

濟州道 潮間帶 및 草地帶 生態系의 群集構造에 관한 研究

— 底棲 大型無脊椎動物의 分布와 群集構造 —

李 定 宰 · 張 昌 翼* · 趙 雲 三

濟州大 海洋科學大學, *韓國海洋研究所

= Abstract =

Community Structure of the Ecosystem on the Intertidal Zone and Grass Land in Cheju Island — Distribution and Community Structure of Benthic Macroinvertebrates —

Jung Jae Lee, Chang Ik Zhang* and Un Sam Cho

College of Ocean Science, Cheju National University, *Korea Ocean Research and Development Institute

A study on the distribution and community structure of benthic macroinvertebrates on the intertidal zone of Cheju Island was carried out from June 1988 to May 1989. The macroinvertebrates collected and identified were composed of 7 phyla, 14 classes, 29 orders, 71 families and 135 species in this study.

The dominant species of the upper tidal zone were *Nodilittorina granularis* and *Heminerita japonica*, those of the middle tidal zone were *Monodonta neritoides* and *Lunella coronata coreensis*. However, *Monodonta neritoides* and *Chlorostoma argyrostoma lischkei* were dominant in the lower tidal zone. Community dominant indices were significantly high in the upper tidal zone. Macroinvertebrates species which have the ability of resistance to the physical factors such as, strong waves and exposure to the hot sunlight were mainly distributed on the intertidal zone of Cheju Island. The difference in the number of species among seasons was not significant, but that among zones was quite apparent and the lower the zone, the more abundant.

緒 論

潮間帶域의 生物分布와 群集構造는 地域的 特性으로 物理化學的 環境要素들에 의한 영향이 매우 複雜하고 크기 때문에 生理的 抵抗이 強하고 잘 適應되며 生物相互間에 먹이, 棲息空間 等の 重複으로 일어나는 競爭 및 捕食作用과 地盤形態에 調和된 種들로 構成되어 安定된 生態系가 維持되면서 서서히 動的 變化가 進行된다.

地域的 環境特性은 生物의 分布에 直接 影響을 주어 群集構造에 多樣性을 나타내기 때문에 많은 學者들에 의해 研究되어 왔다.

潮間帶의 生物分布에 관련되는 연구로서, 특히 帶狀 分布에 관한 報文(Stephenson and Stephenson, 1949; Southward and Orton, 1954; Southward, 1958; Lewis, 1964; Hoshiai, 1965; Tsuchiya, 1979; Ohsako *et al.*, 1982; Mori *et al.*, 1985)이 많으며 個體群 및 群集構造를 分析한 報文(Dayton, 1971; Paine, 1974; Menge, 1976; Underwood, 1976; Menge and Lubchenco, 1981), 種의 分布 樣相과 豐富性이 幼生의 着生, 種間競爭, 捕食 및 物理的 環境要素와의 關係를 言及한 報文

Received September 30, 1989

*본 연구는 1988년도 문교부 기초과학 육성 연구비의 지원에 의한 것임.

(Connell, 1972, 1975; Menge and Sutherland, 1976; Lubchenco and Gaines, 1981; Jackson, 1983; Sousa, 1984; Underwood and Denley, 1984; Sutherland and Ortega, 1986)과 生物의 垂直分布와 物理, 生物學的 要素와의 關係에 관한 報文(Foster, 1971; Mori and Tanaka, 1989) 등이 있다. 한편 濟州道와 거의 同緯度에 位置하는 日本의 Hatakejima Island에서 沿岸 生物相의 長期的 變化에 관한 研究에서는 主로 水質汚染, 低溫, 採捕 등이 資源減少의 原因이었다고 Ohgaki(1989)는 報告한 바 있다. 濟州道の 現實을 감안할 때 이 研究 結果는 참고할 만한 자료로 생각된다.

우리나라에서도 最近에 潮間帶의 生物分布와 이들의 群集水準에서의 研究가 활발히 수행되고 있는데 錦江河口域(崔, 1985), 洛東江河口域(尹 等, 1987; 金 等, 1982; 金과 張, 1987), 榮山江河口域(尹 等, 1987), 獨島(洪, 1981), 德積島(洪, 1982), 東海中部沿岸(金 等, 1983), 東南海岸(李 等, 1983), 西海岸(李 等, 1984)의 底棲生物群集의 定性定量分析, 加露林地域(崔·申,

1986)의 高等群集에 關한 報文들이 있으나 濟州道沿岸에서는 分類學的 研究 이외에는 郡集水準의 貝類에 관한 李와 左(1988)의 報文뿐이다.

濟州道가 觀光地로 급격히 발전하면서 人口, 觀光施設, 魚類養殖場 等의 產業施設 等의 계속적인 증가가 沿岸生態系에 많은 영향을 줌으로써 自然生態系의 질적 및 양적인 變化가 급속히 일어나고 있다. 따라서 그 變化의 추이를 면밀히 계속 분석하여 生物分布와 群集의 구조적 특성을 밝히며 沿岸生態系의 보존적 측면에서 필수적인 연안생태계의 變化樣相을 究明코져 本 研究를 수행하였다. 따라서 이러한 연구는 앞으로 계속적으로 進行되 어야 할 것이다.

調查地域 및 期間

濟州沿岸 25개 地域을 對象 調查地域으로 選定하였고 調查地域의 일련번호와 지명은 다음과 같다.

- 1, 이호, 2, 중엄, 3, 귀덕, 4, 옹포, 5, 비양도, 6, 금

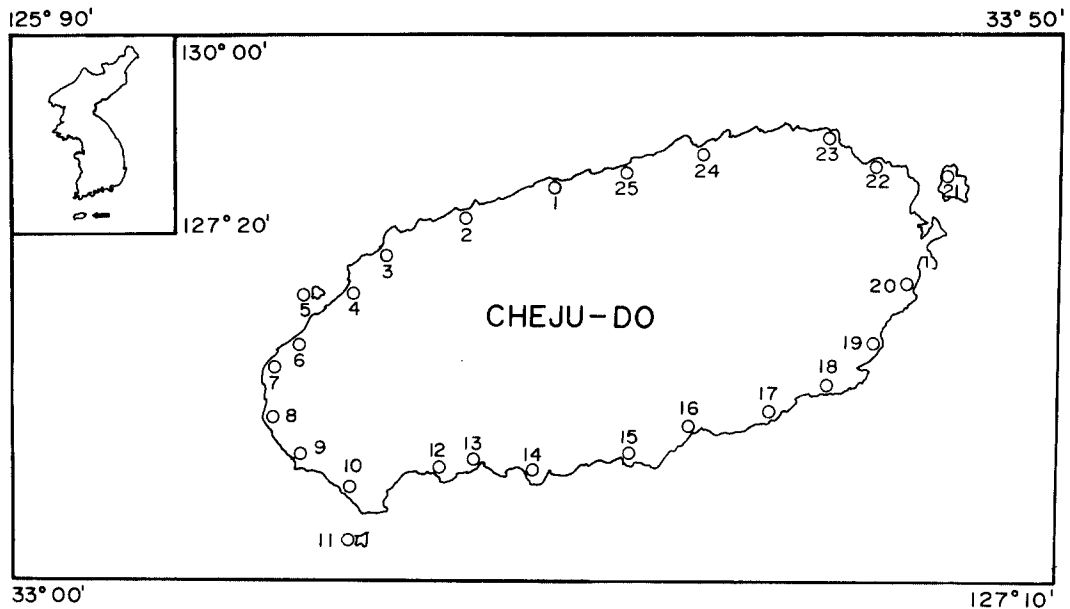


Fig. 1. Map showing the collecting sites and number in Che ju Island.

- | | | | | |
|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1. Iho | 2. Chungörm | 3. Kwidök | 4. Ongpo | 5. Piyangdo |
| 6. Kumnung | 7. Shinchang | 8. Kosan | 9. Yöngnak | 10. Taejong |
| 11. Kapado | 12. Hwasun | 13. Chungmun | 14. Kangjong | 15. Sögwí |
| 16. Hahyo | 17. Namwon | 18. Kama | 19. Shinchön | 20. Onpyong |
| 21. Udo | 22. Hado | 23. Haengwon | 24. Hamdok | 25. Samyang |

릉, 7, 신창, 8, 고산, 9, 무릉, 10, 대정, 11, 가파도, 12, 화순, 13, 중문, 14, 강정, 15, 서귀, 16, 하효, 17, 남원, 18, 가마, 19, 신천, 20, 온평, 21, 우도, 22, 하도, 23, 행원, 24, 함덕, 25, 삼양지역 潮間帶域이었다 (Fig. 1).

調査日程은 3회로서, 1次(1988. 7~8月), 2次(1988. 10~12月), 3次(1989. 2~4月)에 걸쳐 季節的인 要素를 參照하여 실시하였다.

地盤形態와 海況

濟州道는 經度, 126° 16'~127°, 緯度, 33°35'에 位置하며 海岸線의 總長이는 約 263 km로서 대체로 完만하여 潮差가 작아 約 2 m 內外이기 때문에 潮間帶는 狹소하나 지역에 따라서는 岩礁가 外洋쪽으로 넓게 分布한다. 調査地域은 주로 岩盤과 岩礁로 되어 있는 곳을 選定하였고 砂質 또는 砂泥質 地域은 除外하였다.

周邊海域은 서로 다른 特性의 對馬暖流와 黃海低層冷水, 中國大陸 沿岸水 等の 外洋水, 海岸線附近의 湧泉水, 夏季의 陸水의 大量流入 等으로 海洋學的으로 特有한 環境을 이룬다. 한편 夏季에 集中되는 태풍과 北西季節風의 影響으로 地盤과 水溫의 變動이 地域的으로 다르게 나타난다.

調査地域의 水溫과 鹽分濃度는 최 등(1989)의 조사 결과와 같이 海岸線周邊의 水溫變化는 10.8~25.7°C였다. 南部域은 8月을 除外하고 2~4°C 높았으며 동계에는 서부역이 2~3°C 낮았다.

鹽分濃度는 29.91~34.27%의 범위로 夏季에 陸水의 大量 流入으로 전반적으로 감소하는데 서귀포지역이 가장 낮았다. 그러나 冬季로 갈수록 增加하는데 이는 外洋水의 세력이 확장하여 沿岸에 미치기 때문이다.

潮流는 地域에 따라 方向과 流速이 多様하고 매우 복잡하나 대체로 流速은 1 knot 미만이며 桴물은 南西~北西流, 淸물은 東流系統의 흐름을 나타낸다(盧, 1985).

材料 및 方法

濟州道一圓 25개 地域에서 大潮時 潮間帶를 同一하게 3區域으로 區分하여 上, 中, 下 區域別로 名名 3개의 方形區틀 (50 cm×50 cm)을 임의로 설치하여 肉眼의인 底

棲 無脊椎動物을 採集하고 3개 季節에 대해 反復하였다. 採集動物은 10%의 中性 formalin에 固定한 후 실험실로 옮겨 各種을 同定分類하고 個體數를 計數하였다.

1. 動物相 및 分布

25개 地域에서 採集된 모든 種을 分類體系에 따라 整理하여 全體目錄을 作成하였고 調査地域別 潮間帶 全體에 대한 個體數로 換算하여 種別 個體數로 表示하였다.

2. 優占種 및 群集優占指數

優占種은 潮間帶의 上, 中, 下 區域別로 第1, 第2의 個體數를 차지하는 種들로 나타났으며 이들 優占種의 群集內 豐富性을 알기 위하여 McNaughton (1968)의 群集優占指數 (community dominance index, CDI)를 計算하였다.

$$CDI = 100 \times \frac{y_1 + y_2}{y}$$

y : 群集內 全種의 個體數

y₁ : 群集內 제1 優占種 個體數

y₂ : 群集內 제2 優占種 個體數

3. 採集種數의 多様性

採集種數의 多様性을 알아보기 위해 ANOVA (analysis of variance)를 使用하여 季節間 採集種數의 多様性檢定, 潮間帶 上, 中, 下 區域別 季節間 採集種數의 差異檢定, 潮間帶 各 區域間 採集種數의 多様性檢定 및 季節別 潮間帶 各 區域間 採集種數의 差異檢定을 하였다.

4. 種多様性

種多様性을 알아보기 위해 潮間帶의 上, 中, 下 區域과 全體에 대한 Shannon 및 Weaver (1963)의 種多様性指數(diversity index, H')를 아래와 같이 求하였다.

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

여기서 S : 전체 출현종수

n_i : i번째 종의 個體數

N : 전체의 個體數

一般的으로 種數가 增加함에 따라 種多様性指數도 함께 增加한다. 그러나 이 指數는 種當個體數의 比가 일정해 질수록 역시 增加하게 된다. 따라서 이 指數는 種의

均等도와 豐富도를 다 나타내므로 이 中 어느 要因이 多樣度 指數에 影響을 미치게 되는지 알 수가 없다. 따라서 均等度 (Shannon and Weaver, 1963)도 아래의 수식을 사용하여 계산하였다.

$$J' = \frac{H'}{\ln N}$$

여기서 $\ln S = H'$ (max)

또한, 豐富度 (Margalef, 1968)도 아래와 같이 求하였다.

$$d' = \frac{S-1}{\ln S}$$

結 果

1. 底棲無脊椎動物의 分布相

25個 地域에서 採集同定된 大形底棲無脊椎動物은 總 7門, 14綱, 29目, 71科, 135種이었다. 이中 軟體動物이 76種으로 가장 많았고 다음이 節肢動物 28種, 棘皮動物 12種 이었으며 그 以外의 門에 屬하는 것은 10種 이내였다 (Table 1 및 Appendix 1). 地域의으로 出現種數가 가장 많은 곳은 함덕, 신창, 행원, 금릉지역이 70~80종 이었고, 적은 곳으로는 이호, 하효, 가마, 우도, 남원지역이 50種 미만이었으며, 이 中에서도 出現種數가 가장 적은 곳은 남원지역으로 38種이었다 (Appendix 2).

한편 種별 個體數에 있어서는 全調査 地域을 통해 좁쌀무늬총알고둥 (*N. granularis*)이 1568 個體로 가장 많았고, 각시고둥 (*M. neritoides*)이 890個體, 갈고둥 (*H.*

japonica) 568個體, 눈알고둥 (*L. coronata coreensis*) 457個體, 밤고둥 (*C. argyrostoma lischkei*) 359個體, 애기배말 (*C. pygmaea*) 334 개체로서 다수 출현하였고, 1~2 개체 출현하는 稀貴種도 28種에 달하였다 (Table 2, Appendix 2).

2. 優占種 및 群集優占指數

名 調査地域內 出現種에 對한 個體數를 근거로 하여 上, 中, 下部區域別로 第1, 第2 優占種을 나타낸 것이 Appendix 3이다. 上部區域의 第1 優占種은 全地域을 통하여 中문을 제외하고 좁쌀무늬총알고둥이었으며, 第2 優占種은 大部分의 地域에서 갈고둥이었다. 2종의 群集優占指數는 강정지역의 48.7을 除外하고는 상당히 높

Table 1. Macroinvertebrates by phylum collected in the intertidal zone of Cheju Island, 1988-1989

Phylum	Number of species
Porifera	7
Coelenterata	4
Platyhelminthes	2
Mollusca	76
Class Gastropoda	(53)
Class Pelecypoda	(13)
Class Polyplacophora	(8)
Class Cephalopoda	(2)
Annelida	6
Arthropoda	28
Echinodermata	12

Table 2. Rank of dominant species in terms of numbers for the whole intertidal area in Cheju Island, 1988-1989

Rank	Species	Number of ind.	Phylum (class)
1.	<i>Nodilittorina granularis</i>	1568	Mollusca (Gastropoda)
2.	<i>Monodonta neritoides</i>	890	"
3.	<i>Herninera japonica</i>	568	"
4.	<i>Lunella coronata coreensis</i>	457	"
5.	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	359	"
6.	<i>Chiazacmea pygmaea</i>	334	"
7.	<i>Liolophura japonica</i>	284	Mollusca (Polyplacophora)
8.	<i>Pagurus samuelis</i>	246	Arthropoda (Crustacea)
9.	<i>Hyeroides ezoensis</i>	203	Annelida (Polychaeta)
10.	<i>Notoacmea schrenkii</i>	197	Mollusca (Gastropoda)

* For 28 species less than 2 individuals were collected.

은 48.7~94.5의 범위였으며 평균치는 72.6, 표준편차는 10.3이었다(Table 3).

中部區域의 경우는 각시고둥이 大部分의 地域에서 第1優占種이었고 이 以外에 눈알고둥과 갈고둥이 地域에 따라 第1優占種을 차지하였으며 第2優占種은 눈알고둥이 7個地域, 각시고둥과 밤고둥이 各各 4個地域, 애기배말, 갈고둥, 군부(*L. japonica*)가 각각 2個地域이고 타래고둥(*J. ferrea*), 애기밤고둥(*O. nigerrimus*), 격판담치(*S. keenae*)와 테두리고둥(*C. saccharinalaus*)이 各各 1個地域이었다. 한편 群集優占指數는 21.7~47.2의 범위에 있었으며 평균치는 32.6, 표준편차는 7.0으로 上部區域의 群集優占指數에 비해 훨씬 낮았다.

下部區域에서는 第1優占種으로 각시고둥이 7個地域, 밤고둥 5個地域, 눈알고둥과 애기배말이 各各 3個地域, 참집게(*P. samuelis*) 2個地域, 갯고둥(*B. multifor-mis*), 예조석회관갯지렁이(*H. ezoensis*), 군부, 감장각시고둥(*M. perplexa*), 명주고둥(*C. xanthostigma*)가 各各 1個地域이었다. 또한 第2優占種으로는 각시고둥이 8個地域, 애기배말이 4개지역, 참집게, 군부, 눈알고둥, 밤고둥이 각각 2개지역이고 명주고둥, 말뚝성게(*H. pulcherrimus*), 참갯지렁이(*N. japonica*), 둥근배무라기(*N. concinna*), 예조석회관갯지렁이가 각각 1개 지

역이었다. 한편 群集優占指數는 19.1~47.4의 범위에 있었으며 평균치는 26.4, 표준편차는 7.6으로 세구역 가운데 가장 낮았다. 이 세구역에 대한 군집 우점지수의 평균 값들에 대해 분산분석을 해본 결과 $F=220.74$ 로 크게 유의한 차이를 보였다($p<0.0005$).

3. 採集種數의 多樣性

季節間 種多樣성에 差異가 있는지를 알아보기 위해서 3季節別로 各 정점에서의 採集種數를 기초로 해서 계절별 平均 채집종수와 표준편차를 求하여 분산분석을 하였다(Table 4). 全 地域에 대한 平均 採集種數는 정점당 10종으로 계절별로 큰 差異를 보이지 않았으며 표준편차에서도 5~6으로 差異를 나타내지 않았다. 따라서 통계학적으로 差異가 인정되는지의 여부를 알아보려고 분산분석을 해본 結果 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>0.25$).

따라서 上, 中, 下部區域別로 季節間 種多樣성에 差異가 있는지 여부를 알아보았다. 먼저 上部區域에 있어서는 Table 4에서 보는 바와 같이 平均採集種數가 夏季의 4.2에서 冬季의 5.3으로 약간의 差異를 보였는데 分散分析 結果 5%의 유의수준에서 季節間 採集種數에서 차이를 나타내었다. 中部區域에서는 Table 4에서 보는 바와 같이 夏季의 10.5에서 秋季의 12.2로 약간의 差異가 나타났지만 5%의 수준에서는 차이가 인정되지 않았다. 한편, 下部區域에서는 上, 中部區域과는 달리 하계의 採集種數가 가장 높은 14.2를 보였으며 冬季가 13.1로 가장 낮았다(Table 4). 분산분석 結果 季節間 採集種數에 差異가 인정되지 않았다($p>0.25$).

潮間帶의 上, 中, 下部區域間 種多樣성에 差異가 있는

Table 3. Community dominant index (CDI) by zone in the intertidal zone of Cheju Island, 1988-1989

Zone	Mean	SD	Range	ANOVA Result
Upper	72.6	10.3	48.7-94.5	F = 220.74
Middle	32.6	7.0	21.7-47.2	P < 0.0005
Lower	26.4	7.6	19.1-47.4	

Table 4. Mean, standard deviation (SD) and sample size (N) of the number of species and results of ANOVA for testing difference in the number of species among seasons in the intertidal zone of Cheju Island, 1988-1989

Season	Upper			Middle			Lower			Overall		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Summer	4.20	1.75	75	10.53	4.61	75	14.23	5.80		9.65	6.03	225
Autumn	4.76	1.77	75	12.17	4.91	75	13.60	5.14		10.18	5.73	225
Winter	5.35	1.84	75	12.05	4.92	75	13.13	4.81		10.18	5.23	225
	F = 7.72 0.005 < P < 0.001			F = 2.70 0.05 < P < 0.10			F = 0.81 P > 0.25			F = 0.63 P > 0.25		

Table 5. Mean, standard deviation (SD) and sample size (N) of the number of species and results of ANOVA for testing difference in the number of species among zones in the intertidal zone of Cheju Island, 1988–1989

Season	Summer			Autumn			Winter			Overall		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Upper	4.20	1.75	75	4.76	1.77	75	5.35	1.84	75	4.77	1.84	225
Middle	10.53	4.61	75	12.17	4.91	75	12.05	4.92	75	11.59	4.86	225
Lower	14.23	5.80	75	13.60	5.14	75	13.13	4.81	75	13.66	5.26	225
	F = 99.85 P < 0.005			F = 94.45 P < 0.005			F = 78.99 P < 0.005			F = 267.23 P < 0.0005		

Table 6. Diversity (H'), evenness (J') and richness (d') of the macroinvertebrates community in the upper, middle and lower tidal zones of Cheju Island

Zone	H'	J'	d'
Upper	1.7987	0.4698	5.7027
Middle	3.6250	0.7789	12.8378
Lower	3.9337	0.8107	15.7688
Overall	3.6588	0.7459	14.6964

지의 여부를 알아보기 위하여 3個 區域別로 各 정점에서의 채집종수를 使用하여 各 區域別 平均 採集種數와 표준편차를 求하였으며 이에 대한 분산분석의 결과는 Table 5와 같다. 全體의 採集期間에 대한 정점당 平均 採集種數는 上部區域이 4.8로 가장 낮았으며 그 다음이 中部區域으로 11.6, 下部區域은 13.7로 가장 높았다. 이와같이 平均 採集種數와 그 표준편차에서 배 이상의 差異가 나타나므로 통계학적으로 차이가 인정되는지의 여부를 알아보기 위하여 분산분석을 해 본 결과 아주 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.0005$).

이 差異의 정도가 季節別로 어떠한지를 알아보려고 3개 區域간의 採集種數의 差異를 檢정하였다. 夏季에 있어서는 Table 5에서와 같이 平均 採集種數가 上部區域의 4.2에서 下部區域의 14.2의 범위로써 상당히 유의한 差異를 나타내었다. 秋季에서도 Table 5에서 보여주는 바와 같이 上部區域의 4.8에서 下部區域의 13.6으로 유의한 차이를 보였다. 冬季에서는 上部區域 5.3에서 下部區域 13.1로 差異는 줄었으나 역시 Table 5에서와 같이 상당히 유의한 차이를 보였다.

潮間帶의 上, 中, 下部區域間 採集種數의 差異가 인정 되었으므로 일반적으로 조간대 生物들의 群集構造를 설명하는데 使用이 되고 있는 種多樣度指數(H')와 均等度(J') 및 豐富度(d') 등 生態學的 指數들을 구하여 濟州道 潮間帶의 底棲無脊椎動物群集의 分布패턴과 群集構造를 Table 6과 같이 나타내었다. 種多樣度指數에 있어서는 上部區域이 가장 낮은 1.8을 보였으며 그 다음이 中部區域으로 3.6, 下部區域이 3.9로 가장 높았다. 全 潮間帶에 대한 값은 3.7이었다. 均等도에 있어서는 上部區域이 0.47로 가장 낮은 값을 보였으며 그 다음이 中部區域으로 0.78, 下部區域이 0.81로 가장 높게 나타났다. 全 潮間帶에 대한 均等도는 0.75였다. 豐富도에 있어서는 역시 上部區域이 5.70으로 가장 낮았으며 그 다음이 中部區域으로 12.84, 下部區域이 15.77로 가장 높았다. 全 潮間帶에 대한 豐富도는 14.70이었다.

考 察

岩盤 및 岩礁로 構成된 潮間帶를 對象으로 底棲動物을 重點적으로 研究한 報文은 世界的으로 많이 있으나 主로 몇 種을 中心으로 物理, 化學, 生物學的 要因들이 水平, 垂直의 分布에 미치는 影響에 關하여 實驗的 또는 野外 觀察을 통하여 調査한 것이 大部分이다.

濟州道는 亞熱帶 또는 溫帶 海洋의 特徵을 地域에 따라 나타내고 있어서 比較的 豐富한 種分布를 하고 있다. 즉 國內에서 潮間帶를 對象으로 調査한 李等(1983)의 東海 南部인 機長 地域, 金等(1983)의 東海 中部, 李等(1984)의 西海岸 地域, 洛東江 河口域에서 調査한 金等(1982), 尹等(1987), 金 및 張(1987)의 報文, 尹等(1987)의 榮山江 河口域, 崔 및 申(1986)의 加露林灣域

의 결과와 比較하면 濟州道 潮間帶域이 種數나 數量面에서 훨씬 豊富하다. 特히 貝類의 경우 他地域에 比하여 多樣하며 豊富한데 이것은 地域의 潮間帶의 地盤形態, 파도, 潮位, 氣溫, 地溫 等의 生理的 要因들, 競爭, 捕食, 幼生의 着生, 먹이, 生殖 等의 生物學的 要因들이 複合的으로 作用하여 나타나는 現象으로 생각하며 이들 要因들의 作用은 動物에 따라 다르며 地域에 따라서도 역시 相異하다고 한다(Simpson, 1976).

濟州地域의 潮間帶는 多孔性 岩盤, 갈라진 틈이 많은 岩盤과 넓은 岩礁로 되어 있으며 주로 현무암으로 貝類의 分布에 有利한 條件을 이루고 있다. 즉 강한파도, 노출, 노출에 의한 기온 및 地溫의 심한 영향을 피할 수 있는 좋은 棲息環境을 이루고 있고 特히 分布種의 構成面에서 競爭이나 捕食關係가 他地域에 比하여 단순하고, 幼生의 着生과 成長域으로서도 保護받을 수 있는 良好한 地盤을 形成하고 있어서 他地域에 比하여 種數나 數量에 있어서 豊富한 것으로 생각된다. 一般的으로 한 지역내에서 種數는 다음과 같은 네가지 要因에 의해 決定되는 것으로 알려져 있다. 첫째, 그 지역의 進化的인 歷史, 둘째, 그 群集內 種間의 相互作用의 類型, 셋째, 物理的 環境要因들의 變動性, 마지막으로 그 棲息處의 空間的인 異質性 等이다. 이와 같은 要因들은 다같이 作用이 되며 단 하나의 要因에 의해서 한 지역내의 種數가 決定되는 것이 아니다(Poole, 1974).

Menge(1976)는 潮間帶의 群集構成에 捕食, 競爭 및 環境의 作用을 特히 言及하였는데 파도가 강한 곳에는 부착기를 소유하는 담치류, 따개비류가 분포하고 種間 競爭이 우세하나 비교적 온화한 환경에서는 群集構成에 捕食作用이 영향을 주며, 물리적 혼란이 심한 곳에는 捕食作用이 감소되는 반면 競爭이 군집구조에 중요한 역할을 한다고 하였다.

이 以外에도 自然群集構成은 種間 競爭, 捕食作用이 生物學的 要因으로 主로 作用한다는 주장도 많다(Paine, 1974; Cody and Diamond, 1975; Simpson, 1976). Menge(1976)는 結論的으로 New England의 岩盤으로된 潮間帶 群集에서 파도에 노출된 지역은 競爭, 파도에 保護된 地域은 捕食이 群集構成에 중요한 要因으로 作用하며 物理的 影響은 生物學的 作用에 比하여 크지 않다고 하였다. 왜냐하면 국지적인 種分布, 數量은 捕食과 競爭에 의한 死亡率이 冬季의 폭풍, 夏季의 熱波 等의 物理的 要因들에 의한 死亡率보다 훨씬 지배적이기

때문이라고 하였다.

한편 Menge 및 Sutherland (1976)는 群集構成에 있어서 競爭의 중요성을 言及하면서 군집의 營養단계에 따라 捕食者의 數가 달라서 營養단계가 단순한 群集에서는 捕食者數가 적어서 경쟁이 군집구성에 중요한 역할을 하며, 영양단계가 복잡한 군집에서는 경쟁보다는 捕食作用이 群集構成에 중요한 것 같다고 하였다.

以上的 연구와 比較하여 濟州道의 潮間帶域 25개 調査 地域의 大部分이 夏季에 폭풍 및 태풍 등에 의한 物理的으로 강한 영향을 받는 곳이어서 地盤의 변동이 심하게 나타나기 때문에 보호를 받지 못하는 種들은 分布하기 어렵지만 多孔性이며 갈라진 틈이 많은 암반이나 암초는 은신처로 보호를 받기 때문에 물리적인 영향을 다소 피할 수 있으며 捕食者로부터 보호를 받을 수 있기 때문에 種分布에 다양성을 나타내는 것 같다. 本 調査지역에서 식하는 種들의 大部分은 營養단계가 단순하여 주로 草食性 動物의 分布가 우세하고 먹이가 比較的 豊富하기 때문에 먹이에 對한 競爭이 적고 捕食者의 種數나 數量이 극히 적기 때문에 타지역에 比하여 種이 多樣하며 數量도 比較的 豊富한 것으로 생각한다. 이같은 결과는 英國의 Newhaven만 부근에서 총알고둥의 일종(Littorina rudis)의 集團에 관한 연구에서 바위틈은 복사열과 高溫, 파도의 작용, 捕食者 等의 피해를 막고 保護 받을 수 있다는 결과와도 거의 一致한다(Emson and Faller-Fritsch, 1976).

한편 潮間帶 저서동물의 垂直分布를 고찰해 보면, 全地域에서의 優占種은 복족류인 고둥류로서 上部區域에서는 썸살무늬총알고둥과 갈고둥, 中部區域과 下部區域에서는 각시고둥과 눈알고둥이 優占하는 一種의 帶狀分布를 하고 있다. 地域에 따르는 優占種의 差異는 주로 地盤形態가 原因인 것으로 생각되며 地域間에는 큰 差異가 없었다. 그리고 群集優占指數는 上部區域에서 가장 높고 中部區域, 下部區域順으로 優占種이 차지하는 個體數의 뚜렷한 差異가 潮間帶의 區域別로 나타남을 알 수 있다.

中部區域에서 下部區域 附近에 優占하는 작은조무래기따개비(*Chthamalus challengerii*)를 비롯한 따개비類들이 濟州道 潮間帶에서 優占하지 않는 것은 特異한 分布現象으로 심한 파도에 의한 幼生의 着生 條件이 나쁘기 때문인 것으로 생각되며(李 等, 1984), 一般的으로 底棲無脊椎動物의 垂直分布는 潮間帶 上部로부터 총알

고등類, 조무래기파개비類, 파개비類와 삿갓조개類, 밤고등類 및 거북손類의 帶狀 垂直分布를 하고 있음이 널리 알려져 있으나(Mori and Tanaka, 1989) 本 調査地域의 大部分의 岩盤이 主로 알칼리성의 현무암으로 構成되어 있어서 파개비의 主棲息地盤인 酸性地盤과 相異한데서 오는 結果가 아닌가 생각되나 추후 더욱 연구하고자 한다.

한편 上部區域에 多數 分布하는 좁쌀무늬총알고둥(*N. granularis*)이 東海岸이나 西海岸 潮間帶에서 比較의 出現하지 않는 것은 地盤構成의 差異에 기인되는 것 같다(金等, 1983; 李等, 1983; 李等, 1984). 그러나 西海안면도 부근에는 좁쌀무늬총알고둥보다는 총알고둥(*L. brevicula*)이 더 豊富하다고 한다(李等, 1984). 이처럼 地域의 種의 多樣性이나 豊富度 및 優占種을 中心한 帶狀分布 등의 差異는 여러 學者들이 言及한 바와 같이 어느 한 두가지의 要因에 의한 것이 아니라 物理化學的인 要因과 生物 相互作用이 함께 複雜하게 作用하기 때문인 것으로 생각된다(Menge, 1976; Simpson, 1976; Menge and Lubchenco, 1981; Sutherland and Ortega, 1986; Mori and Tanaka, 1989; 李·左, 1988).

한편 採集種數에 있어서 季節의인 差異는 별로 보이지 않는 반면 上, 中, 下部區域間에는 아주 현저한 차이를 보여주었다(Table 4, 5). 즉 2種에 의한 群集優占指數가 가장 높았던 上部區域에서는 採集種數가 가장 적었으며 따라서 種多樣度指數와 均等度, 豊富度도 가장 낮았다. 반대로 群集優占指數가 가장 낮았던 下部區域에서는 採集種數가 가장 많았고 種多樣度指數를 비롯한 均等度와 豊富度가 가장 높았다. 中部區域의 指數들은 上部區域과 下部區域 사이에서 나타났으나 下部區域 쪽에 훨씬 가까웠다. 이러한 生態學的인 指數들이 潮間帶의 區域別로 나타나는 것은 역시 地盤形態와 조석에 의한 노출시간 및 파도, 기온, 지온 등의 물리적 요인들의 差異 때문에 생기는 생리적 저항성에 의하여 나타나는 것으로 생각된다.

要 約

1988年 6월부터 1989年 5월까지 濟州道沿岸 25個 地域 潮間帶에 棲息하는 底棲性 大型無脊椎動物의 分布와 群集構造에 관하여 研究하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 25個地域 潮間帶에서 採集同定한 底棲性 大型無脊椎動物은 約 7門, 14綱, 29目, 71科, 135種이었다.

2. 潮間帶 上部의 優占種은 좁쌀무늬총알고둥(*N. granularis*)과 갈고둥(*H. japonica*), 中部에는 각시고둥(*M. neritoides*)과 눈알고둥(*L. coronata coreensis*)이고 下部에는 각시고둥과 밤고둥(*C. argyrostoma lischkei*)이었으며 上部 優占種의 群集優占指數는 매우 높았다.

3. 濟州道 潮間帶에는 강한 파도와 노출과 같은 物理的 要因에 저항력이 있는 種들이 주로 分布하였다.

4. 採集種數의 季節의인 差異는 별로 없으나 垂直的인 種分布의 差異는 뚜렷하였으며 潮間帶 上部에서 下部 갈수록 分布種은 多樣하였다.

參 考 文 獻

- Cody, M.L. and Diamond, J. (1975) Ecology and evolution of communities. *Belknap Press, Cambridge, Mass.* 545p.
- Connell, J.H. (1972) Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **3**: 169-192
- Connell, J.H. (1975) Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments. *In: Ecology and evolution of communities* (ed. by Cody, M. and Diamond, J.). *Havard Univ. Press*, pp. 460-490
- Dayton, P.K. (1971) Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.*, **41**: 351-389
- Emson, R.H. and Faller-Fritsch, R.J. (1976) An experimental investigation into the effect of crevice availability on abundance and size structure in a population of *Littorina rudis* (Maton): Gastropoda: Prosobranchia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **23**: 285-297
- Foster, B.A. (1971) On the determinants of the upper limit of intertidal distribution of barnacles (Crustacea: Cirripedia). *J. Anim. Ecol.*, **40**: 33-48
- Hoshiai, T. (1965) Synecological study on intertidal communities. VI. A synecological study on the intertidal zonation of the Asamushi coastal area with special references to its reformation. *Bull. Mar. Biol. St. Asamushi*, **12**: 93-126
- Jackson, J.B.C. (1983) Biological determinants of present

- and past sessile animal distributions. In: Biotic interactions in recent and fossil benthic communities (ed. by Tevesz, M.J.S. and McCall, P.L.). *Plenum Publishing Co.*, pp. 39-120
- Lewis, J.R. (1964) The ecology of rocky shores. *Hodder and Stoughton, London*, p. 323
- Lubchenco, J. and Gaines, S.D. (1981) A unified approach to marine plant-herbivore interactions. 1. Population and community effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **12**: 405-437
- McNaughton, S.J. (1968) Structure and function in California grasslands. *Ecology*, **49**: 962-972
- Margalef, D.R. (1968) Perspective in ecological theory. *Univ. Chicago*.
- Menge, B.A. (1976) Organization of the New England rocky intertidal community; the role of predation, competition, and environmental heterogeneity. *Ecol. Monogr.*, **46**: 355-393
- Menge, B.A. and Sutherland, J.P. (1976) Species diversity gradients: Synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. *Am. Nat.*, **110**: 351-369
- Menge, B.A. and Lubchenco, J. (1981) Community organization in temperate and tropical rocky intertidal habitats: prey refuges in relation to consumer pressure gradients. *Ecol. Monogr.*, **51**(4): 429-450
- Mori, K., Nishihama, S. and Tanaka, M. (1985) Community structure of a rocky shore in Tsujishima Island, Amakusa III. The analysis of relationships between distribution of organisms and microtopographical conditions using small quadrat. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **8**: 43-63
- Mori, K. and Tanaka, M. (1989) Intertidal community structures and environmental conditions of exposed and sheltered rocky shores in Amakusa, Japan. *Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **10**(1): 41-64
- Ohgaki, S. (1989) Long-term change in the coastal biota of Hatakejima Island. *Jpn. J. Ecol.*, **39**: 27-36
- Ohsako, Y., Iwasaki, K., Satake, K., Sakimukai, S. and Fukutomi, R. (1982) The distribution of intertidal organisms on rocky shores near the Seto Marine Biological Laboratory, Kyoto University. *Part 3, Nanki Seibutsu*, **24**: 107-113
- Paine, R.T. (1974) Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. *Oecologia*, **15**: 93-120
- Poole, R.W. (1974) An introduction to quantitative ecology. *McGraw-Hill Publishing Co., Ltd.* 532p.
- Shannon, C.F. and Weaver, W. (1963) The mathematical theory of communication. *Univ. Illinois Press, Urbana*, 117p.
- Simpson, R.D. (1976) Physical and biotic factors limiting the distribution and abundance of littoral molluscs on Macquarie Island. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **21**: 11-49
- Sousa, W.P. (1984) The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **15**: 353-391
- Southward, A.J. (1958) The zonation of plants and animals on rocky sea shore. *Biol. Rev.*, **33**: 137-177
- Southward, A.J. and Orton, J.H. (1954) The effects of wave-action on the distribution and numbers of the commoner plants and animals living on the Plymouth breakwater. *J. Mar. Biol. Ass., U.K.*, **33**: 1-19
- Stephenson, T.A. and Stephenson, A. (1949) The universal feature of zonation between tidemarks on rocky coasts. *J. Ecol.*, **37**: 289-305
- Sutherland, J.P. and Ortega, S. (1986) Competition conditional on recruitment and temporary escape from predators on a tropical rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **95**: 155-166
- Tsuchiya, M. (1979) Quantitative survey of intertidal organisms on rocky shore in Mutsu Bay, with special reference to the influence of wave action. *Bull. Mar. Biol. St. Asamushi*, **16**: 69-86
- Underwood, A.J. (1976) Analysis of patterns of dispersion of intertidal prosobranch gastropods in relation to macro-algae and rocky-pools. *Oecologia*, **25**: 145-154
- Underwood, A.J. and Denley, E.J. (1984) Paradigms, explanations and generalizations in models for the structure of intertidal communities on rocky shores. In: Ecological communities: conceptual issues and the evidence (ed. by Strong, D.R. Jr., Simberloff, D., Abele, L.J. and Thistle, A.). *Princeton Univ. Press*, pp. 151-180
- 金俊鎬·金薰洙·李仁圭·金鍾元·文炯泰·徐桂弘·金元·權道憲·劉順愛·徐榮培·金榮相 (1982) 洛東江 河口生態系の構造と機能に 관한 研究. 서울대 자연대논문집, **7**: 121-163
- 金俊鎬·李仁圭·金一會·高哲煥 (1983) 韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 관한연구: 1. 東海中部沿岸의 群集構造에 관한 定性定量的分析. 서울대 자연대논문집, **8**: 71-108
- 金薰洙·張千永 (1987) 洛東江河口一帶의 軟體動物과 甲殼

- 類의 種組成 및 分布相. 1989. 自然保存研究報告書, 9 : 31-58
- 盧洪吉 (1985) 濟州道 周邊海域의 漁場海洋環境. 東京大學 博士學位論文, pp. 1-215
- 尹一炳·裴淵宰·魚成集·金起弘 (1987) 榮山江河口의 底棲性 大型無脊椎動物群集에 관한 연구. 自然保存研究報告書, 8 : 43-51
- 尹一炳·裴京錫·孔東壽·宋美英 (1987) 洛東江河口의 底棲性 大型無脊椎動物相에 관한 연구. 自然保存研究報告書, 9 : 59-76
- 李仁圭·金薰洙·姜悌源·高哲煥·洪性潤 (1983) 韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 관한 연구: II. 東南海岸의 群集構造에 관한 定性定量的分析. 文教部學術研究報告書, 12 : 1-70
- 李仁圭·金薰洙·崔炳來·李海福 (1984) 韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 관한 연구: III. 西海岸의 群集構造에 관한 定性定量的分析. 文教部學術研究報告書, 13 : 1-42
- 李定宰·左容宇 (1988) 濟州道 潮間帶의 生態學的 기초연구. 1. 貝類의 群集構造. 韓國貝類學會誌, 4(1) : 17-29
- 崔炳來 (1985) 錦江城 潮水域에 있어서 底棲動物群集의 種組成과 季節變化. 自然保存研究報告書, 7 : 27-38
- 崔信錫·申鳳燮 (1986) 加露林단지역 snail의 分布에 대한 연구. 忠南大 環境研究報告書, 4(1) : 19-29
- 최영찬·고유봉·이준백 (1989) 제주도 해안선주변의 해수 특성 (1987년 6월~1988년 4월). 한국지구과학회지, 10(1) : 54-61
- 洪在上 (1981) 獨島淺海의 底棲生物分布에 따른 水中調査. 文教部學術研究報告書, 19 : 229-236
- 洪在上 (1982) 德積群島 潮間帶生物의 垂直分布. 自然實態綜合報告書, 1 : 307-324

Appendix 1. The taxonomic list of benthic macror-invertebrates collected from the intertidal zone in Cheju Island

Phylum Porifera	Phylum Platyhelminthes
Class Demospongiae	Class Turbellaria
Order Halichondrina	Order Polycladida
Family Halichondriidae	Family Stylochidae
1. <i>Halichondria japonica</i>	12. <i>Stylochus ijimai</i>
2. <i>H. okadai</i>	Family Leptoplanidae
3. <i>H. oshoro</i>	13. <i>Notoplana humilis</i>
4. <i>H. panicea</i>	
Order Haploscerina	Phylum Mollusca
Family Haliclonaidae	Class Gastropoda
5. <i>Haliclona permollis</i>	Order Archaeogastropoda
Order Tetractinellida	Family Haliotidae
Family Tethyidae	14. <i>Sulculus diversicolor aquatilis</i>
6. <i>Tethya japonica</i>	15. <i>S. diversicolor diversicolor</i>
7. <i>T. amamensis</i>	Family Patellidae
	16. <i>Cellana toreuma</i>
Phylum Coelenterata	17. <i>C. nigrolineata</i>
Class Anthozoa	Family Acmaeidae
Order Actiniaria	18. <i>Collisellina saccharina laux</i>
Family Actiniidae	19. <i>Chiazacmea pygmaea</i>
8. <i>Actinia mesembryanthemum</i>	20. <i>Collisella dorsuosa</i>
9. <i>Anthopleura kurogame</i>	21. <i>C. heroldi</i>
10. <i>A. midori</i>	22. <i>Notoacmea concinna</i>
Family Diadumenidae	23. <i>N. schrenckii</i>
11. <i>Haliplannella luciae</i>	Family Trochidae
	24. <i>Cantharidus callichroa</i>
	25. <i>Granata lyrata</i>
	26. <i>Omphalius nigerrimus</i>
	27. <i>O. rusticus</i>

Appendix 1. Continued

28. *Chlorostoma argyrostoma lischkei*
 29. *C. argyrostoma turbinatum*
 30. *C. xanthostigma*
 31. *Omphalius pfeifferi*
 32. *Trochus sacellus rota*
 33. *Monodonta (Neomonodonta) perplexa*
 34. *M. neritoides*
 35. *M. labio*
 Family Turbinidae
 36. *Batillus cornutus*
 Family Phasianellidae
 37. *Lunella coronata coreensis*
 Family Neritidae
 38. *Theliostyla albicilla*
 39. *Heminerita japonica*
 Order Mesogastropoda
 Family Littorinidae
 40. *Littorina brevicula*
 41. *Nodilittorina granularis*
 Family Vermetidae
 42. *Macrophragma tokyoense*
 43. *Dendropoma maximum*
 44. *Serpulorbis (Cladopoma) imbricatus*
 Family Potamididae
 45. *Cerithidea rhizophorarum*
 46. *Cerithideopsisilla djadjariensis*
 47. *Batillaria multiformis*
 Family Cerithiidae
 48. *Cerithium kobelti*
 49. *Clypeomorus humilis*
 Order Neogastropoda
 Family Muricidae
 50. *Ceratostoma rorifluum*
 51. *Thais bronni*
 52. *T. calvigera*
 53. *Ceratostoma fourrieri*
 Family Pyrenidae
 54. *Pyrene flava*
 55. *Anachis misera*
 56. *Mitrella bicincta*
 57. *M. tenuis*
 Family Nassariidae
 58. *Reticunassa beata*
 Family Buccinidae
 59. *Japeuthria cingulata*
 60. *J. ferrea*
 61. *Enzinopsis menkeana*
 Family Mitridae
 62. *Pusia nizenensis*
 Order Pleurocoela
 Family Aplysiidae
 63. *Aplysia (Varrria) kurodai*
 64. *A. dactylomela*

Appendix 1. Continued

- Order Acoela
 Family Doridiidae
 65. *Glossodoris festiva*
 66. *G. pallescens*
 Class Pelecypoda
 Order Filibranchia
 Family Arcidae
 67. *Arca boucardi*
 Family Mytilidae
 68. *Musculus (Musculista) senhausia*
 69. *Septifer (Mytilisepta) keenae*
 70. *S. virgatus*
 71. *Mytilus edulis*
 Family Ostreidae
 72. *Ostrea denselamellosa*
 73. *Saxostrea echinata*
 74. *Crassostrea gigas*
 Order Heterodonta
 Family Carditiidae
 75. *Cardita leana*
 Family Veneridae
 76. *Tapes (Amygdala) philippinarum*
 77. *T. variegata*
 Family Mesodesmatidae
 78. *Caecella chinensis*
 Family Myiidae
 79. *Mya (Arenomya) japonica*
 Class Polyplacophora
 Order Ischnochitonida
 Family Chitonidae
 80. *Onithochiton hirasei*
 81. *Liolophura japonica*
 Family Ischnochitonidae
 82. *Ischnochiton comptus*
 Order Acanthochitonida
 Family Acanthochitonidae
 83. *Acanthochiton defilippi*
 Family Cryptoplacidae
 84. *Cryptoplax japonicus*
 Family Mopaliidae
 85. *Placiphorella japonica*
 Family Loricidae
 86. *Lepidozona coreanica*
 87. *L. (Lepidozona) fuliginatus*
 Class Cephalopoda
 Order Octopoda
 Family Polypodidae
 88. *Octopus variabilis*
 Family Argonautidae
 89. *Argonauta hians*
 Phylum Annelida
 Class Polychaeta
 Order Errantia
 Family Nereidae

Appendix 1. Continued

90.	<i>Neanthes japonica</i>
Family	Eunicidae
91.	<i>Marphysa sanguinea</i>
Family	Onuphusidae
92.	<i>Diopatra bilobata</i>
Order	Sedentaria
Family	Serpulidae
93.	<i>Pomatoleios kraussi</i>
94.	<i>Hydroides ezoensis</i>
Family	Terebellidae
95.	<i>Loimia medusa</i>
Phylum	Arthropoda
Class	Cirripedia
Order	Thoracica
Family	Scalpellidae
96.	<i>Pollicipes mitella</i>
Family	Chthamalidae
97.	<i>Chthamalus pilsbryi</i>
98.	<i>C. challengeri</i>
Family	Tetraclitidae
99.	<i>Tetraclita squamosa</i>
Order	Isopoda
Family	Idoteidae
100.	<i>Idotea japonica</i>
101.	<i>Cleanthella isopus</i>
Family	Ligiidae
102.	<i>Magaligia exotica</i>
Family	Sphaeromatidae
103.	<i>Cymodoce japonica</i>
Order	Amphipoda
Family	Talitridae
104.	<i>Orchestia platensis</i>
Family	Caprellidae
105.	<i>Caprella gigantochir</i>
Class	Crustacea
Order	Decapoda
Family	Palaemonidae
106.	<i>Palaemon (Palaemon) paucidens</i>
Family	Alpheidae
107.	<i>Betaeus granulimanus</i>
Family	Porcellanidae
108.	<i>Petrolisthes japonicus</i>
109.	<i>P. coccineus</i>
Family	Paguridae
110.	<i>Dardanus arrosor</i>
111.	<i>D. impressus</i>
112.	<i>Diogenes nitidimanus</i>
113.	<i>Pagurus samuelis</i>
114.	<i>P. lanuginosus</i>
Family	Lithodidae
115.	<i>Hapalogaster dentata</i>
Family	Portunidae
116.	<i>Thalassinidea prymna</i>

Appendix 1. Continued

Family	Xanthidae
117.	<i>Leptodius exaratus</i>
Family	Grapsidae
118.	<i>Pachygrapsus crassipes</i>
119.	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>
120.	<i>Gaetice depressus</i>
121.	<i>Sesarma (Parasesarma) pictum</i>
122.	<i>Cyclograpsus intermedius</i>
123.	<i>Pugettia quadridens</i>
Phylum	Echinodermata
Class	Echinoidea
Order	Camarodonta
Family	Strongylocentrotidae
124.	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>
Family	Echinometridae
125.	<i>Anthocardia crassispina</i>
Class	Asteroidea
Order	Forcipulata
Family	Asteriidae
126.	<i>Coscinasterias acutispina</i>
Order	Spinulosa
Family	Asterinidae
127.	<i>Asterina coronata</i>
128.	<i>A. batheri</i>
Order	Phanerozonia
Family	Linckiidae
129.	<i>Certonardoa semiregularis</i>
Class	Ophiuroidea
Order	Chilophiurida
Family	Ophiolepididae
130.	<i>Ophiomastix mixta</i>
131.	<i>Ophioplocus japonicus</i>
Class	Holothuroida
Order	Aspidochirota
Family	Stichopodidae
132.	<i>Stichopus japonicus</i>
Family	Holothuriidae
133.	<i>Holothuria (Halodeima) hilla</i>
Order	Dendrochirota
Family	Cucumariidae
134.	<i>Pentacta australis</i>
Order	Apoda
Family	Chiridotidae
135.	<i>Polycheira rufescens</i>

Appendix 2. Number of species and individuals of the benthic macro-invertebrates collected from the intertidal zone in Cheju Island (individuals/50cm x 50cm)

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	
1. <i>Halichondria japonica</i>	2	1	3	2	3	1	1	1				1	3	1	1				5	1	1	1	1	1	3	1	32
2. <i>Halichonuria okadai</i>	3	2	5	3	2	1	1	1				2	1	12	1	2	2		6	2	1	1	2	3	3	3	55
3. <i>Halichondria oshoro</i>	1			6	1	3	1	1	1			1				1			4			1				20	
4. <i>Halichondria panicea</i>	1	1	3	2	2	3	4	1	3	2	1	2	2	2	2	1	4	6	3	1	3	1	9	5	3	3	61
5. <i>Haliclona pernellis</i>				1								2	1			1			1					1		7	
6. <i>Tethya japonica</i>									1													1				2	
7. <i>Tethya ainamensis</i>	1			1	1	1													4	1			2	1		10	
8. <i>Actinia mesembryanthemum</i>	3	4	1	1	1	2	1	3		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			26	
9. <i>Anthopleura kurogamae</i>	1	2				2	1				4										2	1	1	2	2	18	
10. <i>Anthopleura inidori</i>	1	2	5	3	2	2	4	4	6	1	1	2	5	6	9	3	5	5	2	5	2	5	4	1	6	3	87
11. <i>Haliplannella luciae</i>	3	2	1	1		1	1			1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	2		24	
12. <i>Stylochus ijinai</i>						1			1			2	1									1				7	
13. <i>Notoplana humilis</i>								1				1														2	
14. <i>Sulculus diversicolor aquatilis</i>			1						1												1	1				4	
15. <i>Sulculus diversicolor diversicolor</i>																										1	
16. <i>Cellana toreuma</i>	1	1				1	2		3	1	1	2				1	1	1	1	1	2			1	2	21	
17. <i>Cellana nigrolineata</i>	1	3	4	3	2	1	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	55
18. <i>Collisella saccharina laux</i>	4	3	2	1	1	2	2	2	3	3	2	3	3			1			1		2	2	2	2	1	39	
19. <i>Chiazacmea pygmaea</i>	1	17	6	21	4	1	21		22	32	16	44	68			40	13	8	1	5	7	7	7	7	7	334	
20. <i>Collisella dorsosa</i>	14	5	4	1	2	2	1	4	9	8	5	15	2	1	2	1	2	1	2	1	1	9	3		2	94	
21. <i>Collisella heroldi</i>											9													1		10	
22. <i>Notoacmea concinna</i>	10	11	3	1	4	1	2	3	6	6	3	20	19	14	13	1	14	5	3	3	10	3	4	7	166		
23. <i>Notoacmea schrenckii</i>	6	12	9	4	3	4	3	8	16	7	3	5	7	11	17	16	15	14	1	2	6	4	4	12	197		
24. <i>Cantharidus callichroa</i>			3	1		3	1	1		1					2						2	2	2	5	1	23	
25. <i>Granata lyrata</i>							17			3																20	
26. <i>Omphalius nigerrimus</i>	2	1	16	2	4	11		10	7	3	4	1	9	6	14	3	1	3	7	1	6	13	33	157			
27. <i>Omphalius rusticus</i>	1	2	4	4	4	2	4	1				2	4	3	5	2					3	1	3	2	43		
28. <i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	1	1	41	8	28	11	27	15	7	11	3	37	33	8	4	10	2	5	7	6	18	6	28	42	359		
29. <i>Chlorostoma argyrostoma turbinatum</i>			2		1		2	1	9	1					1						2		1			20	
30. <i>Chlorostoma xanthostigma</i>	1	8	1	21	6	2	1	2	8	5	3	4	2	1	2	3	4	27					2	3	106		

Appendix 2. Continued

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total
62. <i>Pusia hizenensis</i>	1					1					1				1		3	1		3	1	1	2	1	1	13
63. <i>Aplysia (Varría) kurodai</i>		1				2			1								1			1		1	1			7
64. <i>Aplysia (Varría) dactylorella</i>			1	1		1														1						4
65. <i>Glossodoris festiva</i>							1					1														2
66. <i>Glossodoris pallescens</i>								1									2					1				4
67. <i>Arca voucardi</i>							1																			1
68. <i>Musculista senhousia</i>		2	1	1	1	1	1	1			1	1	1	2	1	1	2	3	1	2	3	1	1	1	1	20
69. <i>Septifer (Mytilisepta) keenae</i>	2	2	3	3	2	4	2	4			1	3	2	5	2	15	1	6	7	1	1	3	1	1	1	62
70. <i>Septifer (Mytilisepta) virgatus</i>										1			1	1	1	5		1								10
71. <i>Mytilus edulis</i>																										1
72. <i>Ostrea uenselamellosa</i>								1				1		1	1	1						1				4
73. <i>Saxostrea echinata</i>		4	2						9	1	1	1	5	1	7		2					1				34
74. <i>Crassostrea gigas</i>																1										1
75. <i>Cardita leana</i>	1	1	1							1	1	2	2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	12
76. <i>Tapes (Amygdala) philippinarum</i>				2			1								1											10
77. <i>Tapes (Amygdala) variegata</i>	1	6	1	2	3	2	3	5	1	3	3	1	7	2	7	2	4	1	3			6	2	3	3	53
78. <i>Caecella chinensis</i>									1																	1
79. <i>Mya (Arenomya) japonica</i>	1		1				1													1		2	1	2		9
80. <i>Onithochiton hirasei</i>		1	5	4	3	3	2	3	4	3	3	1	1	1	2		5	1	10	3	1	4	3	5		68
81. <i>Liolophura japonica</i>	4	15	11	13	12	11	10	10	9	8	6	4	7	5	5	27	24	16	17	16	17	10	10	17		284
82. <i>Ischnochiton comptus</i>		2		2		1			2	3	2	2	2	2	2	5	2	2	1	1	1					24
83. <i>Acanthochiton defilippi</i>	7	9	2	2	7	7	2	4	4	7	5	1	10	7	9	7	2	11	13	3	8	15	5	14	12	173
84. <i>Cryptoplax japonicus</i>				1		2	1			1		1									2		1	3		12
85. <i>Placiphorella japonica</i>							2																			2
86. <i>Lepidozona coreanica</i>		3		3	3	4	2	2	1	1	1	1	1	1	2		4	1		4	1	1	4	5	3	39
87. <i>Lepidozona (Lepidozona) fuliginatus</i>								1							2		1		2	3			2			11
88. <i>Octopus variabilis</i>											1											1				2
89. <i>Argonauta hians</i>						1																1				2
90. <i>Neanthes japonica</i>	3	5	2	2	3	3		27	2	9	2	4	7	7		5	2	1	1	5	7	3	4	3	4	104

Appendix 2. Continued

Species	Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total
91. <i>Marphysa sanguinea</i>																									4	2	6
92. <i>Diopatra bilobata</i>																							1				1
93. <i>Pomatoleios kraussi</i>						1	4	9					8	13	20	3			2	2				3	11	19	95
94. <i>Hydroides ezoensis</i>	10	6	5	9	7	5		5	8	2	7	33	21	6	6	3	1		6	3	1		10	13	15	31	203
95. <i>Loimia medusa</i>								1					1								1						5
96. <i>Pollicipes mitella</i>	2	6	11	20	2	11	18	4	5	4	5	2	1	5	5	1	16	17	13	8	5	10	10	6			192
97. <i>Chthamalus pilsbryi</i>	6		1				2						1	1	5	2		6	4					1			29
98. <i>Chthamalus challengeri</i>										14			37	4	4		3		11								73
99. <i>Tetracrita squamosa</i>		1	1	1	1	1	4	2	1	2	2	5	4	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	36
100. <i>Idotea japonica</i>							1															1	2		1		5
101. <i>Cleantella isopus</i>	1		1															1					2	1	1		7
102. <i>Magaligia exotica</i>	2	5	3	1	3	2	2	1	2	1	4	3	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2		45
103. <i>Cymodoce japonica</i>	1		1		1					1												2		3			9
104. <i>Orchestia platensis</i>	4		3		7	11	3		8	2	3	3	8	11		5			8	10				4	4		94
105. <i>Caprella giganteochir</i>																									1		1
106. <i>Palaeomon (Palaeomon) paucidens</i>				5	5	3	5	2	3	4	2	3	1			5	1	4	3			3	5	4			58
107. <i>Betaeus granulimanus</i>				2					1													1			1		5
108. <i>Petrolisthes japonicus</i>	4	7	8	4	7	7	4	7	1	3	3	5	10	4		7	6	4	1	3		4	3	8			110
109. <i>Petrolisthes coccineus</i>																									1		1
110. <i>Dardanus arrosor</i>									1																		2
111. <i>Dardanus impressus</i>							1																				2
112. <i>Diogenes nitidimanus</i>	1	2		3	3	2	3		8		1	1				2	5	2			2	5	4	6			50
113. <i>Pagurus samuelis</i>	16	4	14	12	6	18	5	8	6	10	4	5	8	6	14	2	6	13	11	3	7	15	10	25	18		246
114. <i>Pagurus lanuginosus</i>			1					1													1				1	1	5
115. <i>Hapalogaster dentata</i>	1																				1						2
116. <i>Thalamita prymna</i>	1																										1
117. <i>Leptodius exaratus</i>					3	1					1	1	7	1													15
118. <i>Pachygrapsus crassipes</i>		1		1	1	1	1	2	1	2	1	1	1								1	1	3	1	2	1	21
119. <i>Hemigrapsus sanguineus</i>	5	5	3	5	3	4	2	3	4	6	1	5	4	11	4		8	6	7	2	8	3	8	9			116
120. <i>Gaetice depressus</i>	1		3	2	1	1	1	2		3	1	8	1				11	1			3		2	1			41
121. <i>Sesarma (Parasesarma) pictum</i>	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1						1		3	2	1				20

Appendix 2. Continued

Species	Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	
122. <i>Cyclograpsus intermedius</i>				1	7	1	1			1	4		1		1	1			1		1						1	19
123. <i>Pugettia quadridens</i>													1							1				1				3
124. <i>Hemicentrotus puicherrimus</i>			1	1	1	1	2	8	2	1			1		1	1	3	7			2	2	2	2	2	1	35	
125. <i>Anthocidaris crassispina</i>				1	1	1	1	1	1												1	2	1				9	
126. <i>Coccinasterias acutispina</i>	2	2		2		1	2			1		1				1					1					1	10	
127. <i>Asterina coronata</i>		1	2		3	2	3	1	1	1			1		2	1	3				2	1	1	1	1	1	26	
128. <i>Asterina batheri</i>																											1	
129. <i>Ceratonardoa semiregularis</i>		1	1		1	1	1	1	2			1									1	1	1				10	
130. <i>Ophiomastix mixta</i>																1											1	
131. <i>Ophioplocus japonicus</i>		1	1		1	1	1	1	1	1			1		1	1					1	1	1	1	1		9	
132. <i>Stichopus japonicus</i>										1				1									1				4	
133. <i>Holothuria (Halodeima) hilla</i>															1												2	
134. <i>Pentacta australis</i>															1										1		2	
135. <i>Polycheira rufescens</i>																1											1	
Total individuals		226	297	306	308	377	352	374	365	421	355	364	231	348	517	414	292	243	439	436	453	214	455	318	447	494		
Total species		45	50	63	71	52	72	74	64	53	55	59	54	56	64	66	48	38	48	61	69	45	69	75	80	62		

Appendix 3. Dominant species (DS) and community dominance index (CDI) in upper, middle and lower intertidal zone of the sampling stations

Intertidal zone	UPPER		MIDDLE		LOWER		CDI
	DS	CDI	DS	CDI	DS	CDI	
1	<i>Nodilittorina granularis</i> <i>Batillaria multiformis</i>	66.0	<i>Monodonta (Neomonodonta) neritoides</i> <i>Lunella coronata coreensis</i>	37.0	<i>Pagurus samuelis</i> <i>M. neritoides</i>		35.6
2	<i>N. granularis</i> <i>Littorina brevicula</i>	77.2	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	34.8	<i>M. neritoides</i> <i>Chiazacma pygmaea</i>		31.7
3	<i>N. granularis</i> <i>L. brevicula</i>	69.0	<i>M. neritoides</i> <i>Japeuthria ferrea</i>	30.2	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i> <i>M. neritoides</i>		20.8
4	<i>N. granularis</i> <i>Heminerita japonica</i>	60.8	<i>L. coronata coreensis</i> <i>M. neritoides</i>	24.5	<i>L. coronata coreensis</i> <i>P. samuelis</i>		23.5
5	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	84.8	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	29.8	<i>C. argyrostoma lischkei</i> <i>Chlorostoma xanthostigma</i>		22.5
6	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	75.6	<i>L. coronata coreensis</i> <i>Liolophura japonica</i>	24.4	<i>L. coronata coreensis</i> <i>P. samuelis</i>		28.0
7	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	73.1	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	29.6	<i>C. argyrostoma lischkei</i> <i>L. japonica</i>		21.0
8	<i>N. granularis</i> <i>L. brevicula</i>	94.5	<i>M. neritoides</i> <i>Collisellina saccharina laux</i>	26.9	<i>M. neritoides</i> <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>		21.8
9	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	88.1	<i>B. multiformis</i> <i>H. japonica</i>	32.8	<i>B. multiformis</i> <i>Neanthes japonica</i>		47.4
10	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	67.0	<i>H. japonica</i> <i>M. neritoides</i>	34.3	<i>C. pygmaea</i> <i>M. neritoides</i>		38.4
11	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	68.8	<i>H. japonica</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	47.2	<i>C. pygmaea</i> <i>M. neritoides</i>		37.9
12	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>	72.8	<i>H. japonica</i> <i>C. pygmaea</i>	46.6	<i>M. neritoides</i> <i>C. pygmaea</i>		23.2
13	<i>H. japonica</i> <i>L. brevicula</i>	64.6	<i>M. neritoides</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	38.2	<i>C. argyrostoma lischkei</i> <i>M. neritoides</i>		27.9

Appendix 3. Continued

St. & NO.	Intertidal zone	UPPER		MIDDLE		LOWER		CDI
		D S	CDI	D S	CDI	D S	CDI	
14	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		48.7	<i>M. neritoides</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	31.0	<i>Hydroides ezoensis</i> <i>M. neritoides</i>	19.1	
15	<i>N. granularis</i> <i>L. brevicula</i>		63.6	<i>C. pygmaea</i> <i>M. neritoides</i>	38.5	<i>C. pygmaea</i> <i>M. neritoides</i>	26.9	
16	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		74.3	<i>M. neritoides</i> <i>Septifer (Mytilisepta) keenae</i>	31.6	<i>M. neritoides</i> <i>Notoacmea concinna</i>	33.9	
17	<i>N. granularis</i> <i>N. concinna</i>		87.4	<i>L. coronata coreensis</i> <i>M. neritoides</i>	38.9	<i>Liolophura japonica</i> <i>L. coronata coreensis</i>	31.2	
18	<i>N. granularis</i> <i>Pollicipes mitella</i>		72.6	<i>M. neritoides</i> <i>C. pygmaea</i>	32.6	<i>Monodonta (Neomonodonta) perplexa</i> <i>C. pygmaea</i>	20.4	
19	<i>N. granularis</i> <i>P. mitella</i>		77.4	<i>M. neritoides</i> <i>H. japonica</i>	32.6	<i>M. neritoides</i> <i>C. pygmaea</i>	21.1	
20	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		83.2	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	45.0	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	22.4	
21	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		62.6	<i>M. neritoides</i> <i>L. japonica</i>	25.6	<i>C. xanthostigma</i> <i>L. japonica</i>	21.6	
22	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		78.7	<i>M. neritoides</i> <i>L. coronata coreensis</i>	32.2	<i>M. neritoides</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	26.0	
23	<i>N. granularis</i> <i>H. japonica</i>		76.2	<i>Cerithiopsisilla djadjariensis</i> <i>L. coronata coreensis</i>	22.4	<i>P. samuelis</i> <i>M. neritoides</i>	13.9	
24	<i>N. granularis</i> <i>M. neritoides</i>		61.8	<i>M. neritoides</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	21.7	<i>L. coronata coreensis</i> <i>C. argyrostoma lischkei</i>	24.6	
25	<i>N. granularis</i> <i>M. neritoides</i>		65.1	<i>M. neritoides</i> <i>Omphalium nigerrimum</i>	27.2	<i>C. argyrostoma lischkei</i> <i>H. ezoensis</i>	20.3	