

# 실내 수조에서 산란기 참문어(*Octopus vulgaris*)의 은신처 재질별 선택성에 관한 연구

김문관 · 박정욱\* · 정수미\*\* · 윤영석\*\*\* · 이제희†

기당해양과학원(박사후연구원) · \*제주대학교(학생) · \*\*기당해양과학원(학술연구교수) ·

\*\*\*제주특별자치도 해양수산연구원(연구사) · †제주대학교(교수)

## Material Selectivity of Shelters for Brooding Females of the Common Octopus *Octopus vulgaris* under Indoor Tank Conditions

Mun Kwan KIM · Cheong Uk PARK\* · Sumi JUNG\*\* · Young-Seock YOON\*\*\* · Jehee LEE†

Kidang Marine Science Institute of Jeju National University(researcher) · \*Jeju National

University(student) · \*\*Kidang Marine Science Institute of Jeju National University(research professor) ·

\*\*\*Jeju Special Self-Governing Province Ocean and Fisheries Research Institute(researcher) ·

†Jeju National University(professor)

### Abstract

This study examined shelter material preference in spawning female *Octopus vulgaris* under indoor conditions. Three shelter types (PVC, earthenware, wood) were tested across three replicates, with one female per tank observed thrice daily for eight days (72 observations). PVC showed the highest occupancy (66.7%), followed by earthenware (33.3%), while wood was unused. The preference for PVC may reflect comfort and safety during spawning. These findings provide insights into optimal shelter design for captive breeding management.

**Key words :** *Octopus vulgaris*, Shelter material, Brooding female, Indoor tank, Material selectivity

### I. 서론

참문어(*Octopus vulgaris*)는 문어목(Octopoda) 문어과(Octopodidae)에 속하는 두족류로 우리나라 전 해역과 일본 혼슈 이남의 전 연안 및 지중해 등 전 세계의 온·열대해역에 분포하는 것으로 알려져 있으며(Roper et al., 1984; Yang et al., 2021), 전 세계 해양에 약 250종의 문어가 분포하는 것으로 보고되어 있다(Boyle and Rodhouse, 2005). 그 중, 참문어는 우리나라에서 경제적 가

치가 높은 고급 수산물로 각광받고 있으나 최근 문어류의 생산량이 급격히 감소하고 있다(Yang et al., 2021). 참문어의 최근 자원량이 현저히 감소하고 있음에 따라 천연자원의 회복뿐만 아니라 양식 생산 체계의 확립이 요구되어 있다. 그러나 종묘생산의 어려움, 육성 과정에서의 배타적 행동으로 인한 공격성과 탈출 등의 문제로 안정적인 양식기술은 아직 확립되지 않은 실정이다(Suzumura et al., 2023). 우리나라의 문어류 어획은 주로 연안통발어업과 연안복합어업에 의존하고 있다.

† Corresponding author : 064-754-3472, jehee@jejunu.ac.kr

\* 이 논문은 2019년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(RS-2019-NR040078).

<Table 1> Annual octopus production by year (unit: metric ton)

Year	2003	2009	2010	2016	2017	2021	2022	2023
Octopus production	5,121	15,386	10,813	9,408	10,082	9,239	7,748	8,283

통계청 수산업 생산동향에 따르면, 국내 문어류의 연도별 어획량은 <Table 1>에 나타난 바와 같이 2000년대 초반 이후 큰 변동을 보였다. 2003년 5,121톤에서 2009년 15,386톤으로 증가하여 2010년대에는 약 9,000~10,000톤 수준을 유지하였으나, 최근 들어 어획량이 감소세를 보여 2022년에는 7,748톤, 2023년에는 8,283톤으로 보고되었다(KOSIS, 2024). 이것은 문어류의 자원량 감소와 어획강도의 증가에 기인한 것으로 판단된다. 따라서 안정적인 수요 충족과 자원회복을 위해서는 자연에서의 어획에 의존하지 않는 양식 기반 생산체계의 확립이 필요한 시점에 도달하였다.

한편, 오래전부터 유망한 양식 대상종으로 주목받았음에도 불구하고, 참문어 양식의 실현은 어려운 실정이다. 그 주요 원인은 인공적으로 어린 개체를 생산하는 종묘생산 기술이 아직 확립되지 않았기 때문이다. 참문어의 부화 유생은 갑각류 유생을 먹이로 사용할 경우 실험실 규모에서는 사육이 가능하다고 보고되었다(Villanueva, 1995). 그러나 대량생산 규모에서는 주로 알테미아를 먹이로 급이하더라도, 부화 후 저서생활기로서의 이행기까지는 사육이 가능하나, 그 이후 급격한 폐사가 발생하여 저서생활기 유생의 대량생산 기술은 아직 확립되지 않았다(Okumura, 2004). 다만, 최근에는 관련 연구가 점차 축적되면서 사육 기술의 개선과 생존율 향상을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다. 문어 산란기의 은신처는 알의 보호 및 부화 환경 조성, 번식 성공률 향상, 그리고 포식자 회피와 안전성 확보를 통해 알의 생존율을 높이는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Katsanevakis et al., 2004). 실내 수조 환경에서의 문어 은신처 연구는 주로 은신처의 구조적 설계가 개체의 행동 및 성장·생존에 미치

는 영향을 평가한 사례로 이루어져 있다(Kwon, 2015; Suzumura et al., 2022). 참문어의 산란기는 남해 및 여수 해역 개체군에서 주로 3~4월과 7~9월에 집중되는 것으로 보고되어 있으며(Kang et al., 2009; Yang et al., 2021), 산란기 암컷은 은신처 내부에 알을 부착한 뒤 장기간 난보호(부화 유지)를 수행하고, 팔을 반복적으로 펼치고 접어 물흐름을 형성하여 산소를 공급하거나 오염을 제거하는 환기 및 세척 행동을 통해 난사의 발달과 생존을 유지하는 것으로 알려져 있다(García et al., 2015). 그러나 산란기 참문어가 어떤 재질의 은신처를 선택하는지, 그리고 은신처 재질 차이가 부화 안정성과 난보호 지속성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 매우 제한적이다. 이에 본 연구는 산란기 암컷 참문어를 대상으로 은신처 재질별 선택성을 비교·평가하여, 향후 실내 산란 및 부화 시스템 설계에 활용 가능한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

실험에 사용된 참문어 어미는 제주도 연안에서 단지로 채집된 개체 중 외형상 손상이나 이상이 관찰되지 않고, 건강한 상태로 판단된 개체를 선별하였다. 선별된 개체는 운반 과정에서 산소를 충분히 공급하여 스트레스를 최소화한 상태로 실험실로 이송하였다. 실험에 사용된 참문어 어미는 체장 평균  $50.8 \pm 0.6\text{cm}$ , 체중 평균  $905.0 \pm 31.5\text{g}$ 이었다. 실험 개체는 지수식 해수 수조에서 사육하였으며, 매일 수조 용량의 1/3씩을 3회에 걸쳐 환수하였다. 실험에 사용한 사육수조는 직경 1.2m, 수심 0.8m의 원통형 (유효수량 약 600L) 이고, 사육에는 자연해수를 사용하였다. 또한, 수

온은 실내 온도 조절을 통해 조절하였으며, 실험 기간 동안 수온은 첫날 25.5℃에서 시작하여, 초기에는 19~24℃, 후기에는 18~22℃로 유지되었다. 염분은 34.4~34.5ppt, 용존산소는 6.7~7.3mgL<sup>-1</sup>, pH는 8.03~8.07였다. 실험에서는 한 수조 내에 3종류의 은신처(PVC, 토기 항아리, 목재)를 동시에 설치하여 비교하였으며, 동일 조건으로 3반복 처리하여 총 3기의 수조를 사용하였다. 본 실험과는 별도로, 동일한 사육 조건 하에서 참문어 종묘생산용 수정란의 수용을 위해 7기의 사육수조에 은신처를 설치하였다. 각 수조에는 토기 항아리형 은신처 1기, 목재 은신처 1기, 그리고 PVC 은신처 5기를 각각 단독으로 배치하였으며, 이들 재질별 은신처에서의 체류 행동을 관찰하여 그 결과를 본 실험의 고찰에 활용하였다. 세 종류의 은신처는 [Fig. 1]에 나타낸 바와 같이 각 수조 내에서 동일 면적 비율로 설치하였으며, 수조 간 배치 위치에 따른 차이는 고려하지 않았다. 은신처의 재질별 규격은 다음과 같다. PVC 은신처는 시중에서 판매되는 파이프를 구입하여 사용하였으며, 직경(외경)은 165mm, 길이는 250mm였다. 토기 항아리형 은신처 역시 시판 제품을 사용하였고, 입구 직경은 70mm, 길이는 245mm였다. 목재 은신처는 다른 은신처와 유사한 크기의 절단 목재를 이용하여 자체 제작하였으며, 입구 크기는 80 × 155mm, 길이는 290mm였다. 실험은 2025년 9월 26일부터 10월 4일까지 8일간 수행되었으며, 장기 관찰을 계획하였으나 실험 개체 중 1개체가 9일차에 폐사함에 따라 생존이 유지된 기간의 데이터만을 분석에 활용하였다. 각 수조에는 참문어 어미를 1마리씩 단독으로 입식하였다. 먹이는 냉동 꽃게(*Portunus trituberculatus*)와 냉동 바지락(*Ruditapes philippinarum*)을 번갈아 제공하였으며, 공급량은 개체 체중의 약 3~5% 수준으로 조절하였다. 급이는 매일 오후 1시경에 실시하였고, 섭취되지 않은 잔여 먹이는 오후 6시경에 제거하였다. 은신처에 대한 행동 반응은 각 수조를 대상으로 1회당 10분간

지속적인 목시 관찰을 통해 기록하였다. 관찰 중에는 은신처에 대한 행동 반응을 세 가지 유형으로 구분하였으며, 그 기준은 다음과 같다: (1) 은신처 내부에서 체류, (2) 은신처의 출입, (3) 은신처 외부에서의 자유행동이다. 관찰은 매일 오전 8시, 오후 1시, 오후 6시로 하여 하루 3회 수행하였다. 이러한 관찰을 8일간 반복하여 총 72회(3회/일 × 3반복/일 × 8일)의 데이터를 확보하였다. 관찰 결과는 재질별 은신처 내부 체류 횟수와 체류 비율로 정리하였으며, 세 종류의 은신처 재질 간 상관성을 통계적으로 분석하였다. 통계분석은 은신처 재질별 선택 횟수를 비교하기 위해 범주형 자료 분석에 적합한 카이제곱 검정을 적용하였다. 귀무가설은 은신처 재질 간 선택 빈도의 차이가 없다고 설정하였으며 유의수준은  $p < 0.05$ 로 정의하였다. 검정 결과는  $\chi^2$  값과  $p$  값을 산출하여 유의성 여부를 판정하였다.

### III. 연구 결과

실험에 사용한 참문어는 실험실로 운반하여 미리 준비된 실험 수조([Fig. 1]에 입식시킨 후, 하루의 적응 기간을 거쳐 실험을 시작하였다.



[Fig. 1] Three shelters installed in the tank.

입식 초기 참문어는 수조 내에서 불안정한 움직임을 보이지 않았으며, 대부분 입식 후 1~2시간 이내에 세 가지 은신처 중 하나를 선택하여 내부로 진입하였다. 실험 기간 동안의 은신처 이용에 대한 행동 반응 결과는 <Table 2>에 나타내었다. 총 72회의 관찰 결과, PVC 은신처 내부 체류 횟수가 48회(66.7%)로 가장 많았으며, 토기 향아리 은신처 내부 체류는 24회(33.3%)로 나타났다. 반면, 목재 은신처에서는 어떠한 체류나 관련 행동도 관찰되지 않았다. 전 개체는 최초로 선택한 은신처 내부에서 지속적으로 체류하였고, 은신처간 이동이나 은신처 외부에서의 활동은 관찰되지 않았다. 또한, 실험 기간 동안 개체가 처음 선택한 은신처를 변경한 사례는 단 한 번도 확인되지 않았다. 세 가지 재질별 은신처 선택 빈도의 차이를 통계적으로 검정한 결과, 재질 간 선택 빈도에 유의한 차이가 나타났으며( $\chi^2$  test,  $p < 0.001$ ), PVC 재질의 은신처가 가장 높은 선호도를 보였다. 이것은 PVC의 표면 매끄러움, 냄새 잔존 최소화, 내부 공간의 형태 안정성이 선택에 긍정적 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다. 다만 본 실험에 사용된 목재는 해수 침지 기간이 짧아, 목재에서 서서히 빠져나오는 냄새 등 용출성 물질이 제거되지 않은 상태였을 가능성이 있다. 따라서 장기 침지로 표면이 안정화된 목재를 사용할 경우, 선호도 결과가 변동될 가능성도 있다. 또한 토기 향아리 역시 표면 공극 구조·거칠기·형태 설계(내경·입구 각도 등)에 따라 반응이 달라질 수 있으므로, 특정 재질의 우수성을 단정적으로 결론내리기에는 해석상 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서 확인된 결과는 실내 조건에서의 상대적 행동 경향을 보여주는 자료로 이해되어야 하며, 향후 장기 침지로 표면이 안정화된 목재, 다양한 직경 및 표면 특성을 갖는 PVC, 그리고 실제 양식 현장에서 사용되는 세라믹·토관류까지 포함한 확장 비교 연구가 수행될 필요가 있다고 판단된다.

문어는 매우 활동적이고 감각이 발달한 동물

로, 스스로 적합한 은신처를 선택할 수 있는 능력을 지닌 것으로 보고되었다(Tara, 1997). 또한 호주문어 (*Octopus tetricus*)는 가능한 경우 은신처를 리모델링하며, 여러 선택지가 주어졌을 때 가장 높은 수준의 보호를 제공하는 은신처를 선택하는 경향이 있는 것으로 알려져있다.(Mather, 1982; Hartwick et al., 1984; Aronson, 1986; Voight, 1992). 이러한 선행 연구들은 본 연구 결과를 뒷받침하는 근거가 된다고 생각할 수 있다. 실험기간 동안, 참문어는 수조 내에서 은신처와 관련된 여러 특이한 행동을 보였다. PVC 은신처는 움직이지 않도록 고정용 돌로 지지하였으나 (Fig. 1), 일부 개체는 이 돌을 은신처 입구로 이동시키거나 은신처 자체의 방향을 변경하여 입구가 수조 벽을 향하도록 조정하였다. 이러한 행동은 선행연구(Tara, 1997)의 결과와 일치하며, 문어는 단순히 은신처를 이용하는 수준을 넘어, 이를 적극적으로 수정·개조하여 자신에게 적합한 최적의 산란 및 은신 환경을 조성하는 것으로 추정된다. 또한, 어미는 산란후 알을 적극적으로 관리하는 행동을 보였으며, 먹이를 일절 섭취하지 않는 금식상태를 유지하였다. 흥미롭게도, 일부 개체는 수조 내 에어레이션 장치(에어스톤)를 은신처 내부로 이동시키는 행동을 보여 주었으며, 이는 알에 대한 산소 공급을 보조하기 위한 산란 관리 행동으로 판단되었다. 그리고, 토기 향아리형 은신처 내부에서 산란하고 수정란을 관리하던 어미 개체가 폐사하였으며(Fig. 2), 동일 수조에서 실험을 지속하기 위하여 새로운 암컷 참문어를 입식하였다. 입식된 개체는 입식 직후 수정란이 존재하는 토기 향아리형 은신처 내부로 진입하였다. 이러한 행동은 새로운 암컷이 잔존 알에 대한 화학적·시각적 자극에 반응한 본능적 행동이거나, 향아리형 은신처의 구조적 안정성·내부의 어두운 환경·완만한 수류 등 물리적 조건이 최적이라서 반복 선택을 하였을 것으로 추정된다. 다만, 이러한 행동의 정확한 원인을 규명하기 위해서는 향후 반복 관찰과 실험적 검증이 필요하다.

<Table 2> Behavioral responses of common octopus to different shelter types.

Day	Obse. time	T.No	PVC	Clay pot	Wood	Day	Obse. time	T.No	PVC	Clay pot	Wood
9/26	8 a.m	1	●			09/30	8 a.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	1 p.m	1	●				1 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	6 p.m	1	●				6 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
9/27	8 a.m	1	●			10/01	8 a.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	1 p.m	1	●				1 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	6 p.m	1	●				6 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
9/28	8 a.m	1	●			10/02	8 a.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	1 p.m	1	●				1 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	6 p.m	1	●				6 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
9/29	8 a.m	1	●			10/03	8 a.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	1 p.m	1	●				1 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		
	6 p.m	1	●				6 p.m	1	●		
		2		●				2		●	
		3	●					3	●		

\*Symbols indicate behavioral categories:

● staying inside the shelter; □ entering or leaving the shelter; ▲ free movement outside the shelter.

추가적으로, 7기의 실험 수조에 재질별 은신처 1 개와 참문어 1마리를 각각 단독으로 입식하여 은신처에 대한 행동 반응을 관찰하였다. 그 결과,

수조당 세 가지 재질의 은신처를 함께 설치한 조건에 비해 단일 은신처 조건에서는 개체가 은신처에 진입하기까지의 시간이 다소 길었으며, 입

식 초기에는 수조 내부를 자유롭게 이동하는 탐색 행동이 우세하게 나타났다. 특히 목재 은신처에서도 개체가 내부로 진입하는 모습이 관찰되었으며, 은신처에 들어간 개체들은 대부분 내부에서 지속적으로 체류하였다. 다만, 토기 항아리형 은신처에 입주한 개체의 경우에는 은신처 내부 체류와 출입을 반복하는 행동이 빈번하게 관찰되어, 다른 개체에 비해 상대적으로 안정성이 낮은 행동 양상을 나타내었다.



[Fig. 2] Brooding female *Octopus vulgaris* spawning inside an earthenware shelter.

#### IV. 결론

본 연구에서는 실내 수조 환경에서 산란기에 있는 암컷 참문어를 대상으로, 세 가지 재질(PVC, 토기, 목재)로 제작된 은신처의 선택성을 평가하였다. 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. PVC 재질의 은신처 내부 체류 횟수가 48회(66.7%)로 가장 높았으며, 토기 항아리형 은신처에서는 24회(33.3%)가 관찰되었다. 반면, 목재 은신처에서는 어떠한 체류나 관련 행동도 확인되지 않았다.

2. 모든 개체는 최초로 선택한 은신처 내부에

서 지속적으로 체류하였으며, 은신처 간 이동이나 외부 활동은 관찰되지 않았다. 또한 실험 기간 동안 개체가 처음 선택한 은신처를 변경한 사례는 단 한 번도 확인되지 않았다.

참문어 양식 및 연구 사육 현장에서는 토기, 목재, 세라믹, PVC 파이프, 자연 암반 모형 등 다양한 은신처가 사용되고 있다. 본 연구는 이들 재질 중 PVC 은신처에 대한 선택 경향을 정량적으로 확인한 기초 결과이며, 실내 산란 및 부화 시스템 설계 시 참고할 수 있는 비교 자료를 제공한다. 다만 본 실험에서 나타난 PVC 선호는 특정 조건에서 관찰된 상대적 경향으로, 기존 은신처 재질을 대체한다고 단정하기는 어렵다. 향후 장기 침수 목재, 표면 처리된 토기, 세라믹, 다양한 구조의 PVC 은신처를 포함한 후속 비교 연구가 이루어진다면, 실제 양식 조건에 적합한 은신처 설계와 종묘생산 안정화를 위한 보다 구체적이고 기초적인 근거가 마련될 것으로 판단된다.

#### References

- Aronson RB(1986). Life history and den ecology of *Octopus briareus* Robson in a marine lake. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 95, 37~56.  
[https://doi.org/10.1016/0022-0981\(86\)90086-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(86)90086-9)
- Boyle P and Rodhouse P(2005). *Cephalopods: Ecology and Fisheries*. Blackwell Publishing, Oxford.  
<https://doi.org/10.1002/9780470995310>
- García ME, Hernández-Urcera J, Gilcoto M, Fernández-Gago R, González ÁF and Guerra Á (2015). From brooding to hatching: new insights from a female *Octopus vulgaris* in the wild. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(6), 1341~1346.  
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.1000>
- Hartwick EB, Ambrose RF and Robinson SMC (1984). Den utilization and the movements of tagged *Octopus dofleini*. *Marine Behaviour and Physiology*, 11, 95~110.

- <https://doi.org/10.1080/10236248409387038>
- Kang HJ, Kim YH, Kim SY, Lee DW, Choi YM, Chang DS and Gwak WS(2009). Maturity and spawning period of the common octopus *Octopus vulgaris* in the South Sea of Korea. *Korean Journal of Malacology*, 25(2), 127~133.
- Katsanevakis S and Verriopoulos G (2004). Den ecology of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, on soft sediment: availability and types of shelter. *Scientia Marina*, 68(1), 147~157.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service) (2024). Fisheries production statistical database. Available at: <http://www.fips.go.kr> (Accessed Aug 1, 2024)
- Kwon I and Kim T (2015). Growth and mortality of juvenile common octopus (*Octopus vulgaris*) in pipe- and tire-type shelters placed in flow-through seawater tanks. *Journal of the Korean Society of Fisheries Technology*, 51(1), 1~8.  
<https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.1.001>
- Mather JA(1982). Choice and competition: their effects on occupancy of shell homes by *Octopus joubini*. *Marine Behaviour and Physiology*, 8, 285~292.
- Okumura S(2004). Environmental factors affecting survival of common octopus (*Octopus vulgaris*) larvae. *Bulletin of the Mariculture Research Center*, 2, 34~43.
- Roper CFE, Sweeney MJ and Nauen CE(1984). *Cephalopods of the World*. FAO Species Catalogue, 3, FAO, Rome, 211.
- Suzumura Y, Matsubara K, Morii S, Abe M, Gleadall IG, Nishikawa M, Katayama A, Nishitani G, Okawara Y, Kimura R and Akiyama N(2022). Shelters for aquaculture of *Octopus sinensis*: Preferences for gap width and horizontal versus vertical plates. *Fisheries Science*, 88(2), 285~298.  
<https://doi.org/10.1007/s12562-022-01582-5>
- Tara JA(1997). Habitat selection and shelter use by *Octopus tetricus*. *Marine Ecology Progress Series*, 150, 137~148.
- Villanueva R(1995). Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52, 2639~2650.  
<https://doi.org/10.1139/f95-853>
- Voight JR(1992). Movement, injury and growth of members of a natural population of Pacific pygmy octopus (*Octopus digueti*). *Journal of Zoology*, 228, 247~263.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1992.tb04606.x>
- Yang HJ, Jin S, Kim DG, Kim H, Moon SY and Baeck GW(2021). Maturation and spawning of the common octopus *Octopus vulgaris* in the coastal waters of Yeosu, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(6), 1000~1006.  
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.1000>

- 
- Received : 25 November, 2025
  - Revised : 09 December, 2025
  - Accepted : 15 December, 2025