

제주 차귀도 연안역 저서 무척추동물의 출현과 계절별 변동

양문호, 문태석, 유준택, 고준철, 장대수¹

국립수산과학원 제주수산연구소, ¹국립수산과학원 동해수산연구소

Species Appearance and Seasonal Variation of Macrobenthic Invertebrate in the Coastal Water of Chagwi-do, Jeju-Island

Moon-Ho Yang, Tae-Seok Moon, Jun-Taek Yu, Joon-Cheol Ko and Dae-Soo Chang¹

Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Jeju 690-192, Korea

¹East-sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-860, Korea

ABSTRACT

Macrobenthos were collected in each season by SCUBA diving to investigate the benthic faunal assemblages in the coastal water of Chagwido from September 2004 to August 2005. A total of 201 macrobenthos identified, 74 species (37.2%) of Mollusca were found; 43 species of Arthropoda (19.2%); 34 species of Cnidaria (16.7%) and others including 18 species of Porifera (9.8%). Mean density and biomass were estimated to be 455 individual/m² and 15,565.0 g/m², respectively. Whereas annelids was predominant in biomass (1,558.8 g), gastropods were the most dominant faunal group in terms of abundance (5,391 individuals) and the number of species. The dominant species were *Trochus sacellus*, *Batillus cornutus*, *Pagurus gracilipes*, and *Cantharus cecillei*. The seasonal variation of the number of species and individual Mollusca and Arthropoda was observed. There was a slow increase in spring, the peak in summer, and a slow decrease in autumn and winter. The dominance index was the highest in Gosan and lowest in Yongdang. The biodiversity indice (H') were 1.760-3.497 in each station. Mean biodiversity index was 2.858 (H'). The diversity index, the evenness index (E'), and the dominance index (R) were 3.218-3.743, 0.648-0.720, 17.690-22.826, respectively,

in each station.

Keywords: Macrobenthic fauna, Coastal area of Chagwido, Marine ranching ground.

서론

제주도는 해안선이 비교적 단조로워 외해수의 직접적인 영향을 받고, 주로 쿠로시오에서 분기된 대마난류수 (Rho, 1985) 와 황해난류수 및 혼합수 계열의 고온, 고염분수와 황해역에 중심이 있는 황해냉수 (Lee *et al.*, 2005), 황해저층냉수의 저온, 저염의 냉수계수, 한국남해안연안수 (Choi, 1989) 및 중국대륙연안수 (Kim and Rho, 1994) 등 연안계수가 시기별, 계절별로 영향을 미침으로써 생물다양성이 높을 수 있는 여건을 갖추고 있으며 열대 및 아열대 생물들을 제주도 주변해역으로 수송하는 대마난류의 영향권에 위치해 있어, 우리나라의 타 해역에 비해 다양한 해양 생태적 특성을 보이고 있다.

본 연구의 조사해역인 제주시 차귀도 주변해역은 수중암반이 잘 발달되어 있으며 기후가 온난하고 수온이 높아 아열대해역의 특징을 보이며 잘 발달된 용승역과 유속이 빨라 영양염이 풍부한 해역이다. 또한 차귀도 주변 연안역은 공장 및 생활하수 등 외부 오염원이 비교적 적어 청정한 수질을 유지하고 있으며 다양한 수산생물이 출현하는 해역으로 국내 어느 해역보다도 자원생물학적 가치가 높은 해역으로서 해양학적 또는 생물학적으로 많은 학자들에 의해 연구가 진행 되어 왔다 (Lee and Kang, 1986; Oh *et al.*, 1987; Pang and Kim, 1993).

이러한 제주도의 해양생태계 중요성과 특이성 때문에 오래 전부터 많은 연구자들에 의해 제주도 해양생물 조사가 이루어

Received September 19, 2007; Accepted November 8, 2007
Corresponding author: Yang, Moon-Ho
Tel: +82 (64) 743-3212 e-mail: mhyang11@momaf.go.kr
1225-3480/23210
© The Malacological Society of Korea

졌으며 해양생태계 보전 및 보호지역 지정에 따른 조사들이 수행되어져 왔는데 특히, 1960년대부터 저서동물에 대한 조사를 위주로 많은 학자들에 의해 본격적으로 수행되어졌으며 (Kim and Kim, 1987; Lee, 1988), 1970년대에 들어 동식물에 대한 기초적 분류학적 연구들이 활발히 진행되고 있다.

제주도의 저서생물에 대한 연구로는 분야에 따라 생물상, 생물분류 및 연구와 생태 (Lee and Lee, 1987; Choi and Lee, 1989; Oh *et al.*, 1990; Lee and Lee, 1976) 등 많은 연구들이 수행되어져 왔다. 그러나 이러한 연구들은 대부분 제주도 남쪽에 위치한 몇몇 바위섬 주변역에 편중되었고, 시료채집방법에서도 연구자들이 직접적인 수중조사를 실시하지 않았으며 조간 및 조하대 생물에 대한 연구는 거의 없었다. 1980년에 들어서부터 조간대를 중심으로 생물분포 및 군집구조, 제주도의 조간대와 주변 섬 연안 및 제주도 북부와 동부 연안역의 생물에 대한 생태학적 연구들이 활발히 진행되었다 (Lee and Jwa, 1988; Lee *et al.*, 1989; Lee, 1990, 1991; Lee and Hyun, 1992; Lee and Kim, 1993). 그러나 제주도 연안역 중 다양한 수산생물이 서식하며, 풍부한 해양자원 생태계가 유지되고 있는 차귀도 주변해역에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구는 제주도 바다목장화 조성사업을 위한 기반 조성 연구의 일환으로 차귀도 주변해역의 저서수산생물의 실태를 조사하고, 해양생태계를 유지하고 있는 저서생물의 종조성,

우점종, 종별 출현양상 및 계절적 변동 등 저서무척추동물에 대한 기초적 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

차귀도 주변해역 (Fig. 1) 저서무척추동물 생물상을 조사하기 위해 고산, 용수, 용당, 신창의 4 개 해역 (Table 1) 으로 구분하여 2004년 9월과 11월 및 2005년 2월, 4월, 6월, 8월의 6 회에 걸쳐 4 개 해역별로 1 개 정점을 중심으로 2 개의 보완정점을 조사하는 3 회 반복 조사방법으로 조사하였다. 그리고 수심별 (10 m, 20 m, 30 m 이내 및 30 m 이상) 로 구분하여 방형구법 (1 × 1 m) 에 의한 수중잡수조사로 시료를 채집하였으며 대형 저서생물상을 파악하기 위해 같은 시기에 각 정점별로 연안측과 외해측에 2 set (통발 1 set: 32 × 60 cm 원형 20 개) 씩 총 8 개 set에 의한 통발조사를 실시하였다 (Fig. 1). 채취된 시료는 실험실로 운반하여 각 동물군별로 생체조사 (0.1 mm, 0.1 g) 와 동정을 실시하였다. 종별 개체수 자료를 분석한 결과를 토대로 조사해역의 무척추동물의 군집형태를 파악하기 위해 McNaughton (1968) 의 우점도 (dominance index)를 이용하여 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다. 또한 조사지점에 따른 종 다양성 분석은 Shannon and Weaver (1948) 의 종 다양도 지수 (species diversity index)로 분석하였고 Pielou (1975) 의 균등도와 Margalef (1958) 의 종 풍부도

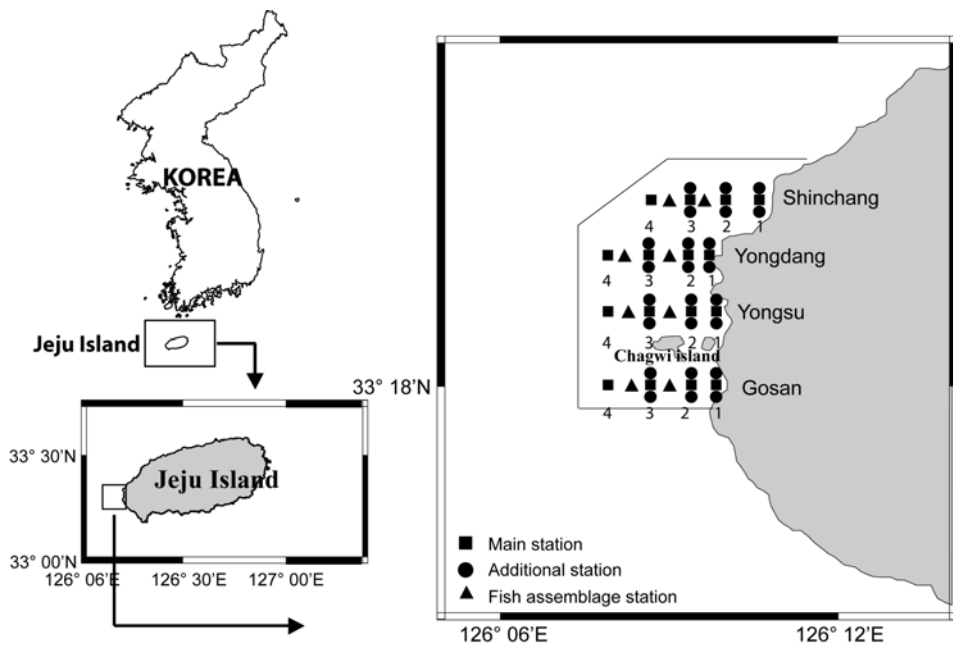


Fig. 1. Map of surveyed station in coastal water of Chagwi-do. Samples were collected by SCUBA diving from a main survey station (square) with two additional stations (circle) and by two sets of fish assemblage (triangle) during September 2004 through August 2005.

Table 1. Longitude, latitude of sampling station and depth of coastal water in the station.

Area	Depth (m)	Longitude	Latitude
Gosan-1	10	126°09' 55"	33°18' 00"
Gosan-2	20	126°09' 41"	33°18' 00"
Gosan-3	30	126°09' 00"	33°18' 00"
Gosan-4	30 ↓	126°08' 44"	33°18' 00"
Yongsu-1	10	126°09' 59"	33°18' 42"
Yongsu-2	20	126°09' 41"	33°18' 42"
Yongsu-3	30	126°09' 00"	33°18' 42"
Yongsu-4	30 ↓	126°08' 44"	33°18' 42"
Yongdang-1	10	126°09' 38"	33°19' 58"
Yongdang-2	20	126°09' 41"	33°19' 58"
Yongdang-3	30	126°09' 00"	33°19' 58"
Yongdang-4	30 ↓	126°08' 44"	33°19' 58"
Shinchang-1	10	126°10' 30"	33°21' 20"
Shinchang-2	20	126°09' 59"	33°21' 20"
Shinchang-3	30	126°09' 41"	33°21' 20"
Shinchang-4	30 ↓	126°09' 00"	33°21' 20"

를 이용하였다.

결 과

1. 무척추생물 출현종

차귀도 주변 연안역에서 조사된 대형 저서동물의 종수, 개체 수 및 현존량을 Fig. 2 및 Table 2와 같다. 2004년 9월부터 2005년 8월까지 조사된 대형 저서동물은 총 8 문 18 강 40 목 100 과 201 종이 출현하였다. 연체동물은 4 강 15 목 40 과 74 종으로 전체 출현 동물들 중 37.2%로 가장 높은 비율을 보였으며 이중 복족류가 28.4%로 높은 우점률을 보였다.

절지동물은 1 강 1 목 15 과 43 종으로 전체의 19.2%로 갑각류만이 출현하였고, 자포동물은 3 강 7 목 20 과 34 종으로 전체의 16.7%를 차지하여 이중 산호충류가 10.9%의 우점을 보였다. 다음으로 해면동물이 2 강 6 목 8 과 18 종으로 9.8%, 극피동물이 5 강 7 목 11 과 18 종으로 해면동물과 같이 9.4%를 차지하였으며, 태형동물은 1 강 1 목 1 과 6 종으로 3.8%, 환형동물은 1 강 2 목 4 과 5 종으로 2.1%, 척색동물이 1 강 1 목 1 과 3 종으로 전체의 1.7%의 순으로 나타나 연체동물이 차지하는 비중이 가장 높았다.

2. 개체밀도

조사기간 동안 출현한 저서동물의 개체수는 총 10,606 개체로 연체동물 53.9% (5,718 개체), 절지동물 23.1% (2,448 개체), 극피동물 10.0% (1,056 개체), 자포동물 5.5% (582

개체), 해면동물 5.0% (529 개체), 척색동물 0.9% (99 개체), 태형동물 0.9% (92 개체), 환형동물 0.8% (82 개체) 의 순으로 차지하였다. 연체동물은 복족류 (Gastropoda) 가 50.9% (5,391 개체) 로 압도적인 우위를 보였고, 절지동물은 갑각류 (Crustacea) 가 23.1% (2,44 개체), 극피동물에서는 불가사

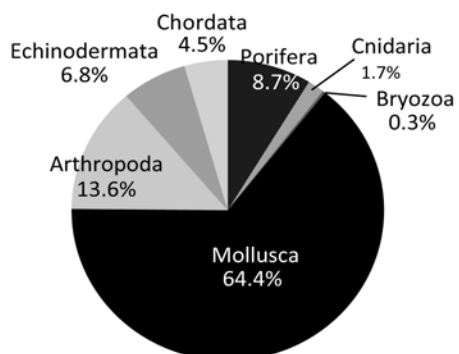
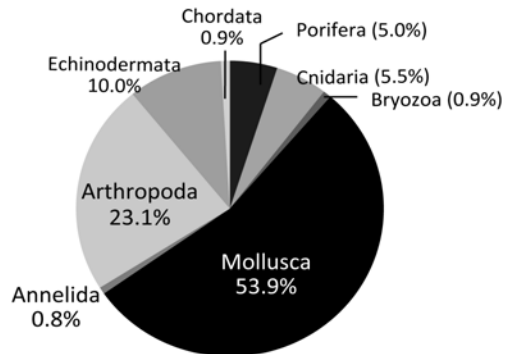
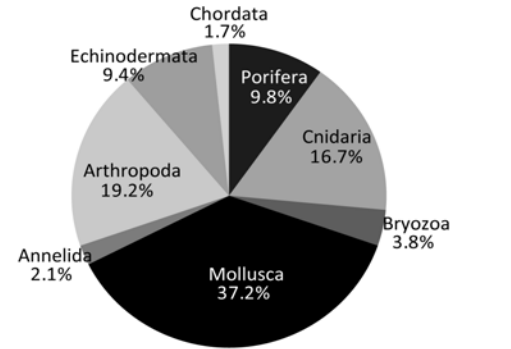


Fig. 2. Species composition, individual numbers and biomass of the macrobenthos in coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

리류 (Stelleroidae) 가 6.4% (677 개체) 로 우점하였다. 자포동물에서는 히드라충류가 2.7% (290 개체), 해면동물은 보통 해면류 (Demospongia) 가 5.0%를 차지하였고, 다음으로 척삭동물 (1.0%, 99 개체), 태형동물 (0.9%, 92 개체), 환형동물 (0.8%, 82 개체)로 나타나 연체동물이 가장 높은 개체수 위위를 보였고, 환형동물이 가장 낮게 나타났다.

3. 생체량

생체량은 총 392,579.4 g으로 연체동물이 64.4% (253,013.5 g), 절지동물 13.6% (53,389.1 g), 해면동물 8.7% (34,184.7 g), 극피동물 6.8% (26,577.9 g), 척삭동물 4.5% (17,595.7 g), 자포동물이 1.7% (6,789.1 g), 태형동물

0.3% (1,082.1 g), 환형동물 0.1% (109.3 g) 의 순으로 차지하였다. 연체동물에서 우점종은 복족류로 전체의 38.7% (156,568.7 g) 로 압도적으로 우점하였고, 절지동물은 갑각류가 13.7% (55,389.1 g) 였으며, 해면동물은 보통해면류가 8.4% (34,184.5 g), 극피동물은 성게류가 2.5% (10,164.7 g) 로 차지하였다. 척삭동물은 해초류가 전체의 4.3% (17,595.8 g) 였고, 태형동물과 환형동물은 전체 생체량 중 가장 낮았으며 그 값은 각각 2.2% (8,970.4 g), 0.4% (1,558.8 g) 로 나타났다.

4. 해역별 군집양상

2004년 9월부터 2005년 8월까지 조사된 저서 무척추동물

Table 2. Number of species, mean density and biomass of macrobenthos in coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

Taxon	2004		2005					Total(%)
	Sep.	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	
No. of Species	85	100	100	119	120	93	133	234(100.0)
Porifera	5	13	10	11	18	10	19	23(9.8)
Cnidaria	11	19	22	20	20	8	17	39(16.7)
Bryozoa	1	5	6	4	4	4	4	9(3.8)
Mollusca	31	35	31	42	45	47	67	87(37.2)
Annelida	2	1	4	5	6	1	3	5(2.1)
Arthropoda	22	14	12	18	15	15	16	45(19.2)
Echinodermata	11	12	11	17	11	6	7	22(9.4)
Chordata	2	1	4	2	1	2	-	4(1.7)
Density (individual/m ²)	487	465	329	567	487	491	357	3,183(100.0)
Porifera	2	27	26	37	26	15	37	529(5.0)
Cnidaria	4	23	35	41	46	16	74	582(5.5)
Bryozoa	1	3	5	6	8	4	26	92(0.9)
Mollusca	299	275	152	292	288	274	146	5,718(53.9)
Annelida	2	1	4	10	7	1	1	82(0.8)
Arthropoda	100	95	76	109	60	156	48	2,448(23.1)
Echinodermata	77	39	23	67	49	24	25	1,056(10.0)
Chordata	2	2	8	5	3	1	-	99(0.9)
Biomass (gwt/m ²)	10,439.1	14,440.1	19,634.8	23,832.6	16,700.2	13,265.6	10,643.1	108,955.5(100.0)
Porifera	27.3	1,458.3	2,141.7	2,005.3	1,482.3	772.0	1,610.9	34,184.7(8.7)
Cnidaria	67.2	307.8	412.6	350.2	910.1	167.6	603.8	6,789.1(1.7)
Bryozoa	4.7	32.2	95.4	2,005.3	55.4	9.7	176.9	1,082.1(0.3)
Mollusca	5,703.3	8060.3	13,213.7	14,396.2	11,049.6	8,666.5	5,718.0	253,031.5(64.4)
Annelida	362.7	2.3	5.3	14.1	12.4	0.2	2.4	109.3(0.1)
Arthropoda	2,750.2	2,751.5	1,889.2	1,490.7	1,462.8	3,076.6	2,119.0	53,389.1(13.6)
Echinodermata	1,161.0	1,596.2	505.5	2,633.6	1,156.4	448.2	412.1	26,577.9(6.8)
Chordata	362.7	231.5	1,371.4	937.2	571.2	124.8	-	17,595.7(4.5)

의 각 해역별 변화는 Fig. 3과 같다. 중수 변동은 고산에서 181 종으로 가장 높았고, 용수에서 151 종, 신창 143 종의 순이었으며 가장 낮은 곳은 용당으로 141 종이 출현하여 차귀도 연안 남쪽에 위치해 있는 고산에서 다양한 생물들이 출현하는 것으로 나타났다.

고산에서 출현한 저서동물들 중 연체동물이 전체의 32.3%로 가장 높았고, 이중 복족류가 차지하는 비율은 26.2%였다. 자포동물은 전체 16.9%로 산호충류가 10.8%를 차지하였고, 다음으로 극피동물과 절지동물이 각각 13.8%의 출현비율을 나타냈다. 용수에서도 고산해역과 같은 양상으로 복족류가 우점한 연체동물이 37.7%로 가장 높았으며, 해면동물이 16.4%, 극피동물이 14.7%의 순으로 나타났다. 신창에서도 연체동물이 34.5%로 가장 높았고, 자포동물은 14.6%로 이중 산호충류가 7.3%를 차지하였으며 해면동물과 절지동물 및 극피동물에서 각각 14.5%로 같은 출현율을 나타냈다. 용당에서는 총 141 종이 출현하여 조사해역 중 종다양도가 가장 낮게 나타났다.

개체수 변화의 경우 4 지역 중 신창에서 3,063 개체를 가장 많았고, 용당에서 2,712 개체, 용수 2,693 개체의 순이었으며 가장 낮은 곳은 고산으로 2,659 개체가 출현하여 중수 변동과 반대양상으로 차귀도 주변 북쪽에 위치한 신창에서 개체밀도가 높게 나타났다.

신창에서 개체밀도가 조사해역 중 가장 높게 나타났고 (총 3,063 개체), 출현 동물들 중 연체동물이 62.6%로 4 개 지점에서 개체밀도가 가장 높았으며 이 중 복족류가 차지하는 비중이 60.2%였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 19.6%를 차지하였고, 극피동물은 7.3%로 이 중 불가사리류가 5.1%로 우점하였다. 용당에서는 2,712 개체로 출현 동물들 중 연체동물이 61.0%, 이 중 복족류가 58.5%로 전체 출현개체의 50% 이상을 차지하였다. 다음으로 절지동물 중 십각류가 19.5%를 차지하였고, 극피동물은 7.2%로 불가사리류가 3.6%로 나타났다.

용수에서는 2,693 개체가 출현하여 연체동물이 53.9%로 가장 높았고, 절지동물 중 십각류가 22.5%를 차지하였으며 극피동물은 14.0%로 이 중 불가사리류가 9.0%로 우점하였다. 고산에서는 2,695 개체가 출현하여 조사해역 중 가장 낮은 개체밀도를 보였으나, 우점순위는 연체동물이 49.2%, 절지동물 23.6%, 자포동물 9.2%, 극피동물 9.1%, 해면동물 4.7%, 태형동물 2.0%, 환형동물 1.3%, 척색동물이 0.9%의 순으로 나타났다.

생체량 변동은 고산에서 118,659.9 g으로 가장 높았고, 용수에서 80,807.4 g, 용당 78,111.2 g의 순이었으며 가장 낮은 곳은 신창으로 10,161.7 g으로 중수 변동과 같은 양상으로 고산에서 높게 나타났다.

고산에서 출현한 연체동물의 비율은 70.6%였고, 이 중 두족류 (Cephalopoda) 와 복족류 (Gastropoda) 가 각각 37.1%,

33.2%로 다른 출현동물들에 비해 높은 우위를 보였으며 특히, 다른 지역에 비해 두족류인 문어 (*Octopus dofleini*) 가 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 용수에서 연체동물이 57.0%, 절지동물 20.1%, 해면동물 8.7%, 극피동물 8.6%, 척색동물 3.9%, 자포동물이 1.6%, 태형동물과 환형동물이 0.1%로 가장 낮게 나타났다. 용당에서는 연체동물이 47.4%, 절지동물 14.4%, 해면동물 10.2%, 극피동물 6.7%, 척색동물 3.0%, 자포동물 1.7%, 태형동물이 0.3%였으며 환형동물이 0.1%로 가장 낮았다. 신창에 출현한 저서동물의 총 생체량은 10,161.7

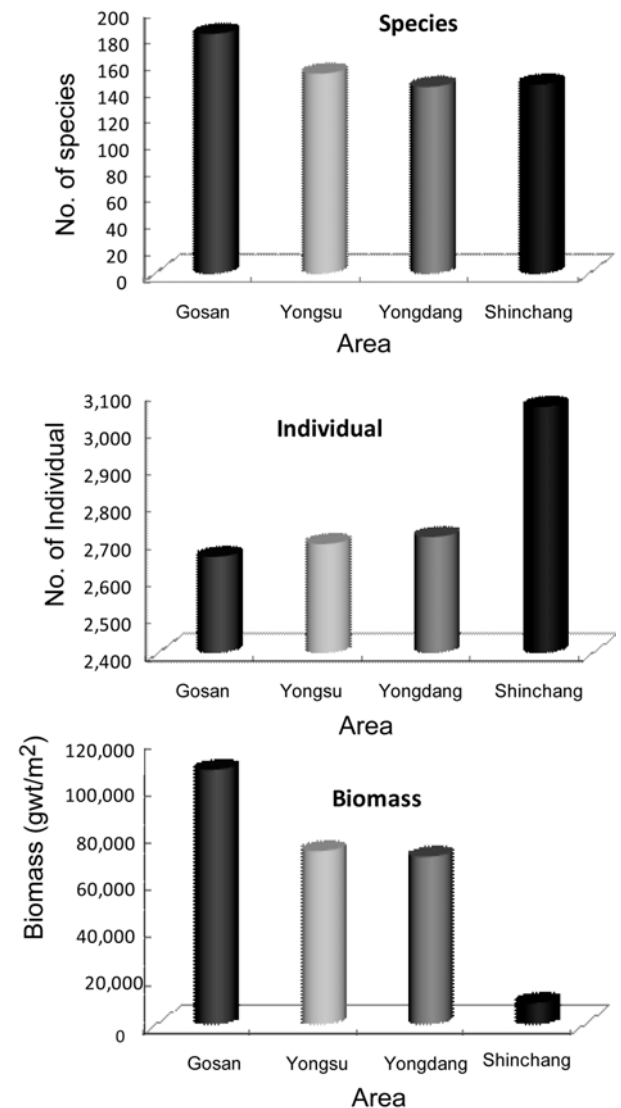


Fig. 3. Regional variations of the species composition, individual numbers and biomass of the macrobenthos in coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

g으로 조사해역 중 가장 낮게 나타났다.

5. 계절별 출현양상

2004년 9월부터 2005년 8월까지 조사된 자료를 토대로 저서동물의 계절별 출현양상을 파악하기 위해 2004년 9월에서 2005년 8월을 1년 주기로 하여 4월과 6월을 춘계, 8월과 9월을 하계, 11월을 추계, 2월을 동계로 나눠서 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 단, 춘계와 하계의 자료는 평균 자료를 이용하였다.

차귀도 연안역의 종수 및 개체 밀도가 가장 높게 나타난 연체동물의 경우 춘계에 서서히 증가하기 시작하여 하계에 최고를 보이다 추계와 동계로 갈수록 서서히 감소하는 뚜렷한 계절적 변동 양상을 보이고 있다. 그러나 생체량 변동은 춘계에 최고를 나타내지만, 하계에 급격히 감소하여 추계와 동계에 다시 증가하는 U자형 패턴을 보이고 있다. 절지동물에 있어서도 종수 및 개체수 변동이 연체동물과 유사한 패턴으로 하계에 피크가 나타나면서 추계 및 동계로 갈수록 감소하지만, 현존량 변동은 춘계와 하계에 서서히 증가하여 추계에 최고를 보이다 동계에 서서히 감소하는 특징을 보였다. 따라서, 개체 밀도가 가장 높은 연체동물과 절지동물의 종 및 개체수에 대한 계절적 패턴은 유사하게 나타났지만, 생체량은 다르게 나타나는 특징을 보였다.

6. 군집우점도

조사해역 내에 군집의 분포 유형을 파악하기 위해 전체 출현 종 중 점유율 5.0% 이상을 차지하는 종에 대한 군집우점도는 Table 3과 같다.

고산에서 출현한 군집 제 1 우점종은 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 제 2 우점종은 소라 (*Batillus cornutus*), 제 3 우점종은 납작손참집게 (*Pagurus gracilipes*)의 순으로 군집우점도 (CDI) 는 9.51-10.79 범위였으며 평균 10.27로 나타났다. 용수의 경우 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 납작손참집게 (*Pagurus gracilipes*), 소라 (*Batillus cornutus*) 의 순으로 군집우점도는 9.54-16.00 범위였고, 평균 12.07로 나타났으며, 용당에서는 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 소라 (*Batillus cornutus*), 털껍질돼지고둥 (*Cantharus cecillei*) 의 순으로 군집우점도 12.16-16.55의 범위로 평균 14.06이었다. 신창의 경우 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*), 털껍질돼지고둥 (*Cantharus cecillei*), 납작손참집게 (*Pagurus gracilipes*) 가 출현하여 군집우점도 10.28-19.88로 평균 14.91으로 나타났다.

따라서, 군집우점도에 의한 조사지역내 군집 분포유형은 대부분 복족류와 갑각류 등 특정 종에 의한 군집우점도가 높게 나타나고 있었고, 4 지역 모두에서 바퀴고둥 (*Trochus sacellus*) 이 제 1 우점종으로 조사되어 점유율이 매우 높게

나타나는 특성을 보였으며 신창에서 군집밀도가 가장 높게 나타난 반면 고산에서 가장 낮게 나타났다.

7. 종 다양성, 균등도, 풍부도

차귀도 연안역 바다목장 조성지의 각 지역별에 따른 군집내 종다양도 지수 (H'), 균등도 (E'), 풍부도 (R) 를 전체 종합하여 분석한 결과는 Table 4와 같다.

각 해역에 따른 종다양도 지수 (H') 는 3.218-3.743으로 조사해역 남부에 위치해 있는 고산에서 3.743으로 가장 높았고, 북쪽에 위치한 신창에서 가장 낮았다.

군집내 종 구성의 동일한 정도를 나타내는 균등도 (E') 의 경우 조사지역 전반에 걸쳐 0.648-0.720으로 고산에서 높게 나타났고, 용수와 용당에서 각각 0.674, 0.656으로 해역별 차가 크지 않았으며 신창에서 가장 낮게 나타났다.

풍부도 (R) 의 경우 조사 지역 군집 내 17.690-22.826의 범

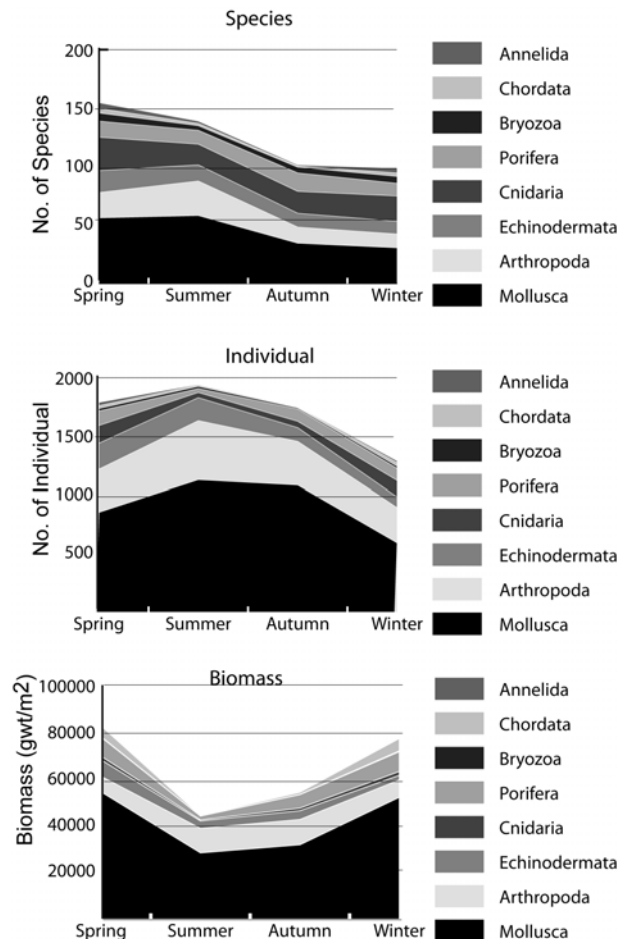


Fig. 4. Seasonal variation of the number of species, density and biomass of macrobenthos in coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

Table 3. Dominant species and Community dominant species and index (CDI) at each stations in the coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

Sampling stations	Community dominant species and index (CDI)					
	First dominant species	CDI	Second dominant species	CDI	Third dominant species	CDI
Gosan	<i>Trochus sacellus</i>	10.79	<i>Batillus cornutus</i>	10.53	<i>Pagurus gracilipes</i>	9.51
Yongsu	<i>Trochus sacellus</i>	16.00	<i>Pagurus gracilipes</i>	10.69	<i>Batillus cornutus</i>	9.54
Yongdang	<i>Trochus sacellus</i>	16.55	<i>Batillus cornutus</i>	13.49	<i>Cantharus cecillei</i>	12.16
Shinchang	<i>Trochus sacellus</i>	19.88	<i>Cantharus cecillei</i>	14.59	<i>Pagurus gracilipes</i>	10.28

위로 균등도와 마찬가지로 고산에서 22.826으로 가장 높았고, 용수와 용당에 이어 신창에서 가장 낮게 나타났다.

고 찰

차귀도 주변해역에서 조사기간 중 출현한 저서무척추동물은 총 8 문 18 강 40 목 100 과 201 종이었다. 분류군별로 연체동물이 4 강 15 목 40 과 74 종으로 전체 출현동물들 중 37.2%로 가장 많았고, 절지동물은 1 강 1 목 15 과 43 종으로 19.2%, 자포동물은 3 강 7 목 20 과 34 종 (16.7%), 해면동물은 2 강 6 목 8 과 18 종 (9.8%), 극피동물은 5 강 7 목 11 과 18 종 (9.4%), 태형동물은 1 강 1 목 1 과 6 종 (3.8%), 환형동물은 1 강 2 목 4 과 5 종 (2.1%), 척삭동물은 1 강 1 목 1 과 3 종 (1.7%) 으로 각각 조사되었다. 제주도 주변연안의 조간대에서 조사한 연구에 의하면 Lee (1991) 는 마라도 조간대에서 총 7 문, 12 강 23 목 49 과 90 종에 대해 보고했으며, 본 조사해역과 유사한 차귀도 조간대에서 146 종 (Lee et al., 1995), 비양도 해역에 168 종 (Lee and Kim, 1993) 으로 보고하였는데 본 조사해역은 201 종으로 출현종수가 월등히 많은 것으로 나타났다. 그러나 황해 경기만에 위치한 영종도 부근해역의 266 종 (Lim et al., 1995), 낙동강과 거제도 부근에 인접한 가덕도 주변 해역 260 종 (Yun and

Paik, 2001), 서해 영산강 하구역의 206 종 (Lim and Park, 1999), 대부도 연안역의 209 종 (Lim and Choi, 1998) 이 출현한 것에 비해 비교적 적게 출현하였다.

개체밀도는 총 3,183 개체로 연체동물의 개체밀도가 가장 높게 나타났다. 평균 개체밀도의 경우 455 개체/m²로 가덕도 주변해역의 1,729 개체/m² (Yun and Paik, 2001), 대부도의 1,093 개체/m² (Lim and Choi, 1998) 보다는 약 50%정도 낮았지만, 영종도 인근해역의 498 개체/m² (Lim et al., 1995) 와는 유사한 밀도분포를 보였다. 이는 다모류와 이미패류들이 다량 출현하는 퇴적상이 대부분 사니질로 구성되어 있으며, 육지와 인접해 있는 만하구역의 해양특성을 이루는 반면, 대부분 암반 및 사질대로 이루어진 제주도 연안의 지형특성에 의해 연체동물 중 다모류 및 이미패류의 출현이 적게 나타난 것으로 사료된다.

생체량은 평균 15,565.0 gwwt/m²로 생체량의 차이는 각 해역별로 다르게 나타났고 있으나 생체량 변동의 우점을 차지하고 있는 복족류인 소라 (*Batillus cornutus*) 와 두족류인 문어 (*Octopus dofleini*) 가 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타나기 때문에 차귀도 해역과 퇴적상이 다른 남해안의 섬 주변역에 조사한 연구들에 비해 월등히 높게 나타나는 것으로 사료된다.

차귀도 주변해역의 4 개 해역별의 저서무척추동물의 출현양상은 차귀도를 중심으로 남쪽에 위치해 있는 고산에서 종 다양도 및 생체량이 가장 높게 나타났고, 개체 수에서는 북쪽에 위치한 신창에서 가장 높게 나타났다. 대부분의 조사정점에서 높은 우점률을 보인 것은 연체동물이지만, 특히 신창에서 복족류가 차지하는 비율이 60.2%로 상대적으로 높게 나타났다.

차귀도 주변해역의 저서무척추동물의 계절적 출현양상의 경우 종수와 개체 수에 있어 하계에 증가하지만, 특히, 연체동물과 절지동물의 하계에 증가추세가 다른 동물들에 비해 높게 나타났다. 이는 각 분류군의 월별 출현양상에 있어 하계인 7월과 9월에 가장 많은 개체수가 출현하고 1월인 동계에 가장 적게 나타났다는 가덕도 주변해역 저서동물의 계절적 변동양상

Table 4. The value of biodiversity index, evenness index and richness index of macrobenthos in the coastal water around Chagwi-do, 2004-2005.

Sampling stations	Community species diversity index		
	Biodiversity index (H')	Evenness index (E')	Richness index (R)
Gosan	3.743	0.720	22.826
Yongsu	3.385	0.674	18.991
Yongdang	3.248	0.656	17.709
Shinchang	3.218	0.648	17.690

(Yun and Paik, 2001) 에 대한 연구와 유사하게 나타났다.

조사해역 내 군집분포 유형을 파악하기 위한 군집 우점도 지수 9.51-19.88으로 특히, 신창에서 평균 14.91로 군집간의 의존도가 가장 높게 나타나고 있다. 암반과 사질 및 자갈이 혼재되어 있는 곳은 공간적 제약 및 환경적 위험에서 개체군을 유지하기 위해 서식밀도가 높게 나타난다는 보고와 (Lee and Hyun, 2002) 같이 본 조사해역의 신창은 암반과 사질 및 자갈이 완만하게 분포하고 있는 지형을 갖추고 있어 개체군 군집간 우점률이 고산, 용수, 용당에 비해 높게 나타난 것으로 사료된다.

조사기간 동안 각 해역에 따른 종다양도 (H'), 균등도 (E'), 풍부도 (R) 범위는 각각 3.21-3.74, 0.64-0.72, 17.69-22.82로 조사해역 중 고산에서 상대적으로 높고 신창에서 가장 낮게 나타났다. 이는 진해만 서부해역에 위치한 가덕도 주변 (Yun and Paik, 2001) 해역의 종다양도 지수 2.70-3.31보다 높았고, 균등도 지수범위 0.07-0.35의 보고 (Lee and Hyun, 2002) 에 비해서도 높게 나타나 적절한 사질대와 암반 및 자갈로 형성 되어있는 지형이 저서서식생물의 군집 다양도가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

요 약

제주 바다목장조성지인 차귀도 주변해역의 저서 무척추동물에 대한 출현 및 계절적 변동을 파악하기 위해 고산, 용수, 용당, 신창의 4개 해역을 설정하여 2004년 9월과 11월 및 2005년 2월, 4월, 6월, 8월 등 모두 6 차례에 걸쳐 조사 분석을 하였다. 조사기간 중 총 201 종의 저서동물이 출현하였다. 연체동물이 74 종 (37.2%) 으로 가장 높게 나타났다. 이 중 복족류가 28.4%로 가장 우점 하였고, 절지동물 43 종 (19.2%), 자포동물 34 종 (16.7%) 의 순으로 나타났다. 조사해역의 평균 개체밀도와 생물량은 각각 455 개체/m² (53.9%), 15,565.0 g/m² (64.4%) 로 종류와 마찬가지로 연체동물이 개체수와 생체량에서 가장 높게 출현하였다. 주요 우점종은 *Trochus sacellus*, *Batillus cornutus*, *Pagurus gracilipes*, *Cantharus cecillei*의 복족류에서 높은 우점률을 보였다. 계절별 출현양상은 하계에 개체수 및 생체량이 증가하다 동계로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 그리고 종 다양도, 균등도, 풍부도의 해역별 변동을 보면 조사해역의 남쪽에 위치해 있는 고산에서 상대적으로 높게 나타난 반면, 북쪽에 위치한 신창에서 가장 낮게 나타나는 경향을 보였다.

감사의 글

이 연구는 제주바다목장화 개발 연구사업의 일부로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Choi, C.M. (1989) A study on the origin of coastal waters in the southwestern seas of Korea. M.S. Thesis, Cheju National University, Jeju. 44 pp. [in Korean]
- Choi, D.S. and Lee, I.K. (1989) Notes on *Amphiroa* (Rhodophyta) from Cheju Island. *Korean Journal of Botany*, **32**(4): 363-373. [in Korean]
- Kim I.O. and Rho, H.K. (1994) A study China coastal water appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **27**(5), 515-528. [in Korean]
- Kim, H.S. and Kim, C.B. (1987). Marine gammaridean amphipoda (crustacea) of Cheju Island and adjacent waters, Korea. *Korean Journal of Systematic Zoology*, **3**(1): 1-23. [in Korean]
- Lee, J.J. (1990) Bioecological study of the northern coastal area in Cheju Island. *Korean Journal of Malacology*, **6**(1): 33-44. [in Korean]
- Lee, J.J. (1991) Bioecological studies of the southern coastal area in Cheju Island. - 1. Distribution and community structure of the benthic macroinvertebrates in Gapa and Mara Islets. *Korean Journal of Malacology*, **7**(1): 49-57. [in Korean]
- Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1991) Bioecological studies of the southern coastal area in Cheju Island. - 2. Distribution and community structure of the benthic molluscan shells in around coast to Sogwipo. *Korean Journal of Malacology*, **7**(1): 58-65. [in Korean]
- Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1992) Bioecological study of the eastern coastal area in Cheju Island. - Seasonal changes of macroinvertebrate community on the intertidal rocky shores. *Korean Journal of Malacology*, **8**(1): 1-20. [in Korean]
- Lee, J.J. and Hyun, J.M. (2002) Species diversity and community structure of macrobenthic invertebrate inhabiting the intertidal zone near Songacksan Area, Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, **18**(1): 41-52. [in Korean]
- Lee, J.J. and Jwa, Y.W. (1988) Ecological study on the intertidal zone around Cheju Island - 1. Estimation of plankton production and community structure of marine shells - Community structure of molluscan shells. *Korean Journal of Malacology*, **4**(1): 17-29. [in Korean]
- Lee, I.K. and Kang, J.W. (1986) A check list of marine algae in Korea. *Korean Journal of Phycology*, **1**(1): 311-325. [in Korean]
- Lee, J.J. and Kim, J.C. (1993) Bioecological studies of the western coastal area in Cheju Island. - Distribution and seasonal community changes of the benthic macroinvertebrates on the rocky intertidal zone of Biyangdo. *Korean Journal of Malacology*, **9**(2): 68-84. [in Korean]
- Lee, Y.P. and Lee, I.K. (1976) On the algal community in the intertidal belt of Jeju Island. 1. Algal

- community of spring season. *Korean Journal of Botany*, **19**(4): 111-118. [in Korean]
- Lee, Y.P. and Lee, I.K. (1987) Notes on *Sphacelaria* (Phaeophyta) from Cheju Island. *Korean Journal of Botany*, **30**(4): 311-321. [in Korean]
- Lee, J.J., Zhang, C.I. and Cho, U.S. (1989) Community structure of the ecosystem on the intertidal zone and grass land in Cheju Island - Distribution and community structure of benthic macroinvertebrates. *Korean Journal of Malacology*, **5**(1): 10-28. [in Korean]
- Lee, J.J., Hyun, J.M. and Kim, J.C. (1995) Bioecological study of the upwelling area around Cheju Island - Community structure of the benthic macroinvertebrates at the rocky intertidal zone of Chagwi-do, Cheju Island. *Korean Journal of Malacology*, **11**(1): 1-20. [in Korean]
- Lee, D.I., Cho, H.S., Yoon, Y.H., Choi, Y.C. and Lee, J.H. (2005) Summer Environmental Evaluation of Water and Sediment Quality in the South Sea and East China Sea. *Journal of Korean Society for Marine Environmental Engineering*, **8**(2): 83-99. [in Korean]
- Lim, H.S. and Choi, J.W. (1998) Macrobenthic community at the subtidal area around Taebudo in Kyeonggi Bay, Korea. *Journal of Korean Fisheries Society*, **31**(4): 453-462. [in Korean]
- Lim, H.S., Lee, J.H., Choi, J.W. and Je, J.G. (1995) Macrobenthic community on the soft-bottom around the Youngjong Island, Korea. *Journal of Korean Fisheries Society*, **28**(5): 635-648. [in Korean]
- Lim, H.S. and Park, K.Y. (1999) Community structure of macrobenthos in the subtidal soft bottom in semi-enclosed Youngsan river estuarine bay, southwest coast of Korea. *Journal of Korean Fisheries Society*, **32**(3): 320-332. [in Korean]
- Margalef, D.R. (1958) Information theory in ecology. *General Systems*, **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. (1967) Relationship among functional properties of California grassland. *Nature*, **216**: 168-169.
- Oh, Y.S., Lee, I.K. and Lee, Y.P. (1990) Taxonomic remarks on three marine species of *Cladophora* (Cladophoraceae, Chlorophyta) from Cheju Island. *Korean Journal of Botany*, **33**(2): 127-134. [in Korean]
- Oh, Y.S., Lee, Y.P. and Lee, I.K. (1987) A taxonomic study on the genus *Codium*, Chlorophyta in Cheju Island. *Korean Journal of Phycology*, **2**(1): 61-72.
- Pang, I.C. and Kim, T.H. (1993) Upwelling of the western coastal water in Cheju Island. *Bulletin of National University of Cheju*, **17**: 1-12. [in Korean]
- Pielou, E.C. (1975) Ecological diversity. 176 pp. Wiley-Interscience, London.
- Rho, H.K. (1985) Studies on marine environmental of fishing ground in the waters around Jeju Island. Ph.D. Thesis, Tokyo University. 215 pp.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. 125 pp. University of Illinois Press, Chicago.
- Yun, S.G. and Paik, S.G. (2001) Community structure of macrobenthos around Kadugdo, a South coast of Korea. *Journal of Korean Fisheries Society*, **34**(5): 493-501. [in Korean]