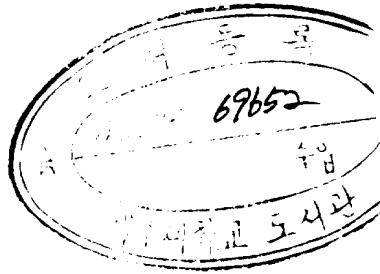


碩士學位 請求論文

濟州道 飛揚島 潮間帶에 分布하는
底棲無脊椎動物相과 季節的 群集變動

指導教授 李 定 宰



濟州大學校 教育大學院

生物教育專攻

金 鐘 哲

1993年 8月 日

濟州道 飛揚島 潮間帶에 分布하는 底棲無脊椎動物相과 季節的 群集變動

指導教授 李 定 宰

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

1993年 6月 日

濟州大學校 教育大學院 生物教育專攻

提出者 金 鐘 哲

金鐘哲의 教育學 碩士學位 論文을 認准함.

1993年 7月 日

審査委員長

朴 鄭 李

審査委員

審査委員

行 忠 德 宰
定 宰



<抄錄>

1992년 1월 부터 1993년 1월까지 제주도 飛揚島 4개 지점 潮間帶에 서식하는 底棲無脊椎動物相과 季節的 群集變動에 관하여 연구하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 비양도지역 4개 자점에서 조사된 저서무척추동물은 총 8門, 15綱, 31目, 71科 168種, 7191個體였다.
2. 季節別 출현종수와 개체수는 夏季에 135종, 1800개체, 春季에 127종, 1672개체, 冬季에 124종, 1997개체, 秋季에 121종, 1722개체이었다.
3. 潮間帶 상부구역 優占種은 좁쌀무늬총알고둥, 갈고둥, 거북손, 중부구역은 눈알고둥, 각시고둥, 갯가게불이, 하부구역은 참집게, 큰조무레기따개비, 밤고둥등이었으며, 상부구역 우점종의 優占指數는 중·하부구역에 비하여 매우 높았다.
4. 계절별, 구역별 출현종수의 다양성을 비교하기 위하여 분산분석 결과 하부구역에서 계절별 출현 종수에는 유의성이 있고, 계절별 개체수에는 유의성이 없었다.
5. 전 조사지점의 종다양도지수와 균등도는 춘계에 가장 높았고, 동계에 가장 낮았으며, 풍부도는 하계에 가장 높았고, 추계에 가장 낮았다.
6. 종다양도지수와 풍부도가 제주도 이외의 지역에 비하여 높은 것은 갈라진 틈이나 구멍이 많은 암반으로 이루어져 있기 때문에 파도, 포식동물, 건조 등에 보호를 받는데 적합한 조건을 이루고 있기 때문이라 생각된다.

목 차

I. 緒 論	1
1. 調査地點 및 日程	2
2. 調査地域의 地盤形態 및 海況	2
II. 材料 및 方法	4
1. 底棲無脊椎動物相	4
2. 優占種과 群集優占指數	4
3. 出現種數의 多樣性	5
4. 種多樣性, 均等度 및 豐富度	5
III. 結 果	6
1. 底棲無脊椎動物相	6
2. 優占種과 群集優占指數	6
3. 出現種數의 多樣性	9
4. 個體數의 多樣性	9
5. 種多樣度指數, 均等度 및 豐富度	10
IV. 考 察	12
參考文獻	15
Abstract	24
Appendix 1	36
Appendix 2	45

表 目 次

Table 1.	The number of taxa and species constitution of marine benthic invertebrates in Biyang-do	26
Table 2	Rank of dominant species in terms of individual numbers for the whole intertidal zone of Biyang-do	26
Table 3.	Dominant species (DS) and community dominance index (CDI) in upper, middle, lower intertidal zone of the sampling stations	27
Table 4.	Community dominance index (CDI) by zone in the intertidal zone of Biyang-do	28
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 seasons in the intertidal zone of Biyang-do	28
Table 6.	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 the intertidal zone of Biyang-do	28
Table 7.	The diversity (H'), evenness (J'), and richness (d') of the macroinvertebrates collected from the intertidal zone of Biyang-do	29
Table 8.	The diversity, evenness, richness (d') in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do	29
Table 9.	Mean, Standard deviation (SD) and Sample size (N) of the species diversity index, evenness, richness results of ANOVA for testing difference in the number of species among seasons in the intertidal zone of Biyang-do	30

그 립 目 次

Fig 1.	Map showing the sampling stations in Biyang-do.	31
Fig 2.	The number of species in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do.	32
Fig 3.	The diversity (H') in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do.	33
Fig 4.	The evenness (J') in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do.	34
Fig 5.	The richness (d') in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do.	35

I. 緒 論

潮間帶 地域의 生物分布와 群集構造는 地域의 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 생물상호간에 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(Stephenson와 stephenson, 1949; Southward와 Orton, 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(Meyer와 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;Branch와 Branch, 1981;Lubchenco와 Gaines, 1981;Hawkin와 Hartnoll, 1983;Schoener, 1983;Mercurio et al., 1985;Sih et al., 1985; Sutherland 와 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;Lubchenco와 Menge, 1978;Raffaelli와 Hughes, 1978;Odaka와 Numata, 1979;Peterson, 1979;Ohsako et al., 1982;Takaki, 1983;Tamaki와 Kikuchi, 1983;Mori와 Tanaka, 1985, 1989;Tanaka와 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,

1983; 金 等, 1983; 李 等, 1983; 李 等, 1984; 金과 張, 1987; 金과 宋, 1987; 尹 等, 1987; 金과 閔, 1988; 金과 張, 1990; 任, 1992) 등이 最近에 연구되었다.

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

濟州道에서는 地下水가 海안가에서 湧出되기 때문에 海안선을 따라 취락이 형성되고 각종 산업시설, 觀光시설, 가정 등에서 나오는 生活下水의 放流로 海 岸 生態系에 미치는 영향이 심화되고 있다. 생물자원의 보존적 측면에서 학술 적인 연구가 이루어져야 한다. 본 연구는 飛揚島地域을 대상으로 無脊椎動物相 과 種多樣性을 기초로 계절적 군집변동에 관하여 연구하였으며, 앞으로 潮間帶 生態系의 변화를 비교할 수 있는 基礎資料로 삼고자 한다.

1. 調查地點 및 日程

飛揚島 地域에 4個 調查地點을 選定하였고, 調查地點은 Fig. 1과 같다. 飛揚 島 南西쪽을 St. 1, 東쪽(飛揚國校 앞)을 St. 2, 北쪽을 St. 3, 西쪽을 St. 4로하여 1992年 1月부터 1993年 1月까지 季節別, 地點別, 區域別(上·中·下部區域)로 調查하였다.

2. 調查地域의 地盤形態 및 海況

1) 地盤 形態

飛揚島의 潮間帶域 노출범위는 지역에 따라 차이가 있다. 飛揚島 南西쪽 地 域(St. 1)은 패류 양식장으로 이용하고 있는 곳으로 주위는 玄武暗礁가 산재하 고 있고, 중앙부위는 最大 干潮時 95m까지 확장되고 있으며, 크기가 작은 자갈 로 덮여 있어, 大氣에 露出정도가 다른 地域보다 넓으며, 低質은 均대均대 砂

質인 곳도 있다. 東쪽(St. 2)은 潮間帶 노출범위가 最大 干潮時 25m 정도로 3개 지점에 비해 가장 협소하며, 玄武暗礁와 岩盤이 散在하고, 바깥쪽은 모래지역으로 외부와는 격리되고 있다. 北쪽지역(St. 3)은 潮間帶 길이가 40m~110m 정도로 가장 넓게 확장되어 있으며, 중부구역은 凝灰岩위에 커다란 岩石들이 散在하고, 低質은 泥砂質이다. 西쪽지역(St. 4)은 冬季에 北西 季節風의 影響을 많이 받는 곳으로 타 지역에 비하여 강한 바람과 파도가 沿岸에 미쳐 氣溫 및 水溫이 다소 낮고 구멍이 많은 岩盤과 岩石 등으로 이루어져 있다.

2) 海 況

飛揚島 연안의 水溫은 연중 10.3~25.0℃ 정도이고, 염분농도는 연중 33.18~33.72‰를 나타내고, 黃海低層冷水의 海流가 흐르고 있기 때문에 비교적 營養鹽類가 풍부하고, 용존산소량은 夏季(4.35mg/l)에서 冬季(9.92mg/l)로 갈수록 커져가고 있다(평균, 7.17mg/l)(최 등, 1989).

II. 材料 및 方法

各 調査地點의 潮間帶에서 저서무척추동물의 조사는 大潮時 滿潮線에서 干潮線까지의 區域을 垂直으로 동일한 범위로 上·中·下部區域으로 구분하여 各 區域에 임의의 3개 地點을 選定하여 各 3개씩의 方形구(1m)를 設置한 후 肉眼的인 無脊椎動物을 조사하였고, 同一한 方法으로 4季節 조사하였다. 採集된 種은 現場에서 同定計數하고, 동정이 어려운 種은 10% 中性 formalin에 고정한 후 實驗室에서 동정하고 種別로 個體數를 계수하였다.

分類目錄體系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, 해초류), 노, 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 조사된 모든 종은 分類體系를 따라 目錄을 作成하였고, 出現種을 조사지점별, 계절별, 종별, 평균개체수로 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에서 출현하는 종들 중 개체수가 가장 많은 순서대로 제1 우점종, 제2 우점종으로 하였으며, 이들 군집내에 우점도지수는 McNaughton (1968)의 方法으로 산출하였다.

$$CDI = 100 \times (Y_1 + Y_2 / Y)$$

Y : 群集内 全種의 個體數

Y1 : 群集内 第1 優點種 個體數

Y2 : 群集内 第2 優點種 個體數

3. 出現種數의 多樣性

조사종수의 多樣性을 알아보기 위해 전조사지역 내의 계절별 종수의 다양도 지수, 각 조사구역별 상·중·하부구역별, 계절별 종수와 계절별 개체수의 차이를 분산분석을 이용하여 검증하였다.

4. 種多樣性, 均等度 및 豐富度

潮間帶의 上·中·下部區域과 전조사 지역에 대한 種多樣性은 Shannon 및 Weaver(1963)의 種多樣度指數 (diversity index, H')로 산출하였다.

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_e P_i$$

S : 全體 出現種數

n_i : i 種의 個體數

P_i : 總 出現個體數에 따른 i 種의 個體數 比率

또한 均等度 (Species Evenness, J')는 Shannon and Weaver(1963)의 식에 의해 산출하였다.

$$J' = H' / H'_{\max} \\ = H' / \ln_2 S$$

그리고 種豐富度 (Species Richness, d')는 Margalef(1968)식을 이용하여 산출하였다.

$$d' = S - 1 / \ln S$$

S : 全體 出現種數

Ⅲ. 結 果

1. 底棲無脊椎動物相

飛揚島地域 4개 지점에서 조사동정된 底棲無脊椎動物은 8門, 15綱, 31目, 71科, 168種, 7191개체였다.

門別로는 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%)이었으며 그 이외의 門에 속하는 것은 10種 이 내였다 (Table 1 및 Appendix 1).

調査地點別은 St. 1에서 126종, 1749개체, St. 2는 126종, 1767개체, St. 3은 131종, 1822개체, St. 4는 117종, 1847개체로 조사지점별 종수는 St. 3이 가장 많았고, St. 4는 가장 적었다. 個體數는 St. 4가 가장 많았고, St. 3이 가장 적었다.

季節別 종수와 개체수를 보면 春季에 127종, 1672개체, 夏季에 135종, 1800개체, 秋季에 121종, 1722개체, 冬季에 124종 1997개체로 夏季가 가장 많았고, 秋季가 가장 적었다 (Fig. 2). 個體數에서는 冬季에 가장 많으며, 春季가 가장 적었다 (Appendix 2).

우점종에 대한 個體數를 보면 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 neritoides*) 439個體 순이었다 (Table. 2), 그리고 1~2個體만 出現한 稀少種도 31種이었다 (Appendix 2).

2. 優占種 및 群集優占指數

조사 지점별 출현종의 개체수를 근거로 하여 季節別, 地點別에 대한 上·中·下部區域別 第 1, 第 2優占種은 Table 3과 같다.

春季에 상부구역의 제1우점종은 전지점에서 좁쌀무늬총알고둥 (*N. exigua*)이며, 제2우점종은 St. 1에 각시고둥 (*M. neritoides*), St. 2에 거북손 (*P. mitella*), St. 3과 St. 4에 갈고둥 (*N. japonica*)이며, 군집우점지수는 53, 2314~76, 5306범위로 St. 1이 가장 높고, St. 4가 가장 낮다. 중부구역의 제1우점종은 St. 1과 St. 3에 각시고둥 (*M. neritoides*), St. 2에 눈알고둥 (*T. coronata coreensis*), St. 4에 갯가톡톡벌레 (*Orchestia platensis*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 3에 눈알고둥 (*T. coronata coreensis*), St. 2에 참집게 (*Pagurus samuelis*), St. 4에 밤고둥 (*Chlorostoma lischkei*)이다. 군집 우점지수는 31, 2057~47, 0588범위로 St. 1이 가장 높고, St. 4가 가장 낮다. 하부 구역의 제1우점종은 St. 1에 밤고둥 (*C. lischkei*), St. 2에 바다방석고둥 (*Tegula pfeifferi*), St. 3에 참집게 (*P. samuelis*), St. 4에 둥근배무레기 (*Tectura concinna*)이며, 제2우점종은 St. 1에 갯가게불이 (*Petrolisthes japonicus*), St. 2에 얼룩고둥 (*Cantharidus callichroa*), St. 3에 빨물맞이게 (*Pugettia quadridens*), St. 4에 구멍밤고둥 (*Chlorostoma turbinata*)이며, 군집우점지수는 14, 4828~18, 7500범위로 St. 4가 가장 높고, St. 2가 가장 낮다.

夏季에 상부구역의 제1우점종은 전지점에 좁쌀무늬총알고둥 (*N. exigua*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 2, St. 3에 거북손 (*P. mitella*), St. 4에 갈고둥 (*N. japonica*)이며, 군집우점지수는 65, 1376~79, 7546범위로 St. 3이 가장 높고, St. 1이 가장 낮다. 중부구역의 제1우점종은 St. 1과 St. 4에 눈알고둥 (*T. coronata coreensis*), St. 2에 타래고둥 (*Buccinulum ferrea*), St. 3에 갯가게불이 (*P. japonicus*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 4에 각시고둥 (*M. neritoides*), St. 2에 갯가게불이 (*P. japonicus*), St. 3에 털껍질돼지고둥 (*Cantharus cecillei*)이며, 군집우점지수는 23, 6842~34, 2949범위로 St. 2가 가장 높고, St. 3이 가장 낮다. 하부구역의 제1우점종은 St. 1에 참집게 (*P. samuelis*), St. 2에 바다방석고둥 (*T. pfeifferi*), St. 3에 털껍질돼지고둥 (*C. cecillei*), St. 4에 털다리참집게 (*Pagurus lanuginosus*)이며, 제2우점종은 St. 1에 큰뺨고둥

(*Serpulorbis imbricatus*), St. 2에 얼룩고둥(*C. callichroa*), St. 3에 가시투성어리게(*Hapalogaster dentata*), St. 4에 규주무늬(Pyrene flava)이며, 군집우점지수는 8. 5106~15. 9091범위로 St. 3이 가장 높고, St. 1이 가장 낮다.

秋季에 상부구역의 제1우점종은 St. 1에 갈고둥(*N. japonica*), St. 2와 St. 3, St. 4에 좁쌀무늬총알 고둥(*N. exigua*)이며, 제2우점종은 St. 1에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*), St. 2와 St. 3에 거북손(*P. mitella*), St. 4에 갈고둥(*N. japonica*)이며, 군집우점지수는 65. 3061~87. 365범위로 St. 1이 가장 높고, St. 3이 가장 낮다. 중부구역의 제1우점종은 St. 1과 St. 2, St. 3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St. 4에 배무레기(*Tectura schrenckii*)이며, 제2우점종은 St. 1에 밤고둥(*C. lischkei*), St. 2에 갯가게불이(*P. japonicus*), St. 3에 각시고둥(*M. neritoides*), St. 4에 명주고둥(*Chlorostoma xanthostigma*)이며, 군집우점지수는 24. 6835~41. 5663범위로 St. 4가 가장 높고, St. 1이 가장 낮다. 하부구역의 제1우점종은 St. 1에 밤고둥(*C. lischkei*), St. 2에 갯가게불이(*P. japonicus*), St. 3과 St. 4에 큰조무레기따개비(*Chthamalus pilsbryi*)이며, 제2우점종은 St. 1에 바다방석고둥(*T. pfeiferi*), St. 2와 St. 3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St. 4에 참집게(*P. samuelis*)이며, 군집우점지수는 18. 6916~22. 2222범위로 St. 1이 가장 높고, St. 2가 가장 낮다.

冬季에 상부구역의 제1우점종은 St. 1과 St. 2에 갈고둥(*N. japonica*), St. 3과 St. 4에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 2에 좁쌀무늬총알고둥(*N. exigua*), St. 3과 St. 4에 갈고둥(*N. japonica*)이며, 군집우점지수는 54. 3624~78. 5714범위로 St. 1이 가장 높고, St. 3이 가장 낮다. 중부구역의 제1우점종은 St. 1에 갈고둥(*N. japonica*), St. 2와 St. 3에 눈알고둥(*T. coronata coreensis*), St. 4은 각시고둥(*M. neritoides*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 3에 각시고둥(*M. neritoides*), St. 2와 St. 4에 명주고둥(*C. xanthostigma*)이며, 하부구역의 제1우점종은 St. 1과 St. 3에 참집게(*P. samuelis*), St. 2에 얼룩고둥(*C. callichroa*), St. 4에 눈알고

등 (*T. coronata coreensis*)이며, 제2우점종은 St. 1과 St. 2, St. 4에 밤고둥 (*C. lischkei*), St. 3은 구멍밤고둥 (*Chlorostoma turbinata*)이며, 군집우점지수는 18.7500~45.3061 범위로 St. 4이 가장 높고, St. 3이 가장 낮다.

4개 조사지점 上·中·下部區域別 群集優占指數의 平均値에 대한 분산분석 결과는 Table 4와 같으며, 上部區域과 中部區域에서는 유의성이 없으나, 下部區域에서는 유의차가 있었다.

3. 出現種數의 多樣性

季節別, 구역별 종수의 다양성을 비교하기 위하여 평균종수와 표준편차를 구하여 분산분석을 하였다(Table 5).

上部區域에서는 春季에 29종, 夏季 26종, 秋季 25종, 冬季 25종으로 총 40종이고, 中部區域은 春季에 66종, 夏季 68종, 秋季 61종, 冬季 61종으로 총 96종, 下部區域에서는 春季에 110종, 夏季 109종, 秋季 99종, 冬季 101종으로 출현종수는 총 148종으로 上部나 中部區域에 비하여 훨씬 많은 종이 출현했다.

그리고 계절별, 구역별 평균출현종수를 보면, 上部區域 春季에 14종, 冬季에 12종였으나 유의성이 없었고, 中部區域에서는 夏季에 39종, 冬季에 31종으로 유의성이 없었다, 下部區域에서는 春季에 67종, 冬季에 56종으로 가장 낮았다. 분산분석 결과 季節別 출현종수에 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 결과 상부 구역에서 평균 개체수는 춘계에 127개체로 가장 적었고, 동계에 173개체로 많았다. 중부구역에서는 하계에 131개체로 가장 적고, 동계 177개체로 가장 많았다. 하부구역에서는 하계 119개체로 가장 적었고, 동계 171개체로 가장 많게

나타나는데 평균 개체수에 대한 분산분석 결과 계절별 개체수에 유의성이 없었다(Table 6).

5. 種多樣度指數, 均等度 및 豐富度

계절별 지점별에 따른 種多樣度指數(H'), 均等度(J')와 豐富度(d')를 분석한 결과는 Table 7과 같다.

種多樣度指數는 春季에 3.4650~3.6824의 범위로 St. 2가 가장 높고, St. 4는 가장 낮으며, 夏季에 3.4347~3.7589 범위로 St. 1이 가장 높고, St. 2는 가장 낮다. 秋季에는 3.2771~3.5477 범위로 St. 4가 가장 높고, St. 2가 가장 낮다. 冬季에서는 3.3047~3.5382의 범위로 St. 3이 가장 높고, St. 1이 가장 낮다(Fig. 3).

均等度は 春季에 0.6754~0.7178의 범위로 St. 2가 가장 높고, St. 4가 가장 낮다. 夏季에 0.6695~0.9108 범위로 St. 3이 가장 높고, St. 2가 가장 낮다. 秋季에 0.6388~0.6919의 범위로 St. 4가 가장 높고, St. 1이 가장 낮다. 冬季에 0.6442~0.6897의 범위로 St. 3이 가장 높고, St. 1이 가장 낮았다(Fig. 4).

豐富度は 春季에 18.0282~20.1248 범위로, St. 3이 가장 높고, St. 1이 가장 낮다, 그리고 夏季는 17.4962~20.2974 범위로 St. 1이 가장 높고, St. 2가 가장 낮다. 秋季에 16.0600~18.5569의 범위로 St. 4가 가장 높고, St. 2가 가장 낮다. 冬季에 16.6017~17.3181의 범위로 St. 1이 가장 높고, St. 4가 가장 낮다(Fig. 5).

계절별 총 출현종수에 대한 종다양도지수, 균등도, 풍부도는 Table 8. 과 같다.

종다양도지수는 춘계에 4.3439로 가장 높고, 하계에 4.2631, 추계에 3.8075, 동계에 3.7366으로 가장 낮았다. 균등도는 춘계에 0.5853, 하계에 0.5688, 추

계에 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) 결과 Table 9와 같다. 종다양도지수는 하부구역에서, 균등도는 중부구역에서, 풍부도는 하부구역에서 유의하였다.

IV. 考 察

비양도 4개 지점에서 출현된 底棲無脊椎動物은 總8門, 15綱, 31目, 79科, 168種였으며, 총개체수는 7191였다.

濟州道 有人島 學術調查(李, 1991) 때 비양도에서 채집 동정된것은 6門, 12綱, 21目, 50科, 86種으로 해면동물 6種, 자포동물 3種, 연체동물 56種, 환형동물 5種, 절지동물 11種, 극피동물 5種을 보고 되었으나 본 조사에서는 이들 종외에 해면동물 2종, 자포동물 2종, 연체동물 38종, 환형동물 2종, 절지동물 31종, 극피동물 7종, 척색동물 1종 등을 추가로 채집 되었다.

門別로 보면 연체동물이 3綱 92種으로 가장 많았고(54.8%), 절지동물은 3綱 42種(25.0%), 극피동물은 4綱 12種(7.1%), 해면동물은 1綱 8種(4.7%), 환형동물은 1綱 7種(4.2%), 자포 동물은 1綱 5種(3.0%), 성구동물과 척색동물은 1綱 1種(0.6%)으로 濟州道 全沿岸 25개 地域 조간대에서 125종(李 等, 1989), 가파도 7門 132종, 마라도 7門 90종(李, 1991) 보다는 출현종수가 많았으나, 濟州 東部地域과 우도가 10門 201種(李와 玄, 1992) 보다는 출현종수가 적었다. 그러나 타지역인 동남해역 기장 지역조간대와 조하대에서 94種(李 等, 1983), 동해안 안인진의 조간대와 潮下帶에서 116種(金 等, 1983), 西海 안면도地域 조간대에서 76種(李 等, 1984), 忠南地域 32個 潮間帶에서 161種(金와 張, 1990), 西海 만경·동진地域 조간대에서 64種(安와 高, 1992), 진해만에서 107種(朴 等, 1992) 보다는 훨씬 출현種數가 많았다.

본 조사에서 貝類는 3綱 92種으로 濟州沿岸 25개 地域 潮間帶 42種(李와 左, 1988), 제주도 조간대 및 초지대 생태계의 군집구조에서 76種(李 等, 1989), 濟州 周邊 4個 無人島 85종(李, 1990a), 제주 북부연안 조간대와 조하대에서 81種(李, 1990b), 마라도 84종, 가파도 55종(李, 1991a), 제주 남부연안 59종

(李와 玄, 1991b), 그리고 東南海岸 기장地域 조간대 27종(李 等, 1983), 西海岸 안면도지역 조간대 28종(李 等, 1984), 忠南 海岸 93종(金과 張, 1990), 덕적도 22종(金과 孔, 1991), 牛島地域 93종과 東部地域 조간대에 71종(李와 玄, 1992)으로 우도지역을 제외한 타지역 보다 종수가 많았다.

계절별 출현종수는 春季에 127종, 夏季에 135종, 秋季에 121종, 冬季에 124종으로 하계에 가장 많이 출현했고, 추계가 가장 적었다. 그러나 제주도 동쪽에 위치하고 있는 우도지역(李와 玄, 1992)에서는 春季에 138종, 夏季에 183종, 秋季에 147종, 冬季에 94종과 비교해볼 때 출현종수가 많은 계절은 하계로 일치하고 있으나, 출현종수가 가장 적은 계절은 비양도는 추계, 牛島는 동계로 일치 하지 않았다.

調査地域 조간대의 上·中·下部區域別 優占種의 분포는 상부구역에서 좁쌀무늬총알고둥, 갈고둥, 거북손, 순으로, 중부구역은 눈알고둥, 각시고둥, 갯가게붙이, 밤고둥, 명주고둥 順이고, 하부구역은 참집게, 큰조무레기따개비, 밤고둥, 바다방석고둥, 털다리참집게, 얼룩고둥 順으로 優占하고 있으나, 道内の 牛島地域(李와 玄, 1992)과 濟州南部地域(李와 玄, 1991b), 濟州北部沿岸(李 等, 1990b)의 潮間帶와 비교했을 때 상부구역과 중부구역에 분포하는 우점종은 대체로 일치하나 하부구역에서는 지역에 따라 서로 相異하였다.

그러나 타지역인 東南海岸 기장地域(李 等, 1983)과 西海岸의 안면도地域(李 等, 1984) 조간대의 우점종들과 많은 차이가 있었다.

계절별, 구역별 출현종수에 대한 군집우점지수를 제주도 서부에 위치한 비양도와 동부에 위치한 우도를 비교했을 때 비양도지역에서는 상부구역과 중부구역에서는 유의성이 없었으나, 하부구역에서는 유의하였다.

그러나 우도지역의 조간대 상·중·하구역별 유의성이 없어 서로 相異하였다.

또한 계절별, 구역별 출현종수는 비양도지역 상부구역과 중부구역에는 유의성

이 없고, 하부구역에 유의성 있었다. 그러나 우도지역은 상·중·하부구역에 유의하여 상부구역과 중부구역에서는 서로 상이하였으나 하부구역은 일치하고 있다.

비양도 전지점의 總出現種數에 대한 種多樣度指數를 分析한 결과 본 調査에서는 春季가 가장 높게, 冬季는 가장 낮게 나타나고 있다. 그러나 牛島地域(李와 玄, 1992)에서는 夏季가 가장 높게, 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하고 있다.

비양도 전지점에 대한 均等度는 春季가 가장 높게, 冬季가 가장 낮았는데, 牛島地域(李와 玄, 1992)에서는 春季가 가장 높게, 冬季가 가장 낮았다. 이러한 경향은 두 지역이 유사 하였다.

비양도 지역의 豐富度에서는 夏季가 가장 높게, 春季가 가장 낮았고, 牛島地域에서는 夏季가 가장 높게, 冬季가 가장 낮았는데, 두 지역 모두 풍부도가 높은 계절은 하계였으나 낮은 계절은 비양도는 춘계, 우도는 동계로 두 지역이 상의하였다.

본 조사지역에서 종의 다양성이나 풍부도가 높은 것은 지반을 형성하는 암반들의 갈라진 틈이나 구멍들이 많아 파도나 포식동물 및 건조 등에 보호를 받는데 적합한 조건을 이루고 있고, 온대 및 아열대성 해양 특성과 대만난류의 영향을 받아 저서무척추동물의 서식에 적합하여 높게 나타난 것으로 사료된다. 저서무척추동물의 분포에 차이를 나타내는 것은 환경의 다양성, 지반형태, 종간경쟁과 포식관계 등에 의한 다는 보고(Poole, 1974; Emson and Faller-Fritsch, 1976; Simpson, 1976; Menge and Lubchenco, 1981; Mori and Tanaka, 1989; 李와 左, 1988; 李等, 1989; 李, 1990)와도 거의 유사한 결과라고 생각된다.

參 考 文 獻

1. 韓國文獻

〈單行本〉

- 金勳洙, 盧粉祚 (1971), 「韓國沿岸의 底棲動物의 분포에 관한 研究」: I. 濟州道 海域, 自然實態綜合報告, 5 : 1~27.
- 金勳洙 (1973), 「韓國動植物圖鑑」, 동물편 (집게, 게류), Vol. 14, 문교부.
- 金勳洙 (1977), 「한국동식물도감」, 동물편 (새우류), Vol. 19, 문교부.
- 金勳洙, 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」, 韓國自然保存協會, 58 : 37~48.
- 金勳洙, 張千永 (1987), 「落東江 河口 一帶의 軟體動物과 甲殼類의 種組成 및 分布相」, 自然保存研究報告書, 9 : 31~58.
- 金勳洙, 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」, 韓國自然保存協會, 71~108.
- 金勳洙, 李昌彦, 盧粉祚 (1989), 「동물분류학」, 集賢社, 502pp.
- 金勳洙, 張千永 (1990), 「忠清南道 海岸의 底棲無脊椎動物相」, 韓國自然保存協會, 72 : 9~40.
- 金 元, 孔學培 (1991), 「덕적도의 海産연체동물 및 절지동물 · 자연보존협회지」, 74 : 26~34.
- 盧粉祚 (1977), 「한국동식물도감」, 동물편 (해면, 히드라, 해초류), Vol. 20, 문교부.
- 朴賢植, 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.

- 백의인(1989), 「한국동식물도감」, 동물편(갯지렁이류), Vol. 31, 문교부.
- 안순모, 고철환(1992), 「서해 만경, 동진 조간대의 환경과 저서동물분포」, J. of 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」, 自然保存研究報告書, 8 : 43~51.
- 李仁圭, 金勳洙, 姜梯源, 高哲煥, 洪性潤(1983), 「韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 關한 研究」: 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, 金勳洙, 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 生物生態學的 基礎研究」: 1. 貝類의 群集構造, 韓國貝類學會誌, 4(1) : 17~29.
- 李定宰, 張昌灑, 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 生物生態學的 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 生物生態學的 基礎研究」: 1. 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 生物生態學的 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(1) : 58~65.
- 李定宰, 玄宰旻(1992), 「濟州東部の 潮間帶 岩盤에 分布하는 底棲無脊椎動物의 季節的 群集變動」
- 崔炳來(1985), 「錦江域 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
- 崔炳來(1992), 「한국동식물도감」, 동물편(연체동물 II), Vol. 33, 교육부.
- 崔信錫, 申鳳燮(1986), 「가로림만지역 Snail의 분포에 대한 연구」, 충남대, 환경연구보고서, 4(1) : 19~29.
- 최영찬, 고유봉, 이준백(1989), 「제주도 해안선주변의 해수의 특성」, (1987년 6월~1988년 4월), 한국지구과학학회지, 10(1) : 54~61.
- 洪在上(1981), 「獨島잔해의 저서생물분포에 따른 수중조사」, 문교부학술연구보고서, 19 : 229~236.
- 洪在上(1982), 「덕적군도 조간대생물의 수직분포」, 자연실태종합보고서, 1 : 307~324.

〈論 文〉

- 金俊鎭, 金勳洙, 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), 「落東江 河口生態界의 構造와 機能에 관한 研究」, 서울大, 論文輯 7 : 121~163.
- 金俊鎭, 李仁圭, 高哲煥, 金一會(1983), 「韓國沿岸海域의 底棲生物群集에 관

- 한 연구” : I. 東海中部沿岸의 群集構造에 관한 定性定量的分析, 서울大, 自然大, 論文輯 8, 108pp.
- 金勳洙, 李仁圭, 高哲煥, 金一會, 徐榮倍, 成樂吉(1983), “한국연안해역의 저서생물군집에 관한 연구” : I. 동해안(안인진)의 저서생물군집, 서울대, 自然大, 論文輯 8(1) : 71~108.
- 崔炳來(1984), “濟州道 海産腹足類의 分類學的 研究”, 群山大學論文, Vol. 7, pp. 411~425.

2. 東洋文獻

- 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.
- Kikuchi, T. & M. Tanaka(1978), 「Ecological studies on benthic macrofauna in biomass」, *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 4(3) : 189~213.
- Takaki yajima(1983), 「Studies on the Intertidal communities 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 T. Kikuchi(1983), 「Spatial arrangement of macrobenthic assemblages on an intertidal sand flat」, Tomioka Bay, west Kyushu, *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 7 : 41-60.

3. 西洋文献

- Chow, V. (1975), 「The importance of size in the intertidal distribution of *Littorina, scutulata*(Gastropoda : Prosobranchia). *Veliger*, 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, : *Ecology and evolution of communities*, (ed. by Cody, M, and Diamond, J.). Havard Univ. Press, , pp. 460~490
- Dayton, P. K. (1971), 「Competition, distrbance, and community organization」: the provision and subsequent utilization of space ina 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 ina popu lation of *Littorina rudis*(Maton)」: *Castropoda : Prosobranchia, J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 23 : 285~297.
- Foster, B. A. (1971), 「On the determinants of the upper limit of intertidal distribution of branacles(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.*, 46~58.
- Hawkin, S. J. & 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」: IV. A synecological study on the intertidal zonation of the Assmushi coastal area with special refernces 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 Gaines, S. D. (1981), 「A unifies approach to marie plant-herbivor interactions Population and community effects」, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 12 : 405~437.
- Lubchenco, J. & B. A. Menge (1978), 「Commuity development and persistence in low rocky interidal zone, *Ecol. Monogr.*, 48 : 67~94.
- Margalef, D. R. (1968), 「Perspective in ecological theory」, Univ. Chicago.
- McNaughton, S. J. (1968), 「Structure and function on California grasslands」, *Ecology*, 49 : 962~972.
- Mcpeek, M. a (1990), 「Determination of species composition in the Enallagma damselfly assemblages of permanent lakes」, *Eco.*, 71 : 83~98.
- Menge, B. A. (1976), 「Organization of the New England rocky intertidal community」, *Ecol. Monogr.*, 46 : 355~393.
- 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.
- Mercurio, K. S., A. R. Palmer, & R. B. Lowell (1985), 「Predator-mediated

- microhabitat partitioning by two species of visually cryptic, intertidal limpets], *Ecology*, 66 : 1477~1425.
- Meyer, G. R. and A. K. O'Gower (1963), 「The ecological of six species of littoral gastropods. 1. Associations between species and associations with wave action. *Aus. J. Mar. Res.*, 14 : 176~193.
- Mori, K., Nishihama, S. and Tanaka, M. (1989), 「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.
- Odaka, T. and M. Numata (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., Satske, 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」, Pages 223~264 in R. J. Livingston, editor. *Ecological processes in coastal and marine systems*, Plenum, New York, USA.
- Poole, R. W. (1974), 「An introduction to quantitative ecology」, *Mcgraw-Hill Publishing Co.*, Ltd. pp. 532
- Raffaelli, D. G., R. N. Hughes (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. E. and W. Weaver (1949), 「The Mathematical theory of communication」, *University of Illinois press, Urbana*. p. 117
- Sih, A. P. Crowley, M. Mcpeek, J. Petranka, and K. Strohmeier (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
- Simpson, R. D. (1976), 「Physical and biotic factors limiting the distribution and abundance of littoral molluscs on Macquarie island」, *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 21 : 11~49.
- 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 : 289~305.

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.

Tanaka, M. and T. Kikuchi (1986), 「Horizontal distribution of physico-Chemical factors of bottom sediment」, *Ibid.*, pp. 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.

<Abstract>

Distribution and the Seasonal Community Change of the Benthic Macroinvertebrates on the Intertidal Zone of Biyang-do in Cheju Island

Kim, Jong-Cheol

Major in Biology Education

Graduate School of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor Lee, Jung-Jae

The thesis aims at the study on the distribution and the seasonal community change of the benthic macroinvertebrates living at the 4 intertidal zone of Biyang-do in Cheju Island from January, 1992 to 1993.

1. The macroinvertebrates collected and indentified in this region were composed of 8 phylums, 15 classes, 31 orders, 71 families, 168 species, 7191 individual number in all.
2. The seasonal appearing species and individual numbers are 135 species, 1800 individuals in summer, 127 species, 1672 individuals in spring, 124 species, 1997 individuals in winter, 121 species, 1722 individuals in autumn.

* A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Cheju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 1993.

-
3. The dominant species of the upper zone in the intertidal zone were *N. exigua*, *N. japonica*, *P. mitella*, the middle zone were *T. coronata coreensis*, *M. neritoides*, *P. japonicus* and the lower zone were *P. samuelis*, *C. pilsbryi*, *C. lischkei*, and the community dominant species index of the upper zone was much higher than the middle and lower zones.
 4. In order to compare the variety of seasonal, regional appearing species, the result of dispersion investigation showed that the seasonal appearance in species in the lower zone was remarkable but seasonal appearance in individual numbers was not.
 5. Species diversity and evenness in all investigated zones was highest in spring, lowest in winter and species richness was highest in summer, lowest in autumn.
 6. The reason for the species diversity and richness is much higher in cheju when compared with other region is that the rocks have many gaps and holes, they offer suitable conditions for caring for species against the animals feeding on them, the strong waves and the exposure of the hot sun.

Table 1. The number of taxa and species constitution of marine benthic invertebrates in Biyang-do

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

Table 2. 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>Modiolittorina exigua</i>	1035	Mollusca(Gastropoda)
2.	<i>Nerita japonica</i>	564	Mollusca(Gastropoda)
3.	<i>Turbo coronata coreensis</i>	485	Mollusca(Gastropoda)
4.	<i>Monodonta neritoides</i>	439	Mollusca(Gastropoda)
5.	<i>Chlorostoma 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)

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

Intertidal zone and DS & CDI Seasons & Station	Upper		Middle		Lower	
	D S	CDI	D S	CDI	D S	CDI
Spring	St.1	<i>Nodilittorina exigua</i> 76.5306 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Monodonta neritoides</i> 47.0588 <i>Turbo coronata coreansis</i>	<i>Chlorostoma lischkei</i> 18.3168 <i>Petrolisthes japonicus</i>		
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i> 65.1163 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 35.7664 <i>Pagurus samuelis</i>	<i>Tegula pfeifferi</i> 14.4828 <i>Cantharidus callichroa</i>		
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i> 74.2857 <i>Nerita japonica</i>	<i>Monodonta neritoides</i> 32.1782 <i>Turbo coronata coreansis</i>	<i>Pagurus samuelis</i> 16.6667 <i>Pagettia quadrifidens</i>		
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i> 53.2374 <i>Nerita japonica</i>	<i>Orchestia platensis</i> 31.2057 <i>Chlorostoma lischkei</i>	<i>Tectura concinna</i> 18.7500 <i>Chlorostoma turbinata</i>		
Summer	St.1	<i>Nodilittorina exigua</i> 65.1376 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 28.3688 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Pagurus samuelis</i> 8.5106 <i>Serpulorbis imbricatus</i>		
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i> 78.8177 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Buccinum ferrea</i> 34.3949 <i>Petrolisthes japonicus</i>	<i>Chlorostoma lischkei</i> 15.8228 <i>Cantharidus callichroa</i>		
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i> 79.7546 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Petrolisthes japonicus</i> 23.6842 <i>Cantharus cecilliei</i>	<i>Cantharus cecilliei</i> 15.9091 <i>Haplogaster dentata</i>		
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i> 67.6230 <i>Nerita japonica</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 28.8288 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Pagurus lanuginosus</i> 11.4504 <i>Pyrene flava</i>		
Autumn	St.1	<i>Nerita japonica</i> 87.3563 <i>Nodilittorina exigua</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 24.6835 <i>Chlorostoma lischkei</i>	<i>Chlorostoma lischkei</i> 22.2222 <i>Tegula pfeifferi</i>		
	St.2	<i>Nodilittorina exigua</i> 72.0588 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 39.8148 <i>Petrolisthes japonicus</i>	<i>Petrolisthes japonicus</i> 18.6916 <i>Turbo coronata coreansis</i>		
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i> 65.3061 <i>Pollicipes mitella</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 31.9767 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Chthamalus pilsbryi</i> 18.8811 <i>Turbo coronata coreansis</i>		
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i> 69.6970 <i>Nerita japonica</i>	<i>Tectura schrenckii</i> 41.5663 <i>Chlorostoma xanthostigma</i>	<i>Chthamalus pilsbryi</i> 20.5882 <i>Pagurus samuelis</i>		
Winter	St.1	<i>Nerita japonica</i> 78.5714 <i>Nodilittorina exigua</i>	<i>Nerita japonica</i> 40.0000 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Pagurus samuelis</i> 22.6891 <i>Chlorostoma lischkei</i>		
	St.2	<i>Nerita japonica</i> 74.0506 <i>Nodilittorina exigua</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 44.7853 <i>Chlorostoma xanthostigma</i>	<i>Cantharidus callichroa</i> 24.3750 <i>Chlorostoma lischkei</i>		
	St.3	<i>Nodilittorina exigua</i> 54.3624 <i>Nerita japonica</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 46.6258 <i>Monodonta neritoides</i>	<i>Pagurus samuelis</i> 18.7500 <i>Chlorostoma turbinata</i>		
	St.4	<i>Nodilittorina exigua</i> 60.1504 <i>Nerita japonica</i>	<i>Monodonta neritoides</i> 29.7872 <i>Chlorostoma xanthostigma</i>	<i>Turbo coronata coreansis</i> 45.3061 <i>Chlorostoma lischkei</i>		

Table 4. Community dominance index (CDI) by zone in the intertidal zone of Biyang-do

Zone	Mean	SD	Rang	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	19.5	±7.85	8.51 - 45.31	F = 3.82

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 seasons in the intertidal zone of Biyang-do

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 P > 0.05			F = 1.34 P > 0.05			F = 4.08 P < 0.05		

Table 6. 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 the intertidal zone of Biyang-do

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 P > 0.05			F = 2.35 P > 0.05			F = 1.25 P > 0.05		

Table 7. 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	0.7327	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 8. The diversity, evenness, richness (d') 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	24.5248
Winter	3.7366	0.4919	25.5172

Table 9. Mean, Standard deviation(SD) and Sample size(N) of the species diversity index, evenness, richness results of ANOVA for testing difference in the number of species among seasons in the inter-tidal zone of Biyang-do

Zone Season	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
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		

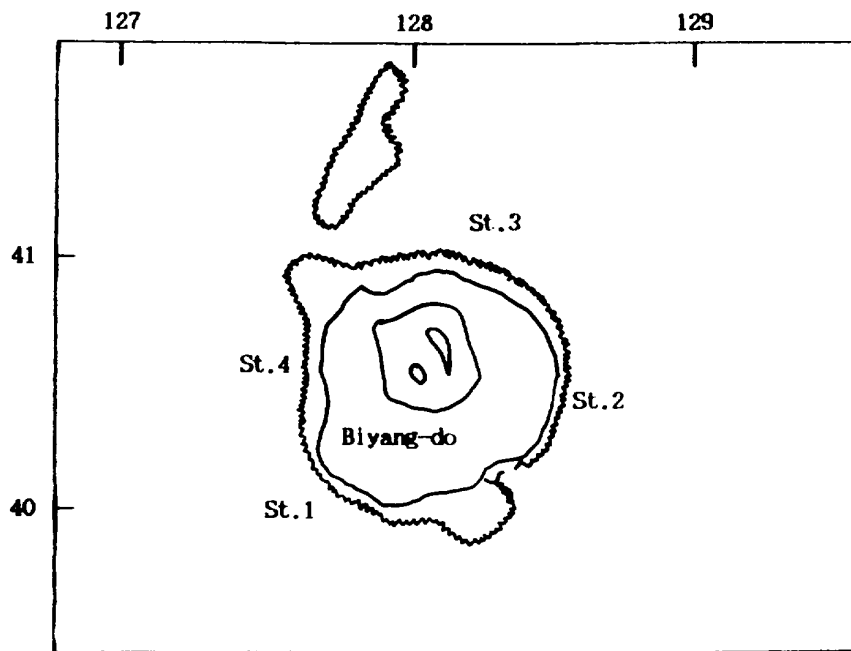
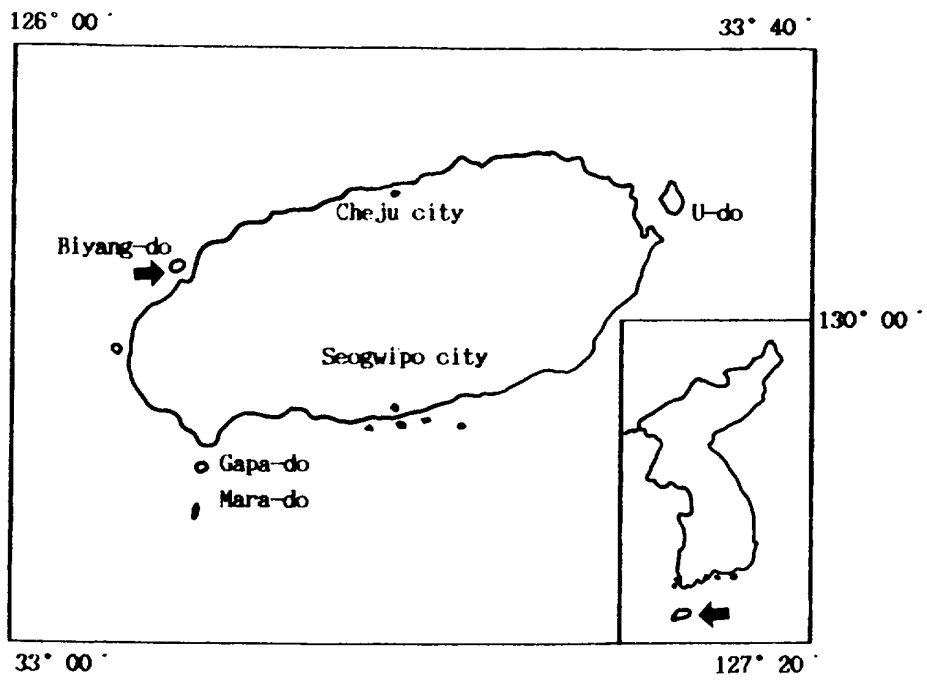


Fig 1. Map showing the sampling stations in Biyang-do

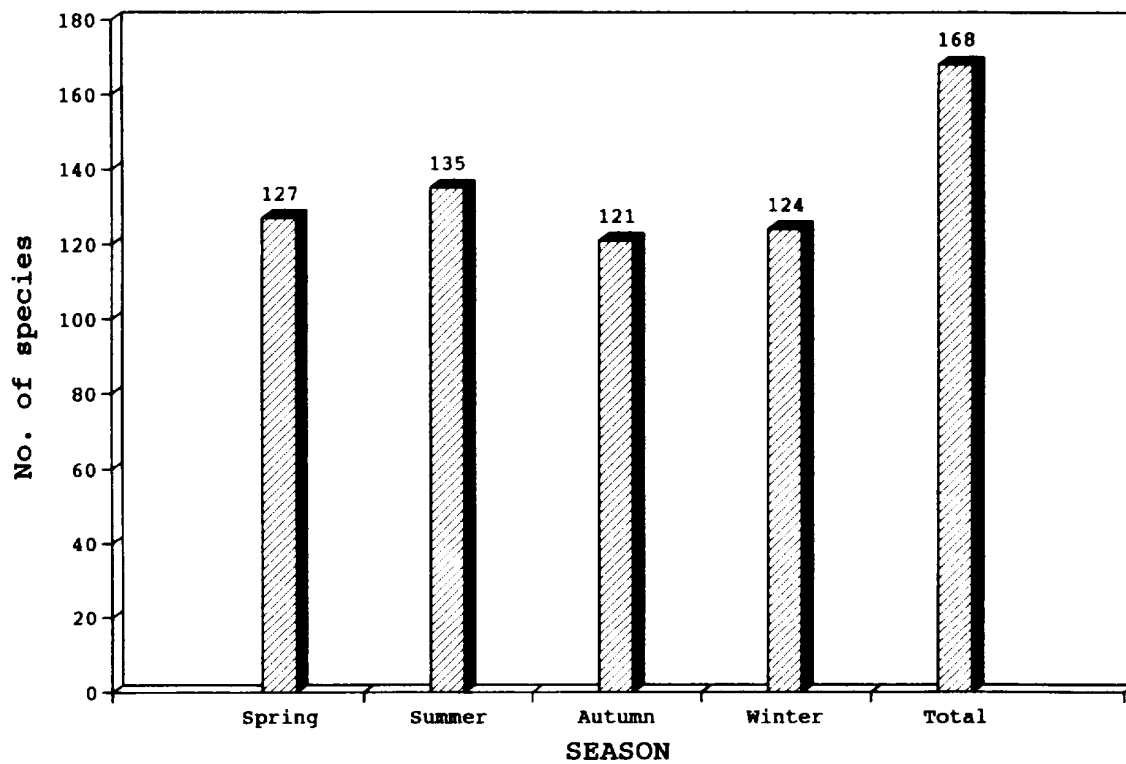


Fig. 2. The number of species in each season by collected in intertidal zone of Biyang-do.

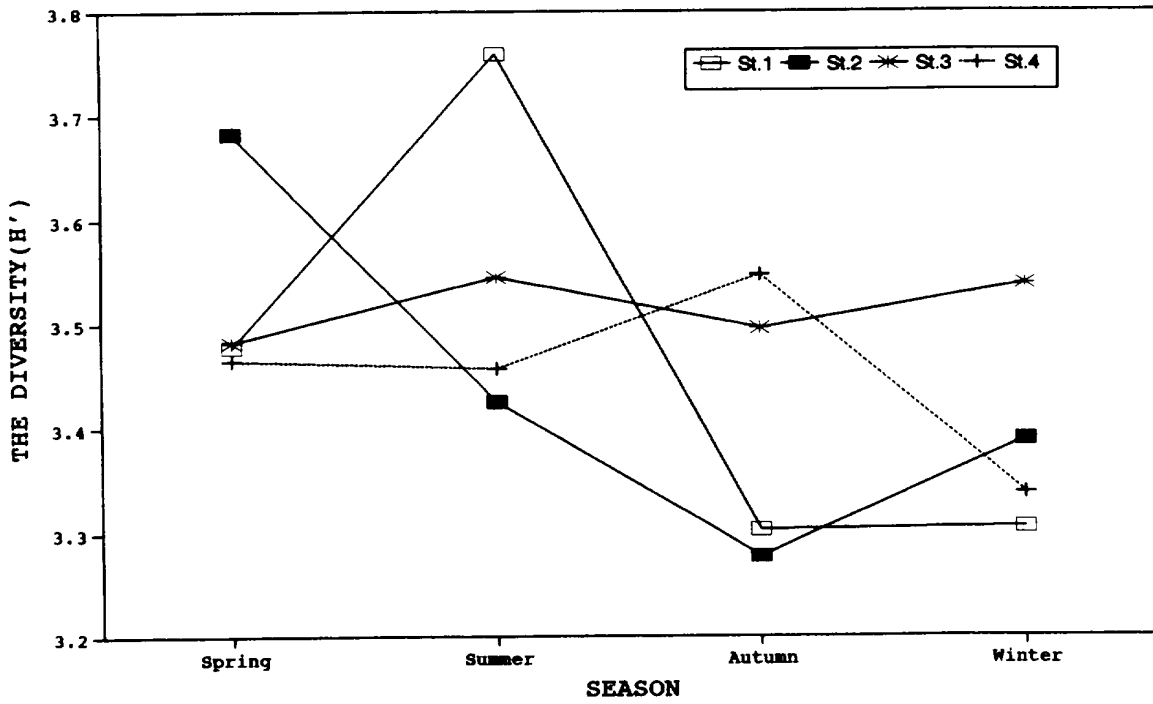


Fig. 3. The diversity(H') in each season by collected in the intertidal zone of Biyang-do.

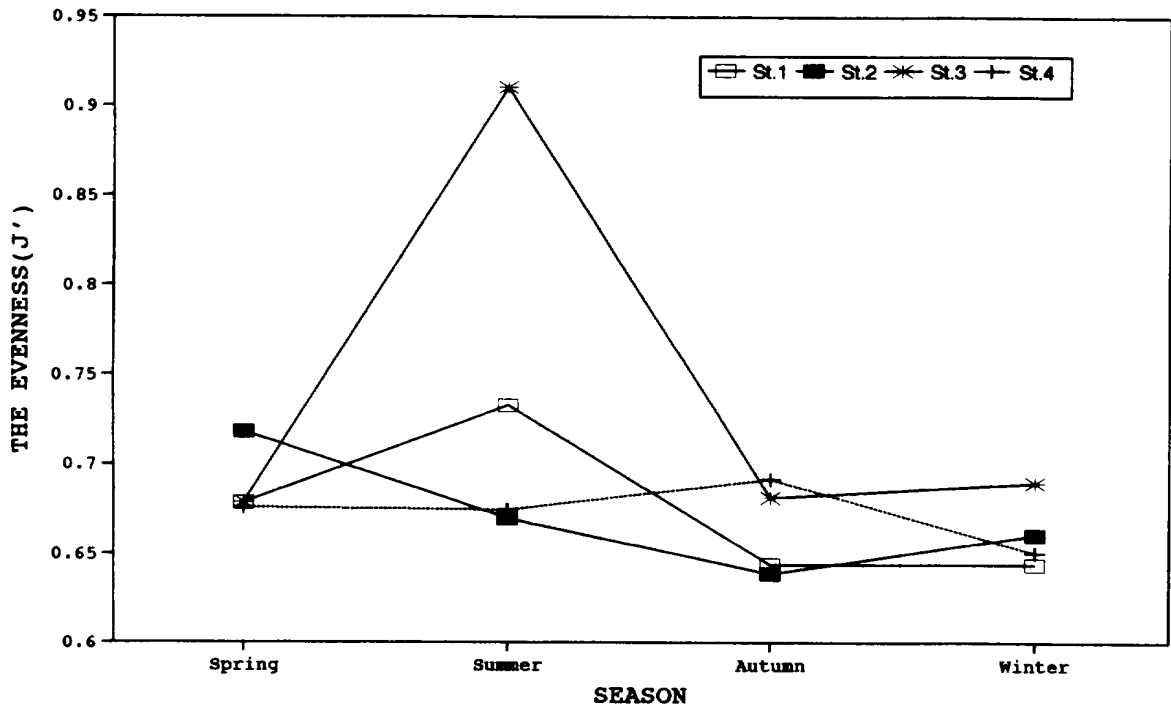


Fig. 4. The evenness(J') in each season by collected in the intertidal zone of Biyang-do.

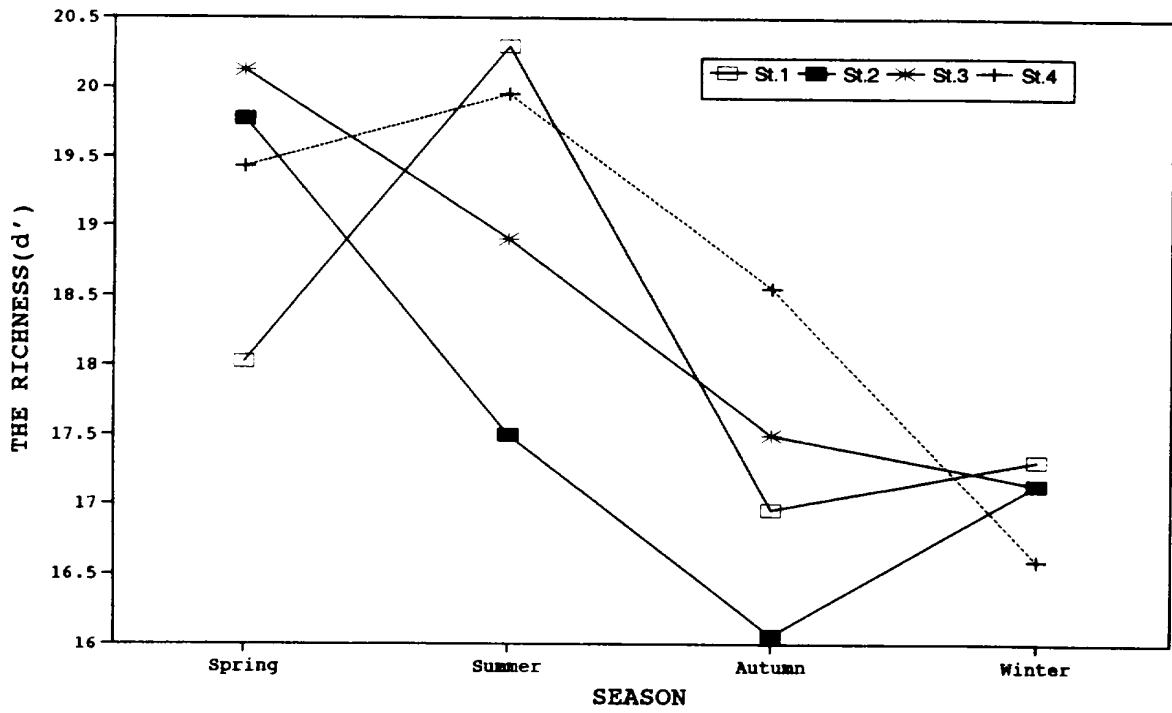


Fig. 5. The richness(d') in each season by collected in the intertidal zone of Biyang-do.

Appendix 1. The taxonomic list of macroinvertebrates collected from the intertidal zone in Biyang-do

Phylum Porifera 해면동물문

Class Demospongiae 보통해면강

Order Choristida 코리스티다목

Family Tetillidae 유두해면과

1. *Tetilla japonica* [LAMP] 유두해면

Order Lithistida 리티스티다목

Family Tetracnididae 돌해면과

2. *Discodermia japonica* [DODERLEIN] 판가죽해면

Order Halichondrina 해변해면목

Family Halichondriidae 해변해면과

3. *Halichondria japonica* [KADOTA] 주황해변해면

4. *H. okadai* [KADOTA] 검정해변해면

5. *H. oshoro* [TANITA] 황록해변해면

6. *H. panicea* [PALLAS] 회색해변해면

Order Haplosclerina 단골해면목

Family Haliclonaidae 보라해면과

7. *Haliclona permollis* [BOWERBANK] 보라해면

Family Callyspongiidae 예쁜이해면과

8. *Callyspongia confederata* [RIDLEY] 보라예쁜이해면

Phylum Cnidaria 자포동물문

Class Anthozoa 화충강

Order Actiniaria 해변말미잘목

Family Actiniidae 해변말미잘과

9. *Actinia equina* [LINNE] 빨강해변말미잘

10. *A. mesembryanthemum* [ELLIS SOLANDER] 해변말미잘

11. *A. midori* [UCHIDA MURAMATSU] 풀색해변말미잘

12. *Bolocerooides murrici* [KWIECINSKI] 유명말미잘

Family Haliplanellidae 줄말미잘과

13. *Haliplanella luciae* [VERRILL] 담황줄말미잘

Phylum Sipuncula 성구동물문

Class Sipunculoidea 성충강

Order Sipunculida 성충목

Family Sipunculidae

14. *Dendrostomum minor* [IKEDA] 보라가지벌벌레

Phylum Mollusca 연체동물문

Class Polyplacophora 다판강

Order Ischnochitonida 연두군부목

Family Ischnochitonidae 연두군부과

15. *Ischnochiton comptus* [GOULD] 연두군부

16. *Lepidozona coreanica* [REEVE] 줄군부

Family Chitonidae 군부과

17. *Liolophura japonica* [LISCHKE] 군부

18. *Onithochiton hirasei* [PILSBRY] 비단군부

Order Acanthochitonida 털군부목

Family Cryptoplacidae 벌레군부과

19. *Cryptoplax japonica* [PILSBRY] 벌레군부

Family Acanthochitonidae 털군부과

20. *Acanthochiton defilippii* [TAPPARONE-CANEFERI] 털군부

Class Gastropoda 복족강

Order Archaeogastropoda 원시복족목

Family Haliotidae 전복과

21. *Haliotis(Nordotis) aquatilis* [REEVE] 오분자기

Family Fissurellidae 구멍삿갓조기과

22. *Diodora sieboldii* [REEVE] 시볼트삿갓조기

23. *Tugali decussata* [ADAMS] 흰이랑삿갓조기

24. *Macroschisma dilatatum* [ADAMS] 낮은구멍삿갓조기

Family Acmaeidae 흰삿갓조기과

25. *Acmaea(Niveotectura) pallida* [GOULD] 흰삿갓조기

Family Lottidae

26. *Patelloida saccharina laxa* [REEVE] 테두리고둥

27. *Tectura concinna* [LISCHKE] 등근베무레기

28. *T. schrenckii* [LISCHKE] 베무레기

29. *Chiazacmaea pygmaea* [DUNKER] 예기베말

30. *Chiazacmaea pygmaea lampanicola* [HABE] 호통예기베말

31. *Collisella(Conoidacmaea) dorsuosa* [GOULD] 두드럭베말

Family Patellidae 삿갓조개과

- 32. *Cellana nigrolineata* [REEVE] 큰배말
- 33. *C. toretuma* [REEVE] 예기삿갓조개

Family Trochidae 밤고둥과

- 34. *Cantharidus callichroa* [PHILIPPI] 얼룩고둥
- 35. *C. japonicus* [A. ADAMS] 남방얼룩고둥
- 36. *Granata lyrata* [PILSBRY] 검은점갈비고둥
- 37. *Calliostoma unicus* [DUNKER] 방석고둥
- 38. *Clanculus gemmulifer* [PILSBRY] 빨강올타리고둥
- 39. *Tegula(Omphalius) nigerrima* [GMELIN] 예기밤고둥
- 40. *T. pfeifferi* [PHILIPPI] 바다방석고둥
- 41. *Chlorostoma argyrostoma lischkei* [TAPPARONE-CANEFRI] 밤고둥
- 42. *C. argyrostoma turbinatum* [A. ADAMS] 구멍밤고둥
- 43. *C. xanthostigma* [A. ADAMS] 명주고둥
- 44. *Trochus saccellus rota* [DUNKER] 바퀴고둥
- 45. *Monodonta perplexa* [PILSBRY] 캄장각시고둥
- 46. *M. neritoides* [PHILIPPI] 각시고둥
- 47. *M. labio* [LINNAEUS] 올타리고둥
- 48. *Clanculus margaritarius* [PHILIPPI] 보석고둥
- 49. *Mesoclanculus ater* [PILSBRY] 빨강꼭지고둥

Family Turbinidae 소라과

- 50. *Turbo(Batillus) cornutus* [LIGHTFOOT] 소라
- 51. *T. coronata coreensis* [RECLUZ] 눈알고둥
- 52. *Homalopoma nocturnum* [GOULD] 팔알고둥
- 53. *Astrarium haematragum* [MENKE] 에스트라고둥

Family Neritidae 갈고둥과

- 54. *Nerita(Heminerita) japonica* [DUNKER] 갈고둥
- 55. *N. albicilla* [LINNAEUS] 큰입술갈고둥

Order Mesogastropoda 중복족목

Family Littorinidae 총알고둥과

- 56. *Littorina brevicula* [PHILIPPI] 총알고둥
- 57. *Nodilittorina exigua* [DUNKER] 좁쌀무늬총알고둥

Family Cerithiidae 자부락고둥과

- 58. *Clypeomorus humilis* [DUNKER] 오디자부락고둥
- 59. *Cerithium kobelti* [DUNKER] 귀뚜라미고둥

- Family Potamididae 갯고등과
60. *Cerithideopsilla cingulata* [GMELIN] 비틀이고등
 61. *Cerithideopsilla djadjariensis* [MARTIN] 갯비틀이고등
 62. *Cerithidea ornata* [A. ADAMS] 얼룩비틀이고등
 63. *Batillaria multifomis* [LISCHKE] 갯고등
 64. *B. cumingii* [CROSSE] 덩가리
- Family Siliquariidae 지렁이고등과
65. *Siliquaria cumingii* [MORCH] 지렁이고등
- Family Vermetidae 뱀고등과
66. *Serpulorbis imbricatus* [DUNKER] 큰뱀고등
- Family Cypraeidae 게오지과
67. *Cyprae gracilis* [GASKOIN] 점박이게오지
 68. *Cyprae(Lyncina) vitellus* [LINNAEUS] 제주게오지
- Order Neogastropoda 신복족목
- Family Muricidae 툐소라과
69. *Ceratostoma fournieri* [CROSSE] 세톨고등
 70. *C. burnetti* [A. ADAMS REEVE] 입톨고등
 71. *Ergalatax contractus* [REEVE] 탐톨고등
 72. *Ceratostoma roriflumum* [A. ADAMS REEVE] 뿔사리
 73. *Purpura(Reishia) browni* [DUNKER] 두드럭고등
 74. *P. (Reishia) clavigera* [KUSTER] 대수리
- Family Buccinidae 물레고등과
75. *Buccinulum(Japeuthria) ferrea* [REEVE] 타레고등
 76. *Cantharus cecillei* [PHILIPPI] 털껍질돼지고등
 77. *Siphonalia cassidariaeformis* [REEVE] 돼지고등
 78. *Kelletia lischkei* [KURODA] 매킨이고등
- Family Pyrenidae 무릅과
79. *Mitrella bicincta* [GOULD] 보리무릅
 80. *M. scripta* [LINNAEUS] 무늬무릅
 81. *Pyrene flava* [BRUGUIERE] 규주무릅
 82. *P. testudinaria* [LINK] 무릅
 83. *Reticunassa fratercula* [DUNKER] 고운띠무릅
 84. *Anachis misera* [SOWERBY] 보살고등
- Family Mitridae 붓고등과
85. *Pusia hizenensis* [PILSBRY] 점박이붓고등
- Family Fasciolariidae 긴고등과
86. *Fusinus perplex* [ADAMS] 긴뿔고등

Family Terebridae 송곳고둥과

87. *Terebra spectabilis* [HINDS] 송곳고둥

Family Nassariidae 좁쌀무늬고둥과

88. *Nassarius livescens* [PHILIPPI] 좁쌀무늬고둥

89. *N. fraterculus* [DUNKER] 검정줄좁쌀무늬고둥

90. *N. praematuratus* [KURODA & HABE] 갈좁쌀무늬고둥

Family Aplysiidae 군소과

91. *Aplysia kurodai* [BABA] 군소

Order Nudibranchia 나세목

Family Dorididae 갯민승달팽이과

92. *Chromodoris festiva* [A. ADAMS] 파랑갯민승달팽이

93. *Glossodoris pallescens* [BERGH] 흰갯민승달팽이

Family Dendrodorididae

94. *Dendrodoris rubranigromaculata* [ELIOT] 얼룩갯민승달팽이

Order Basommatophora 기안목

Family Siphonariidae 고랑딱개비과

95. *Siphonaria japonica* [DONOVAN] 고랑딱개비

Class Bivalvia 이매패강

Order Arcoida

Family Parallelodontidae

96. *Porterius dalli* [SMITH] 왕복털조개

97. *Striarca(Didimacar) tenebrica* [REEVE] 빌로오드복털조개

Order Mytiloida 홍합목

Family Mytilidae 홍합과

98. *Septifer virgatus* [WIEGMANN] 굵은줄격판담치

99. *S. keenae* [NOMURA] 격판담치

100. *Musculus senhousia* [BENSON] 종뿔

101. *Lithophaga(Leiosolenus) curta* [LISCHKE] 예기돌맷조개

Order Ostreoida

Family Ostreidae 굴과

102. *Saccostrea echinata* [QUOY GAIMARD] 가시굴

103. *Ostrea denselamellosa* [SEKI] 토굴

Order Veneroida

Family Carditidae 주름방사늑조개과

104. *Cardita leana* [DUNKER] 주름방사늑조개

Family Veneridae 백합과

105. *Tapes variegata* [SOWERBY] 아기반지락

Phylum Annelida 환형동물문

Class Polychaeta 다모강

Order Phyllodocida 부채발갯지렁이목

Family Hesionidae 수염갯지렁이과

106. *Hesione reticulata* [MARENZELLER] 그물등수염갯지렁이

Order Amphinomida 양목갯지렁이목

Family Amphinomidae 양목갯지렁이과

107. *Chloëia flava* [PALLAS] 노란풀양목갯지렁이

Family Nereidae 참갯지렁이과

108. *Neanthes japonica* [IZUKA] 참갯지렁이

Family Onuphidae 집갯지렁이과

109. *Nothria* sp 실집갯지렁이류

Order Sabellida 꽃갯지렁이목

Family Sabellidae 꽃갯지렁이과

110. *Sabellastarte* sp 남색꽃갯지렁이류

Family Serpulidae 석회관갯지렁이과

111. *Hydroides ezoensis* [OKUDA] 우산석회관갯지렁이

112. *Pomatoleios kraussii* [BAIRD] 굵은석회관갯지렁이

Phylum Arthropoda 절지동물문

Class Maxillopoda 약각강

Order Thoracica 완흉목

Family Scalpellidae 거북손과

113. *Pollicipes mitella* [LINNE] 거북손

Family Chthamalidae 조무래기따개비과

114. *Chthamalus pilsbryi* [HIRO] 큰조무래기따개비

115. *C. challengerii* [HOEK] 작은조무래기따개비

Family Trtraclitidae

116. *Tetraclita squamosa japonica* [PILSBRY] 검은따개비

Class Malacostraca 연갑강

Order Isopoda 등각목

Family Cirolanidae 모래무지벌레과

117. *Cirolana harfordi japonica* [THIELEMANN] 어리모래무지벌레

Family Idoteidae 주걱벌레과

118. *Idotea ochotensis ochotensis* [BARNDT] 북방주걱벌레

119. *I. ochotensis* sp 왜주걱벌레류

Family Ligiidae 갯강구과

120. *Ligia exotica* [ROUX] 갯강구

Family Tylidae 갯쥐며느리과

121. *Tylus granulatus* [MIERS] 갯쥐며느리

Order Amphipoda 단각목

Family Talitridae 갯가톡톡벌레과

122. *Orchestia platensis* [KROYER] 갯가톡톡벌레

Class Crustacea 갑각강

Order Decapoda 십각목

Family Palaemonidae 징거미새우과

123. *Palaemon paucidens* [DE HAAN] 줄새우

Family Alpheidae 딱총새우과

124. *Alpheus brevicristatus* [DE HAAN] 딱총새우

Family Callinasiidea 쪽과

125. *Callinassa japonica* [ORTMANN] 쪽불이

Family Porcellanidae 게불이과

126. *Petrolisthes japonicus* [DE HAAN] 갯가게불이

127. *Pachycheles stevensii* [STIMPSON] 게불이

Family Paguridae 집게과

128. *Dardanus impressus* [DE HAAN] 두드러기 왼손집게

129. *Paguristes barbatus* [ORTMANN] 털보긴눈집게

130. *Pagurus lanuginosus* [DE HAAN] 털다리참집게

131. *Pagurus samuelis* [STIMPSON] 참집게

Family Lithodidae 왕게과

132. *Hapalogaster dentata* [DE HAAN] 가시투성어리게

Family Dromiidae 해면치레과

133. *Petalomena fukuii* [SAKAI]

134. *P. angulata* [SAKAI]

Family Cancridae 은행게과

135. *Cancer japonicus* [ORTMANN] 은행게

Family Portunidae 꽃게과

136. *Charybdis(Charybdis) acuta* [A. MILNE EDWARDS] 홍색민꽃게

Family Xanthidae 부처게과

137. *Atergatis floridus* [LINNAEUS] 매끈이송편게

138. *Leptodius exaratus* [H. MILNE EDWARDS] 부처게

139. *Actaea savignyi* [H. MILNE EDWARDS] 옴부처게

140. *A. subglobosa* [STIMPSON] 반구부처게

141. *Pilumnus longicornis* [HILGENDORF] 긴다리털보부처게

142. *Heteropilumnus ciliatus* [STIMPSON] 털보부처게

Family Grapsidae 바위게과

143. *Pachygrapsus crassipes* [RANDALL] 바위게

144. *Peronon planissimum* [HERBST] 가시다리게

145. *Acmaeopleura parvula* [STIMPSON] 예기비단게

146. *Hemigrapsus sanguineus* [DE HAAN] 무늬발게

147. *H. penicillatus* [DE HAAN] 풀게

148. *Gaetice depressus* [DE HAAN] 납작게

149. *Cyclograpsus intermedius* [ORTMANN] 비단게

150. *Sesarma(Parasesarma) pictum* [DE HAAN] 사각게

Family Majidae 물맛이게과

151. *Pugettia quadridens* [DE HAAN] 툭물맛이게

152. *Huenia proteus* [DE HAAN] 외톨게

153. *Hyastenus diacanthus* [DE HAAN] 툭게

154. *Scyra compressipes* [STIMPSON] 납작톨게

Family Parthenopidae 자게과

155. *Harrovia elegans* [DE MAN] 갯고사리게

Phylum Echinodermata 극피동물문

Class Echinoidea 성게강

Order amarodonta 공치목

Family Strangylocentrotidae 세치성게과

156. *Hemicentrotus pulcherrimus* [A. AGASSIZ] 말뚝성게

Family Echinometridae 보라성게과

157. *Anthocidaris crassispina* [A. AGASSIZ] 보라성게

Class Asteroidea 불가사리강

Order Forcipulata 차극목

- Family Asteriidae 불가사리과
 158. *Coscinasterias acutispina* [STIMPSON] 팔손이 불가사리
- Order Spinulosa 유극목
 Family Asterinidae 별불가사리과
 159. *Asterina batheri* [GOTO]
 160. *Asterina coronata* [] 에기별불가사리
 161. *Asterina coronata japonica* [HAYASHI] 관별불가사리
 162. A. *batheri* [GOTO] 포목별불가사리
- Class Ophiuroidea 사미강
 Order Chilophiurida 손사미목
 Family Ophiodermatidae 뱀거미불가사리과
 163. *Ophiarachnella gorgonia* [MULLER & TROSCHEL] 뱀거미불가사리
 Family Ophiuridae
 164. *Ophioplocus japonicus* [H.L.CLARK] 거미불가사리
 Family Ophiactidae 뱀가시거미불가사리
 165. *Ophiactis savignyi* [MULLER & TROSCHEL] 뱀가시거미불가사리
- Class Holothuroidea 해삼강
 Order Aspidochirotida 순수목
 Family Stichopodidae 해삼과
 166. *Stichopus japonicus* [SELENKA] 해삼
- Order Dendrochirotida 수수목
 Family Cucumariidae 광삼과
 167. *Afrocuammis africana* [SEMPER] 보라해삼불이
- Phylum Chordata 척삭동물문
 Class Ascidiacea 해초강
 Order Enterogona 내성해초목
 Family Cionidae 유령멍게과
 168. *Syndiazona grandis* [OKA] 버섯유령멍게

Appendix 2. The number of species and individuals of the benthic macroinvertebrates collected from the intertidal zone in Biyang-do

Species	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>Hallyspongia confederata</i>															1		
<i>Actinia equina</i>			1														
<i>A. mesembryanthemum</i>				1	1	1		1	2			4	2			7	
<i>A. midori</i>			1					1		1	4	2	1		5		
<i>Bolocerooides murrichi</i>		1															
<i>Haliplanella luciae</i>		1		1		1		1	2	2	1		1	1			
<i>Dendrostroma minor</i>			1														
<i>Ischnochiton comptus</i>		1	1	2	5	3	3	2	6	2		1	4	3	1	3	6
<i>Lepidozonia 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 japonica</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(Niveotectura) 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>Chiazamea pygmaea</i>		3				1			1	1		1		1		1	6
<i>Chiazamea pygmaea lampanicola</i>								1									2
<i>Collisella dorsuosa</i>					1	2		4	1								1
<i>Cellana nigrolineata</i>				1	2	2		4		1		3	2				4
<i>C. loreuma</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>																	1
<i>Clavulus gemmulifer</i>		1															
<i>Tegula(Omphalius) nigerrima</i>		7	12	12	15	2	7	1	3	15	14	10	6	2		5	9

Appendix 2. Continued

Species	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>T. pfeifferi</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 turbinatum</i>		3	3	1	9	3		2	9			5	3			13	2
<i>C. xanthostigma</i>		2	6	1	8	3	3	2	2	9	15	2	25	9	31	9	20
<i>Trochus saccellus 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(Batillus) 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>Astraliu 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>Clypeomorus 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>Cerithideopsilla cingulata</i>								1			1						
<i>Cerithideopsilla 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 imbricatus</i>		5	5	2	3	6	11	2	4	2	8	3	5	2	1	3	5
<i>Cypræ gracilis</i>		1	1	2	2		4	1	2		1	2	1	1	1		1
<i>Cypræ(Lyncina) vitellus</i>								1	1		1						
<i>Ceratostoma fournieri</i>				1	1			1	1				1				1
<i>C. burnetti</i>				1	1	1		3	2				1				
<i>Ergalatax contractus</i>									3				2				
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		1	3	2	2		2			2	2		1	2	2	2	3
<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>Buccinum(Japeuthria) ferrea</i>		6	15	4	11	5	27	1	7	20	9	3	10	8	11	6	20

Appendix 2. Continued

Species	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>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 fratercula</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		
<i>Fusinus perplex</i>							1										
<i>Terebra spectabilis</i>							10										
<i>Nassaricus livescens</i>				1	2					2				2	1		1
<i>N. fraterculus</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 pallascens</i>		1	1	2	2	1	2	1	1			1	1				1
<i>Dendrodoris rubranigromaculata</i>				1					2					1			
<i>Siphonalia 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>Striarca(Didimacra) 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		1
<i>Lithophaga(Leiosolenus) curta</i>					1												
<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>Tapes variegata</i>		1													1		
<i>Hesione reticulata</i>		1															
<i>Chloëia flava</i>						1				1							
<i>Yeanthes 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

Appendix 2. Continued

Species	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>Pollicipes mitella</i>		23	4	11	21	70	50	29	9	44	31	3	11	5	13	8	
<i>Chthamalus pilsbryi</i>		1										15	2				
<i>C. challengeri</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 paucidens</i>		1	2		1	1	1				2			1	1		
<i>Alpheus brevirostratus</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
<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>Pagurus samuelis</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>Petalomena 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>Actaen savignyi</i>		2		1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1		
<i>A. subglobosa</i>												1		1			
<i>Pilumnus longicornis</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>Gaëlicae depressus</i>										1				2	1		
<i>Cyclograpsus intermedius</i>				7									2		4		

Appendix 2. Continued

Species	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>Sesarma(Parasesarma) pictum</i>		2	2			2			3		2	4					3
<i>Pugattia quadridens</i>		2	1	5	2	1	2	5	1	1	1		1	1	2	4	1
<i>Huenia protaus</i>		1	1	1	1	1	1	1	2				1				1
<i>Hysterus 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	4
<i>Anthocidaris crassispina</i>		1	1	1	2	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coccinasterias 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>Asterina coronata japonica</i>		1				1		2					1				2
<i>Asterina batheri</i>			1				1	1									
<i>Ophiarachnella gorgonia</i>						2		3	2				1				
<i>Ophioplocus japonicus</i>		12	3	5	2	7	5	15	5	2			2	6	8	5	
<i>Ophiactis savignyi</i>			2	1		1	1			1							
<i>Stichopus japonicus</i>			1	1	1	1					1				1		
<i>Afroeciumis africana</i>		1	1			1	4			2	4	2		1	2	1	
<i>Synidiazona 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

感謝의 글

본 논문이 완성되기까지 시종 노고를 아끼지 않고 지도하여 주신 李定宰 教授님께 진심으로 감사를 드리며, 바쁘신 중에도 아낌없이 시간을 割愛하여 논문의 體系를 바로잡고 다듬어 주신 朴行信, 鄭忠德 教授님께, 학문적으로 많은 가르침과 성원을 보내주신 吳德鐵, 金源澤 교수님께 심심한 感謝를 드립니다.

또한 자료 정리 및 채집 등에 많은 도움을 준 현재민, 황규상께 고마움을 전합니다. 끝으로 오늘의 결실이 있기까지 사랑과 정성으로 뒷바라지 해준 아내에게 이 작은 영광을 돌립니다.