

# 다도해해상국립공원 완도·조도 암반조간대 하계에 출현한 대형저서무척추동물

이창일\* · 양세희\*\* · 강선화\*\*\* · 서총현\*\*\*\*†

\* 국립공원연구원 해양연구센터 계장, \*\* 목포해양대학교 해양시스템공학과 박사과정,  
\*\*\* 기후변화교육센터 연구원, \*\*\*\* (주)마린케어 상임고문

## Macrobenthos Assemblages on the Rocky Shores of Wando and Jodo islands in Dadohaehaesang National Park in Summer

Changil Lee\* · Sehee Yang\*\* · Sunhwa Gang\*\*\* · Chonghyun Seo\*\*\*\*†

\* Junior Assistant, Marine Research Center, Korea National Park Service, Yeosu 59723, Korea

\*\* PhD Candidate, Department of Ocean System Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\*\* Researcher, Climate Change Education Center, 849, Jangsan-ro, Maseo-myeon, Seochon 33657, Korea

\*\*\*\* Executive Advisor, Marine Care, 2nd floor, Building 2, 18, Gonae-ro 7-gil, Aewol-cup, Jeju 63045, Korea

**요약** : 서남해안 대형저서무척추동물의 출현종 구성을 알아보기 위해 완도와 조도 18개 정점의 암반조간대에서 2014년부터 2021년 까지 6-9월에 7회 조사하였다. 완도와 조도 암반조간대에서 출현한 대형저서무척추동물은 220종, 645개체/m<sup>2</sup>이었다. 종수는 완도 165종, 조도 167종으로 유사하였다. 평균밀도는 완도 726개체/m<sup>2</sup>, 조도 564개체/m<sup>2</sup>로 완도가 다소 높았다. 종수는 정점 15에서 116종으로 가장 많았고, 밀도는 정점 7에서 1,664개체/m<sup>2</sup>로 높게 나타났다. 우점종은 좁쌀무늬총알고둥이 175개체/m<sup>2</sup>(27.1%)로 가장 우점하였고, 총알고둥 97개체/m<sup>2</sup>(15.1%), 갈고둥은 41개체/m<sup>2</sup>(6.3%)순으로 출현하였다. 기후변화지표종인 검은큰따개비가 15개 정점에서 출현하였고, 고유종인 털채찍해조습이옆새우도 일부 정점에서 출현하였다. 국가적색목록(Red List) 중에 절멸위험(Extinction risk)의 가장 낮은 수준인 준위협인 모난어깨긴빨고둥이 조도에서 출현하였다. 완도와 조도의 대형저서무척추동물은 우리나라 암반조간대 해안에서 나타나는 일반적인 특징을 보였다. 암반조간대 해안은 조위에 따른 노출 시간과 암반의 기질에 따라 수직적인 분포 경향을 보였으며, 완도와 조도는 좁쌀무늬총알고둥, 총알고둥, 조무래기따개비, 대수리 등 우점하여 서식지 분포 양상이 유사하였다.

**핵심용어** : 다도해해상국립공원, 완도, 조도, 암반조간대, 대형저서무척추동물군집, 국가적색목록

**Abstract** : To determine the composition of benthic species on the southwest coast, a macrobenthos study was conducted at 18 sites on the islands of Wando and Jodo for seven summers (2014-2021) from June to September. Two hundred and twenty species(645 ind./m<sup>2</sup>) were collected on the rocky shores of Wando and Jodo. A similar number of species was observed in Wando (165 species) and Jodo (167 species). The mean density was higher in Wando (726 ind./m<sup>2</sup>) than in Jodo (564 ind./m<sup>2</sup>). The number of species was the highest at Site 15 (116 species), and the density was highest at Site 7 (1,664 ind./m<sup>2</sup>). The dominant species were *Nodilittorina radiata* with 175 ind./m<sup>2</sup> (27.1%), *Littorina brevicula* with 97 ind./m<sup>2</sup> (15.1%), and *Heminerita japonica* with 41 ind./m<sup>2</sup> (6.3%). The climate change indicator species, *Tetraclita japonica*, appeared in 15 sites, and the endemic species, *Ptilohyale bisaeta*, appeared in some sites. *Fusinus spectrum*, which appears on the Red List as a Near Threatened (NT) species, the lowest level of extinction risk, appeared in Jodo. The macrobenthos of Wando and Jodo demonstrated the general characteristics of rocky shores in Korea. Based on the tides and substrate, the rocky shores revealed a vertical distribution trend where *Nodilittorina radiata*, *Littorina brevicula*, *Chthamalus challengerii*, and *Reishia clavigera* were dominant. Wando and Jodo exhibited similar habitat distribution patterns.

**Key Words** : Dadohaehaesang National Park, Wando, Jodo, Rocky shore, Macrobenthos, Red List

\* First Author : leeci95@naver.com

† Corresponding Author : chyunseo@hanmail.net

## 1. 서론

우리나라의 유·무인도는 3,382개이며, 2,918개는 무인도로 전남 지역에 1,743개(59.73%)의 무인도가 분포한다(MOF, 2020). 완도군 265개의 도서 중 유인도는 54개소, 면적은 25,232 km<sup>2</sup>이며, 무인도는 211개, 면적은 5,179 km<sup>2</sup>이다(Wando county, 2021). 조도군은 254개의 도서 중 유인도는 45개, 무인도는 209개, 총 면적은 440.11 km<sup>2</sup>로 전남의 3.6%를 차지한다(Jindo county, 2021).

암반조간대는 육지와 해양환경 특성이 동시에 나타나는 곳으로, 조석에 따른 침수와 노출, 파도의 영향, 암반의 기질, 염분 농도 등 다양한 환경 요인에 영향을 받는다고 알려졌다(Gili and Patraitis, 2009; Menge et al., 1985; Raffaelli and Hawkins, 1996; Ricciardi and Bourge, 1999; Stephenson and Stephenson, 1949). 우리나라 서해안과 남해안은 반일주조 지역으로 침수와 노출이 반복되는데, 조간대에 서식하고 있는 대형저서무척추동물은 노출에 대한 적응능력에 따라 수직 분포가 결정됨으로서 중별 서식범위가 다르게 나타난다.

암반조간대에 서식하고 있는 대형저서무척추동물은 더 협소한·얕은 띠·형태의 서식지를 형성한다. 저서생물이 좁은 서식 공간 내에서도 물리·화학·생물학적인 환경 요소에 따라 다양한 반응을 보이기 때문에, 암반조간대는 노출 정도와 임계 조위에 따른 생물의 대상분포 형성에 관한 연구(Stephenson and Stephenson, 1949)와 환경 구배로 구분된 저서동물의 반응을 연구하는 최적의 장소라 할 수 있다(Terlizzi and Schie, 2009).

서해와 남해의 대형저서무척추동물 연구는 대부분 조하대 연성기질에서 이루어지고 있었으며, 암반조간대 연구는 주로 환경부, 국립공원공단의 자연자원조사 및 자원모니터링, 특정도서 조사가 이루어졌다(KNPS, 2018; ME and NIE, 2021). 이 외에도 서해 암반조간대 연구(Jung et al., 2018; Jung et al., 2013; Min and Suh, 2019; Noh et al., 2018), 남해안에서 연구(Lee, 2022; Paik and Yun, 2003; Park, 2010; Shin et al., 2011) 등이 보고되었다.

완도와 조도의 외해 섬들은 대형저서무척추동물의 먹이 공급원, 산란장, 생육장과 피난처 등 다양한 기능을 함으로써 종 다양성을 유지하는데 중요한 역할을 한다. 생태학적으로 중요한 조도(Jeong et al., 2021; Park et al., 2005)와 완도군(ME and NIE, 2016) 주변 섬에 대한 연구가 있으나 암반조간대에 관한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 완도와 조도 주변 암반조간대에 서식하는 대형저서무척추동물의 출현종 조성을 파악하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

완도와 조도 지역 여름철 대형저서무척추동물의 출현종을 알아보기 위하여 완도지역 3개 섬을 대상으로 2018년 7~9월까지 9개 정점에서 현장 조사를 하였으며, 조도 지역은 4개 섬을 선정하여 2014년부터 2021년까지 기간 중 6월과 8월에 9개 정점에서 조사한 자료를 대상으로 분석하였다(Fig. 1, Table 1).

대형저서무척추동물의 채집은 해안선의 수직 방향으로 방형구(50 × 50 cm)를 이용하여 출현종과 출현 개체수를 파악하였다. 담치류 군락지에 서식하고 있는 다모류와 단각류 등의 채집을 위해 20 × 20 cm 크기의 방형구를 사용하여 추가로 채집하였다. 정량조사에 누락 될 수 있는 종은 일정 시간 동안 정성조사를 병행하였다. 암반조간대에서 출현한 대형저서무척추동물은 현지 조사표에 출현종을 기록하거나 사진을 촬영한 후 방생하였으나, 동정이 불가능한 종은 핀셋 또는 끝을 이용하여 채집 후 10% 중성 포르말린으로 고정하여 운반한 후 실험실에서 동정하였다.

실험실에서는 채집한 시료를 망목 0.5 mm 체에 넣고 포르말린을 세척한 후 대형저서무척추동물을 분류군 별로 선별하였다. 육안으로 식별 가능한 시료의 동정은 각 분류군별 형태적 특징에 따라 도감을 이용하였으며, 소형무척추동물은 실물현미경(Stemi 2000-C)에서 동정하였다(Choe, 1992; Kim, 1973; Kim, 1998; Min, 2004; Paik, 1989). 동정·분류된 표본은 학명, 국명, 채집 장소, 채집일 등을 기재하여 분류군별로 보존용액에 넣어 액침 보관하였다.

정량 자료는 환형동물, 연체동물, 절지동물, 극피동물, 기타 분류군으로 구분하여 두 지역의 종수와 1 m<sup>2</sup>당 개체수로 평균밀도를 나타내었다. 두 지역의 평균 종수와 출현밀도 차이 분석은 정규분포와 등분산성을 충족하는 모수적(parametric) 검정 방법인 one-way ANOVA test로 분석하였다(open software, jamovi). 공통종은 두 지역의 18개 정점에서 모두 출현한 종으로 정의하였으며, 11종을 분류군별로 구분하여 분석하였다. 특성종은 완도나 조도 어느 한 지역에서만 출현한 종만으로 정의하고, 52종의 출현 빈도를 비교하였다. 대형저서무척추동물의 우점종은 두 지역에서 출현한 대형저서무척추동물의 평균밀도(개체/m<sup>2</sup>)를 기준으로 상위 10위까지 선정하였다. 국가주요종은 기후변화지표종 등 보호종과 IUCN에서 발표한 국가적색목록 등을 참고하여 두 지역의 출현종을 비교하였다.

다도해해상국립공원 완도·조도 암반조건대 하계에 출현한 대형저서무척추동물

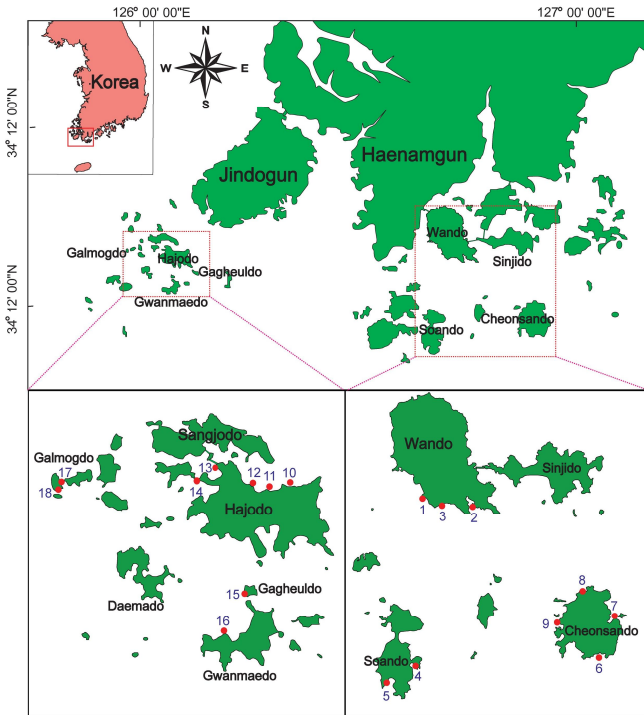


Fig. 1. Map of the study area showing the sample points.

### 3. 결과

#### 3.1 종 구성과 출현밀도

완도와 조도에서 출현한 저서무척추동물은 총 220종이었다. 연체동물이 114종으로 전체 출현종수의 51.8%를 점유하였으며, 절지동물은 38종(17.3%), 환형동물은 34종(15.5%), 기타분류군은 23종, 극피동물은 11종순으로 출현하였다. 전체 평균밀도는 645개체/m<sup>2</sup>였으며, 연체동물이 435개체/m<sup>2</sup> (67.5%)로 가장 우점하였고, 절지동물은 128개체/m<sup>2</sup>(19.9%)로 출현하여 두 분류군이 전체 평균밀도의 87.4%를 점유하였다(Table 2).

완도에서 출현한 저서무척추동물은 165종으로 연체동물이 84종(50.9%)으로 가장 많았으며, 절지동물은 32종(19.4%), 환형동물은 27종(16.4%) 순으로 출현하였다. 조도에서 출현한 저서무척추동물은 167종으로 완도와 유사한 출현종수를 보였는데, 연체동물이 99종(59.3%), 절지동물 24종(14.4%), 환형동물 17종(10.2%) 순이었다. 두 지역 모두 연체동물, 절지동물 및 환형동물 순서로 우점하였다. 완도 지역은 조도보다 연체동물의 비율이 낮은 대신 절지동물과 환형동물의 비율이 다소 높았다(Table 2).

Table 1. location and study date in the rocky shore

Division	Site	Location	Latitude	Longitude	Date
Wando	1	Jeongdoli	34° 18' 15.6"	126° 40' 45.0"	Aug. 2018
	2	Mangseogli	34° 17' 44.6"	126° 44' 21.4"	
	3	Gogyedeung	34° 17' 48.2"	125° 42' 06.1"	
	4	Soan Milali	34° 06' 42.8"	126° 40' 19.8"	Sept. 2018
	5	Soan Jinsanli	34° 12' 04.5"	126° 51' 41.4"	
	6	Cheongsan Jing-gimi	34° 09' 19.3"	126° 53' 54.2"	
	7	Cheongsan Hangdo	34° 11' 16.5"	126° 55' 14.5"	July 2018
	8	Cheongsan Gughwali	34° 12' 54.1"	126° 53' 01.5"	
	9	Cheongsan docheonghang	34° 10' 58.0"	126° 51' 12.1"	
Jodo	10	Eolyupo1	34° 18' 25.2"	126° 04' 49.4"	Aug. 2015
	11	Eolyupo2	34° 18' 25.5"	126° 04' 07.5"	
	12	Eolyupo3	34° 18' 15.5"	126° 03' 34.4"	
	13	Myeonggili	34° 18' 59.2"	126° 01' 49.2"	Aug. 2018
	14	Sanhaengli	34° 18' 35.1"	126° 01' 19.5"	
	15	Gagheuldo	34° 15' 23.8"	126° 02' 58.1"	Aug. 2014
	16	Gwanmaedo	34° 14' 19.9"	126° 02' 14.5"	
	17	Galmogdo1	34° 18' 23.0"	125° 56' 51.4"	June 2021
	18	Galmogdo2	34° 18' 15.3"	125° 56' 45.0"	

완도에서 출현한 저서무척추동물의 평균밀도는 726개체/m<sup>2</sup>로 연체동물이 341개체/m<sup>2</sup>(47.0%)로 가장 높았으며, 절지동물이 229개체/m<sup>2</sup>(31.5%), 환형동물은 119개체/m<sup>2</sup>(16.5%) 출현하여 3개 분류군이 전체 평균밀도의 95.0%를 점유하였다. 조도에서는 564개체/m<sup>2</sup>였는데, 연체동물이 529개체/m<sup>2</sup> (93.8%)로 높았으며, 절지동물은 27개체/m<sup>2</sup>(4.8%)로 두 분류군이 전체 평균밀도의 98.6%를 점유하였다. 완도 지역의 분류군별 평균밀도 조성비는 종수와 유사하였지만, 조도는 연체동물이 우점하였다(Table 2).

완도와 조도 중 어느 지역의 종수와 밀도가 많은지 알아보기 위해 one-way ANOVA test를 하였다(Table 3). 완도 평균 종수는 76종, 조도는 73종으로 완도가 3종 많았지만, 유의하지 않았다(F=0.0586, p>0.05). 밀도는 완도가 726개체/m<sup>2</sup>, 조도가 564개체/m<sup>2</sup>로 조도가 162개체/m<sup>2</sup> 높았으나, 두 지역의 평균밀도에서도 유의한 차이를 보이지 않았다(F=0.6397, p>0.05).

Table 2. Species composition by taxa of macro-benthos on Wando and Jodo

Division	No. of species			Density (ind./m <sup>2</sup> )		
	Wando (%)	Jodo (%)	Total (%)	Wando (%)	Jodo (%)	Total (%)
Annelida	27(16.4)	17(10.2)	34(15.5)	119(16.5)	0(0.0)	60(9.3)
Mollusca	84(50.9)	99(59.3)	114(51.8)	341(47.0)	529(93.8)	435(67.5)
Arthropoda	32(19.4)	24(14.4)	38(17.3)	229(31.5)	27(4.8)	128(19.9)
Echinodermata	6(3.6)	8(4.8)	11(5.0)	8(1.1)	0(0.0)	4(0.5)
other	16(9.7)	19(11.4)	23(10.4)	29(3.9)	8(1.4)	18(2.8)
Total	165	167	220	726	564	645

Table 3. Comparison of species number and density of Wando and Jodo

Division	Location	Mean	Standard deviation	Standard error	F	p-value
Species	Wando	76.2	21.3	7.10	0.0586	0.812
	Jodo	73.8	21.6	7.18		
Density (ind./m <sup>2</sup> )	Wando	726.0	528.1	176.03	0.6397	0.436
	Jodo	564.3	298.1	99.35		

3.2 정점별 종수와 출현밀도

정점별 출현 종수는 47~116종으로 완도 정점 3과 5에서 다른 정점들 보다 적었다. 그러나 조도의 각홀도에 위치한 정점 15에서 116종으로 가장 많았고, 완도 소안도의 항도에 위치한 정점 7에서도 102종으로 다른 정점들 보다 출현종수가 많았다. 그 외 7개 정점들(1, 2, 6, 8, 9, 14, 16)에서도 81~93종의 범위로 출현하였으며, 모든 정점에서 연체동물의 출현종수가 많았다(Fig. 2).

출현밀도는 정점별 164~1,664개체/m<sup>2</sup>의 범위로 완도 정점 3에서 가장 낮았다. 그러나 정점 7에서 다른 정점들에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 정점 9에서도 1,327개체/m<sup>2</sup>로 다른 정점들에 비해 높은 출현밀도를 보였다. 그리고 3개 정점(6, 17, 18)에서도 1,000개체/m<sup>2</sup> 이상이였으나 그 외 정점들에서는 266~712개체/m<sup>2</sup>의 범위 내에서 출현하였다. 분류군 중 정점 6에서 환형동물이 369개체/m<sup>2</sup>로 출현하여 다른 분류군들보다 높은 밀도를 보였다. 청산도의 2개 정점(7, 9)에서도 환형동물이 각각 300개체/m<sup>2</sup> 이상으로 출현하였으나, 절지동물이 정점 7에서 864개체/m<sup>2</sup>, 정점 9에서는 701개체/m<sup>2</sup>로 출현하여 다른 정점들에 비해 매우 높은 밀도를 보여 우점한 분류군이였다. 그 외 정점들은 연체동물이 우점하였다(Fig. 3).

3.3 주요 출현종

1) 공통종

완도와 조도의 18개 정점에서 출현한 공통종은 11종이었다(Table 4). 연체동물이 7종으로 많았고, 절지동물은 4종이었다. 연체동물은 조간대 상부에서 2종, 중부에서는 5종이 출현하였다. 절지동물은 암반에 고착하여 이동이 불가능한 거북손과 조무래기따개비가 중부에 분포하였고, 조간대 상부에서 서식하면서 이동성이 강한 갯강구와 무늬발게가 출현하였다.

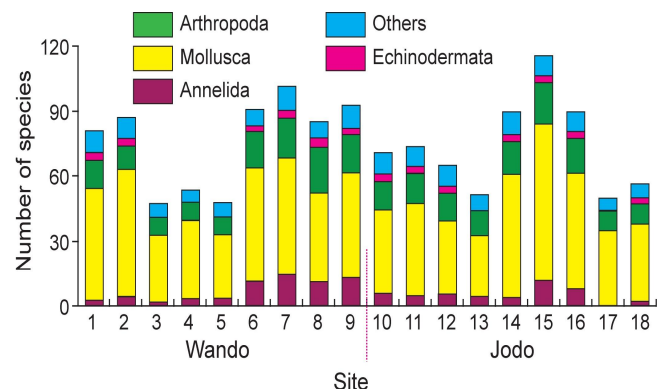


Fig. 2. Number of species at each site in the rocky shore.

다도해해상국립공원 완도·조도 암반조건대 하계에 출현한 대형저서무척추동물

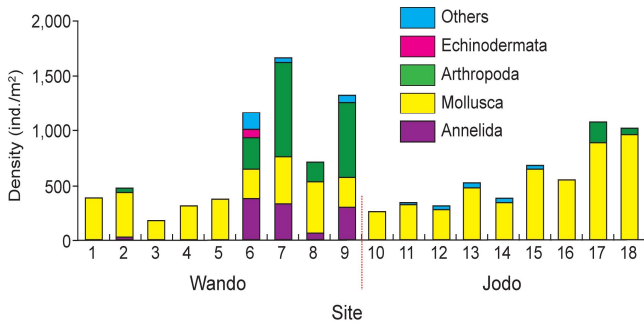


Fig. 3. Density at each site in the rocky shore.

Table 4. Common species on Wando and Jodo

Species	Level type	Class
<i>Nodilittorina radiata</i>	Upper	Gastropoda
<i>Littorina brevicula</i>		
<i>Monodonta confusa</i>		
<i>Nerita japonica</i>	Middle	
<i>Reishia clavigera</i>		
<i>Nipponacmea schrenckii</i>		
<i>Liolophura japonica</i>		Polyplacophora
<i>Chthamalus challengeri</i>	Middle	Hexanauplia
<i>Pollicipes mitella</i>		
<i>Ligia exotica</i>	All	Malacostraca
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Upper, Lower	

2) 특성종

완도와 조도 중 한 지역의 정점들에서만 출현한 특성종은 108종으로 조도에서는 출현하지 않았으나 완도에서만 출현한 종은 53종이었고, 조도 지역에서만 출현한 종은 55종이었다(Table 5). 2개 정점에서 출현한 경우는 완도에서 12종, 조도에서는 19종이었다. 1개 정점에서만 출현한 희소종(rare species)은 완도에서는 27종, 조도에서는 28종으로 유사하였다.

Table 5. Number of species that appeared only in one area of Wando and Jodo

Division	7	5	4	3	2	1	Total
Wando		1	4	9	12	27	53
Jodo	1		4	3	19	28	55
Total	1	1	8	12	31	55	108

풀게(*Hemigrapsus penicillatus*)는 완도의 9개 정점에서는 출현하지 않았으나 조도의 9개 정점 중 2개 정점(17, 18)을 제외한 7개 정점에서 출현하였다. 팔알고둥류(*Homalopoma* sp.)는

완도 지역의 5개 정점(1, 2, 7, 8, 9)에서만 출현하였으며, 조도에서는 출현하지 않았다. 완도의 4개 정점에서 민챙이, 얼룩고둥류, 채찍해조숨이옆새우류, 해삼류 등 4종이 출현하였고, 조도에서 땡가리, 애기삿갓조개, 흰줄무늬삿갓조개, 아무르불가사리가 출현하였다. 저서동물 중 조도에서 구멍참고둥은 3개 정점(14, 15, 16), 단각류, 도둑게는 각각 3개 정점(10, 11, 12)에서만 출현하여 완도지역과 차이를 보였다(Table 6).

3) 우점종

제1우점종은 좁쌀무늬총알고둥(*N. radiata*)이며 평균밀도가 175개체/m<sup>2</sup>로 27.1%를 점유하였다(Table 7). 이 종은 조간대 상부에서 주로 서식하는 종으로 모든 정점에서 출현하였는데, 그 중 갈목도의 정점 17과 18에서 각각 696개체/m<sup>2</sup>, 616개체/m<sup>2</sup>로 높은 밀도를 보였으며, 정점 4와 16에서도 각각 200개체/m<sup>2</sup> 이상 출현하였다. 두 번째 우점종은 총알고둥(*L. brevicula*)으로 평균밀도 97개체/m<sup>2</sup>(15.0%)로 모든 정점의 암반조건대 상부에서 출현하였다. 이 종은 정점 15에서 321개체/m<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 정점 18에서도 236개체/m<sup>2</sup>로 나타났다. 그 외 7개 정점(5, 7, 8, 10, 11, 13, 16)에서도 100개체/m<sup>2</sup> 이상으로 출현하였다. 세 번째 우점종은 갈고둥(*H. japonica*)으로 평균밀도가 41개체/m<sup>2</sup>(6.3%)로 모든 정점의 조간대 상부에서 우점 하였는데, 각 정점별 6~124개체/m<sup>2</sup>로 정점 6에서는 밀도가 낮았으나, 정점 17은 다른 정점보다 높았다.

3.4 국가 주요종

1) 보호종

기후변화지표종인 검은큰따개비(*T. japonica*)는 완도에서는 정점 3을 제외한 8개 정점에서 출현하였다(Table 8). 조도에서는 2개 정점(11, 16)을 제외한 7개 정점에서 출현하였다. 고유종인 털채찍해조숨이옆새우(*P. bisaeta*)는 완도에서는 2개 정점(7, 8)에서 출현하였고, 조도에서는 3개 정점(14, 15, 16)에서만 출현하였다. 국외반출승인대상종은 갈색꽃해변말미잘 등 총 23종으로 완도에서 17종, 조도에서 21종이 출현하여 조도가 4종 많았다.

2) 국가적색목록

준위협(NT)종인 모난어깨긴빨고둥(*F. spectrum*)은 조도 정점 15에서만 출현하였다. 정보부족(DD)종인 짝돌속살이조개(*P. japonica*)는 석회관갯지렁이 서관에 기생하는 종으로 완도의 5개 정점(1, 2, 4, 5, 6)에서 출현하였고, 조도의 4개 정점(10, 11, 12, 14)에서 출현하였다. 무새흰삿갓조개(*L. lima*)는 완도에서 출현하지 않았으며, 조도 정점 10에서만 출현하여 좁은 분포범위를 보였다.

Table 6. Macro-benthos that appear in 3 or more places only in one of Wando and Jodo

Division	Sites of Wando									Sites of Jodo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>										○	○	○	○	○	○	○		
<i>Homalopoma</i> unid.	○	○					○	○	○									
<i>Bullacta exarata</i>		○				○	○	○										
<i>Cantharidus</i> unid.						○	○	○	○									
<i>Hyale bisaeta</i>						○	○	○	○									
Holothuroidea unid.						○	○	○	○									
<i>Batillaria cumingii</i>											○		○		○	○		
<i>Cellana toreuma</i>														○	○	○	○	
<i>Lottia cassis</i>										○		○			○	○		
<i>Asterias amurensis</i>										○		○		○	○			
Syllidae unid.						○	○		○									
<i>Platynereis bicanaliculata</i>							○	○	○									
Lumbrineridae unid.						○	○	○										
<i>Chlorostoma turbinata</i>														○	○	○		
<i>Monodonta neritoides</i>					○	○		○										
<i>Arcuatula senhousia</i>						○	○		○									
Amphipoda 1										○	○	○						
<i>Chironantes haematocheir</i>										○	○	○						
<i>Pilumnus minutus</i>							○	○	○									
Brachyura juv.						○		○	○									
<i>Cirolana koreana</i>						○		○	○									
Sphaeromatidae unid.						○		○	○									

Table 7. Dominant species on Wando and Jodo

Species	Mean density	%	Accum. %	Freq.
<i>Nodilittorina radiata</i>	175	27.1	27.1	18
<i>Littorina brevicula</i>	97	15.0	42.1	18
<i>Heminerita japonica</i>	41	6.3	48.4	18
Gammaridae unid.	40	6.1	54.5	15
Hyalidae unid.	28	4.4	58.9	4
<i>Crassostrea gigas</i>	28	4.3	63.2	17
<i>Tetraclita japonica</i>	21	3.2	66.4	15
<i>Naineris lavigata</i>	19	3.0	69.4	6
<i>Phascolosoma scolops</i>	10	1.5	70.9	8
Melitidae spp.	9	1.4	72.3	2

큰총알고둥(*L. sitkana*)은 조간대 상부에서 주로 서식하는 종으로 완도의 3개 정점(1, 2, 6), 조도의 정점 10을 제외한 8개 정점에서 출현하여 조도지역에서 넓게 분포하였다. 잔 무늬배무래기(*N. radula*)는 조간대 중부에 주로 서식하는 종으로 완도에서는 6개 정점(1, 2, 3, 4, 5, 6)에서 출현하였고, 조도에서는 5개 정점(14, 15, 16, 17, 18)에서 출현하였다. 털

모자고둥(*P. trigona*)은 조간대 하부의 해조류가 부착해 있는 장소에 주로 서식하고 있는데, 완도에서는 3개 정점(4, 7, 8), 조도에서는 2개 정점(14, 18) 등 제한적으로 출현하였다. 미적용(NA) 대상종인 뽕뽕이썩신고둥(*C. onyx*)은 완도 정점 5를 제외한 8개 정점에서 출현하여 넓은 서식범위를 보였으나, 조도에서는 3개 정점(11, 12, 14)에서만 출현하여 서식범위가 완도에 비해 좁게 나타났다. 미평가(NE)종인 지중해담치(*M. galloprovincialis*)는 우리나라 연안에 넓게 분포하고 있는 종으로 완도에서는 정점 9를 제외한 8개 정점에서 출현하였으며, 조도에서는 정점 15와 16을 제외한 7개 정점에서 출현하여 넓은 서식분포 범위를 나타내었다. 관심대상종은 군부 등 총 93종이 출현하였는데, 대부분 연체 동물로 완도에서 출현한 종에 비해 조도에서 11종이 더 많았다(Table 9).

#### 4. 고찰

암반조간대에 서식하는 대형저서무척추동물은 조사 정점 수, 채집 횟수, 조사 시간 등에 따라 차이가 있으며(Jeong et

다도해해상국립공원 완도·조도 암반조간대 하계에 출현한 대형저서무척추동물

Table 8. Number of legally protected species in the rocky shore

Division	Species	Stations	
		Wando	Jodo
CBIS*	<i>Tetraclita japonica</i>	8	7
Endemic species	<i>Ptilohyale bisaeta</i>	2	3
Take out approved species	<i>Anthopleura japonica</i>	-	2
	<i>Anthopleura fuscoviridis</i>	5	7
	<i>Actinia equina</i>	1	7
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	1	1
	<i>Marphysa sanguinea</i>	1	-
	<i>Liolophura japonica</i>	8	9
	<i>Aplysia kurodai</i>	3	1
	<i>Cellana nigrolineata</i>	2	-
	<i>Crassostrea nippona</i>	8	1
	<i>Lottia dorsuosa</i>	5	6
	<i>Mytilus unguiculatus</i>	7	4
	<i>Placiphorella stimpsoni</i>	5	3
	<i>Reishia bronni</i>	-	4
	<i>Searlesia modesta</i>	-	2
	<i>Gaetice depressus</i>	9	8
	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	9	9
	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	-	7
	<i>Ptilohyale bisaeta</i>	2	3
<i>Pachygrapsus crassipes</i>	5	8	
<i>Pugettia quadridens</i>	4	3	
<i>Chirromantes haematocheir</i>	-	3	
<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	5	3	
<i>Temnopleurus hardwickii</i>	-	1	

\* Climate-sensitive Biological Indicator Species

Table 9. Number of red list sites on Wando and Jodo

Division	Species	Stations	
		Wando	Jodo
Near Threatened(NT)	<i>Fusinus spectrum</i>	-	1
Data Deficient(DD)	<i>Petricola japonica</i>	5	4
	<i>Limalepeta lima</i>	-	1
	<i>Littorina sitkana</i>	3	8
	<i>Nipponacmea radula</i>	6	5
	<i>Pilosabia trigona</i>	3	2
Not Applicable(NA)	<i>Crepidula onyx</i>	8	3
Not Evaluated(NE)	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	8	7
Least Concern(LC)	<i>Liolophura japonica</i>	-	-

al., 2021), 암반기질, 경사도, 노출시간 등 자연환경에 따라 출현종수의 차이를 보인다.

완도 암반조간대 대형저서무척추동물은 165종, 조도는 167종으로 비교적 많은 종이 출현하였다(Table 2). 제주 차귀도 146종(Yang et al., 2007), 제주 화순 조간대 97종(Lee et al., 2001), 제주 송악산 주변 조간대 104종(Lee and Hyun 2002), 제주 지역 조간대 저서동물 분포와 군집 연구의 135종(Lee et al., 1989) 등 생물 다양성이 높다고 알려진 제주 지역 보다 종수가 많았다. Shin et al.(2008)은 여수의 유류 피해지역을 따라 넓은 지역의 암반조간대를 대상으로 1995년과 1998년 2회 조사를 하였다. 이 지역에서는 조간대 하부의 해조류 군락까지 조사를 실시하여 총 158종이 출현하였는데, 완도와 조역에서 출현한 저서동물과 유사한 출현종수를 보였다.

담치류의 부착 기관인 족사(byssus), 담치와 담치 사이의 빈 공간은 다양한 저서생물이 서식하기에 적합한 미소 생태계를 형성한다고 알려졌다(Lintas and Seed, 1994; Paik and Yun, 2003; Tokeshi and Romero, 1995). Paik and Yun(2003)의 담치 군락 내에서 우점한 분류군은 다모류로 전체 출현종수의 50% 이상 점유율을 보였다. 강한 파도, 고온·건조한 암반조간대의 서식환경을 고려한다면 다모류는 담치 군락과 같은 특수한 환경에서 우점 할 수 밖에 없다. 담치 개체군 내 대형저서무척추동물 채집이 추가되었지만, 두 지역 종수는 완도 76종, 조도 73종으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3). 조사 대상지역의 분류군별 종 조성은 연체동물, 절지동물, 환형동물 순으로 우점하였으며, 다른 지역의 연구 결과와 유사하였다(Cha and Kim, 2012; Cha and Kim, 2013; Hong et al., 2017; Jeong et al., 2021).

완도와 조도의 암반조간대 18개 정점에서 공통으로 출현한 대형저서무척추동물은 11종이었으며, 이 중에서 연체동물의 복족류는 암반조간대 중부를 중심으로 분포하고 있었다. 암반조간대에서 가장 많이 분포하는 분류군은 연체동물 중에서도 복족류가 많이 차지하는 것으로 알려졌다(Shin, 1993; Park, 2010; Lee et al., 2017). 암반조간대는 기질의 특성상 복족류와 같은 표서성 저서생물이 서식하기에 적합한 것으로 알려졌다(Hyman, 1967). 복족류는 산란기가 되거나 먹이를 얻기 위해 수직 이동을 하는데, 총알고둥의 경우 산란철인 겨울에 조간대 하부에 분포하다가 수온이 상승하는 여름철이 되면 조간대 상부로 서서히 이동하여 개체군을 형성한다(Kojima, 1959; Noh et al., 2018). 저서동물은 암반조간대 상부에서 장시간 노출 시 고온과 건조에 견뎌야 하는 특성상 단단한 패각 내 수분을 유지해야하기 때문에 암반의 갈라진 틈이나 그늘진 곳으로 이동 가능한 복족류가 중부 조간대를 중심으로 광범위하게 우점 한 것으

로 생각된다. 서남해 암반조간대 상부는 총알고둥, 좁쌀무늬총알고둥, 갈고둥 등이 분포하고, 중부에는 담치류와 대수리, 하부는 검은큰따개비, 타래고둥 등이 대상 분포를 하는데(Jeong et al., 2021; Lee and Hyun, 2002), 완도와 조도지역의 저서동물 분포와 유사하였다.

본 조사에서 출현한 주요 우점종은 좁쌀무늬총알고둥, 총알고둥, 갈고둥 등 복족류로 조간대 상부에서 출현하였다. 좁쌀무늬총알고둥은 서남해 조도 17개 섬 중에서 10개 무인도서에서 우점하였고(Jeong et al., 2021), 총알고둥은 우리나라 조간대 상부의 전역에 분포하는 한다는 것에 착안하여 패각을 활용한 우리나라 금속 원소(Mn, Zn, Cd, Pb) 분포도를 보고하였다(Choi et al., 2000). Lee(2022)는 여수 동부 암반조간대를 상부와 하부로 뚜렷이 구분하였는데, 각 정점의 상부에서 공통으로 출현한 왜홍합, 총알고둥, 갈고둥이 우점종으로 출현함으로써 본 조사에서 출현한 우점종과 유사한 양상을 나타내었다.

암반조간대 상부는 하부에 비해 상대적으로 장시간 노출되기 때문에 여름철에는 고온과 건조, 겨울철에는 매우 낮은 온도에 노출되며 파도의 비말이 덜 미치는 곳으로 저서동물이 살아가기에 열악한 환경이다. Jeong et al.(2021)은 경성기질 대형저서무척추동물의 분포를 결정하는 요인 중에 하나로 파도가 큰 영향을 미친다고 하였는데, 강한 파도에 노출되는 외해에서는 굵은줄격판담치와 검은큰따개비가 우점한다고 하였다. 좁쌀무늬총알고둥과 총알고둥은 패각 표면의 돌기를 이용해서 열의 흡수를 줄일 수 있기 때문에, 파도의 위협이 낮은 조간대 상부에서 다른 종보다 우위에 있다고 할 수 있다.

완도와 조도 두 지역에서 여름철에 출현한 대형저서무척추동물의 종 조성은 유사하였으며, 다른 지역의 일반적인 암반조간대와도 큰 차이를 보이지 않았다. 특히, 연체동물은 완도와 조도 암반조간대에서 우점하는 분류군으로 국가적색목록 중 '관심대상'의 대부분을 포함하기 때문에 지속적인 관리가 필요하고, 남해안 암반조간대 관리계획 수립 시 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

## Reference

- [1] Cha, J. H. and M. K. Kim(2012), Spatial distribution of marine invertebrate communities on intertidal rocky shore in Dokdo, Korean J. Environ. Biol., Vol. 30, No. 2, pp. 143-150.
- [2] Cha, J. H. and M. K. Kim(2013), A preliminary study for the distribution of rocky intertidal fauna in the Korean coastal areas of the east sea including Dokdo and Ulleungdo, Korean J. Environ. Biol., Vol. 31, No. 3, pp. 225-231.
- [3] Choe, B. L.(1992), Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea(Moullusca(II)), Ministry of Education, Vol. 33, p. 860.
- [4] Choi, M. S., C. R. Lim, S. G. Kang, C. B. Lee and C. H. Koh(2000), Trace metals (Mn, Zn, Cd, Pb) in the shell of the marine gastropoda, Littorina brevicula on coastal area, Korea, The Sea Journal of the Korean Society of Oceanography, Vol. 5, No. 2, pp. 119-130.
- [5] Gili, J. M. and P. S. Petraitis(2009), Seasonal dynamics. In: Marine Hard Bottom Communities (ed. by Wahl, M.), Ecological Studies 206, pp. 191-200, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [6] Hong, S. E., Y. K. Choi, H. D. Jeong, Y. Lee and S. W. Kim(2017), Community Structure of Macrobenthos at the Intertidal Zone of Jukbyeon in the East Coast of Korea, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 23 No. 4, pp. 331-337.
- [7] Hyman, L. H.(1967), The Invertebrates IV, Mollusca I. McGraw-Hill Book Co., New York, 729pp
- [8] Jeong, Y. S., H. S. Lim and J. Y. Lee(2021), Species Inventory of Marine Benthic Invertebrates on the Rocky Intertidal Area of Uninhabited Islands around Jindo Island, Southwest Coast of Korea, The Journal of Korean Island, Vol. 22, No. 1, pp. 187-206.
- [9] Jindo county(2021), <https://www.jindo.go.kr/>.
- [10] Jung, Y. H., H. J. Kim and H. S. Park(2018), Thermal Discharge Effects on the Species Composition and Community Structure of Macrobenthos in Rocky Intertidal Zone Around the Taean Thermoelectric Power Plant, Korea, Ocean and Polar Research, Vol. 40, No. 2, pp. 59-67.
- [11] Jung, Y. H., H. S. Park, K. T. Yoon, H. G. Lee and C. W. Ma(2013), Structure Changes of Macrobenthic Community on Rocky Shores After the Hebei Spirit Oil Spill, Ocean and Polar Research, Vol. 35, No. 3, pp. 219-228.
- [12] Kim, H. S.(1973), Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea(Anomura, Brachyura), Ministry of Education, Vol. 14, p. 694.
- [13] Kim, I. H.(1998), Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea (Cirripedia, Symbiotic Copepoda, Pycnogonida), Ministry of Education, Vol. 38, p. 1038.
- [14] KNPS(2018), Natural Reseouces Survey in Dadohaehaesang National Park. Korea National Park Service, p. 1595.



- [15] Kojima, Y.(1959), The relation between seasonal migration and spawning of a periwinkle, *Littorina brevicula* (Philippi). Bulletin of Marine Biological Station of Asamushi, Vol. 9, pp. 183-186.
- [16] Lee, C. J.(2022), A Study of community structure and species composition about Mollusc living in Eastern rocky intertidal zone of Yeosu, Department of Fisheries Science Graduate School Chonnam National University, p. 48.
- [17] Lee, J. J., C. I. Zhang, and U. S. Cho(1989), Community structure of the ecosystem on the intertidal zone and grass land in Jeju Island. Korean Journal of Malacology, Vol. 5 pp. 10-28.
- [18] Lee, J. J. and J. M. Hyun(2002), Species diversity and community structure of macrobenthic invertebrate inhabiting the intertidal zone enar Songacksan area, Jeju island, Korean Journal of Malacology, Vol. 18, No. 1, pp. 41-52.
- [19] Lee, J. U., C. W. Oh, M. H. Son and D. I. Kim(2017), Effect of temperature on the geographical distribution of intertidal hard bottom mollusks, The Korean Journal of Malacology, Vol. 33, No. 2, pp. 83-92.
- [20] Lee, J. J., K.C. Kang, J. C. Kim(2001), Spatial species diversity of macrobenthos in the intertidal zone of Hwasoon, Jeju islands, Korean Journal of Malacology, Vol. 17, No. 1, pp. 63-70.
- [21] Lintas, C. and R. Seed(1994), Spatial variation in the fauna associated with *Mytilus edulis* on a wave-exposed rocky shore, J. Mollusc. Stud., Vol. 60, pp. 165-174.
- [22] Menge, B. A., J. Lubchenco and L. R. Ashkenas(1985), Diversity, Heterogeneity and Consumer Pressure in a Tropical Rocky Intertidal Community, *Oecologia*, Vol. 65, No. 3, pp. 394-405.
- [23] Min, D. K.(2004), Mollusks in Korea, Hanguel Graphics, p. 566.
- [24] ME and NIE(2016), 2015 National Uninhabited Island Natural Environment Survey (Wando Region), p. 406.
- [25] ME and NIE(2021), 2020 Specific Island Close Investigation (Wando County II), p. 526.
- [26] MOF(2020), <http://uii.mof.go.kr/>.
- [27] Min B. S. and S. J. Suh(2019), The Fauna of Benthic Invertebrates on Hard Substrate after the Hebei Spirit Oil Spill at Taeanhaean National Park, Korea Journal of National Park Research, Vol. 10, No. 3, pp. 345-358.
- [28] Noh, G. H., J. D. Choi, M. H. Lee, S. J. Shin, and D. K. Ryu(2018), Variation of mollusca on rocky intertidal zone in the mid-western coast of Korea, The Korean Journal of Malacology, Vol. 34, No. 3, pp. 147-155.
- [29] Paik, E. I.(1989), Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea (Polychaeta), Ministry of Education, Vol. 31, p. 764.
- [30] Paik, S. G. and S. G. Yun(2003), Community structure and vertical distribution of macrobenthos in the mussel bed on the Goijeong rocky shore in Jinhae, Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol. 36, No. 5, pp. 500-508.
- [31] Park, S. J.(2010), Analysis of Species Composition of the Marine Molluscs Community that inhabit Dolsan-island, Yeosu, Korea Department of Biology Education Graduate School of Chonnam National University, Kwang-Ju, Korea, p. 67.
- [32] Park, J. Y., B. J. Lim and J. I. Lee(2005), A survey of the rocky intertidal biota in Uldolmok, Korea, Korean Society for New and Renewable Energy of Proceedings of the 2005 Spring Conference, pp. 502-506.
- [33] Raffaelli, D. and S. Hawkins(1996), Intertidal Ecology, Chapman & Hall, London, 356 pp.
- [34] Ricciardi, A. and E. Bourge(1999), Global Patterns of Macroinvertebrate Biomass in Marine Intertidal Communities, Marine Ecology Progress Series, Vol. 185, pp. 21-35.
- [35] Shin, H. C., J. H. Lee, K. H. Lim, S. M. Yoon and C. H. Koh(2008), Assessment of the Impacts of 'Sea Prince' Oil Spill on the Rocky Intertidal Macrobenthos Community, Korean Society Of Environmental Biology, Vol. 26, No. 3, pp. 159-169.
- [36] Shin S.(1993), Study on the environment and benthos in the intertidal zone of Haenam peninsula, Korea, Bull. Korean Fish. Soc. Vol. 26, No. 1, pp. 63-75.
- [37] Shin, S. H., J. S. Kim, E. H. Park, H. H. Kim, K. R. Kim, J. M. Kim and C. I. Lee(2011), Change of Sea Water Temperature and Macrobenthic Fauna on Rocky Shore Coast in Namhae, Gyeongsangnam-do, Journal of National Park Research, Vol. 2, No. 3, pp. 154-159.
- [38] Stephenson, T. A. and A. Stephenson(1949), The universal features of zonation between the tidemarks on rocky coasts. Journal of Ecology, Vol. 38, pp. 289-305.
- [39] Terlizzi, A. and D. R. Schie(2009), Patterns along environmental gradients. In: Marine Hard Bottom Communities (ed. by Wahl, M.), Ecological Studies 206, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 101-112.

- [40] The jamovi project(2022), jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org/>.
- [41] Tokeshi, M. and L. Romero(1995), Filling a gap: dynamics of space occupancy on a mussel-dominated subtropical rocky shore. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 119, pp. 167-176.
- [42] Yang, M. H., T. S., Moon, J. T., Yu, J. C. Ko and D. S. Chang(2007), Species appearance and seasonal variation of macrobenthic invertebrate in the coastal water of Chagwi-do, Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, Vol. 23, pp. 235-243.
- [43] Wando county(2021), <https://www.wando.go.kr/contents/>.

---

Received : 2022. 07. 14.

Revised : 2022. 09. 16. (1st)

: 2022. 10. 13. (2nd)

Accepted : 2022. 10. 28.