

화순 조간대 저서 대형무척추동물의 공간적 종다양성에 관한 연구

이정재, 강경철, 김종철¹

제주대학교 해양과학대학, ¹세화고등학교

Spatial Species Diversity of Macrobenthos in the Intertidal Zone of Hwasoon, Jeju Islands

Jung Jae Lee-Kyung Chul Kang and Jong Cheol Kim¹

School of Applied Marine Science, College of Ocean Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

¹Sehwa High School, Sehwa-ri, Gujwa-eup, Bukjejugun, Jeju 690-804, Korea

ABSTRACT

The distribution and seasonal changes of the intertidal macrobenthos community was performed on five intertidal rocky stations of Hwasoon at Jeju Islands September 1999 to August 2000. The macrobenthos was composed of six phyla, 13 classes, 24 orders, 49 families, and 97 species. The dominant species of the upper zones were *Nodilittorina exigua*, *Notoacmea schrenckii*, *Liolophura japonica* and *Patelloida saccharina*. Those of the middle zones were *Monodonta labio*, *Chthamalus challengerii*, *Siphonalia japonica* and *Liolophura japonica*. Those of the lower zones were *Siphonalia sirius*, *Patelloida saccharina*, *Chthamalus challengerii*, and *Liolophura japonica*. The community dominance indices of the upper zones were much higher than those of the middle and lower zones. Species diversity and evenness in all investigated zones were highest in station 1 and lowest in station 3. But, species richness was highest in station 1 and lowest in station 4.

Keywords: Intertidal macrobenthos, Dominant species, Community dominance index, Species diversity, Evenness, Species richness.

서 론

일반적으로 연안의 해양 저서생물의 분포는 주위 환경과 밀접한 관계를 맺고 있다. 특히 조간대 지역은 조석간만의 차, 일기의 변화, 지역적 특성, 염분농도, pH 등의 물리 화학적 요인과 해조류, 먹이, 포식동물의 분포 등의 생물학적 요인이 저서생물의 분포에 제한요인으로 작용하고 있다. 또한 조간대의 형태와 구조, 각 생물이 갖고 있는 생리적 저항성으로 인하여 조간대의 생물군집은 매우 다양하고 독특한 양상을 나타내고 있다. 이와 같은 저서무척추동물이 해양생태계의 생물학적인 수직 수평적 층위구조는 해산식물과 해산 저서무척추동물의 상호관계에 의하여 더욱 긴밀하게 유지되고, 이러한 층위구조는 해산식물의 분포양상에 따라 해양 동, 식물의 종 조성, 생활사 및 종 다양성, 분포상 등의 군집속성을 변화시킬 수 있는 요인이 되기도 한다.

해양 생태계는 생물과 환경의 상호관계에 의하여 이루어지는 복합 구조물로서 환경의 다양성을 폭넓게 보유한다. 특히 제주도 주변 해역에서는 서로 다른 특성을 갖는 대만난류, 황해냉수, 남해안 연안수 및 중국대륙의 연안수 등이 계절적으로 복잡하게 영향을 미치고 있고, 제주 연안에는 강우기에 주변에서 유입되는 육수와 연중 계속되는 용천수로 인하여 해양학적으로 특수한 환경을 이루고 있다.

제주도는 사면이 해양으로 둘러싸여 있고 지역적으로 온대 및 아열대 연안 기후 특성을 가지고 있으며 조간대와 조하대 상부는 넓게 확장된 암초들과 암석들로 지선이 형성되어 있기 때문에 저서성 부착생물의 다양도와 풍부도가 타 지역에 비해 높게 나타난다 (Lee, 1990).

Received October 16, 2000 Accepted May 10 21, 2001
Corresponding author: Lee, Jung Jae
Tel: (82) 64-754-3423; e-mail: jungjae@cheju.ac.kr
1225-3480/17109

© The Malacological Society of Korea

이러한 지역적 환경특성 때문에 생물의 분포에 직접적인 영향을 주는 요인들이 지역에 따라 상이하기 때문에 조간대를 중심으로 한 생물분포에 관련되는 연구가 많은 학자들에 의하여 이루어져 왔다.

제주도 조간대 생물분포와 군집 구조에 관련되는 연구는 제주도 조간대의 생물생태학적 기초연구 (Lee and Jwa, 1988), 제주도 조간대 및 초지대 생태계의 군집구조에 관한 연구 (Lee *et al.*, 1989), 제주도 북부 연안역의 생물생태학적 기초연구 (Lee, 1990), 가파도와 마라도 조간대의 저서무척추동물의 분포와 군집구조 (Lee, 1991), 서귀포 주변연안역의 패류분포와 군집구조 (Lee and Hyun, 1991) 등, 계절적 군집변동에 관한 연구는 제주도 동부 연안역의 생물 생태학적 기초연구 (Lee and Hyun, 1992), 제주도 비양도 조간대에 분포하는 대형 저서 무척추동물상과 계절적 군집변동 (Lee and Kim, 1993), 제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초연구 (Lee *et al.*, 1995) 등이 있다.

최근 들어 산업의 급속한 발달과 관광시설의 증가로 각종 생활하수 및 산업폐수가 제주 연안으로 유입되어 연안 생태계에 심각한 영향을 미치고 있다. 특히 유영능력이 없거나 미세한 정착성 생물은 급격한 환경변화에 대한 대응 능력이 없어 큰 피해를 받게 된다. 따라서 연안자원의 지속적인 보존과 오염되는 생태계의 파괴 방지를 위해 종의 분포와 자원 등을 파악하는 생태계 연구에 대한 기초 자료가 절실히 필요하다.

Table 1. Macroinvertebrates by phylum collected in the intertidal zone of Hwasoon.

Phylum	Class	Oder	Family	Species (%)
Porifera	1	2	2	2 (2.0%)
Cnidaria	1	1	1	3 (3.1%)
Mollusca	3	11	27	66 (68.1%)
Annelida	1	2	2	2 (2.0%)
Arthropoda	3	3	12	19 (19.6%)
Echinodermata	4	5	5	5 (5.2%)
Total	13	24	49	97(100.0%)

이 연구는 1999년 9월부터 2000년 8월에 걸쳐 화순연안의 조간대에 서식하는 저서 무척추동물의 분포양상을 파악하고 각 지선별 자료를 기초로 하여 군집우점도 및 종다양도, 풍부도 등의 지수를 이용하여 군집을 분석하였고, 이 연구 결과를 통해 생태계의 보존 및 보호의 기본 자료와 환경영향 평가의 자료로 삼고자 하며 해양의 생물군집 특성과 종별 군집의 특성에 관한 본 연구의 결과들이 화순 주변 해역의 기초 생산력이나 연안군집의 구조에 관하여 생태학적으로 중요한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

재료 및 방법

조사지점 (Fig. 1) 은 외해 쪽으로 경사가 완만하고 갈라진

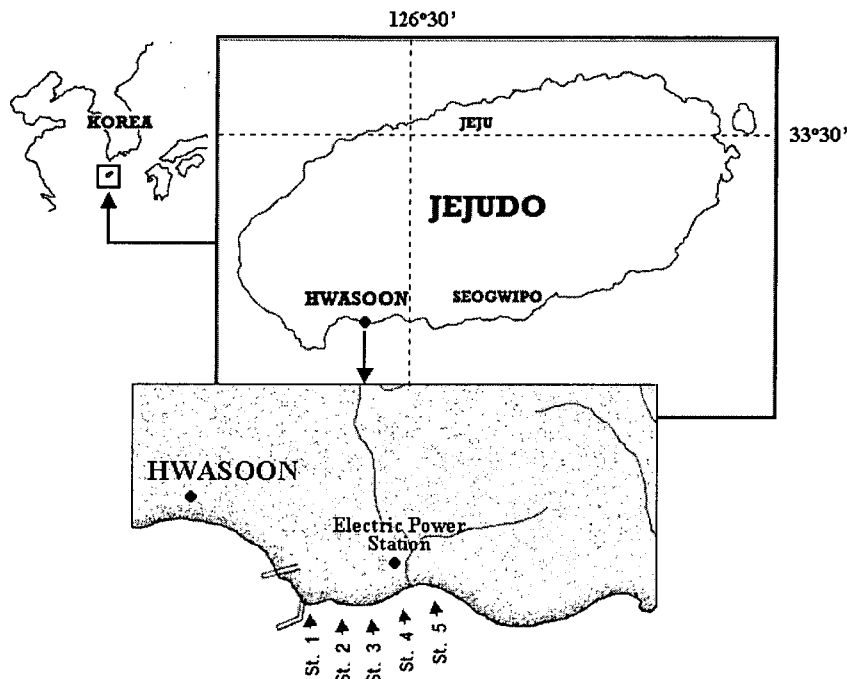


Fig. 1. Sampling sites for the present study of Hwasoon at Jeju Islands.

틈이 많은 암반과 넓은 암반으로 되어 있으나 화력발전소의 온 배수들의 영향으로 해조류의 분포가 빈약한 곳이다. 본 조사 지점에서 최대 만조시를 기준으로 조간대 지역을 상부, 중부, 하부구역으로 구분하고 5개의 지선을 따라 각 지점별로 3개씩의 방형구 (50 cm x 50 cm) 를 설치한 후 육안적인 저서 무척추동물물을 채집하였다. 채집된 종은 현장에서 동정 분류하는 것을 원칙으로 하고 동정이 어려운 종은 10% 중성 formalin 에 고정시킨 후 실험실로 옮겨 분류하였다. 각 조사지점에서 조사된 모든 종은 분류체계를 따라 목록을 작성하였고 조사지점별, 조간대 구역별로 나타내었다.

우점종은 방형구내에서 조사된 종 가운데 평균 개체수가 가장 많은 순서대로 제 1 우점종, 제 2 우점종으로 나타냈으며, McNaughton (1968)의 방법으로 우점도 지수를 산출하였다. 종다양도 (species diversity index, H') 는 Shannon-Wiener function (Pielou, 1969) 에 의거하여 계산하였다. 풍부도 (richness, d') 는 Margalef (1968) 식을 이용하였다. 균등도 (evenness, J) 는 Shannon-Wiener function (Pielou, 1969)에 의거하여 계산하였다.

결 과

1. 조사 지점의 연평균 수온 및 염분도

조사 지점은 화력발전소에서 냉각수로 사용한 바닷물이 배출되는 지역으로 연중 고온을 유지하는 지역이다. Fig. 2와 같이 조사 지점의 연평균 수온은 31.4℃이었고, 평균 염분도는 33.38‰이었다.

2. 저서 무척추동물상

1999년 9월부터 2000년 8월까지 실시한 화순 조간대 저서 무척추동물의 분포에 대한 조사결과 총 6 문, 13 강, 24 목, 49 과, 97 종이 출현하였다.

각 문별로는 Table 1과 같이 연체동물이 68.1%로 가장 많았고, 절지동물 (19.6%), 극피동물 (5.2%), 자포동물 (3.1%), 환형동물 (2.1%), 해면동물 (2.1%) 순이었다.

3. 우점종 및 군집 우점도 지수

조사지점별 출현종의 개체수를 근거로 지점별에 대한 상, 중, 하부 구역별 제 1, 제 2 우점종은 Table 2와 같다. 조간대 상부구역의 제 1 우점종은 전 지역을 통해 좁쌀무늬총알고둥 (*Nodilittorina exigua*) 이었으며, 제 2 우점종은 St. 1에 군부 (*Liolophura japonica*), St. 2에 테두리고둥 (*Patelloida saccharina*), St. 3과 St. 4에는 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*) 였다. 군집우점도 지수는 59.96-76.98 범위로 St. 3이 가장 높았고, St. 1이 가장 낮았다.

중부구역의 제 1 우점종은 St. 1에서는 울타리고둥 (*Monodonta labio*) St. 2에서는 작은조무래기따개비 (*Chthamalus challengeri*), St. 3에서는 곶랑따개비 (*Siphonalia japonica*), St. 4에서는 군부 (*L. japonica*), St. 5에서는 울타리고둥 (*M. labio*) 이었으며, 제 2우점종은 배무래기 (*N. schrenckii*), 울타리고둥 (*M. labio*), 진주담치 (*Mytilus edulis*), 거북손 (*Mitella mitella*), 군부 (*L. japonica*)였다. 군집우점도 지수는 34.01-45.22 범위로 St. 2가 가장 높았고, St. 4가 가장 낮았다.

하부구역의 제 1 우점종은 St. 1에서는 꽃고랑따개비

Table 2. Dominant species and community dominance index (CDI) in upper, middle and lower zones of the sampling stations.

Zone Station	Upper		Middle		Lower	
	Dominant species	CDI	Dominant species	CDI	Dominant species	CDI
1	<i>Nodilittorina exigua</i> <i>Liolophura japonica</i>	59.96	<i>Monodonta labio</i> <i>Notoacmea schrenckii</i>	41.00	<i>Siphonalia sirius</i> <i>Notoacmea schrenckii</i>	26.07
2	<i>Nodilittorina exigua</i> <i>Patelloida saccharina</i>	61.47	<i>Chthamalus challengeri</i> <i>Monodonta labio</i>	45.22	<i>Notoacmea schrenckii</i> <i>Liolophura japonica</i>	42.09
3	<i>Nodilittorina exigua</i> <i>Notoacmea schrenckii</i>	76.98	<i>Siphonalia japonica</i> <i>Mytilus edulis</i>	38.89	<i>Actinia mesembryanthemum</i> <i>Serpula vermicularis</i>	23.24
4	<i>Nodilittorina exigua</i> <i>Notoacmea schrenckii</i>	65.77	<i>Liolophura japonica</i> <i>Mitella mitella</i>	34.01	<i>Patelloida saccharina</i> <i>Monodonta labio</i>	29.87
5	<i>Chthamalus challengeri</i> <i>Nodilittorina exigua</i>	72.03	<i>Monodonta labio</i> <i>Liolophura japonica</i>	34.39	<i>Monodonta labio</i> <i>Nipponica bistrigata</i>	33.52

(*Siphonalia sirius*), St. 2에서는 작은조무래기따개비 (*C. challengerii*), St. 3에서는 해변말미잘 (*Actinia mesembryanthemum*), St. 4에서는 테두리고둥 (*P. saccharina*), St. 5에서는 울타리고둥 (*M. labio*) 이었으며, 제 2 우점종은 배무래기 (*N. schrenckii*), 군부 (*L. japonica*), 석회관갯지렁이 (*Serpula vermicularis*), 울타리고둥 (*M. labio*) 이었다. 군집우점도 지수는 23.24-42.04 범위로 St. 2가 가장 높았고, St. 3이 가장 낮았다.

4. 출현종수의 다양성

구역별 출현종수의 다양성은 St. 1에서는 63 종 1,008 개체, St. 2에서는 56 종 1,243 개체, St. 3에서는 44 종 621 개체, St. 4에서는 50 종 462 개체, St. 5에서는 39 종 1,208 개체로 St. 1이 출현종수가 가장 많았고, St. 5가 가장 적었다 (Appendix 1).

5. 종다양도 지수, 균등도 및 풍부도

지점별에 따른 종다양도 지수 (H'), 균등도 (J'), 풍부도 (d') 를 분석한 결과는 Table 3과 같다.

종다양도 지수는 조사지역의 상부구역에는 1.27-2.72 범위로 St. 1이 가장 높았고, St. 3이 가장 낮았다. 중부구역에서는 2.22-2.83 범위로 St. 4가 가장 높았고, St. 3이 가장 낮았다. 하부구역에서는 2.63-3.00 범위로 St. 1이 가장 높았고, St. 5가 가장 낮았다.

균등도는 조사지역의 상부구역에는 0.54-0.78 범위로 St. 1이 가장 높았고, St. 5가 가장 낮았다. 중부구역에서는 0.73-0.80 범위로 St. 2가 가장 높았고, St. 4가 가장 낮았다. 하부구역에는 0.75-0.88 범위로 St. 5가 가장 높았고, St. 2가 가장 낮았다.

풍부도는 조사지역의 상부구역에는 1.27-5.55 범위로, 중부구역에는 3.56-6.44 범위로, 하부구역에는 4.80-6.58 범위로 상부구역에는 St. 1, 중부구역에는 St. 4, 하부구역에는 St. 1이 각각 가장 높았다.

고찰

화순 화력발전소 인접 조간대 5개 지점에서 출현된 대형저서무척추동물은 총 6 문, 13 강, 24 목, 97 종이었다.

문별로 연체동물은 3 강, 11 목, 12 과, 66 종으로 가장 많았고 (68.1%), 절지동물은 3 강, 3 목, 12 과, 19 종으로 전체의 19.6%였으며, 극피동물은 4 강, 5 목, 5 과, 5 종으로 전체 종수의 5.2%를 차지하였다. 자포동물은 1 강, 1 목, 1 과, 3 종 (3.1%), 환형동물과 해면동물은 각각 2종만이 출현하여 각각 전체 종수의 2.0%를 나타내었다. Lee (1991) 는 마라도 조사에서 총 7 문, 12 강, 23 목, 49 과 90 종의 저서생물을 보고한 바 있다. 제주 북부 연안 조간대와 조하대에서는 81 종의 저서생물이 (Lee, 1990), 제주 남부 연안에서는 모두 59 종 (Lee and Hyun, 1991) 의 저서생물이 보고된 바 있다. 금번 조사에서 화순 화력발전소에 인접한 조간대 지역에서는 이러한 지역 보다는 저서동물의 출현종 수가 많았으나, 차귀도 146 종 (Lee et al., 1995), 비양도 168 종 (Lee and Kim, 1993), 제주 동부지역과 우도 지역의 10 문, 201 종 (Lee and Hyun, 1992) 보다는 출현종수가 적었다.

이 지역의 조간대가 다공성 암반, 갈라진 틈이 많은 암반과 넓은 암초가 전 지역에 걸쳐 고르게 분포하고 있어 저서 생물, 주로 패류의 분포에 유리한 환경을 가지고 있었으나 화력발전소의 냉각수 유출로 주변지역보다 항상 높은 수온 분포로 해조류의 분포가 다른 지역보다 현저히 낮은 분포를 보이고 있어 타 지역과는 다른 양상을 보이고 있다.

조사지역 조간대의 상, 중, 하부구역별 우점종의 분포는 상부구역에서 좁쌀무늬총알고둥, 배무래기, 군부, 테두리고둥 순이고, 중부구역은 울타리고둥, 작은조무래기따개비, 고풍따개비, 군부 순이며, 하부구역은 꽃고랑따개비, 테두리고둥, 작은조무래기따개비, 군부, 해변말미잘, 석회관갯지렁이, 울타리고둥, 두줄돌조개 순으로 우점하고 있었으나, 도내의 우도지역 (Lee and Hyun, 1992) 과 제주 남부지역 (Lee and Hyun, 1991), 제주 북부 연안 (Lee, 1990), 비양도 지역 (Lee and Kim, 1993), 차귀도 지역 (Lee et al., 1995)의 조간대와 비

Table 3. The diversity (H'), evenness (J') and richness (d') of the macrobenthos collected from the intertidal zone of Hwasoon.

Station Zone Index	1			2			3			4			5		
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
H'	2.72	2.71	3.00	1.90	2.49	2.75	1.27	2.22	2.78	1.45	2.83	2.65	1.47	2.40	2.63
J'	0.78	0.78	0.82	0.61	0.73	0.75	0.58	0.79	0.82	0.75	0.80	0.82	0.54	0.79	0.88
d'	5.55	5.79	6.58	3.59	5.18	6.26	1.41	3.56	5.40	1.27	6.44	4.80	2.09	3.71	4.83

U, upper tidal zone; M, mid tidal zone, L, lower tidal zone.

교했을 때 상부구역과 중부구역에 분포하는 우점종은 대체로 일치하나 하부구역에서는 지역에 따라 약간의 차이가 있었다.

종다양도 지수는 화순 지역은 2.40-3.00 범위로 비양도 지역 3.28-3.68, 차귀도 지역 2.49-3.76 보다 훨씬 낮았다. 균등도는 화순 지역이 0.54-0.88 범위로 비양도 지역 0.64-0.91, 차귀도 지역 0.58-0.84과 상이하였다. 풍부도는 3.71-6.58 범위로 비양도 지역 16.06-20.13, 차귀도 지역 9.15-14.84에 비하여 현저하게 낮았다.

요 약

1999년 9월부터 2000년 8월까지 제주도 안덕면 화순리 화순화력발전소 인접 5개 지점 조간대의 대형저서무척추동물의 분포와 군집구조에 관한 연구결과는 다음과 같다.

화순화력발전소 인접 조간대에 분포하는 대형무척추동물은 총 6 문, 13 강, 24 목, 49 과, 97 종이 출현하였다.

조간대 상부구역의 제 1 우점종은 좁쌀무늬총알고둥, 제 2 우점종은 군부 (*Liolophura japonica*), 테두리고둥 (*Pate-lloida saccharina*), 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*) 이었다. 중부구역의 제 1 우점종은 울타리고둥 (*Monodonta labio*), 작은조무래기따개비 (*Chthamalus challengerii*), 곶랑딱개비 (*Siphonalia japonica*), 군부 (*L. japonica*), 울타리고둥 (*M. labio*)이었으며, 제 2 우점종은 배무래기 (*N. schrenckii*), 울타리고둥 (*M. labio*), 진주담치 (*Mytilus edulis*), 거북손 (*Mitella mitella*), 군부 (*L. japonica*) 이었다. 하부구역의 제 1 우점종은 꽃곶랑딱개비 (*Siphonalia sirius*), 작은조무래기따개비 (*C. challengerii*), 해변말미잘 (*Actinia mesembryanthemum*), 테두리고둥 (*P. saccharina*), 울타리고둥 (*M. labio*) 이었으며, 제 2 우점종은 배무래기 (*N. schrenckii*), 군부 (*L. japonica*), 석회관갯지렁이 (*Serpula vermicularis*), 울타리고둥 (*M. labio*)이었다.

조간대 종다양도지수나 균등도, 풍부도는 하부구역이 상부구역이나 중부구역에 비하여 컸다.

감사의 말씀

본 연구는 1999년도 제주대학교 발전기금 학술연구비에 의해 연구되었음.

REFERENCES

Lee, J.J. (1990) Bioecological study of the northern coastal

area in Cheju Island. *Korean J. Malacol.*, 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 macro- invertebrates in Gapa and Mara Islets. *Korean J. Malacol.*, 7(1): 49-57. [in Korean]

Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1991) Bioecological study of the southern coastal area in Cheju Island - 2. Distribution and community structure of the benthic molluscan shells in around coast to Sogwipo. *Korean J. Malacol.*, 7(1): 58-65. [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 J. Malacol.*, 4(1): 17-29. [in Korean]

Lee, J.J. and Kim, J.C. (1993) Bioecological study 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 J. Malacol.*, 9(2): 68-84. [in Korean]

Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1992) Bioecological study of the eastern coastal area in Cheju Island. - Seasonal change of macroinvertebrate community on the intertidal rocky shores. *Korean J. Malacol.*, 8(1): 1-20. [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 J. Malacol.*, 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 J. Malacol.*, 11(1): 1-20. [in Korean]

Margalef, D.R. (1968) Perspective in ecological theory. 112 pp. Univ. of Chicago Press, Chicago

McNaughton, S.J. (1968) Structure and function on California grass lands. *Ecology*, 49: 962-972

Pielou, E.C., 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. pp. 291-331, Wiley-Interscience.

Spatial Species Diversity of Macrobenthos in the Intertidal Zone of Hwasoon, Jeju Islands

Appendix 1. The number of species and individuals of the benthic macroinvertebrates collected from the intertidal zone in Hwasoon (50 cm × 50 cm).

Species	Sampling station 1			Sampling station 2			Sampling station 3			Sampling station 4			Sampling station 5			
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	
<i>Halichondria okadai</i>													1			
<i>Haliclona permollis</i>							1									
<i>Actinia mesebryanthemum</i>	2	2	4	1		8		1	33		13	7		21	2	
<i>Anthopleura kurogane</i>						5					1	2				
<i>Anthopleura midori</i>												1	1			
<i>Acanthochitona defilippi</i>		4	2		2	1				1	3			3		
<i>Cryptoplax japonica</i>		3														
<i>Liolophura japonica</i>	33	17	22	4	4	69				20	50	8	9	35	21	
<i>Onihochiton hirasei</i>	4	16	17		14	13				2	12	13			12	
<i>Lepidozona coreanica</i>		4														
<i>Haliotis diversicolor</i>		1														
<i>Diodora sieboldi</i>													1			
<i>Elegidion quadriradiata</i>			1													
<i>Collisella heroldi</i>	5	4	3			6		12			2		2	2	9	
<i>Collisella</i> sp.	1											16		13	3	
<i>Collisella</i> sp.					1											
<i>Notoacmea concinna</i>	4			12			2									
<i>N. gloriosa</i>	7	1	7		3	17				4	1	10		3	3	
<i>N. schrenckii</i>	4	50	26	34	23	17	46	1	5	22	10	17	2	3	2	
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i>												1				
<i>P. saccharina lanx</i>	4		24	61		26				5		26		2		
<i>Cellana grata grata</i>	2															
<i>C. nigrolineata</i>	4				1	2				1						
<i>C. toreuma</i>	4	2	11	3		1					1					
<i>Cantharidus callichroa</i>			2			2										
<i>Chlorostoma argyrostoma lischke</i>		10	1		1							3				
<i>C. argyrostoma turbina</i>			2		1											
<i>C. xanthostigma</i>												4				
<i>Mesoclanculus ater</i>											1			1		
<i>Monodonta labio cnpfusa</i>	22	57	8	28	39	26	32			22	5	16	20	2	41	35
<i>M. neritoides</i>	1	2		8							17					
<i>Omphalius nigerrima</i>		3	3		14											
<i>O. pfeifferi carpenteri</i>							1									
<i>Trochus maculatus verrimus</i>			11		10	10				6		2			1	
<i>Turbo (Batilus) cornutus</i>			1			1										
<i>Lunelia cornata coreensis</i>	21	15	8		3	12				20				20	2	
<i>Nerita japonica</i>	48			36			8							58		
<i>N. albicilla</i>	1		3	1	1	14		2	2							
<i>Nodilittorina exigua</i>	247			223			178			51				278		
<i>Cerithium kobelti</i>										21						
<i>Certhidae ornata</i>												1				
<i>Serpulorbis imbricatus</i>			2		2	1		3			3	3		1	2	

[†] U, upper tidal zone; M, mid tidal zone, L, lower tidal zone.

Appendix 1. Continued.

Species	Sampling station 1			Sampling station 2			Sampling station 3			Sampling station 4			Sampling station 5		
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
<i>Cyprae gracilis</i>							3								
<i>Monetaria annulus</i>								1	1						
<i>Ceratostoma rorifluum</i>			1			1			1				1		
<i>Murex cirrosa</i>												1			
<i>Purpura bronni</i>	1	8	6		1							1	1		1
<i>P. clavigera</i>		1	3		3	1			1			2	6		1 3
<i>Buccinum ferrea</i>												4			
<i>Cantharus subrubiginosus</i>												3	2		
<i>C. cecillei</i>		1	3												
<i>Anachis misera</i>			2		1	12							6		
<i>Mitrella scripta</i>	1	1					1								
<i>M. bicincta</i>		1													
<i>Nassarius livescens</i>								10							
<i>Reticunassa fratercula</i>								1							
<i>Siphonlia japonica</i>	3		1						23						
<i>S. sirius</i>	9	3	47		10	25		17	14			4			26 7
<i>S. laciniosa</i>														1	
<i>Chromodiris festiva</i>												2			
<i>Glossodoris pallescens</i>												1			
<i>Poteries dalli</i>						2									
<i>Barbatia strearnsi</i>												4			4
<i>Nipponica bistrigata</i>						5			12				1		25
<i>Hormomya mutabilis</i>								1							
<i>Musculus senhausia</i>	7		1	5								2		1	
<i>Mytilus edulis</i>	2	9		1		1		1						1	1 1
<i>Ostrea denselamellosa</i>			21	2	1			12	2					4	
<i>Saccostrea echinata</i>				6											
<i>Ortrea circumpicta</i>															1
<i>Cardita leana</i>															1
<i>Neanthes japonica</i>	2														
<i>Serpula vermicularis</i>		15			15	4		5	23						2
<i>Chthamalus challengerii</i>					84	145			3					304	
<i>Tetragnata japonica</i>			2	1		6						10		26	5 17
<i>Pollicipes mitella</i>	16		19	12		3						17		119	31 1
<i>Orchestia platensis</i>			5	2	14	6						2			4
<i>Ligia exotica</i>	2			18				12			14	13		2	
<i>Palaemon paucidens</i>			3												
<i>Petrolisthes japonicus</i>	1	8			12	5		6	3		5	1			15
<i>Pagurus lanuginosus</i>		1	2		2	1									
<i>P. samuelis</i>	4	2	1	1	3	7					1	1		7	3
<i>P. similis</i>			3		1	2									1
<i>Calappa terraerginae</i>											1				

[†] U: upper tidal zone, M: mid tidal zone, L: lower tidal zone.

Spatial Species Diversity of Macrobenthos in the Intertidal Zone of Hwasoon, Jeju Islands

Appendix 1. Continued.

Species	Sampling station 1			2			3			4			5			
	Sampling zone [†]	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
<i>Actaea savignyi</i>				1												
<i>Leptodius exaratus</i>			1						1							2
<i>Helice penicillatus</i>		1	8													
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>			3			1				1	1	1				
<i>Pachygrapsus crassipes</i>				1	1				2	4	1			3	2	2
<i>Sesarma pictum</i>			4		1			2						1		
<i>Leptomithrax edwardis</i>														1		
<i>Pugettia quadridens</i>										1						
<i>Anthocardaris crassipina</i>			1			1	3					1				
<i>Asterina coronata</i>		1														
<i>Ophioplocus japonicus</i>			5			3						1				
<i>Ophiactis savignyi</i>									1			1				
<i>Atrocummis africana</i>			1			2	38							1		
<i>Hemithyris</i> sp.											2					
No. of species		32	33	38	23	30	40	9	17	30	7	35	25	15	21	26
No. of individual		467	261	280	462	272	509	291	90	214	111	197	154	808	221	179

[†] U: upper tidal zone, M: mid tidal zone, L: lower tidal zone.