

濟州道 西部沿岸域의 生物生態學的 基礎研究 — 飛揚島 潮間帶에 分布하는 大型底棲無脊椎動物과 季節的 群集變動 —

李 定 宰 · 金 鐘 哲*

濟州大學校 海洋科學大學, 教育大學院 科學教育科*

= Abstract =

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 —

Jung Jae Lee and Jong Cheol Kim*

College of Ocean Science and Graduate School of Education, Cheju University*

A study on the distribution and seasonal changes of the benthic macroinvertebrate community was performed on the 4 intertidal rocky shores of Biyang-do in Cheju Island throughout four seasons from January 1992 to January 1993.

The macroinvertebrates composed of 8 phyla, 15 classes, 31 orders, 71 families, 168 species. The seasonal appearing species were 135 species in summer, 127 species in spring, 124 species in winter and 121 species in autumn, respectively. The dominant species of the upper zones were *Nodilittorina exigua*, *Nerita japonica*, *Pollicipes mitella*, the middle zones were *Turbo coronata coreensis*, *Monodonta neritoides*, *Petrolisthes japonicus* and the lower zones were *Pagurus samuelis*, *Chthamalus pilsbryi*, *Chlorostoma argyrostoma lischkei*. The community dominance indices of the upper zones were much higher than the middle and lower zones. The seasonal appearance in species in the lower zones were remarkable, but individual numbers were not.

Species diversity and evenness in all investigated zones were highest in spring and lowest in winter. But species richness was highest in summer, lowest in autumn.

緒 論

潮間帶地域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 影響이 매우 複雜하고 크기 때문에 生理的 抵抗이 강하고 잘 適應되며 생

물상호간에 먹이, 서식공간 등의 중복으로 일어나는 경쟁 및 포식작용과 지반형태에 따라 잘 조화된 종들로 구성되어 안정된 생태계가 유지 되면서 서서히 동적 변화가 진행된다.

지역적 환경특성은 생물의 분포에 직접 영향을 주어 군집구조에 다양성을 나타내기 때문에 많은 학자들에 의해 연구되어 왔다. 조간대의 생물분포에 관련되는 연구로서, 특히 帶狀分布에 관한 報文(Stephenson and Stephenson, 1949; Southward and Orton,

*. 본 연구는 교육부 기초과학육성 연구비의 지원에 의한 것임.

1954; Southward, 1958; Lewis, 1964; Hoshiai, 1965; Tsuchiya, 1979; Ohsako *et al.*, 1982; Mori *et al.*, 1985)과 생물군집을 대상으로 한 물리화학적 환경요소의 영향에 따른 생물의 군집구조를 연구한 報文(Meyer and Gower, 1963; Hoshiai, 1965; Foster, 1971; Tsuchiya, 1979), 岩盤地域 潮間帶에서의 種間競爭과 捕食作用에 관한 報文(Dayton, 1971; Paine, 1974; Menge, 1976; Branch and Branch, 1981; Lubchenco and Gaines, 1981; Hawkin and Hartnoll, 1983; Schoener, 1983; Mercurio *et al.*, 1985; Sih *et al.*, 1985; Sutherland and Ortega, 1986; Mcpeek, 1990), 地盤 形態와 垂直 分布를 연구한 報文(Poole, 1974; Chow, 1975; Connell, 1972, 1975; Hamilton, 1978; Lubchenco and Menge, 1978; Raffaelli and Hughes, 1978; Odaka and Numata, 1979; Peterson, 1979; Ohsako *et al.*, 1982; Takaki, 1983; Tamaki and Kikuchi, 1983; Mori and Tanaka, 1989; Tanaka and Kikuchi, 1986)들이 있다.

國內에서도 潮間帶 및 潮下帶의 底棲無脊椎動物의 分類學的 研究는 많으나 群集을 對象으로 한 生態學的 研究(洪, 1981, 1982; 金 等, 1982; 崔, 1982; 金 等, 1983; 金 等, 1983; 李 等, 1983; 李 等, 1984; 金·張, 1987; 金·宋, 1987; 尹 等, 1987; 金 閔, 1988; 金·張, 1990; 林 等, 1992) 등이 最近에 활발히 연구되고 있다.

濟州道 一圓을 中心으로 한 報文으로서는 分類學的인 研究(金·盧, 1971; 崔, 1984), 群集構造에 관한 研究(李·左, 1988; 李 等, 1989; 李, 1990a, 1990b; 李, 1991; 李·玄, 1991a, 1991b; 李·玄, 1992)들이 있다.

濟州道에서는 地下水가 海岸가에서 湧出되기 때문에 海岸선을 따라 취락이 형성되고 각종 산업시설, 관광시설, 가정등에서 나오는 生活下水의 放流로 海岸 生態系에 미치는 영향이 심화되고 있어서 생물자원의 보존적 측면에서 학술적인 연구가 이루어져야 한다. 본 연구는 飛揚島地域의 조건대를 대상으로 大型底棲無脊椎動物의 분포와 種多樣性을 기초로 계절적 군집변동에 관하여 연구하였으며, 앞으로 본 논문은 潮間帶 生態系의 변화를 비교할 수 있는 基礎資料가 될 것이다.

調查地域의 地盤形態 및 海況

飛揚島 地域조건대에서 방위에 따라 동, 서, 남, 북 4 個 調查地點을 選定하였고, 調查地點은 Fig. 1과 같다.

1. 地盤 形態

飛揚島 潮間帶域의 露出範圍는 地域에 따라 差異가 있다. 飛揚島 南西쪽 地點(St.1)은 貝類養殖場으로 이용하고 있는 곳으로 周圍는 玄武岩이 散在하고 中央部는 外側으로 擴張되어 있어서 最大 干潮時 95 m까지 露出되며, 주로 작은 자갈이 깔려 있는 중앙부 양측도 露出範圍가 다른 地點보다 넓으며, 군데군데 砂質인 곳도 있다. 東쪽 地點(St.2)은 潮間帶의 露出範圍가 最大 干潮時 25 m 程度로 3개 地點에 비해 가장 狹小하

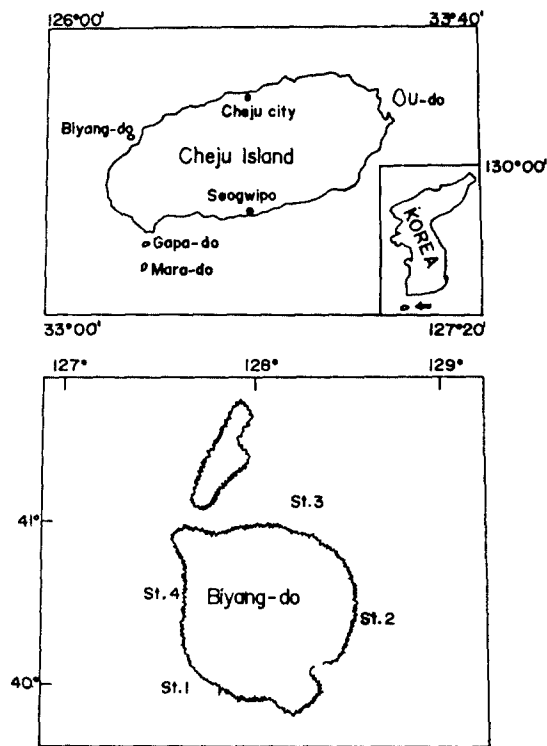


Fig. 1. Map showing the sampling stations in Biyang-do.

Table 1. Salinity and water temperature around coast of Biang-do

Month	JUN.	AUG.	NOV.	DEC.	FEB.	APR.
Water Temp.(°C)	19.2	25.7	18.5	16.4	11.7	14.5
Salinity(‰)	31.28	32.10	33.34	33.76	33.62	33.53

며, 玄武暗礁와 岩盤이 散在하고 바깥쪽은 모래지역으로 外部와는 격리되어 있다. 北쪽 地點(St.3)은 潮間帶의 最우쪽이 40 m~110 m 정도로 노출범위가 가장 넓으며, 中부구역은 凝灰岩위에 커다란 岩石들이 散在하고 低質은 泥砂質이다. 西쪽 地點(St.4)은 冬季에 北西 季節風의 影響을 많이 받는 곳으로 타 地點에 비하여 바람과 파도가 沿岸에 강하게 미치며 地반은 구멍이 많은 岩盤과 岩石 등으로 이루어져 있다.

2. 海況

飛揚島 연안의 水溫은 年中 11.7~25.7°C, 염분농도는 年中 31.28~33.76‰ 범위이며 黃海低層冷水의 海流가 흐르고 있기 때문에 제주 본도 연안에 비하여 수온이 다소 낮은 편이다(최 등, 1989; Table 1).

材料 및 方法

各 調査地點에서 大潮時 滿潮線에서 干潮線까지의 潮間帶區域을 垂直으로 동일한 범위로 上, 中, 下部區域으로 구분하여 각 區域에 임의로 3개 地點을 選定하여 각각 3개씩의 方形구(1 m×1 m)를 設置한 후 肉眼의인 無脊椎動物을 4季節 조사하였다.

方形구내의 種을 現場에서 同定計數하고 동정이 어려운 種은 10% 中性 formalin에 고정된 후 實驗室에 옮겨 조사하였다.

分類體系는 金等(1989)을 따랐으며, 種의 同定은 國內外 圖鑑 즉, 韓國動植物圖鑑, (집게, 게류), 金, 1973; (해면, 히드라, 해조류), 노, 1977; (새우류), 金, 1977; (갯지렁이류), 백, 1989; (연체동물 II), 崔, 1992; 學習原色大圖鑑, (水中生物), 6권, 金, 1977; 標準原色圖鑑全集 3권, 波部忠重, 1978; 標準原色圖鑑全集, 16권, 西村三郎·鈴木克美, 1982; 原色韓國貝類圖鑑, 柳, 1983; 學研學生圖鑑, 貝 I. II, 波部忠重,

1984; 新日本動物圖鑑, (上, 中), 岡田要, 1988)을 인용하였다.

1. 底棲無脊椎動物相

4개 調査地點에서 調査된 모든 種은 分類體系를 따라 目錄을 作成하였고, 出現種을 調査地點別, 潮間帶區域別, 季節別, 種別, 平均個體數로 나타냈다.

2. 優占種과 群集優占指數

優占種은 潮間帶의 上, 中, 下部區域에 出現하는 種들 중 方形구내의 平均個體數가 가장 많은 順序대로 第1 優占種, 第2 優占種으로 하였으며, 이들 群集優占指數(Community dominance index, CDI)는 McNaughton(1968)의 方法으로 산출하였다.

3. 出現種數의 多樣性

出現種數의 多樣性을 알아보기 위해 全 調査地域內의 季節別 種數의 多樣度指數를 비교하였고, 각 調査지점 조건대의 上, 中, 下部區域別 季節別 種數와 個體數의 差異를 알아 보기 위하여 分散分析으로 檢定하였다.

4. 種多樣性, 均等度 및 豐富度

潮間帶의 上, 中, 下部區域과 全 調査地點에 대한 種多樣性 및 均等度(Evenness)는 Shannon 및 Weaver(1963)의 方法으로 산출하였고 豐富度(Richness, d')는 Margalef(1968)식을 이용하여 산출하였다.

結 果

1. 底棲無脊椎動物相

飛揚島 4개 地點에서 同定된 底棲無脊椎動物은 總 8門, 15綱, 31目, 71科, 168種, 7191 개체로 軟體動物이 92種(54.8%)으로 가장 많았고, 다음 節肢動物, 42種(25.0%), 棘皮動物, 12種(7.1%)順이었으며 이 외의 門에 속하는 것은 10種 이내였다(Table 2). 調査地點別은 St.1에서 126種, 1749個體, St.2는 126種, 1767個體, St.3은 131種, 1822個體, St.4는 117種, 1847個體로 St.3이 가장 많았고, St.4가 가장 적었다. 個體數는 St.4가 가장 많았고, St.3이 가장 적었다.

季節別 種數와 個體數를 보면 春季에 127種, 1672

Table 2. The number of taxa and species constitution of the benthic macroinvertebrates in Biyang-do

Phylum	Taxa			
	Class	Order	Family	Species(%)
Porifera	1	4	5	8(4.7%)
Cnidaria	1	1	2	5(3.0%)
Sipuncula	1	1	1	1(0.6%)
Mollusca	3	11	34	92(54.8%)
Annelida	1	3	6	7(4.2%)
Arthropoda	3	4	13	42(25.0%)
Echinodermata	4	6	9	12(7.1%)
Chordata	1	1	1	1(0.6%)
Total	15	31	71	168(100%)

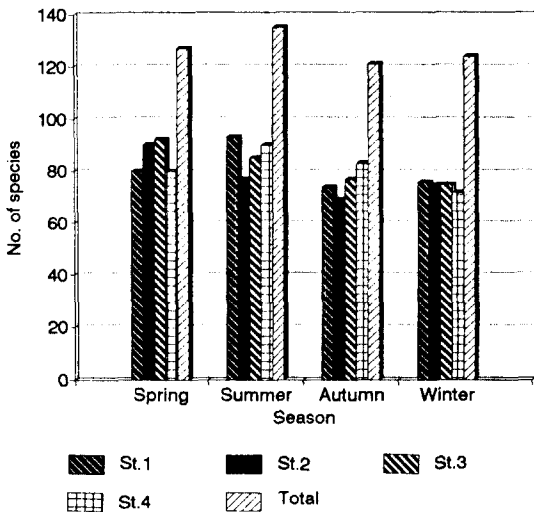


Fig. 2. Total number of species in each station and season by collected in intertidal zones of Biyang-do.

個體, 夏季에 135種, 1800個體, 秋季에 121種, 1722個體, 冬季에 124種, 1997 個體로 夏季가 가장 많았고, 秋季가 가장 적었다(Fig. 2, Appendix).

種別로는 좁쌀무늬총알고둥(*Nodilittorina exigua*)이 1035個體로 가장 많았고, 갈고둥(*Nerita japonica*) 564個體, 눈알고둥(*Turbo coronata coreensis*) 485個體, 각시고둥(*Monodonta ne-*

ritoides) 439個體 順이었다(Table 3). 그리고 1~2 個體가 出現한 稀少種도 31種이었다.

2. 優占種 및 群集優占指數

調査 地點別 出現種의 個體數를 근거로 하여 季節別, 地點別에 대한 上, 中, 下部區域別 第1, 第2 優占種과 群集優占指數는 Table 4와 같다.

春季에 上部區域의 第1優占種은 4個 地點에서 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*)이며, 第2優占種은 St.1에 각시고둥(*M. neritoides*), St.2에 거북손(*P. mitella*), St.3과 St.4에 갈고둥(*N. japonica*)이며. 群集優占指數는 53.2314~76.5306범위로 St.1이 가장 높고, St.4가 가장 낮다. 中部區域의 第1優占種은 St.1과 St.3에 각시고둥(*M. neritoides*), St.2에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.4에 갯가톡톡벌레(*Orchestia platensis*)이며, 第2 優占種은 St.1과 St.3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.2에 참집게(*Pagurus samuelis*), St.4에 밤고둥(*Chlorostoma argyrostoma lischkei*)이다. 群集優占指數는 31.2057~47.0588범위로 St.1이 가장 높았고, St.4가 가장 낮았다. 下部區域의 第1優占種은 St.1에 밤고둥(*C. argyrostoma lischkei*), St.2에 바다방석고둥(*Tegula pfeifferi carpenteri*), St.3에 참집게(*P. samuelis*), St.4에 둥근배무레기(*Tectura concinna*)이며, 第2優占種은 St.1에 갯가게불이(*Petrolithes japonicus*), St.2에 얼룩고둥(*Cantharidus callichroa*), St.3에 뿔물맞이게(*Pugettiaqua quadridens*), St.4에 구멍밤고둥(*Chlorostoma argyrostoma turbinata*)이며, 群集優占指數는 14.4828~18.7500범위로 St.4가 가장 높았고, St.2가 가장 낮았다.

夏季에 上部區域의 第1 優占種은 全 地點에 좁쌀무늬총알고둥이며, 第2 優占種은 St.1과 St.2, St.3에 거북손, St.4에 갈고둥이며, 群集優占指數는 65.1376~79.7546범위로 St.3이 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다. 中部區域의 第1優占種은 St.1과 St.4에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.2에 타래고둥(*Buccinulum ferea*), St.3에 갯가게불이(*P. japonicus*)이며, 제2우점종은 St.1과 St.4에 각시고둥(*M. neritoides*), St.2에 갯가게불이(*P. japonicus*), St.3에 털껍질돼지고둥(*Canntarus cecillei*)이며, 군집우점지수는 23.6842~34.2949범위로 St.2가 가장

Table 3. Rank of dominant species in terms of individual numbers for the whole intertidal zone of Biyang-do

Rank	Species name	No. of Individual	Phylum(Class)
1.	<i>Nodilittorina exigua</i>	1035	Mollusca (Gastropoda)
2.	<i>Nerita japonica</i>	546	Mollusca (Gastropoda)
3.	<i>Turbocoronata coreensis</i>	485	Mollusca (Gastropoda)
4.	<i>Mondonta neritoides</i>	439	Mollusca (Gastropoda)
5.	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	332	Mollusca (Gastropoda)
6.	<i>Pollicipes mitella</i>	332	Arthropoda (Maxillopoda)
7.	<i>Petrolisthes japonicus</i>	283	Arthropoda (Crustacea)
8.	<i>Pagurus samuelis</i>	163	Arthropoda (Crustacea)
9.	<i>Chlorostoma xanthostigma</i>	147	Mollusca (Gastropoda)
10.	<i>Tectura schrenckii</i>	114	Mollusca (Gastropoda)

높고, St.3이 가장 낮았다. 下部區域의 第1優占種은 St.1에 참집게(*P. samuelis*), St.2에 바다방석고둥(*T. pfeifferi capenteri*), St.3에 털껍질패지고둥(*C. cecillei*), St.4에 털다리참집게(*Pagurus lanuginosus*)이며, 第2優占種은 St.1에 큰뺨고둥(*Serpulorbis imbricatus*), St.2에 얼룩고둥(*C. callichroa*), St.3에 가시투성어리개(*Hapalogaster dentata*), St.4에 규주무늬(*Pyrene flava*)이며, 群集優占指數는 8.5106~15.9091범위로 St.3이 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다. 秋季에 上部區域의 第1優占種은 St.1에 갈고둥(*N. japonica*), St.2와 St.3, St.4에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*)이며, 第2優占種은 St.1에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*), St.2와 St.3에 거북손(*P. mitella*), St.4에 갈고둥(*N. japonica*)이며, 群集優占指數는 65.3061~87.365범위로 St.1이 가장 높았고, St.3이 가장 낮았다. 中部區域의 第1優占種은 St.1과 St.2, St.3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.4에 배무래기(*Tectura schrenckii*)이며, 第2優占種은 St.1에 밤고둥(*C. argyrostoma lischkei*), St.2에 갯가게불이(*P. japonicus*), St.3에 각시고둥(*M. neritoides*), St.4에 명주고둥(*Chlorostoma xanthostigma*)이며, 群集優占指數는 24.6835~41.5663범위로 St.4가 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다. 下部區域의 第1優占種은 St.1에 밤고둥(*C. argyrostoma lischkei*), St.2에 갯가게불이(*P. japonicus*), St.3과 St.4에 큰조무레기따개비(*Chthamalus pilsbryi*)이며, 第2優占種은 St.1에 바다방석고둥(*T. pfeifferi capenteri*), St.2와 St.3

에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.4에 참집게(*P. samuelis*)이며, 群集優占指數는 18.6916~22.2222범위로 St.1이 가장 높았고, St.2가 가장 낮았다.

冬季의 上部區域의 第1優占種은 St.1과 St.2에 갈고둥(*N. exigua*)이며, 第2優占種은 St.1과 St.2에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*), St.3과 St.4에 갈고둥(*N. japonica*)이며, 群集優占指數는 54.3624~78.5714범위로 St.1이 가장 높았고, St.3이 가장 낮았다.

中部區域의 第1優占種은 St.1에 갈고둥, St.2와 St.3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St.4는 각시고둥(*M. neritoides*)이며, 第2優占種은 St.1과 St.3에 각시고둥(*M. neritoides*), St.2와 St.4에 명주고둥(*C. xanthostigma*)이며, 下部區域의 第1優占種은 St.1과 St.3에 참집게(*P. samuelis*), St.2에 얼룩고둥(*C. callichroa*), St.4에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*)이며, 第2優占種은 St.1과 St.2, St.4에 밤고둥(*C. argyrostoma lischkei*), St.3은 구멍밤고둥(*C. argyrostoma turbinata*)이며, 群集優占指數는 18.7500~45.3061범위로 St.4가 가장 높았고, St.3이 가장 낮았다.

4個 調査地點의 上, 中, 下部區域別 群集優占指數의 平均値에 대한 分散分析 結果는 Table 5와 같으며, 上部區域과 中部區域에서는 유의성이 없으나, 下部區域에서는 유의성이 있었다.

3. 出現種數의 多樣性

季節別 潮間帶의 區域別 出現種數의 多樣性을 比較하기 위하여 平均種數와 標準偏差를 구하여 分散分析

Table 4. Dominant species (DS) and community dominance index (CDI) in upper, middle, lower intertidal zone of the sampling stations

Sea- sons	ST.	Intertidal zone					
		Upper		Middle		Lower	
		DS	CDI	DS	CDI	DS	CDI
Spring	St.1	<i>Nodilittorina exigua</i>	76.5306	<i>Monodonta neritoides</i>	47.0588	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	18.3168
		<i>Nonodonta neritoides</i>		<i>Turbo coronata coreensis</i>		<i>Petrolisthes japonicus</i>	
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i>	65.1163	<i>Turbo coronata coreensis</i>	35.7664	<i>Tegula pfeifferi capenteri</i>	14.4828
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Puguru s samuelis</i>		<i>Cantharidus callichroa</i>	
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i>	74.2857	<i>Monodonta neritoides</i>	32.1782	<i>Pagurus samuelis</i>	16.6667
		<i>Nerita japonion</i>		<i>Turbo coronata coreensis</i>		<i>Pugettia quadridens</i>	
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i>	53.2374	<i>Orchestia platensis</i>	31.2057	<i>Tectura concinna</i>	18.7500
		<i>Nerita japonion</i>		<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>		<i>Chlorostoma argyrostoma turbinata</i>	
Sum- mer	St.1	<i>Nodilittorina exigua</i>	65.1376	<i>Turbo coronata coreensis</i>	28.3688	<i>Pagurus samuelis</i>	8.5106
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Monodonta neritoides</i>		<i>Serpularbis imbriontus</i>	
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i>	78.8177	<i>Buccinum feffea</i>	34.3949	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	15.8228
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Chlorostoma argyrostoma</i>		<i>Cantharidus callichroa</i>	
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i>	79.7546	<i>lischkei</i>		<i>Cantharus cecillei</i>	15.9091
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Petrolisthes japonicus</i>	23.6842	<i>Hapalogaster dentata</i>	
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i>	67.6230	<i>Contharus cecillei</i>		<i>Pagurus lanuginasus</i>	11.4504
		<i>Nerita japonion</i>		<i>Turbo coronata coreensis</i>	28.8288	<i>Pyrene fiava</i>	
Au- tumn	St.1	<i>Nerita japonica</i>	87.3563	<i>Turbo coronata coreensis</i>	24.6835	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>	22.2222
		<i>Nodilittorina exigua</i>		<i>Chlorostoma argyrostoma</i>		<i>Tegula pfeifferi capenteri</i>	
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i>	72.0588	<i>lischkei</i>		<i>Petrolisthes japonicus</i>	18.6916
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Turbo coronata coreensis</i>	39.8148	<i>Turbo coronata coreensis</i>	
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i>	65.3061	<i>Petrolisthes japonica</i>		<i>Chthamalus pilsbryi</i>	18.8811
		<i>Pollicipes mitella</i>		<i>Turbo coronata coreensis</i>	31.9767	<i>Turbo coronata coreensis</i>	
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i>	69.6970	<i>Monodonta neritoides</i>		<i>Chthamalus pilsbryi</i>	20.5882
		<i>Nerita japonica</i>		<i>Tectura schrenckii</i>	41.5663	<i>Pagurus samuelis</i>	
Win- ter	St.1	<i>Nerita japonica</i>	78.5714	<i>Nerita japonica</i>	40.000	<i>Pagurus samuelis</i>	22.6891
		<i>Modilittorina exigua</i>		<i>Monodonta neritoides</i>		<i>Chlorostoma argyroslooma lischkei</i>	
	St.2	<i>Nerita japonica</i>	74.0506	<i>Turbo coronata coreensis</i>	44.7853	<i>Cantharidus callichroa</i>	24.3750
		<i>Nodilittorina exigua</i>		<i>Chlorostoma xanthostigma</i>		<i>Chlorostoma argyroslooma lischkei</i>	
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i>	54.3624	<i>Turbo coronata coreensis</i>	46.6258	<i>Pagurus samuelis</i>	18.7500
		<i>Nerita japonica</i>		<i>Monodonta neritoides</i>		<i>Chlorostoma argyroslooma lischkei</i>	
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i>	60.1504	<i>Monodonta neritoides</i>	29.7872	<i>Turbo coronata coreensis</i>	45.3061
		<i>Nerita japonica</i>		<i>Chlorostoma xanthostigma</i>		<i>Chlorostoma argyroslooma lischkei</i>	

을 하였다(Table 6). 上部區域에서는 春季에 29種, 61種으로 總 96種, 下部區域에서는 春季에 110種, 夏
夏季 26種, 秋季 25種, 冬季 25種으로 總 40種이고, 季 109種, 秋季 99種, 冬季 101種으로 出現種數는 總
中部區域은 春季에 66種, 夏季 68種, 秋季 61種, 冬季 148種으로 上部나 中部區域에 비하여 훨씬 많은 種이

出現했다. 그리고 季節別, 區域別 平均出現種數를 보면, 上部區域 春季에 14種, 冬季에 12種 이었다. 中部區域에서는 夏季에 39種, 冬季에 31種으로 각각 有意성이 없었다. 下部區域에서는 春季에 67種, 冬季에 56種으로 가장 높았다. 分散分析 結果 季節別 出現種數

에 有意성이 있었다.

4. 個體數의 多樣性

季節別 個體數에 대한 平均個體數와 標準偏差를 구하여 分散分析 結果 上部區域에서 平均個體數는 春季에 127個體로 가장 적었고, 冬季에 173個體로 가장 많았다. 中部區域에서는 夏季에 131個體로 가장 적고, 冬季 177個體로 가장 많았다. 下部區域에서는 夏季 119個體로 가장 적었고, 冬季 171個體로 가장 많게 나타나는데 平均個體數에 대한 分散分析 結果 季節別 個體數에는 有意성이 없었다(Table 7).

5. 種多樣度指數, 均等度 및 豐富度

季節別, 地點別에 따른 種多樣度指數(H'), 均等度

Table 5. Community dominance index (CDI) by zone in intertidal zone of Biyang-do

Zone	Mean	DS	Range	ANOVA results
Upper	70.13	±9.11	53.24-87.36	F=1.72
Middle	35.05	±7.26	23.68-47.06	F=1.94
Lower	19.50	±7.85	8.51-45.31	F=3.82

Table 6. 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 intertidal zone of Biyang-do

Season	Intertidal zone								
	Upper			Middle			Lower		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Spring	14.50	±6.03	16	35.00	±7.39	16	67.25	±7.46	16
Summer	12.50	±1.29	16	39.50	±5.45	16	63.75	±4.99	16
Autumn	12.50	±4.20	16	32.25	±7.04	16	58.00	±2.58	16
Winter	12.00	±4.08	16	31.75	±4.03	16	56.00	±4.24	16
		F=3.14			F=1.34			F=4.08	
		P>0.05			P>0.05			P<0.05	

Table 7. Mean, standard deviation (SD) and sample size(N) of the number of individual and results of ANOVA for testing difference in the number of individual among seasons in intertidal zone of Biyang-do

Seasons	Intertidal zone								
	Upper			Middle			Lower		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Spring	126.50	±19.64	16	158.25	±29.95	16	139.25	±46.47	16
Summer	179.75	±57.60	16	130.75	±22.10	16	119.00	±26.82	16
Autumn	147.25	±18.93	16	151.00	±29.23	16	134.75	±19.77	16
Winter	173.00	±53.67	16	177.25	±16.70	16	171.00	±52.98	16
		F=1.38			F=2.35			F=1.25	
		P>0.05			P>0.05			P>0.05	

(J')와 豐富度(d')를 分析한 結果는 Table 8과 같다. 種多樣度指數는 春季에 3.4650~3.6824의 범위로 St. 2가 가장 높았고, St.4는 가장 낮았으며, 夏季에 3.4347~3.7589의 범위로 St.1이 가장 높았고, St.2는 가장 낮았다. 秋季에는 3.2771~3.5477의 범위로 St.4가 가장 높았고, St.2가 가장 낮았다. 冬季에서는 3.3047~3.5382의 범위로 St.3이 가장 높았고, St.1

이 가장 낮았다.

均等度는 春季에 0.6754~0.7178의 범위로 St.2가 가장 높았고, St.4가 가장 낮았다. 夏季에 0.6695~0.9108의 범위로 St.3이 가장 높았고, St.2가 가장 낮았다. 秋季에 0.6388~0.6919의 범위로 St.4가 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다. 冬季에 0.6442~0.6897의 범위로 St.3이 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다.

豐富度는 春季에 18.0282~20.1248의 범위로, St.3이 가장 높았고, St.1이 가장 낮았다. 그리고 夏季에는 17.4962~20.2974의 범위로 St.1이 가장 높았고, St. 2가 가장 낮았다. 秋季에 16.0600~18.5569의 범위로 St.4가 가장 높았고, St.2가 가장 낮았다. 冬季에 16.6017~17.3181의 범위로 St.1이 가장 높았고, St. 4가 가장 낮았다.

계절별 총 출현종수에 대한 종다양도지수, 균등도, 풍부도는 Table 9와 같다. 종다양도지수는 춘계에

Table 8. The diversity (H'), evenness (j') and richness (d') of the macroinvertebrates collected from the intertidal zone of Biyang-do

Station	Season				
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
H'	St.1	3.4783	3.7589	3.3028	3.3047
	St.2	3.6824	3.4247	3.2771	3.3883
	St.3	3.4821	3.5452	3.4960	3.5382
	St.4	3.4650	3.4572	3.5477	3.3378
J'	St.1	0.6780	0.7372	0.6348	0.6442
	St.2	0.7178	0.6695	0.6388	0.6604
	St.3	0.6788	0.9108	0.6815	0.6897
	St.4	0.6754	0.6739	0.6916	0.6507
d'	St.1	18.0282	20.2974	16.9607	17.3181
	St.2	19.7786	17.4962	16.0600	17.1395
	St.3	20.1248	18.9076	17.4962	17.1395
	St.4	19.4312	19.9518	18.5569	16.6017

Table 9. The diversity, evenness and richness in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do

Season	H'	J'	d'
Spring	4.3439	0.5853	26.0106
Summer	4.2631	0.5688	27.3175
Autumn	3.8075	0.5111	24.5348
Winter	3.7366	0.4919	25.5172

Table 10. Mean, standard deviation (SD) and sample size (N) of the species diversity index, evenness, richness of ANOVA results for testing difference in the number of species among seasons in the intertidal zone of Biyang-do

Season	Intertidal zone								
	Upper			Middle			Lower		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Spring	1.66	±0.33	16	2.77	±0.12	16	3.85	±0.11	16
Summer	1.58	±0.17	16	3.05	±0.19	16	3.85	±0.22	16
Autumn	1.53	±0.22	16	2.79	±0.18	16	3.64	±0.08	16
Winter	1.70	±0.27	16	2.60	±0.16	16	3.38	±0.29	16
ANOVA results									
H'	F=2.84			F=3.12			F=3.89		
J'	F=2.30			F=5.75			F=2.65		
d'	F=3.37			F=1.29			F=4.09		

4.3439로 가장 높았고, 하계에 4.2631, 추계에 3.8075, 동계에 3.7366으로 가장 낮았다. 균등도는 춘계에 0.5853, 하계에 0.5688, 추계에 0.5111, 동계에 0.4919로 춘계에 가장 고른 분포를 보이고 있다. 풍부도는 춘계에 26.0106, 하계에 27.3175, 추계에 24.5248, 동계에 25.5172로 하계가 풍부하고, 추계가 낮았다.

계절별 구역별에 대한 종다양도지수, 균등도, 풍부도를 분산분석(ANOVA) 결과는 Table 10과 같다. 종다양도지수는 하부구역에서, 균등도는 중부구역에서, 풍부도는 하부구역에서 유의하였다.

考 察

비양도 조간대 4개 地點에서 出現된 大形底棲無脊椎動物은 總 8門, 15綱, 31目, 79科, 168種이었다. 濟州道 有人島 學術調查(李, 1991)때 비양도에서 採集 同定된 것은 6門, 12綱, 21目, 50科, 86種으로 海綿動物 6種, 刺胞動物 3種, 軟體動物 56種, 環形動物 5種, 節肢動物 11種, 棘皮動物 5種이 보고 되었으나 本 調査에서는 이들 種외에 海綿動物 2種, 刺胞動物 2種, 軟體動物 38種, 環形動物 2種, 節肢動物 31種, 棘皮動物 7種, 脊索動物 1種이 追加 되었다.

門別로 軟體動物이 3綱, 92種으로 가장 많았고(54.8%), 節肢動物은 3綱, 42種(25.0%), 棘皮動物은 4綱, 12種(7.1%), 海綿動物은 1綱, 8種(4.7%), 環形動物은 1綱, 7種(4.2%), 刺胞動物은 1綱, 5種(3.0%), 尾口動物과 脊索動物은 1綱, 1種(0.6%)으로 濟州道 全 沿岸 25個 地域 조간대에서 125種(李 等, 1989), 가과도 7門, 132種, 마라도 7門, 90種(李, 1991)보다는 出現種數가 많았으나, 濟州 東部地域과 牛島가 10門, 201種(李·玄, 1992)보다는 出現種數가 적었다. 그러나 他 地域인 東南海역 기장지역 潮間帶와 潮下帶에서 94種(李 等, 1983), 東해안 안인진의 潮間帶와 潮下帶에서 116種(金 等, 1983), 西海 안면도地域 潮間帶에서 76種(李 等, 1984), 忠南地域 32個 潮間帶에서 161種(金·張, 1990), 西海 만경·동진地域 조간대에서 64種(안·고, 1992), 진해만에서 107種(林 等, 1992)보다는 出現種數가 많았다.

本 調査에서 貝類는 3綱, 92種으로 濟州沿岸 25個 地域 潮間帶 42種(李·左, 1988), 濟州道 潮間帶 및

草地帶 生態係의 群集構造에서 76種(李 等, 1989), 濟州 周邊 4個 無人島 85種(李, 1990a), 濟州 北部沿岸 潮間帶와 潮下帶에서 81種(李, 1990b), 마라도 84種, 가과도 55種(李, 1991), 濟州 南部沿岸 59種(李·玄, 1991b), 그리고 東南海岸 기장地域 潮間帶 27種(李 等, 1983), 西海 안면도지역 조간대 28種(李 等, 1984), 忠南 海岸 93種(金·張, 1990), 덕적도 22種(金·孔, 1991), 牛島地域 93種과 東部地域 潮間帶에 71種(李·玄, 1992)으로 우도지역을 제외한 타지역 보다 種數가 많았다. 季節別 出現種數는 春季에 127種, 夏季에 135種, 秋季에 121種, 冬季에 124種으로 夏季에 가장 많이 出現했고, 秋季가 가장 적었다. 그러나 濟州道 東部の 牛島地域(李·玄, 1992)에서는 春季에 138種, 夏季에 183種, 秋季에 147種, 冬季에 94種과 比較해 볼 때 出現種數가 많은 季節은 夏季로 일치하고 있으나, 出現種數가 가장 적은 季節은 비양도는 秋季, 牛島는 冬季로 일치 하지 않았다.

調査地域 조간대의 上, 中, 下部區域別 優占種의 分布는 上部區域에서 좁쌀무늬총알고둥, 갈고둥, 거북손 順이고, 中部區域은 눈알고둥, 각시고둥, 갯가게불이, 밤고둥, 명주고둥 順이며, 下部區域은 참집게, 큰조무래기따개비, 밤고둥, 바다방석고둥, 털다리참집게, 얼룩고둥 順으로 優占하고 있으나, 道內의 牛島地域(李·玄, 1992)과 濟州南部地域(李·玄, 1991b), 濟州北部沿岸(李, 1990b)의 潮間帶와 比較했을 때 上部區域과 中部區域에 分布하는 優占種은 대체로 一致하나 下部區域에서는 地域에 따라 서로 相異하였다. 그러나 他 地域인 東南海岸 기장地域(李 等, 1983)과 西海岸의 안면도地域 조간대(李 等, 1984)의 優占種들과는 많은 차이가 있었다.

季節別, 區域別 出現種數에 대한 群集優占指數에서 濟州道 西部에 위치한 비양도와 東部に 위치한 우도를 比較했을 때 비양도지역에서는 上部區域과 中部區域에서는 有意성이 없었으나, 下部區域에서는 有意하였다. 그러나 牛島地域의 潮間帶 上, 中, 下部區域別 有意성은 없어서 비양도와는 相異하였다.

또한 季節別, 區域別 出現種數는 비양도지역 上部區域과 中部區域에는 有意성이 없었으나, 下部區域에서는 有意성이 있었다. 그러나 牛島地域은 上, 中, 下部區域에 有意하여 上部區域과 中部區域에서 서로 相異하나 下部區域은 一致하고 있다.

비양도 4個 地點의 出現種數에 대한 種多樣度指數를 分析한 結果 本 調査에서는 春季가 가장 높게, 冬季는 가장 낮게 나타나고 있다. 그러나 牛島地域(李·玄, 1992)에서는 夏季가 가장 높고, 冬季는 가장 낮았다. 두 지역을 비교했을 때 種多樣度指數가 높은 季節은 相異하지만 낮은 季節은 冬季로 一致하였다.

비양도 全 地點에 대한 均等度는 春季가 가장 높고, 冬季가 가장 낮았는데, 牛島地域(李·玄, 1992)에서는 春季가 가장 높고, 冬季가 가장 낮았다. 비양도 地域의 豐富度는 夏季가 가장 높고, 春季가 가장 낮았고, 牛島 地域에서는 夏季가 가장 높고, 冬季가 가장 낮았는데, 두 지역 모두 豐富도가 높은 季節은 夏季였으나 낮은 季節은 비양도는 春季, 牛島는 冬季로 두 地域이 相異하였다.

本 調査地域에서 種의 多樣性이나 豐富도가 높은 것은 地盤을 形成하는 岩盤들이 갈라진 틈이나 구멍들이 많아 波濤나 飽食動物 및 乾燥등에 보호를 받는데 적합한 조건을 이루고 있고, 溫帶 및 亞熱帶性 海洋特性과 대마暖流의 영향을 받고 해조류가 풍부하여 底棲無脊推動物의 棲息에 적합하여 높은 것으로 사료된다.

要 約

1992年 1月부터 1993年 1월까지 濟州道 飛揚島 4個 地點 潮間帶의 底棲無脊推動物과 季節的 群集變動에 關於하여 研究하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 飛揚島 4個 地點에 出現하는 底棲無脊推動物은 總 8門, 15綱, 31目, 71科, 168種이었다.

2. 季節別 出現種數는 夏季에 135種, 春季에 127種, 冬季에 124種, 秋季에 121種이었다.

3. 潮間帶 上部區域의 優占種은 좁쌀무늬총알고둥(*Nodilittorina exigua*), 갈고둥(*Nerita japonica*), 거북손(*Pollicipes mitella*), 中部區域은 눈알고둥(*Turbo coronata coreensis*), 각시고둥(*Monodonta neritoides*), 갯가게불이(*Petrolisthes japonicus*), 下部區域은 참집게(*Pagurus samuelis*), 큰조무레기따개비(*Chthamalus pilsbryi*), 밤고둥(*Chlorostoma argyrostoma lischkei*) 등이었으며, 上部區域 優占種의 群集優占指數는 中, 下部區域에 比하여 매우 높았다.

4. 季節別, 潮間帶 區域別 出現種數의 多樣性을 比較하기 위하여 分散分析 結果 下部 區域에서 季節別 出現種數에는 有意性이 있었으나, 季節別 個體數에는 有意性이 없었다.

5. 4個 調査地點의 種多樣度指數와 均等度는 春季에 가장 높았고, 冬季에 가장 낮았으며, 豐富度는 夏季에 가장 높았고, 秋季에 가장 낮았다.

6. 種多樣度指數와 豐富도가 濟州道 이외의 地域에 比하여 높은 것은 地반이 갈라진 틈이나 구멍이 많은 岩盤으로 이루어져 있기 때문에 波濤, 飽食動物, 乾燥등에 保護를 받는데 適合한 地盤으로 形成되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

- 金俊鎬, 金薰洙, 李仁圭, 金種元, 文炳泰, 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의 構造와 機能에 關於 研究. 서울대 자연대 논문집, 7: 121-163.
- 金俊鎬, 李仁圭, 高哲煥, 金一會 (1983) 韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 關於 研究: I. 東海中部沿岸의 群集構造에 關於 定性定量的分析. 서울대 자연대 논문집 8: 71-108.
- 金薰洙, 盧粉祚 (1971) 韓國沿岸의 底棲動物의 분포에 關於 研究: I. 濟州道 海域, IBP보고서, 5: 1-27.
- 金薰洙 (1973) 韓國動植物圖鑑. 동물편(집게, 게류), Vol. 14. 문교부.
- 金薰洙 (1977) 한국동식물도감. 동물편(새우류), Vol. 19. 문교부.
- 金薰洙, 盧粉祚 (1977) 學習原色大圖鑑. (水中生物), 금성출판사
- 金薰洙, 李仁圭, 高哲煥, 金一會, 徐榮培, 成樂吉 (1983) 한국연안해역의 저서생물군집에 關於 연구: I. 동해안(안인진)의 저서생물군집. 서울대 자연대 논문집, 8(1): 71-108.
- 金薰洙, 宋旻玉(1987) 西海岸 仙遊島와 巫女島의 海産軟體動物 및 節肢動物. 자연보존, 58: 37-48.
- 金薰洙, 閔琪植 (1988), 西海岸 千里浦, 萬里浦 및 茅項의 海産軟體動物 및 節肢動物. 自然保存, 64: 25-35.
- 金薰洙, 李昌彦, 盧粉祚 (1989) 동물분류학. 集賢社, 502 pp.
- 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. 自然保存, 9: 31-58
- 金薰洙, 張千永 (1990) 忠清南道 海岸의 底棲無脊推動物相. 自然保存, 72: 9-40.

- 金元, 孔學培 (1991) 덕적도의 해안연체동물 및 절지동물. 자연보존, **74**: 26-34.
- 盧粉祚 (1977) 한국동식물도감. 동물편 (해면, 히드라, 해초류). Vol. 20, 문교부.
- 백의인 (1989), 한국동식물도감 동물편 (갯지렁이류). Vol. 31, 문교부.
- 안순모, 고철환 (1992) 서해 만경, 동진 조간대의 환경과 저서동물분포. *J. Ocea. Soc. Kor.*, **27**(1): 78-90.
- 柳種生 (1983) 原色韓國貝類圖鑑, 一志社.
- 尹一炳, 裴淵宰, 漁成集, 金起弘 (1987) 榮山江 河口의 底棲性 大型無脊椎動物群集에 關한 研究. 自然保存, **8**: 43-51.
- 李仁圭, 金薰洙, 姜梯源, 高折煥, 洪性潤(1983) 韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 關한 연구: II 東南海域의 群集構造에 關한 定性定量的分析. 文敎部學術研究報告書, **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 關한 研究: III 西海岸의 群集構造에 關한 定性定量的分析. 文敎部學術研究報告書, **13**: 1-42.
- 李定宰, 左容宇 (1988) 濟州道 潮間帶의 生物生態學의 基礎研究: I. 貝類의 群集構造. 韓國貝類學會誌, **4**(1): 17-29.
- 李定宰, 張昌瀛, 趙雲三 (1989) 濟州道 潮間帶 및 草地帶 生態界의 群集構造에 關한 研究:-底棲 大型無脊椎動物의 分布와 群集構造-. 韓國貝類學會誌, **5**(1): 10-28.
- 李定宰 (1990a) 濟州道 周邊 無人島의 無脊椎動物相, 濟州 無人島學術調查. 濟州文化放送株式會社, 155-170.
- 李定宰 (1990b) 濟州道北部沿岸域의 生物生態學의 基礎研究:-底棲 貝類의 分布와 群集構造-. 韓國貝類學會誌, **6**(1): 33-44.
- 李定宰 (1991) 濟州道 南部 沿岸域의 生物生態學의 基礎研究: I. 加波島와 馬羅島 潮間帶의 底棲無脊椎動物의 分布와 群集構造. 韓國貝類學會誌, **7**(1): 49-57.
- 李定宰, 玄宰旻 (1991a) 濟州道 周邊 有人島의 底棲無脊椎動物相. 濟州有人島學術調查. 濟州文化放送株式會社, 179-233.
- 李定宰, 玄宰旻 (1991b) 濟州道 南部 沿岸域의 生物生態學의 基礎研究: 2. 西歸浦 周邊沿岸域의 貝類分布와 群集構造. 韓國貝類學會誌, **7**: 58-65.
- 李定宰, 玄宰旻 (1992) 濟州道 東部沿岸域의 生物生態學의 基礎研究-潮間帶 岩盤域에 分布하는 底棲無脊椎動物의 季節의 群集變動-. 한국패류학회지 **8**(1): 1-20.
- 林賢植, 崔震雨, 諸淙吉, 李梓學 (1992) 鎮海灣 養殖場 密集地域의 底棲動物 分布. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **25** (2): 115-132.
- 崔炳來 (1984) 濟州道 海產腹足類의 分類學의 研究. 群山大學論文, **7**: 411-425.
- 崔炳來 (1985) 錦江域 潮水域에 있어서 底棲動物群集의 組成과 季節變化. 自然保存, **7**: 27-38.
- 崔炳來 (1992) 한국동식물도감. 동물편 (연체동물 II), Vol. 33. 교육부
- 崔信錫, 申鳳變 (1986) 가로림만지역 Snail의 분포에 대한 연구. 충남대 환경연구보고서, **4**(1): 19-29.
- 최영찬, 고유봉, 이준백 (1989) 제주도 해안선주변의 해수의 특성, (1987년 6월-1988년 4월). 한국지구과학회지, **10**(1): 54-61
- 洪在上 (1981) 獨島淺海의 저서생물분포에 따른 수중조사. 문교부학술연구보고서, **19**: 229-236.
- 洪在上 (1982) 덕적군도 조간대생물의 수직분포. 자연실태 종합보고서, **1**: 307-324.
- 西村三郎, 鈴木克美 (1982) 標準原色圖鑑全集. 16. 保育社
- 波部忠重(1976) 標準原色貝類圖鑑, 3. 保育社.
- 波部忠重 (1984) 學研生物圖鑑 I. 學習研究社(株).
- 波部忠重 (1984) 學研生物圖鑑 II. 學習研究社(株).
- 岡田要 (1988) 新日本動物圖鑑 上, 中, 下. 北隆館.
- Chow, V. (1975) The importance of size in the intertidal distribution of *Littorina scutulata* (Gastropoda: Prosobranchia). *Veliger*, **18**: 69-78
- 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.). *Harvard Univ. Press.*, 460-490.
- Dayton, P.K. (1971) Competition, distribution, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.*, **41**: 351-389.
- Foster, B.A. (1971) On the determinants of the upper limit of intertidal distribution of barnacles(Crustacea: Cirripedia). *J. Anim. Ecol.*, **40**: 33-48
- Hamilton, P.V. (1978) Intertidal distribution and long-term movements of *Littorina irrorata* (Mollusca: Gastropoda). *Mar. Biol.*, **46**: 46-58
- Hawkin, S.J. and Hartnoll, R.G. (1983) Grazing of intertidal algae by invertebrates. *Oceanography and Marine Biology, Annual Reviews*, **21**: 195-282.
- Hoshiai, T. (1965) Synecological study on intertidal communities: VI. A synecological study on the intertidal zonation of the Assmushi coastal area with special references to its reformation. *Bull. Mar. Biol. St. Asamushi*, **12**: 93-126.

- Lewis, J.R. (1964) The ecology of rocky shores. *Hodder and Stoughton, London*, p. 323.
- Lubchenco, J. and Menge, B.A. (1978) Community development and persistence in low rocky intertidal zone. *Ecol. Monogr.*, **48**: 67-94.
- 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.
- Margalef, D.R. (1968) Perspective in ecological theory. *Univ. of Chicago Press, Chicago*. 112 pp.
- McNaughton, S.J. (1968) Structure and function on California grasslands. *Ecology*, **49**: 962-972.
- Mcpeck, M.A. (1990) Determination of species composition in the Enallagma damselfly assemblages of permanent lakes. *Ecology*, **71**: 83-98.
- 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.
- Mercurio, K.S., Palmer, A.R., and Lowell, R.B. (1985) Predator-mediated microhabitat partitioning by two species of visually cryptic, intertidal limpets. *Ecology*, **66**: 1477-1425.
- Meyer, G.R. and O'Gower, A.K. (1963) The ecological of six species of littoral gastropods. I. Associations between species and associations with wave action. *Aus. J. Mar. Res.*, **14**: 176-193.
- 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 microphotographical 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.
- Odaka, T. and Numata, M. (1979) Studies in the zonation and succession of biotic communities on rocky shores of the Choshi Peninsula using denudation and enclosure experiments. *Bull. Mar Lab, Chiba Univ.*, **11**: 17-35.
- 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.
- Peterson, C.H. (1979) Predation, competitive exclusion, and diversity in the soft-sediment benthic communities of estuaries and lagoons, 223-264 *In*; Ecological processes in coastal and marine systems (ed. by Livingston, R.J.L.). *Plenum, New York, USA*.
- Poole, R.W. (1974) An introduction to quantitative ecology. *Mcgraw-Hill Publ. Co., Ltd*. 532 pp.
- Raffaelli, D.G. and Hughes, R.N. (1978) The effects of crevice size and availability on populations of *Littorina rudis* and *Littorina neritoides*. *J. Anim. Ecol.*, **47**: 71-83
- Schoener, T.W. (1983) Field experiments on interspecific competition. *American Naturalist*, **122**: 240-285.
- Shannon, C.F. and Weaver, W. (1963) The Mathematical theory of communication, *University of Illinois Press, Urbana*. 117 pp.
- Sih, A., Crowley, P., Mcpeck, M., Petranka, J. and Strohmeier, K. (1985) Predation and prey communities: a review of field experiments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **16**: 269-311.
- Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity, *Nature*, pp. 163-688.
- 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.*, **37**: 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.
- Takaki Y. (1983) Studies on the intertidal commu-

- nities of the Japan Sea, I. General features of the zonation of rocky shores in Ishikawa prefecture. 日本海域研究報告書, **10**: 1-27.
- Tamaki, A. and Kikuchi, T. (1983) Spatial arrangement of macrobenthic assemblages on an intertidal sand flat, Tomioka Bay, west Kyushu. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **7**: 41-60.
- Tanaka, M. and Kikuchi, T. (1986) Horizontal distribution of physico-chemical factors of bottom sediment. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **9**(1): 87-97.
- 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

Appendix. The number of species and individuals of the benthic macroinvertebrates collected from the intertidal zone in Biyang-do

Species	Season Station	SPRING				SUMMER				AUTUMN				WINTER			
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4
<i>Tetilla japonica</i>			1				1	1								1	
<i>Discodermia japonica</i>				1		1		1	1	1	1			1		1	1
<i>Halichondria japonica</i>		1	1	1	2	3			2		1	1	1			1	
<i>H. okadai</i>			1	1	2	2	1	1	2		1	1	2		1	1	1
<i>H. oshoro</i>		2	1	2	2	2			2		1	2	2			2	
<i>H. panicea</i>		1	1		1	2	2		1	1	2		2	2		1	1
<i>Haliclona permollis</i>		1	1		2	1		1	1		1	2	1	1	1		1
<i>Callyspongia confoderata</i>																1	
<i>Actinia equina</i>			1														
<i>A. mesembryanthemum</i>				1	1	1		1	2			4	2			7	
<i>Anthopleura midori</i>			1					1		1	4	2	1			5	
<i>Bolocerooides mcMurrichi</i>		1															
<i>Halipanella luciae</i>		1		1		1		1	2	2	1		1	1			
<i>Dendrostomum imnor</i>			1														
<i>Ischnochiton compus</i>		1	1	2	5	3	3	2	6	2		1	4	3	1	3	6
<i>Lepidozona coreanica</i>		11	2	9	5	2	1	9	3	7	1	7	2	5	3	6	14
<i>Liolophura japonica</i>		16	1	15	8	5		1	3	9	5	32	14	8	8	10	6
<i>Onithochiton hirasei</i>										2		2	2			1	2
<i>Cryptoplax japonicus</i>										1	2	1		3	4	1	
<i>Acanthochiton defilippii</i>		10	2	4		1	2	6		2	2	3	4	4	4	8	5
<i>Haliotis (Nordotis) aquatilis</i>			1		1	1	1	1	1		1		1	1			1
<i>Diodora sieboldii</i>			1					1	1							1	
<i>Tugali decussata</i>															1	1	
<i>Macroschisma dilatatum</i>						1	1		1								1
<i>Acmaea (Niveolectura) pallida</i>				1	3	2			6			1	2		2	5	2
<i>Patelloida saccharina lanx</i>		1		1	2	2			1	1	1	11	3	1	1	4	7
<i>Tectura concinna</i>		5	11	13	22	3	1	2	1	2	1	6	2				17
<i>T. schrenckii</i>		12	1	6	6	6	1	2	7	23	1	5	48	3	1	5	17
<i>Patelloida pygmaea</i>		3				1			1	1		1		1		1	6
<i>Chiazacmea pygmaea lampanicola</i>								1									2
<i>Collisella dorsuosa</i>				1	1	2		4	1								1
<i>Cellana nigrolineata</i>					2	2		4		1		3	2				4
<i>C. toreuma</i>									1								
<i>Cantharidus callichroa</i>			10		1	1	13		2	2	3		2	2	23	1	1
<i>C. japonicus</i>		2	2	2	1	2	2	11	4	1			2	1	1	3	1
<i>Granata lyrata</i>		1	1	1	1	1		2							3		
<i>Calliostoma unicus</i>																	
<i>Clanculus gemmulifer</i>		1															1
<i>Tegula (Omphalius) nigerrima</i>		7	12	12	15	2	7	1	3	15	14	10	6	2		5	9
<i>T. pseliferi</i>		10	11	1	2	1	13	2	2	15	3	2	9	2	3		3
<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>		33	5	13	21	8	22	1	14	37	11	6	14	21	38	23	65
<i>C. argyrostoma turbinata</i>		3	34	1	9	3		2	9			5	3			13	2

Appendix. Continued

Species	Season Station	SPRING				SUMMER				AUTUMN				WINTER			
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4
<i>Chlorostoma xanthostigma</i>		2	6	1	8	3	3	2	2	9	15	2	25	9	31	9	20
<i>Trochus sacellus rota</i>		1	1	1	2				1		1	1			2	1	
<i>Monodonta perplexa</i>				2	5			2		5		1	14		11	1	6
<i>M. neritoides</i>		62	10	51	27	25	8	11	31	6	9	41	10	62	25	51	10
<i>M. labio</i>				1		1									2		52
<i>Clanculus margaritarius</i>				1	1		1	1									
<i>Mesoclanculus ater</i>							1		1				1				
<i>Turbo (Balillus) cornutus</i>		2	1	1	1		1	1	1	2	2		2	1			2
<i>T. coronata coreensis</i>		33	35	27	2	21	23	1	20	29	40	40	11	21	55	48	79
<i>Homalopoma nocturnum</i>				1		2											
<i>Astraliium haematragum</i>		1	2	1			1	2	2			2					
<i>Nerita (Heminerita) japonica</i>		13	19	32	16	11	25	2	80	100	16	23	31	79	64	27	26
<i>N. albicilla</i>										1			1		1	1	
<i>Littorina brevicula</i>							3								3		
<i>Nodilittorina exigua</i>		60	61	72	58	50	90	80	87	65	58	65	61	59	54	55	60
<i>Clypeomorur humilis</i>		4		1		2		1		2		3		21		1	4
<i>Cerithium kobelti</i>		1	2	1		1	7	15		1		2		4		2	
<i>Cerithideopsisilla cignulata</i>								1			1						
<i>C. djadjariensis</i>						1										3	
<i>Cerithidea ornta</i>		1	1														
<i>Batillaria multifomis</i>				1								7					
<i>B. cumingii</i>							1	1						10	1		
<i>Siliquaria cumingii</i>		2	3	1	1	2	4	5	2	3	3	1	3	2	3	4	3
<i>Serpulorbis lmboricatus</i>		5	5	2	3	6	11	2	4	2	8	3	5	2	1	3	5
<i>Cyprae gracilis</i>		1	1	2	2		4	1	2		1	2	1	1	1		1
<i>C. (Lyncina) vitellus</i>										1	1						
<i>Ceratostoma fourmieri</i>				1	1			1	1				1				1
<i>C. burnetti</i>				1	1	1		3	2				1				
<i>C. rorifluum</i>		1	3	2	2		2			2	2		1	2	2	2	3
<i>Eragalatax contractus</i>									3				2				
<i>Purpura (Reishia) bronni</i>		1	1	1	1	2	1	4	1	1		2	3	1	1	2	1
<i>P. (Reishia) clavigera</i>			3	4	4	3	2	2	2	5	5	6	4	2	4	3	7
<i>Buccinulum (Japenthria) ferrea</i>		6	15	4	11	5	27	1	7	20	9	3	10	8	11	6	20
<i>Cantharus cecillei</i>		7	7	5	3	4	13	28	4	4	3	3	2	5	9	11	2
<i>Siphonalia cassidariaeformis</i>		1	1		1	1			2								1
<i>Kelletia lischkei</i>							1										
<i>Mitrella bicincta</i>		5	8	4	2	4	1	5	4	2	2	5	2	5	8	2	1
<i>M. scripta</i>			1							1		1	2				
<i>Pyrene flava</i>		6	7	2	5	2	5	3	7	3	1	2	1	2	5	1	3
<i>P. testudinaria</i>		1	2			1			1		1	1	2				1
<i>Reticunassa tratercula</i>						1			1								
<i>Anachis misera</i>		2	2	1		1	4	1	2	1		1		1	3	1	
<i>Pusia hizenensis</i>			1				2			2				3	2		

Appendix. Continued

Species	Season Station	SPRING				SUMMER				AUTUMN				WINTER			
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4
<i>Fusinus perplex</i>						1											
<i>Terebra spectabilis</i>							10										
<i>Nassarius livescens</i>				1	2					2				2	1		1
<i>N. fratercula</i>										1				1			1
<i>N. praematuratus</i>														2		1	
<i>Aplysia kurodai</i>				1					1		1						
<i>Chromodoris festiva</i>				1	1				1								
<i>Glossodoris pallescens</i>		1	1	2	2	1	2	1	1			1	1				1
<i>Dendrodoris rubra nigromaculata</i>				1					2					1			
<i>Siphonaria japonica</i>				3					2	1							2
<i>Porterius dalli</i>		2	5	1	1	1	12	10	3	1	1	1		1	3	1	1
<i>Striaroa (Didimacar) tenebrica</i>			1						1				1	1		1	
<i>Septifer virgatus</i>		3	1	2	1	1		4	2		1	1		1	1		
<i>S. keenae</i>		3	2	1	1	2	3	3	3	1	2	1		2	2	3	2
<i>Musculus senhausia</i>						1		1					1	1		1	
<i>Lithophaga (Leiosolenus) curta</i>					1									2			
<i>Saccostrea echinata</i>		1		1	1			1	4		1		1		1		
<i>Ostrea denselamellosa</i>			1														
<i>Cardita leana</i>			2	2	1	2	1			1	1	1	1	1		1	
<i>Ruditapes variegata</i>		1													1		
<i>Hesione reticulata</i>		1															
<i>Chloeia flava</i>						1				1							
<i>Neanthes japonica</i>		1	4	3	2	4	2	1	1		1	1	1				
<i>Nothria sp.</i>		1	1	2	1	1			2			1				1	
<i>Sabellastarte sp.</i>		1		1					1								
<i>Hydroides ezoensis</i>		2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	3	2	2	1	2	1
<i>Pomatoleios krausii</i>		1			2	2	1			2	1	1	1	2	2		1
<i>Pollicipes mitella</i>			23	4	11	21	70	50	29	9	44	31	3	11	5	13	8
<i>Chthamalus pilsbryi</i>			1						3			15	2				
<i>C. challengerii</i>								2									
<i>Tetraclita squamosa japonica</i>																	13
<i>Cirolana harfordi japonica</i>			1	1			1			2		2		1	4	1	
<i>Idotea ochotensis ochotensis</i>			2	1	1		2									1	
<i>I. ochotensis sp.</i>		1	1				3		1	1			1	1	1	2	
<i>Ligia exotica</i>			8	2	2	5	16	5	10	3	1	2	2				7
<i>Tylus granulatus</i>																	1
<i>Orchestia platensis</i>		1	3	2	28	11	3	1	9	3	6	6	4	2	1		5
<i>Palaemon pacificus</i>		1	2		1	1	1				2			1	1		
<i>Alpheus brevicristatus</i>						1						1				1	
<i>Callinassa japonica</i>				1													
<i>Petrolisthes japonicus</i>		22	21	19	9	7	32	18	6	14	24	20	13	16	17	20	25
<i>Pachycheles stevensii</i>		1	1	2	2	2	1	1	2		2	3	1	1		1	

Appendix. Continued

Species	Season Station	SPRING				SUMMER				AUTUMN				WINTER			
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4	St.1	St.2	St.3	St.4
<i>Dardanus impressus</i>		1	1			1						1					
<i>Paguristes barbatus</i>										3							
<i>Pagurus lanuginosus</i>		6	1	2	2	3	7	11	10	7	3	1	7	1	1	4	6
<i>P. semuelis</i>		16	21	31	2	14	8	20	9	19	7	21	25	18	1	17	5
<i>Hapalogaster dentata</i>		1	5	4	3	1	4	13	2		2		1		6		1
<i>Petalomera fukuii</i>								2								1	
<i>P. angulata</i>								1									
<i>Cancer japonicus</i>				1		1											
<i>Charybdis(Charybdis) acuta</i>										1					1		
<i>Atergatis floridus</i>		1															
<i>Leptodius exaratus</i>		6	2	5	5	2	5	11	2	3	4		1	12	2	4	1
<i>Actaea savignyi</i>		2		1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1		
<i>A. subglobosa</i>												1		1			
<i>Pilumnus ciliatus</i>		1	1														
<i>Heteropilumnus ciliatus</i>								1	1				1				
<i>Pachygrapsus crassipes</i>			2			3	2		2	2	1	2		1			1
<i>Percnon planissimum</i>										1							
<i>Acmaeopleura parvula</i>													6		4	15	
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>		3	1	2	2	9	4	1	4	1	1		1	11	3	7	4
<i>H. penicillatus</i>		3		1	1	5	3	1	1	1	2	4	1	2	4	2	1
<i>Gaelic depressus</i>										1				2	1		
<i>Cyclograpsus intermedius</i>				7									2		4		
<i>Sesarma(Parasesarma) piclum</i>		2	2			2			3		2	4				3	
<i>Pugettia quadridens</i>		2	1	5	2	1	2	5	1	1	1		1	1	2	4	1
<i>Huenia proteus</i>		1	1	1	1	1	1	1	2				1			1	
<i>Hyastenus diacanthus</i>														1			
<i>Scyra compressipes</i>															1		
<i>Harrovia elegans</i>							1										
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>		1	1	5	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1		1	4
<i>Anthocardis crassispina</i>		1	1	1	2	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coscinasterias acutispina</i>			1	1	3	2		2	4	1		1	1	1		2	1
<i>Asterina batheri</i>								4		1				1			
<i>Asterina coronata</i>		1	1	2	1	2	2	2	2	1	1			1		1	
<i>A. coronata japonica</i>		1				1		2					1			2	
<i>A. sp.</i>			1				1	1									
<i>Ophiarachnella gorgonia</i>						2		3	2				1				
<i>Ophioplocus japonicus</i>		12	3	5	2	7	5	15	3	2			2	6	8	3	
<i>Ophiactis savignyi</i>			2	1		1	1			1							
<i>Stichopus japonicus</i>			1	1	1	1					1				1		
<i>Afrocucumis africana</i>		1	1			1	4			2	4	2		1	2	1	
<i>Syndiazona grandis</i>			1	1		1											
Total No. of Species		80	90	92	91	93	77	85	91	74	69	77	83	76	75	75	72
Total No. of Individuals		447	404	446	485	342	529	444	485	485	353	463	421	476	481	473	566