

# 남해안 수하연 월동 굴의 패각천공 및 생물오손 실태

최진우<sup>1</sup>, 권봉오<sup>2</sup>, 김형기<sup>3</sup>, 김종성<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 블루카본연구사업단, <sup>2</sup>국립군산대학교 해양생물자원학과, <sup>3</sup>충남대학교 해양환경과학과

## The impacts of shell-boring polychaete worms and biofouling organisms on the overwintering oysters cultivated in the southern coast of Korea

Jin-Woo Choi<sup>1</sup>, Bong-Oh Kwon<sup>2</sup>, Hyeong-Ki Kim<sup>3</sup> and Jong Seong Khim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Blue Carbon Research Center, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>Department of Marine Biology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

<sup>3</sup>Department of Marine Environmental Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the impacts of shell-boring polychaete worms and biofouling organisms on the overwintering oysters (*Magallana gigas*) cultivated in the southern coast of Korea during May 2023. The mean biomass of biofoulers in Jaran Bay was 25.7 g wet/oyster which is 34.5% of mean oyster biomass. The proportion of biofoulers per oyster increased to 40.2 g wet corresponding to 47.8% of oyster biomass in Jinhae Bay. The main biofouler was different between two oyster farms; colonial ascidians were major biofouler in Jaran Bay while ghost sea squirts were dominated in Jinhae Bay. The individual number of shell-boring worms per oyster was in the range of 0 to 7. There were no significant correlations between the fresh weight or condition index and the shell-boring worms or biomass of biofoulers in this study during this period. We discussed the possibility of increasing impacts from biofouling and shell-boring before oysters are completely harvested until September of this year.

**Keywords:** oyster culture, overwintering, shell-boring polychaetes, biofouling, biomass, southern coast of Korea

### 서론

연안의 시설물이나 시편에 부착하는 생물오손 문제는 Choi *et al.* (1999) 의 연구에서 시작하였고, 해양관측 장비의 장기간 계류에서도 생물오손이 자료품질에 미치는 영향 (Yang *et al.*, 2008), 선박에 부착하는 선체부착생물을 관리하기 위한 연구 (Jung *et al.*, 2009; Ha and Park, 2020) 등으로 다양한 분야에서의 연구가 있었다. 부착생물에 관한 연구로는 인공

기질로서 PVC 판을 제공한 실험 (Choi *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2011) 이 있었고, 선체 부착 생물오손의 규제에 관한 연구가 수행되었다 (Suk, 2018). 국외에서는 많은 연구가 수행되었지만, 최근의 연구를 보면 시설물 관리 (de Carvalho, 2018), 선체 부착생물의 관리방안 및 방오도로 개발에 대해서 국제해사기구 (IMO) 에서 가이드라인으로 제시하고 있으며 (IMO, 2023), 진주조개 양식 (Lacoste *et al.*, 2014) 등에서 부착생물을 해적생물로 취급하였다. 국내에서는 가두리 망에 부착하여 해수 유통을 방해하는 현상을 인지하고 있지만 아직 까지 패류에 부착하는 대형 오손생물 (macro-biofouler) 에 대한 실태 조사나 악영향에 관한 연구가 없는 실정이다.

국외에서는 패류 양식과 관련하여 패각천공 다모류에 관한 많은 연구가 있었으나 (Sato-Okoshi and Abe, 2012; Radashevsky and Migotto, 2017; Simon and Sato-Okoshi, 2015), 국내에서는 가두리나 수하연의 패류 양식에도 불구하고 패각천공 다모류 (shell-boring polychaetes) 에 대한 분류

Received: June 14, 2023; Revised: June 20, 2023; Accepted: June 27, 2023

Corresponding author: Jin-Woo Choi

Tel: +82 (10) 4067-8550, e-mail: choi6212@snu.ac.kr  
1225-3480/24839

This is an Open Access Article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.



Fig. 1. Map showing sampling sites for overwintering oysters cultivated in the southern coast of Korea (St.1: Jaran Bay, St.2: Tongyeong Bay, St.3: Jinhae Bay).

나 실태 조사가 일부 수행되었으나 (Sato-Okoshi *et al.*, 2012; Won *et al.*, 2013), 천공 다모류 분류학에 치중된 연구가 일부 있을뿐이었다 (Radashovsky *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2020a; Lee *et al.*, 2020b; Lee *et al.*, 2021).

연안 생태계 복원의 관점에서는 부착생물의 성공적인 부착을 위한 많은 시도가 있었다 (Pogoda *et al.*, 2019). 이같이 부착생물 문제는 이용자의 관점에서 동전의 양면과 같이 해적 생물로도 유용생물로도 취급이 되는 실정이다.

본 연구는 2023년 5월 중순에 남해안 자란만, 통영만, 칠천도 주변 진해만에 수하연으로 양식 중인 월동 굴을 대상으로 5월 현재 양식굴에 부착한 생물오손 상태와 패각 천공에 대한 실태를 파악하기 위한 예비연구의 일환으로 수행되었다.

### 재료 및 방법

수하연 월동굴은 자란만, 통영만, 진해만 등 총 3개 해역에서 채집되었는데 (Fig. 1), 경남 고성군의 자란만에서는 2023년 5월 15일에 굴 양식 어민의 협조하에 현장에서 시료를 채집하였다. 채집된 굴시료는 차후 실험과 측정을 위해서 채집 직후 승용차로 옮겨서 경남 거제시 장목면에 소재한 한국해양과학기술원 남해연구소의 양식동 해수조에 수용하였다. 통영만의 굴은 2023년 5월 17일에 경남 거제시 하청면 소재 (주) 대일수산의 양식장에서 어획하여 운반된 굴에서 시료를 채집하였다. 이 굴 시료는 현장에서 어획하는 과정에서 오손생물은 대부분 제거하였기에 오손생물에 대한 정보는 얻을 수 없었다. 진해만 칠천도 굴 시료는 2023년 17일에 (주) 대일수산의 굴 양식장에서 어획관리자의 도움으로 현장에서 한 개의 연승줄을 올려서 모든 굴을 시료로 채집하였다. 채집된 굴 시료는 남해연구소 수조시설에 수용하여 시료처리 시까지 유지하였다.

수하연 월동 굴 시료는 오손생물의 생물량과 패각천공 다모

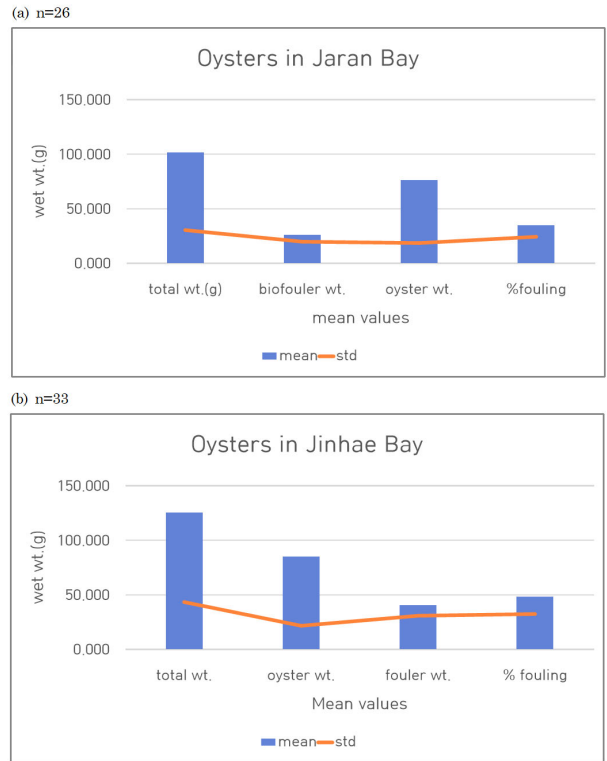
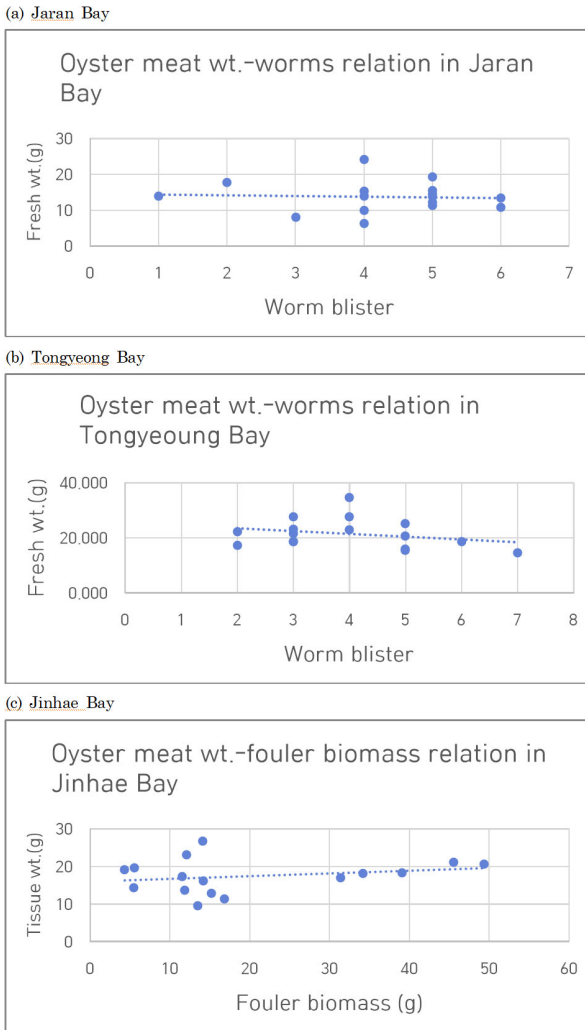


Fig. 2. Mean wet weights of oysters and fouling organisms attached on oysters collected in Jaran Bay (a) and Jinhae Bay (b) on May 15, 2023.

류의 종류와 천공한 개체수를 파악하기 위해서 자란만에서는 26개체, 진해만에서는 33개체의 굴을 임의로 선별하여 패각의 길이, 전체중량, 오손생물의 생물량, 굴 중량, 알굴 중량, 패각 천공 다모류 개체수 등의 자료를 버니어 캘리퍼스와 전자저울을 사용하여 측정하였다. 패각천공 다모류의 개체수 파악을 위해서는 각 해역에서 16개체의 굴을 임의로 선별하여 패각을 열어서 패각 내부에 보이는 서식굴을 계수하였다. 서식굴은 해수 중의 실트와 점토질 입자에 점액질로 만든 서관 (blister) 이며, 검은색으로 잘 나타나기 때문에 쉽게 찾을 수 있다. 이들의 개수를 개체수로 간주하였다. 굴의 건강도와 천공다모류 개체수 및 오손생물량간의 상관관계를 보기 위해서 비만도지수 (condition index) 를 구하였다. 비만도지수는 알굴 중량/전체 굴 중량의 비율로 산출하였다. 수하연 월동 굴에 부착한 오손생물의 생물량 및 천공 다모류 개체수에 따른 굴 육질부 중량, 비만도지수 등에 영향을 주는지를 조사하기 위해서 이들 변수간의 추세선을 조사하였다.

### 결 과

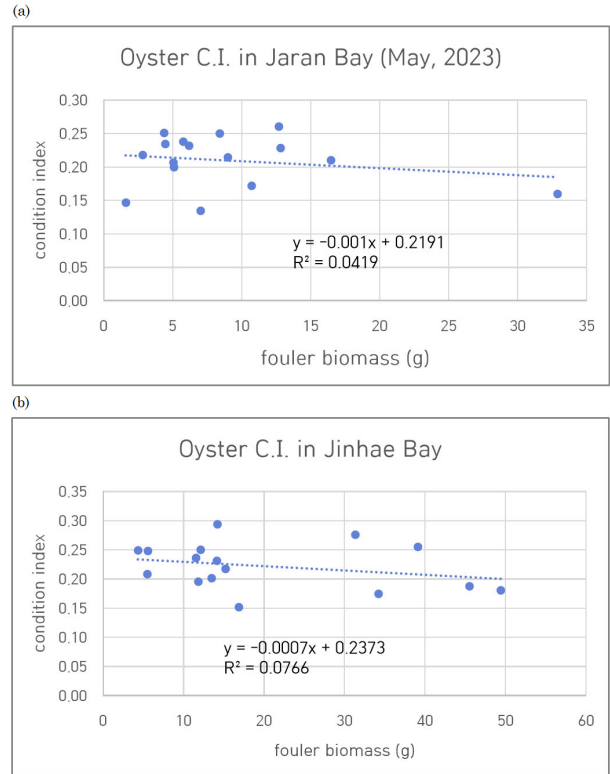
2023년 5월 15일에 자란만 굴양식장에서 채집된 굴의 오손



**Fig. 3.** The relationships between the weight of oyster fresh meat and shell-boring worms in three oyster farms during May 2023.

생물을 포함한 전체중량은 평균 101.3 g (표준편차 30.1 g) 이었고, 오손생물의 생물량은 평균 25.7 g (표준편차 19.5 g), 굴의 전 중량은 평균 75.6 g (18.2 g) 이었고, 오손생물의 비율은 34.5% (표준편차 24.0%) 였다 (Fig. 2a). 진해만에서 채집된 월동 굴의 평균 굴 중량이 84.8 g (표준편차 21.5 g) 이었고, 부착생물의 평균 중량이 40.2 g (표준편차 30.7 g) 으로 굴 중량의 47.8% (17% - 131%) 에 달하였다 (Fig. 2b). 자란만의 주요 오손생물은 군체성 멍게와 해면동물이었으나 (Fig. 7), 진해만의 칠천도 주변 굴에서는 오손생물이 주로 유령멍게로 바뀌었다 (Fig. 8).

2023년 5월 중순의 조사에서는 폐각 천공 다모류의 수와 굴 폐각, 육질 중량과의 관계에서는 3개 굴 양식장에서 큰 상관성을 보이지 않았다 (Fig. 3).



**Fig. 4.** The relationships between the condition index of oysters and the biomass of foulers in Jaran Bay (a) and Jinhae Bay (b) during May 2023.

굴의 건강도를 지시하는 비만도지수는 굴이 생물환경 및 비 생물환경과의 적응결과를 나타내는 것으로 오손생물의 양이나 폐각천공 다모류의 개체수에 따라서 영향을 받을 것으로 예상되었으나, 자란만과 진해만의 굴의 비만도지수와 오손생물의 생체량, 다모류 개체수 간의 상관관계에서도 유의한 관계를 보이지 않았다 (Fig. 4).

## 토 의

남해안 굴양식은 과거에는 6-7월에 조간대에서 1년간 단련된 치패를 수하식으로 해수에 매달아 10월부터 익년 1-2월까지 어획하는 6개월에 불과한 단기간 해면 양식이었다. 그러나 요즘은 굴의 성장이 느리다는 판단으로 5월 중순에 치패를 입식하고 있었다 (Fig. 6). 한편 굴 가공업체에서는 동절기에만 어획을 모두 할 수 없고, 매달 일정량을 어획하고 있다. 이러한 실정으로 작년 5월에 입식된 어미굴은 월동하여 9월까지 어획한다. 이런 월동 굴의 폐각에 다양한 오손생물이 부착하고 있으며, 폐각을 천공하여 서식굴을 만드는 해산 다모류 (주로 열굴갯지렁이류) 도 양식기간이 길어짐에 따라 증가할 것으로 예

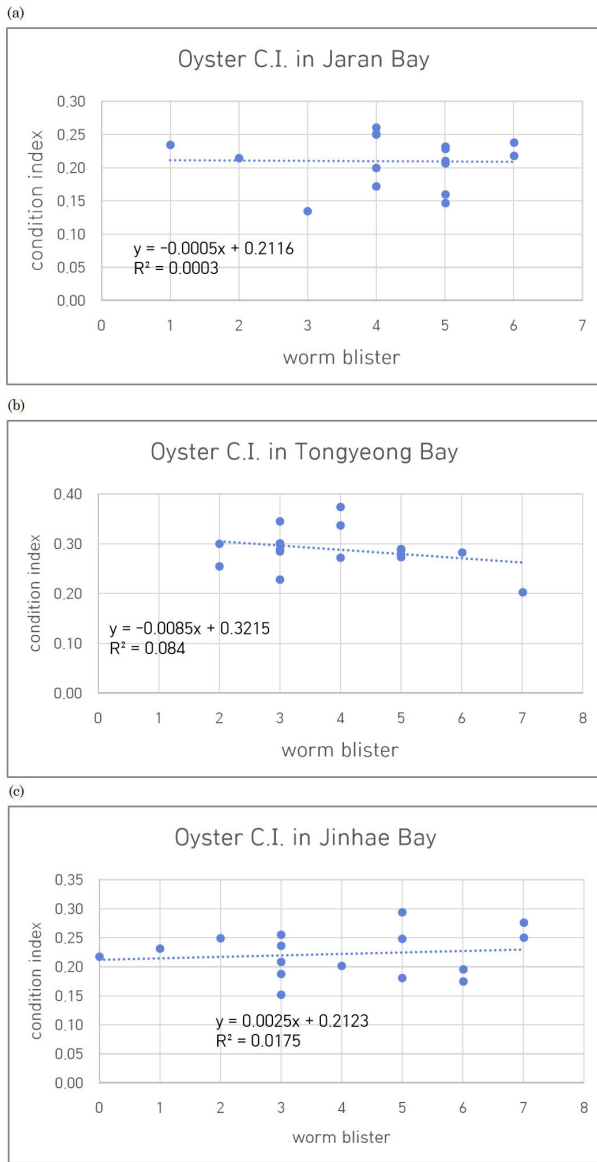


Fig. 5. The relationships between the condition index of oysters and the number of shell-boring worms in three bays during May 2023.

상되며, 환경요인의 변동과 더불어 이들의 영향으로 월동 굴의 성장과 생존율이 낮아지고 있다는 것이 현장 양식어민의 의견이다. 따라서 굴 가공업체의 월별 가용 굴 생산량이 점차 감소하고 있는 현실이다.

한국 패류양식산업의 생산량과 어획고는 굴에서 30만톤/년에 2,634억원/년으로 가장 생산량이 많은 품종이다 (Statistics Korea, 2021). 홍합류에서 연간 6만 톤에 275억원에 달하였고, 전복에서도 연간 2만 톤 생산에 6,100억원의 어획고를 기록하고 있다. 바지락이 연간 1만 8천 톤에 500억원에 달하였



Fig. 6. A photograph showing buoys submerged in Jaran Bay (pictured on May 15, 2023). The oyster spats were submerged in May one or two months earlier than usually submerged in July to improve the growth rate of juvenile oysters.

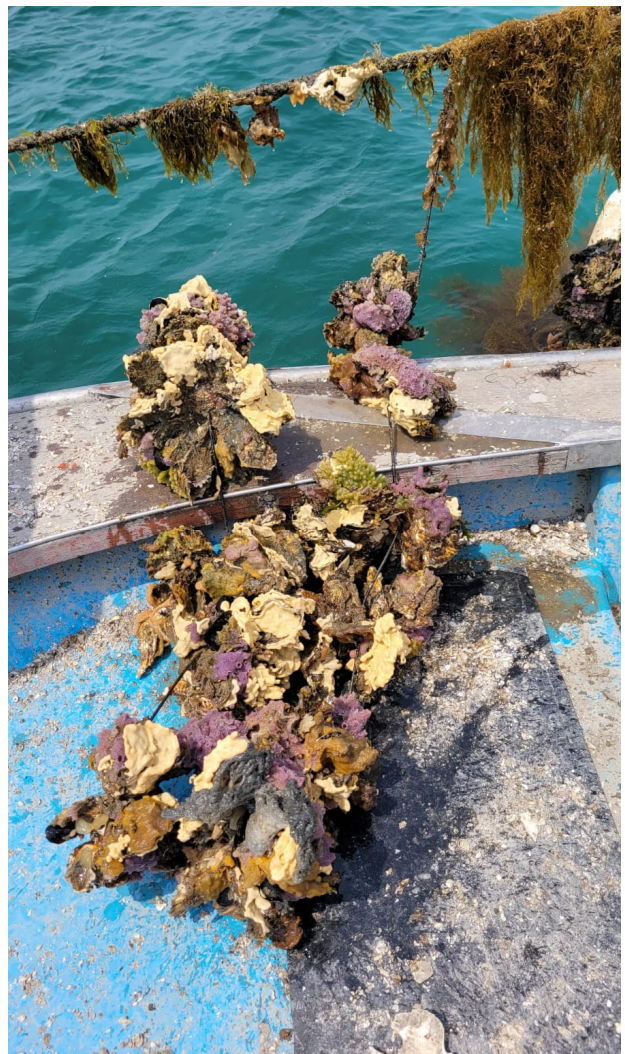


Fig. 7. A photograph showing the long-line of oysters lifted up on the fishing boat deck. Many colonial ascideans attached on the oyster shells.



**Fig. 8.** A photograph showing the overwintered oysters where many ghost ascideans attached on the shells which have been cultivated in Jinhae Bay.

다. 현재까지는 굴, 전복, 가리비 등에 국한하여 패각 천공 다모류가 감염을 하는 것으로 알려져 있다. 패각 천공 다모류의 패각 내 감염으로 이들 패류, 특히 전복의 상품가치가 하락하는 문제가 발생하였으며, 국외에서는 양식기간 중 성장저해나 사망을 초래한 것으로 알려져 있다 (Leonart *et al.*, 2003).

한국산 패류에 천공하여 서식하는 다모류는 대략 10종으로 파악되고 있으며, 그 중에서 굴과 전복에 흔하게 나타나는 종은 *Polydora cf. haswelli* Blake & Kudenov, 1978, *P. hoplura* Claparede, 1868 (*P. uncinata* Sato-Okoshi, 1998), *P. latispinosa* Blake & Kudenov, 1978 (*P. aura* Sato-Okoshi, 1998) 등 3종으로 보인다 (Radashevsky,



**Fig. 9.** A photograph showing the identification procedures for the shell-boring spionids on the overwintered oysters in the southern coast of Korea (Dr. Radashevsky, a polychaete taxonomist from Russia, was observing the shell-boring polychaetes under a binocular microscope).

personal communication). 본 연구에서는 굴 패각천공 다모류가 양식굴의 육질부 성장에 영향을 줄 것이라는 가설을 설정하여 체중량과 천공다모류 개체수 간의 상관관계를 조사하였으나, 현재 시점인 5월의 조사에서는 서로 유의한 관계가 없어서 이 가설은 기각되었다. 이러한 결과는 다음의 두 가지 가정에 의해서 설명이 가능하다. 즉, 첫째는 5월에는 다모류의 재생산이 일어나는 시기라서 새로운 천공 다모류의 가입이 많지 않은 시기라는 점이다. 굴 패각을 부수어서 서식굴을 관찰한 결과 3개 체절의 다모류 유생이 많이 발견되었다 (Fig. 9). 패각천공 다모류 유생은 보통 3개 체절에서 부화하여 착저 및 가입시기에는 17개 체절로 성장해야 하는데 약 1개월의 시간이 소요된다. 따라서 6월 중순 이후가 다모류 유생이 굴 패각에 착저하여 변태한 후 서식관을 만들고, 이후 산을 분비하여 5번째 체절의 강모를 이용하여 패각을 천공하기 시작할 시기이다. 두 번째 가설로는 부착생물이 기존에 천공한 다모류의 먹이활동을 방해하거나 출입구를 막아서 질식사에 이르게 할 가능성이 높아서 천공다모류의 부착과 생존을 방해하여 천공 다모류의 개체군 크기가 적다는 것이다. 생물오손이 없었던 육상가두리양식장에서 사육 중인 전복의 경우에는 전복 성체 한 개체에 수십 개체의 천공 다모류 (*Polydora hoplura*) 가 서식하고 있었다 (Radashevsky *et al.*, 2017).

본 조사에서 나타난 생물오손 현상은 굴의 크기가 크고, 생물량이 많은 개체에서 더 많은 부착생물이 부착하고 있었다. 이는 아마도 굴 패각이 부착기질로서 역할을 하고 있기 때문으로 생각되었다. 수하연 월동 굴에 부착한 오손생물은 대부분 여과식자 (filter feeders) 로서 굴과 먹이생물인 식물플랑크톤을 먹이로 취하는 일종의 먹이생물에 대한 경쟁자인 관계에 있다. 따라서 먹이생물의 종류가 달라지고 먹이원의 질이 저하하거나 먹이량이 부족해지면 굴의 성장에 저해를 받게 될 것이



**Fig. 10.** Photographs showing prepared and submerged oysters at 1 m depth to assess the biofouling impacts on the growth rate of overwintering oysters cultivated in Jaran Bay. We selected 52 oysters and removed the biofoulers on the 26 oysters and a half of them were not treated. All individual oysters were submerged on May 16, 2023 and will be kept until September 30, 2023.

다. 이러한 문제점을 좀 더 정확하게 이해하기 위해서는 굴에 부착한 여과식자인 유령멍게류, 군체성 멍게류, 해면동물 등의 여과율 측정을 포함한 섭식생태에 관한 정보가 필요하다. 본 연구에서는 오손생물 전체의 생물량만 측정하였기에 이러한 기능군별 역할에 대한 구체적인 정보가 부족하며, 향후에는 각 기능군의 생물량이나 생물다양성에 대한 정보를 확보할 필요가 있다.

본 연구에서는 자란만, 통영만, 진해만 등 3개 해역에서 단지 1개의 정점에서 굴을 채취하여 분석을 하였으나, 향후 연구에서는 각 해역별로 더 많은 정점에서 시료를 채집하여 대표값을 얻을 수 있어야 할 것이다. 수하연 월동 굴 뿐만 아니라 장기간에 걸친 영향과 2년에서 3년에 걸친 장시간의 양식기간을 가진 다양한 연체동물을 대상으로 생물오손 영향과 천공다모류 영향에 대한 정확한 실태 파악이 요구된다.

오손생물이 굴 성장에 미치는 영향을 평가하기 위해서 오손생물이 부착하기 전에 현장실험을 수행해야 하지만 본 연구에서는 이러한 시기를 놓쳤다. 그러나 2023년 5월 이후의 영향을 평가하기 위해서 경남 고성군 자란만 굴을 대상으로 오손생물을 제거한 굴과 자연상태의 굴을 각각 26개체 선별하였고, 각 개체의 전 중량을 측정 후 망목 1 mm 정도인 양파망에 수용하여 2023년 5월 16일에 장목만의 남해연구소 시험어장에 투입하였다 (Fig. 10). 이들은 월동 굴의 최종 어획시기인 2023년 9월 말경에 회수하여 전중량, 알굴 중량, 천공 다모류

개체수 등을 조사할 예정이다. 이러한 자료로부터 각 실험구의 굴 성장률과 사망률 등에 오손생물과 패각 천공 다모류의 악영향에 대한 정보를 파악할 예정이다.

## 요 약

본 연구는 남해안 수하연의 월동 굴을 대상으로 패각천공 다모류의 감염과 오손생물의 부착 실태를 조사하고자 2023년 5월에 남해안 3개 굴 양식장에서 채집된 시료를 이용하여 분석하였다. 굴의 생물오손은 2023년 5월 현재 많은 생물이 부착하여 자란만에서는 굴 무게의 34%, 진해만에서는 47%에 달하였다. 해역별로 주요 오손생물의 종도 달라서 자란만에서는 주로 군체성 멍게와 해면동물이, 진해만에서는 유령멍게류가 우점하는 오손생물이었다. 한편 월동 굴에 잡입한 천공 다모류의 개체수는 평균 4개체로 (0개체에서 최대 7개체) 파악되었다. 2023년 5월 현재에서 본 월동 굴의 오손생물과 천공 다모류와 알굴 중량 및 비만도지수 간의 관계에서는 유의한 음의 상관관계를 보여 주지 않았지만, 2023년 9월까지 가면 천공 다모류의 재생산이 활발해져서 천공 다모류의 가입 증대로 굴 성장에 악영향을 줄 것으로 판단된다.

## 사 사

이 논문은 2022년도 정부 (해양수산부) 의 재원으로 해양수산과학기술진흥원-블루카본 기반 기후변화적응형 해양조성 기술개발사업 지원을 받아서 수행된 연구임 (KIMST-20220526). 현장 조사에 도움을 주신 자란만 굴 양식장의 윤태준 사장님과 거제도 (주) 대일수산의 이영만 이사님에게 감사사를 드립니다. 실험시설과 장비를 지원해주신 서진영 박사에게도 감사사를 전합니다. 본 원고의 심사를 맡아서 좋은 의견을 주신 두 분의 심사위원께도 감사드립니다.

## REFERENCES

- Choi, J.K., Yang, E.J., Lee, W.J., Yoon, W.D., and Shim, J.H., (1999) The effects of protozoa on the early formation of microbial fouling communities of Incheon coastal waters. *The Sea*, 4(4): 349-362.
- Choi, J.-W., Park, S.-H., and Seo, J.-Y., (2011) Recruitment patterns of sessile organisms on the artificial PVC panels in Jangmok Bay, southern coast of Korea. *Korean Journal of Malacology*, 27(1): 29-33.
- de Carvalho, C.C.C.R. (2018) Marine biofilms: A successful microbial strategy with economic implications. *Frontiers in Marine Science*, 5: 125.
- Ha, S.-Y., Park, H.-S., (2020) A case study on the

- management of biofouling for protection of the marine ecosystem. *Journal of Navigation and Port Research*, **44**(3): 151-157.
- IMO (International Maritime Organization), (2023) <https://www.glofouling.imo.org/publications-menu>.
- Jung, D.-H., Kim, A.-R., Moon, D.-S., Lee, S.-W., Kim, H.-J. and Ham, Y.-H., (2009) Preliminary experimental study on biofouling in real sea environment. *Journal of Ocean Engineering and Technology*, **23**(6): 39-43.
- Lacoste, E., Moullac, G.L., Levy, P., Guehuen, Y., and Gaertner-Mazouni, N., (2014) Biofouling development and its effect on growth and reproduction of the farmed pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Aquaculture*, **434**: 18-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.07.012>.
- Lleonart, M., Handlinger, J. and Powell, M., (2003) Spionid mudworm infestation of farmed abalone (*Haliotis* spp.). *Aquaculture*, **221**: 85-96. doi:10.1016/S0044-8486(03)00116-9.
- Lee, S.J., Kwon, M.-G., and Lee, S.-R., (2020a) Molecular detection for abalone shell-boring species *Polydora haswelli* and *P. hoplura* (Polychaeta, Spionidae) from Korea using 18S rDNA and cox1 markers. *Ocean Science Journal*, **55**(3): 459-464.
- Lee, D.C., Han, J., Kim, K.-Y., Jeon, M.A., Kim, D., Park, H. and Kim, B.-H., (2020b) Full-length mitochondrial genome of the boring polychaete species, *Polydora hoplura* (Annelida) isolated from abalone, *Haliotis discus hannai* shells. *Korean Journal of Malacology*, **37**(3): 85-87.
- Lee, S.J., Kim, S.M., Kwon, M.G., and Lee, S.-R., (2021) Genetic diversity of *Polydora haswelli* (Polychaeta, Spionidae) in Korean shellfish using cox1 marker. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **54**(5): 685-690.
- Park, S.-H., Seo, J.-Y., and Choi, J.-W., (2011) Community structure of sessile organisms on PVC plates according to different submerged timings and durations in Jangmok Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **27**(2): 99-105.
- Pogoda, B., Brown, J., Hancock, B., Preston, J., Pouvreau, S., Kamermans, P., Sanderson, W. and vaon Nordheim, H., (2019) The Native Oyster Restoration Alliance (NORA) and the Berlin Oyster Recommendation: bringing back a key ecosystem engineer by developing and supporting practice in Europe. *Aquatic Living Resources*, **32**: 13. <https://doi.org/10.1051/alr/201912>.
- Radashevsky, V.I. and Mogotto, A.E., (2017) First report of the polychaete *Polydora hoplura* (Annelida: Spionidae) from North and South America and Asian Pacific. *Marine Biodiversity*, **47**: 859-868. <https://doi.org/10.1007/s12526-016-0515-0>.
- Radashevsky, V.I., Choi, J.-W., and Gambi, M.C., (2017) Morphology and biology of *Polydora hoplura* Claparede, 1868 (Annelida: Spionidae). *Zootaxa*, **4282**(3): 543-555. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4282.3.7>.
- Sato-Okoshi, W., Okoshi, K., Koh, B.S., Kim, Y.H. and Hong, J.S., (2012) *Polydora* species (Polychaeta: Spionidae) associated with commercially important mollusk shells in Korean waters. *Aquaculture*, **350-353**: 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.013>.
- Sato-Okoshi, W. and Abe, H., (2012) Morphological and molecular sequence analysis of the harmful shell boring species of *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) from Japan and Australia. *Aquaculture*, **368-369**: 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.046>.
- Simon, C.A. and Sato-Okoshi, W., (2015) Polydorid polychaetes on farmed molluscs: distribution, spread and factors contributing to their success. *Aquaculture Environment Interactions*, **7**: 147-166. <https://doi.org/10.3354/aei00138>.
- Statistics Korea, (2021) The results of 2020 fishery production trend survey (provisional). Statistics Korea Press Release, Daejeon, Korea.
- Suk, J.-H., (2018) A study on the regulatory framework related to ship's biofouling. *Maritime Law Review*, **30**(1): 139-173.
- Won, K.M., Kim, B.H., Jin, Y.G., Park, Y.J., Son, M.H., Cho, M.Y., Park, M.A., and Park, M.W., (2013) Infestation of the abalone *Haliotis discus hannai*, by the *Polydora* under intensive culture conditions in Korea. *Journal of Fish Pathology*, **26**: 139-148.
- Yang, J.-Y., Kang, S., Go, W.-J., Suh, Y.-S., Seo, J.-W., and Suk, M.-S., (2008) Delayed mode quality control of Argo data and its verification in the Pacific Ocean. *Journal of the Environmental Sciences*, **17**(12): 1353-1361.

