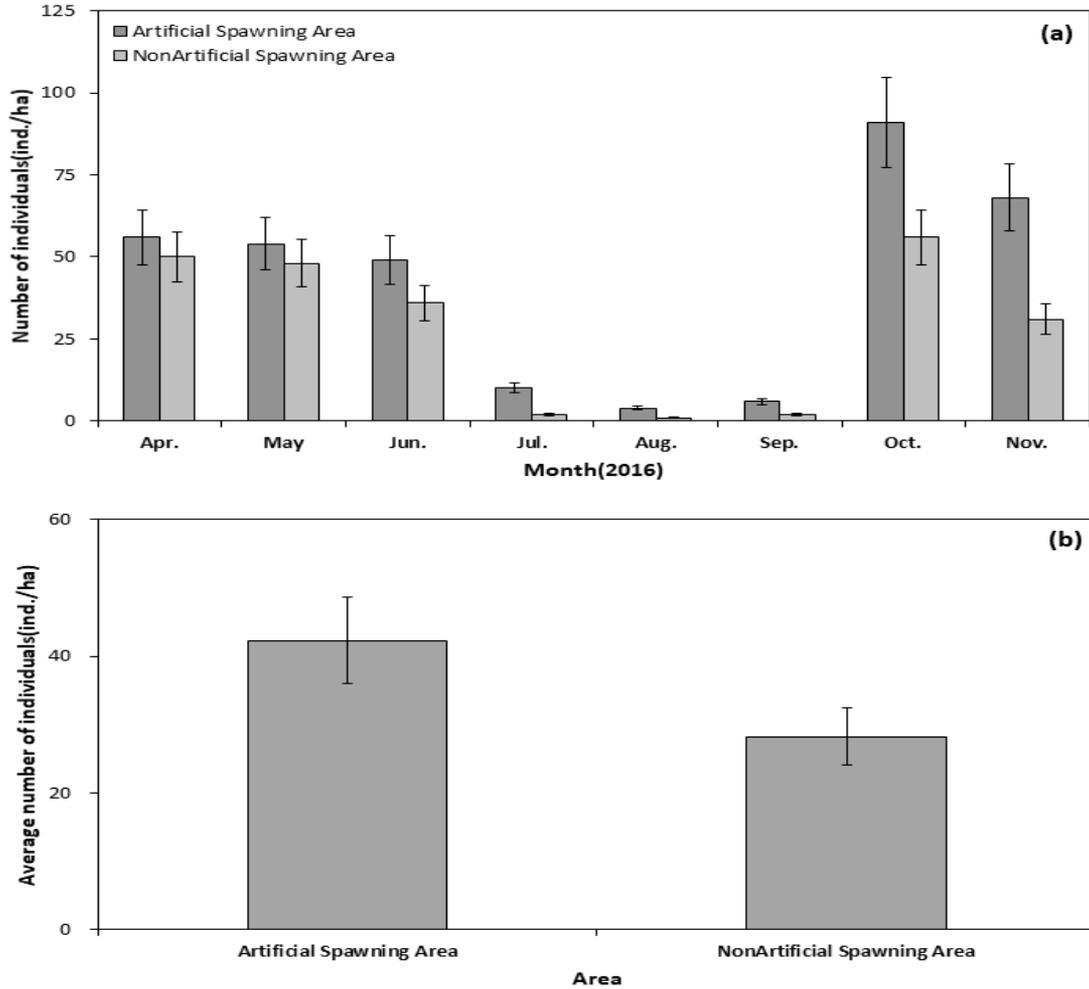
조건대가 오래 노출될수록 건조와 지온 상승이 우려되며, 어미 낙지는 야행성임을 고려하여 이른 아침이나 늦은 저녁에 이식 또는 방류한다. 만조 시, 이식 또는 방류하는 것이 적절하며, 주변에 낙지가 서식하고 있는지 확인한다. 낙지 도피 방지 시설은 망목 2cm 이하의 그물을 이용하여 설치한다. 다만 어촌계 상황에 따라 도피 방지 시설 없이 진행할 수 있으며, 낙지 산란장에 어업인들의 출입을 막고 사고를 방지하기 위해 각 대나무 끝에 경광등을 달아 표시하여야 한다.

산란장 조성 전, 적지 조사를 하고 산란장 적지 기준에 부합하는지 확인하여야 한다.

산란장 조성 시기는 낙지의 산란성과 맞추어 진행하여야 산란장 조성 효과가 최대로 나타날 것으로 판단되었다. 전남 무안군에서 서식하는 낙지의 주 산란기는 주로 5~6월로 알려져 있으며(Kim and Kim, 2006b), 신안군에서는 5~6월 및 10~11월에도 성숙한 개체가 나타난다고 알려져 있다(Kim, 2000). 일본의 히메시마현에 서식하는 낙지의 산란기도 봄철에 주로 이루어진다고 보고되었다(Mishiro and Tagita, 2012). 따라서 산란장 조성 시기는 5~6월, 10~11월이 적정할 것으로 판단되었다. 또한 교접에 사용되는 낙지는 7.0cm ML(Mantle length) 이상이어야 한다. 이는 이전 연구 결과에서 낙지의 군성숙도 50%, 생물학적 최소형에 해당하는 개체의 크기라고 알려져 있다(Kim and Kim, 2006).

4. 낙지 인공 산란장 조성 효과 확인

국내 낙지 어획 동향과 본 연구 결과와 비교하기 위하여 전남 갯벌 조건대 낙지 인공 산란장 적정 기준해역에 조성된 인공 산란장의 효과를 분석하였다([Fig. 2], <Table 2>).



[Fig. 2] (a) Monthly variations of *Octopus minor* numbers in the construction of artificial spawning area and non-construction of artificial spawning area from April 2016 to November 2016 (b) Comparison for *Octopus minor* average number of individuals between construction of artificial spawning area and non-construction of artificial spawning area in muddy tidal flat, Chonnam Area.

<Table. 2> Economic analysis for construction of artificial spawning area for *Octopus minor* in muddy tidal flat

Classification	Effect	Classification	Effect
Production rate	40.5%	Production	2.6ton
Amount	980 million won	Inducing production	1.69 billion won
Benefits	92.0%	Inducing added value	610 million won

낙지 산란장을 27ha 조성 시, 낙지 생산증가량은 40.5%, 생산량은 2.6톤 증가, 생산금액은 9.8억 증가, 생산유발효과는 16.9억원이 발생하였다 (FIRA, 2018). 실제 조성한 산란장 조성지와 비조성지 간 생산량을 조사한 결과, 4~11월까지 조성지 3곳의 평균 생산량은 42.3개체/ha로 나타났다. 4~6월에는 49.0~56.0개체/ha, 7~9월에는 4.0~10.0개체/ha로 감소하였다가 10월에는 91.0개체/ha, 11월에는 68.0개체/ha로 나타났다. 반면, 비조성지의 평균 생산량은 30.1개체/ha로 나타났으며, 4~11월까지 1.0~56.0개체/ha의 범위로 나타났다. 인공 산란장 조성지의 낙지 생산량이 비조성지에 비해 40.2%의 증가한 것으로 나타나 이전의 연구조사 결과와 유사하게 나타났다.

반면 낙지 방류사업은 방류 낙지에 대한 지속적인 관리를 할 수 없으며, 방류 후 수일 동안 어민들에게 다시 채포획되어 방류 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 방류사업 시행지역 인근 어민들에게 청취한 결과, 외지인들이 방류한 낙지를 어획하는 일이 잦았고, 어획 행위를 막을 방안이 없어 답답한 실정이라고 하였다. 또한, 방류한 낙지가 대부분 정착하지 않고 외해로 나가는 실정이라고 하였다.

따라서 다양한 생물이 서식하는 전남 갯벌 조간대를 이용한 낙지 인공 산란장 조성은 지금까지 각 지자체에서 수행한 방류사업보다 훨씬 효과가 있음을 알 수 있다. 지속적인 조성 기법 연구 및 다른 해역의 적용을 통하여 과학적이고 체계적인 연구가 수반된다면 어업인의 주요 소득생물인 낙지의 어획량 증가에 이바지할 수 있을 것으로 판단되며, 본 연구 결과를 활용하여 어민 교육의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

References

Chang DJ and Kim DA(2003). Characteristics by the behaviour and habits of the Common

Octopus(*Octopus minor*). J. Kor. Fish. Soc. 36(6), 735~742.

Chung SO, Cho YS, Choi YS, Jeung HD, Song JH and Han HK(2015). Spatio-temporal microalgal and enviromental variations of the Hajeonri tidal flat, Gochang, Korea. Koran J. Environ. Ecol., 29(5), 743~752.

FIRA(2017). Presentation of actual conditions of *Octopus minor* resources and utilization management plan. 1~123.

FIRA(2018). Development of a Management Model of Artificial Spawning Area for *Octopus minor*. 1~5.

Go JY(2005). Behavior of Common Octopus(*Octopus minor*) to long lines and fish baskets. Master's degree dissertation, Yosu National University.

Hong SY, Park KY, Park CW, Han CH, Suh HL, Yun SG, Song CB, Jo SG, Lim HS, Kang YS, Kim DJ, Ma CW, Son MH, Cha HK, Kim KB, Choi SD, Park KY, Oh CW, Kim DN, Shon HS, Kim JN, Choi JH, Kim MH and Choi IY(2006). Marine invertebrates in Korea coasts. Academy Publishing Company. Korea. 480.

Itami K, Izawa y, Maeda S and Nakai K(1963). Notes on the laboratory culture of the Octopus larvae. J. Jpn. Soc. of Sci. of Fish., 29(6), 514~520.

Jung JM and Kim DS(2001a). Influence of sea condition on catch fluctuation of long line for Common Octopus, *Octopus varididilis*, in the coastal waters of Yosu(1). Korean Soc. Fish Tech., 37(4), 321~325.

Jung JM and Kim DS(2001b). Influence of sea condition on catch fluctuation of long line for Common Octopus, *Octopus varididilis*, in the coastal waters of Yosu(2). Korean Soc. Fish Tech., 37(4), 326~330.

Kim DS and Kim JM(2006a). Embryogenesis in the *Octopus minor*. Dev. Reprod., 10(2), 135~140.

Kim DS and Kim JM(2006b). Sexual maturity and growth characteristics of *Octopus minor*. J. Kor. Fish. Soc., 39(5), 410~418.

Kim DS and Kim JM(2007). Spawning and hatching of *Octopus minor*. J. Kor. Fish. Soc., 40(4), 243~247.

Kim DS(2000). Development of breeding technique

- for *Octopus minor*. Case report on the propagation of Outstanding Fisheries Techniques. MMAFO, Korea. 5~24.
- Kim DS(2004). Studies on reproductive Ecology, Growth and Variation of local populations of *Octopus minor*. Doctoral dissertation, Mokpo National University.
- MAFRA(2011). Research on the effect of the environmental improve ment project for oil damage fishing ground, 395.
- Mishiro K and Tagita K(2012). The estimation of spawning and ground of Common Octopus(*Octopus vulgaris*) around Himeshima Island. Oita. Pref. Agri. Forest. Fish. Res. Sent.(Fish.Div.), 2, 21~24.
- MOE(1994). Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea Vol.34. Marine Phytoplankton. National txebook corporation, 489.
- MOE(1995). Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea Vol.35. Marine Zooplankton. National txebook corporation, 416.
- MOF and KOEM(2014). National investigation of marine ecosystem protocol. Readrick. 137.
- MOF(2013a). Aquaculture industry and technology development of Sea cucumber. 299.
- MOF(2013b). A Study on the Establishment and Improvement of Marine Environmental Standards. 364.
- MOF(2020). Sales statistics of National federation of fisheries cooperatives. <http://fips.go.kr/p/main> on December 30.
- Moon SH(1989). A study on the morphology and biology of *Octopus minor* in Kyoungi bay, Yellow sea. Master's degree dissertation, Inha University.
- Oh TY, Kim JI, Seo YI, Lee SK, Cho MS, H. Joo H and Jung SB(2011). A utilization and management of Common Octopus(*Octopus minor*) resources in the Tando bay on the southwest coast of Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 47(1), 18~26.
- Oh TY, Kim JI, Seo YI, Lee SK and Choi MS(2012). Distribution characteristic of *Octopus minor* in the Tando bay on the southwest coast of Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 48(4), 370~378.
- Oh, SH(2017). The community study of macrobenthos on the intertidal of Garolim bay, Chungcheonnam-do. Master's degree dissertation, Soonchunhyang Univsity.
- Paik, SK, BS Yun, KH Kim and GY Sung(2005). Macrobenthic community on Angol tidal flat in Jinhae. Korean J. Environ. Biol., 23(2), 106~113.
- Seino S, Tsuchiya Y, Tsuchiya M, Katayama K and Hamada T(1994). Imagescope observation on spawning behavior in the *Octopus vugaris*. 14(1) 137~138.
- Uchida Y, Yoshimura E, and Kimura H(2005). Ecology and stock fluctuation of *Octopus vulgaris* in the Seto Inland Sea coast, Yamaguchi Prefecture. Yamaguchi Pref. Fish. Res., 3, 45~54.
- Yoon SC(2003). A study on the variation of water quality and variation of abundance and species of phytoplankton according to tidal movement in the tidal flat in Young jong Do. Master's degree dissertation, Kwan-dong University.

• Received : 19 January, 2021

• Revised : 19 April, 2021

• Accepted : 23 April, 2021