

碩士學位論文

제주도 김녕항 부근 암반조간대
저서동물의 시·공간적인 분포

濟州大學校 大學院

水產生物學科

鄭 宜 旭

1999年 12月

제주도 김녕항 부근 암반 조간대
저서동물의 시·공간적인 분포

指導教授 崔光植

鄭宜旭

이 論文을 理學碩師學位 論文으로 提出함

1999年 12月

康徒衡의 理學碩士學位 論文을 認準함

審査委員長 이정재 印

委 員 최광식 印

委 員 이준백 印

濟州大學校 大學院

1999年 12月

**Spatial and Temporal Distribution of Macrobenthos
in Intertidal Hard Bottoms in
Kimnyeng Harbor, Cheju**

Jung, Eui-Ook

(Supervised by Professor Choi, Kwang-Sik)

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE**

**DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

DEC. 1999

List of Figures

Fig 1 Location of the study area.	5
Fig. 2. Tidal levels, total number of species and mean density of each sampling stations	10
Fig. 3 Seasonal variations in number of species and density of each sampling stations	12
Fig. 4. Total densities of dominant species in each station	16
Fig. 5. Seasonal fluctuation of <i>Nodilittorina exigua</i> density in each station	18
Fig. 6. Seasonal fluctuation of <i>Nerita japonica</i> density in each station.....	19
Fig. 7. Seasonal fluctuation of <i>Batillaria multiformis</i> number in each station	21
Fig. 8. Seasonal fluctuation of <i>Monodonta labio confusa</i> density in each station	22
Fig. 9. Seasonal fluctuation of <i>Lunella coronata</i> density in each station	24
Fig. 10. Seasonal variation of Shannon-Weiner species diversity index (H') in each station	25
Fig. 11. Dendrogram constructed based on cluster analysis of species composition.	28
Fig. 12. Dendrogram constructed based on cluster analysis of top 15 species.	30

List of Tables

Table 1 Species list of the sampling area	9
Table 2. Dominance ranking in mean density of macrobenthos	14
Table 3. Ecological characteristics in each group based on cluster analysis	29

목 차

List figures	
List of tables	
Summary	1
I. 서론	
I.1 서론	3
I.2 연구지 개황	4
II. 재료 및 방법	
II.1 생물 채집 방법	6
II.2 자료 분석	6
III. 결과 및 고찰	
III.1 종조성	8
III.2 우점종의 공간적 분포	13
III.3 우점종의 계절적인 변화	17
III.4 군집 분석	23
III.5 군집별 특성	26
III.6 종간 유사도	27
IV. 결론	31
V. 요약	32
VI. 참고문헌	34
Appendix	
감사의 글	

Summary

Quantitative and qualitative studies on marine benthic animals inhabiting in the intertidal area of Kimnyeong Harbor, Cheju was conducted with respect to their spatial and temporal distribution pattern during May 1995 and October 1997. A total of 25 species were identified during the course of study. Among the 25 species, most of them were molluscs and the remaining consists of 3 arthropods and 1 cnidarians. Species richness in terms of total species occurred tended to increase from high tide area to mid and low tide area. At low tide area, seasonal fluctuation in species richness was obvious: species richness was higher in spring to summer than winter. *Nodilittorina exigua*, *Monodontia labio confusa*, *Nerita japonica*, and *Batillaria cumingii* were very common on the study area and they ranked the first to forth in terms of total number. Particularly *N. exigua* was dominant from upper high tide are to mid tide area.

Cluster analysis conducted on species composition of each sampling station indicated that the study area could be classified into three zones: 1) upper intertidal zone where *Nodilittorina exigua* and *Nerita japonica* are dominant, 2) mid-intertidal zone where species richness are moderate, and 3) lower intertidal zone where species richness and species diversity is higher.

Several fresh ground water springs were located near the sampling stations which supplies vast amount of freshwater into the harbor. Salinity varied with wide range during high and low tide

due to the fresh water input from the springs. It was believed that almost all molluscs identified in the harbor were estuarine species since they are absent or rare in other intertidal area where no fresh ground water spring is present.

I. 서 론

1.1 서 론

조간대는 해양환경에 있어 조하대와 육상환경이 접해있어 생태적으로 천이지역으로 분류된다. 조간대의 물리·화학적 환경요인 중, 생물의 분포에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 조석에 따른 환경의 변화이다 (Kronberg, 1988). 조간대에 서식하는 동식물들은 조석에 따라 대기중으로 노출되며 조간대 내에서 분포하고 있는 서식지의 위치에 따라 노출 또는 물에 잠기는 시간이 다르게 된다 (Fuji and Nomura, 1990, Underwood, 1981; Tanaka *et al.*, 1985). 이에 따라 많은 조간대 생물들은 조하대 생물과 달리 급변하는 수온, 염분도 및 노출에 따른 건조에 적응하여 살게되며, 그 적응 정도에 따라 조간대 내에서 대상 분포를 한다 (제 등, 1997; Tait, 1972, Valiela, 1984; Brown and McLachlan, 1990) 이 중 바위해안 생태계는 해양에서의 어느 환경보다도 다양한 구성원을 이루고 있다. 평면구조로 인한 단순한 공간 경쟁이외에도 해조류 서식이나 다른 부착생물에 의한 기질환경이 다양하게 유지됨으로서 3차원적인 공간분포를 보인다 (Lewis, 1964; Brehaut, 1982; Weinberg, 1978). 계절에 따른 가입과 이입이 완성하여 군집변화가 완성한 지역으로 특히, 암반의 구조와 재질에 다른 영향도 매우 중요하게 작용한다 (Swinbanks, 1982).

조간대 암반 연구는 접근이 비교적 용이한 해양환경으로 오래 전부터 다양한 분야에서 연구되고 있으며, 최근에는 군집의 천이과정과 오염에 따른 영향, 저서동물의 정량적 자료 분석을 위한 실험적 연구가 수행되고 있다 (Stephenson and Stephenson, 1972; Littler and Littler, 1985; Moore and Seed, 1986; Hawkins and Hartnoll, 1983). 특히, 조간대 암반저질에 서식하는 우점종을 대상으로 한 모니터링은 환경 변화를 감시하는데 주로

사용되며, 최근 들어 대수리(*Reshia clavigera*, = *Thyas clavigera*), 총알고 등류(Littoridae)에 대한 생활사 연구 및 생리변화에 대한 연구가 수행되고 있다 (Khang, 1995; Yamada, 1987; Koehn *et al.*, 1984; Arga, *et al.*, 1995).

제주도의 연안은 화산암으로 이루어진 바위해변이 주를 이루고 있으며 해변 곳곳에 육지로부터 담수가 용승하는 용천이 잘 발달되어 있는 특성을 지닌다. 바위해안 주변에 발달된 담수 용천수는 폐쇄된 환경에 있어 염분도의 변화에 영향을 미쳐서 일시적으로 기수환경을 형성하기도 하며, 또한 그 지역에 서식하는 생물의 분포를 제한하는 인자로도 작용한다 (Valiela, 1984; Olson and Olson, 1989; Mazda, 1984). 이에 따라 제주도 조간대에 서식하고 있는 생물은 지역에 따라 담수 용천수의 유입이 있는 곳과 없는 곳으로 구분되어 출현하는 종이 다르게 나타난다 (이와 좌, 1988; 이, 1990; 이와 현, 1991).

본 연구의 목적은 제주도 조간대의 동물상에 대한 기초자료를 확보함과 아울러 담수의 영향을 받는 지역에 서식하고 있는 패류의 분포를 정량적인 측면과 정성적인 측면에서 고찰하고, 계절적인 종조성의 변화를 파악하여 조간대 암반생태계내 군집구조를 밝힘으로서 향후 제주도 조간대의 특성을 이해하는 기초자료로 이용하는데 그 목적을 둔다.

1.2 연구지 개황

김녕항은 북제주군 구좌읍 서김녕리에 위치하고 있으며 항의 상부에는 간조시 외부로 노출되는 모래해안과 화산암으로 이루어진 바위해안이 잘 발달되어 있다. 특히 바위해안 주변에는 담수 용천이 존재하여 많은 양의 담수가 만으로 유입되고 있다 (Fig. 1).

항내의 수면적은 170,000m² 정도이다 (Fig. 1). 항의 상부는 사주로 분리되어 있으며 간조 시 사주는 대기 중으로 노출되며 이때 직경 120 m 정도, 수심 1m 미만인 조석호가 형성된다. 조석호의 지질은 세사질

로 형성되어 있으며 간조시 호 하부에는 직경 2 m, 수심 2 m 정도의 담수 용천이 관측되었다. 이곳으로부터 다량의 담수가 항 내로 유입되는 것이 확인되었으며, 또한 간조시 담수 용천 반경 10m 이내는 염분도가 10 ~ 15 % 정도로 나타났다. 조석호와 접해있는 항 상부는 화산암이 굳어서 이루어진 바위해안으로 구성되어 있으며, 간조시 담수의 용천이 여러 군데서 확인되었다. 결국 지형적인 특성으로 조간대의 상·중부는 암반으로 구성되며, 하부는 세사질로 구성된 독특한 형태를 나타낸다. 조간대 하부 지역의 세사질 구조는 파도 등 외부의 물리적 영향 등으로부터 암반지대를 보호하는 역할을 하고 있다. 암반의 경사도는 부분적으로 완만한 형태이며, 암반은 전형적인 화산암을 특징인 다공질로 구성되어 있어 복족류의 공간 분포가 매우 용이한 구조를 보였다.



Figure 1. Location of the study area, Kimnyeong Harbor, Cheju

II. 재료 및 방법

2.1 생물 채집 방법

김녕항 조간대의 저서생물 상을 이해하기 위하여 1996년 5월부터 1997년 10월까지 5차례에 걸쳐 정량적인 조사를 수행하였다.

암반 지역 조간대에 서식하고 있는 패류의 분포 및 밀도를 측정하기 위하여 조간대 상부로부터 하부까지 총 40 m 의 1개 정선을 설치하였다. 이를 위하여 조석표를 이용, 최 만조시의 해안선과 최 간조시의 해안선을 설정한 후, 매 1 시간씩 수위를 관찰하여 정점별 조위를 추정하였다. 암반지역 조간대의 패류에 대한 정량적인 연구를 위하여 1 x 1 m 방형구를 PVC 파이프를 이용하여 제작하였다. 실제 현장에서 1 x 1 m 방형구를 이용하여 출현하는 생물을 계수한 결과 계수 효율이 떨어지는 것으로 판단되어 방형구 내에 다시 25개의 소형 방형구 (20 x 20 cm)를 설치 계수의 효율을 높였다. 따라서 25개의 소형 방형구로 형성된 1 x 1 m 방형구를 이용하여 최고조선에서 최저조선에 설치된 40 m transect를 따라 출현하는 종을 계수 하였으며, 각 정점마다 사진촬영을 실시하여 계절에 따른 서식밀도 특성을 보정하였다. 한편 조사지역에 서식하는 종과 동일한 생물을 부근에서 채집하여 10% 중성포르말린에 고정하였고, 실험실로 옮긴 후, 종 단위까지 동정하였다 (Yoo, 1976; 권 외, 1993; 최, 1992; Morris, 1980; Habe, 1977, 1982).

2.2 자료 분석

조사 정점별 출현종 및 개체수를 바탕으로 계절별 생물 다양도를 산출하였으며, 각 정점별, 또는 우점종 간의 상관관계를 알아보기 위하여 집괴분석을 실시하였다

▶ 다양도 지수 H' (Shannon and Wiever, 1949).

$$H' = - \sum_i^{S^*} (P_i \cdot \ln P_i)$$

s: 출현 종수

P_i : 총 출현 개체수에 대한 i 번째 종의 개체수의 비율

▶ 우점종 선정을 위한 출현개체수와 출현 빈도를 동시에 고려하는 Le Bris 지수

D'_{ij} (Le Bris, 1988)를 계산하였다.

$$D'_{ij} = F_{ij} \times D_{ij} \times 100$$

$$F_{ij} = \{(P_{ij} \times P_j) \times 100\}$$

(P_{ij} : j 번째 군집에서 i 번째 종의 출현 횟수

P_j : j 번째 군집의 전체 군집 수)

$$D_{ij} = [(\sum (N_{ik}/N_k) \times 100)/p_j] \times 100$$

(N_{ik} : j 군집의 k 번째 정점에서 i 번째 종의 개체수,

N_k : k 번째 정점의 전체 개체수)

▶ 집괴분석 : 전체 생물 서식밀도를 이용하여 군집구조의 공간적 유사성을 측정하였으며, 전체 출현종 중, 상위 15종을 대상으로 집괴분석을 역시 수행하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

3.1 종조성

조사기간 중 총 25종의 저서동물이 관찰되었다. 이 중에 연체동물이 21종으로 대다수를 차지하였으며, 이중에 16종이 복족류로 나타났다. 이외에 하부 정점에서 강장동물인 담황줄말미잘(*Haliplanella lucia*)과 갑각류인 거복손(*Pollicipes mitella*), 조무래기따개비(*Chthamalus challenger*), 참집게(*Pagurus dubius*) 등이 출현하였다 (Table 1). 연체동물 중 이매패류는 격판담치(*Septifer keenae*)와 참굴(*Crassostrea gigas*) 등이 하부 정점에서 소량 출현하였다. 출현한 동물은 주로 암반조간대 하부 지역에서 서식하는 것으로 일반적으로 조간대 상부와 중부의 경계지역에 밀집하는 조무래기따개비가 정점 30 이후에 출현한 것은 본 조사지역이 조간대 전체를 포함하는 것이 아닌, 암반 조간대 하부지역이 나타나지 않는 것으로 해석할 수 있다. 격판담치의 경우 우리나라 남해안에서 조간대 하부에 우점하는 동물군으로 본 조사에서는 정점 37 이후에 매우 소량이 서식하는 것으로 나타났다.

저서동물의 수직적 분포는 조간대 상부에서 하부로 갈수록 종 수는 점진적으로 증가하고, 서식밀도는 정점 13 - 17 부근에서 급격히 증가하다가 하부에서 감소하는 양상을 보였다. 전반적으로 경사도가 급한 지역에서는 서식밀도는 감소하는 양상을 나타냈으며, 조간대 하부에서는 암반의 구조가 종 수에 영향을 나타냈다 (Fig. 2). 정점 13 - 17 부근에서 서식밀도가 증가한 것은 이 지역에서 매우 우점하는 좁쌀무늬총알고둥(*Nodilittorina exigua*)에 의한 영향으로 평균 200 ind./m²의 높은 서식밀도를 나타냈다. 한편 암반 구조는 틈새가 적은 편이지만 다공질의 현무암으로 구성되어 복족류의 서식이 매우 원활한 환경을 보였다. 조간대 하부지역은 평평한 경사구조에 조수웅덩이가 형성되어 비교적 다양한 생

Table 1. Taxonomic list of macrobenthos recorded from study area

No.	Species	
Cnidaria		
1	<i>Haliplanella lucia</i>	담황줄말미잘
Mollusca		
Polyplacophora		
2	<i>Liolophura japonica</i>	군부
3	<i>Acanthochitona defilippi</i>	털군부
4	<i>Acanthochitona rubrolineata</i>	애기털군부
Gastropoda		
5	<i>Notoacmea schrenckii</i>	배무래기
6	<i>Cellana toruema</i>	애기삿갓조개
7	<i>Monodonta labio confusa</i>	개울타리고둥
8	<i>Monodonta perplexa</i>	깜작각시고둥
9	<i>Monodonta neritoides</i>	각시고둥
10	<i>Chlorostoma lischkei</i>	밤고둥
11	<i>Lunella coronata</i>	눈알고둥
12	<i>Nerita japonica</i>	갈고둥
13	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥
14	<i>Nodilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥
15	<i>Batillaria multiformis</i>	갯고둥
16	<i>Batillaria cumingii</i>	댕가리
17	<i>Reshia clavigera</i>	대수리
18	<i>Mitrella bicinta</i>	보리무룩
19	<i>Japeuthria ferra</i>	타래고둥
20	<i>Ceratostoma rorifluum</i>	맷사리
Bivalvia		
21	<i>Septifer keenae</i>	격판담치
22	<i>Crassostrea gigas</i>	참굴
Arthropoda		
Maxillopoda		
23	<i>Pollicipes mitella</i>	거북손
24	<i>Chthamalus challengerii</i>	조무래기따개비
Malacostraca		
25	<i>Pagurus dubius</i>	참집게

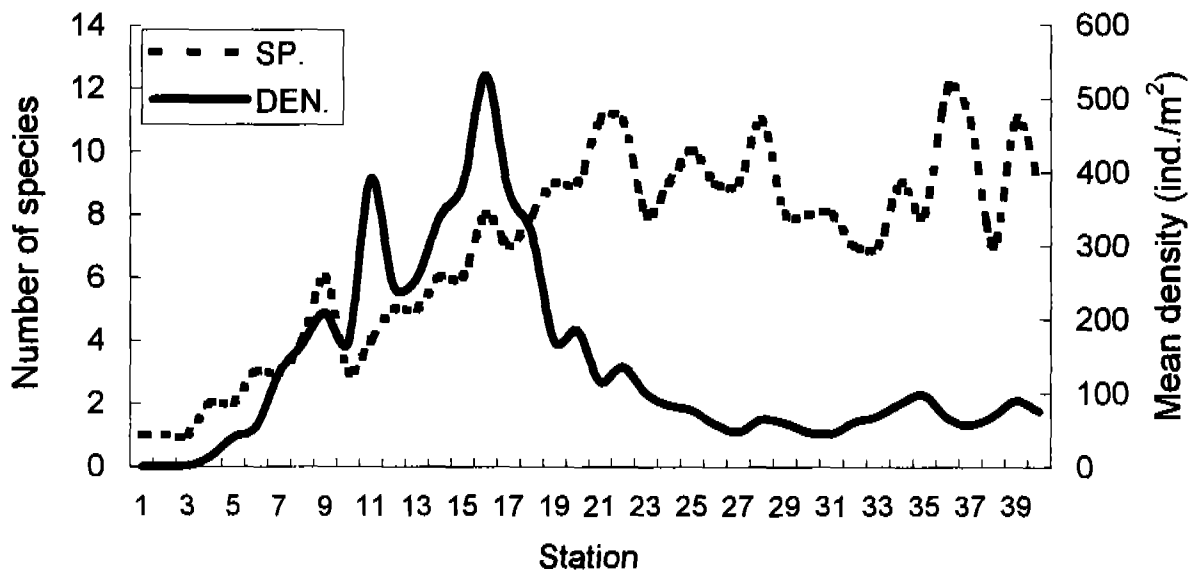
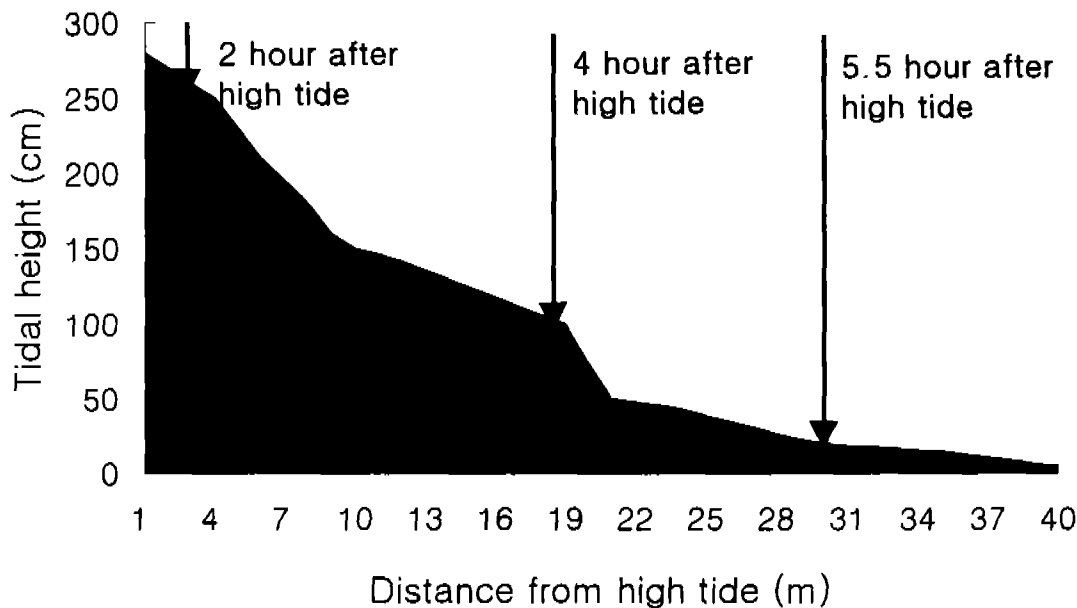


Fig. 2 Topographical description of each stations by tidal levels and total number of species and mean density in each station

물이 서식하는 것으로 보여진다. 이 지역은 간조 후 약 4시간의 노출이 발생하는 지역이기 때문에 기후에 따라 환경변화가 급격한 지역임에도 불구하고, 해수가 고이는 특성은 출현종 증가의 원인이 되고 있다 일반 적으로 조간대 지역에서 조수웅덩이는 비록 조위에 따라 다른 양상을 보 이지만 수온 상승 시 증발, 강우 시 염분 감소, 기온 하강 시 결빙 등, 특수한 환경변화를 보임에도 불구하고 지속적인 수분 공급과 호흡이 가 능하기 때문에 조간대 환경에서 비교적 높은 종다양성을 나타내는 지역 이다 (Nibakken, 1985).

각 정점의 계절에 따른 출현종 수 및 서식밀도의 변화는 종 수와 서 식밀도가 높을수록 계절적인 변화도 큰 것으로 나타났다 (Fig 3) 종 수 의 경우 정점 1- 3 까지는 거의 생물이 서식하지 않았으며, 계절에 따라 좁쌀무늬총알고둥이 국부적으로 출현하였다. 전반적으로 겨울철에 종 수 의 감소가 나타났다. 종 수에 변화를 보인 종은 비교적 이동성이 강한 복족류로 나타났으며, 정점 24와 25의 경우 완만한 암반 경사에도 불구 하고 1997년 1월 조사에서는 한 개체의 생물도 발견할 수 없었다. 이 지 역은 암반의 공극이 비교적 적은 지역으로 겨울철에 복족류 등이 암반 밀도로 피신하는 것으로 보여진다. 서식밀도의 경우 종 수와 유사한 양 상을 보였다. 좁쌀무늬총알고둥이 우점하는 지역에서는 이 종의 계절적 인 변화에 의해 밀도가 좌우되는 것으로 나타났으며, 하부지역으로 갈수 록 오히려 상부보다는 종조성의 변화가 상대적으로 적은 것으로 나타났 다. 서식밀도의 경우 전반적으로 종 수가 단순한 상황에서 일부 우점종 의 계절적 변화가 정점마다 밀도 변화에 영향을 주는 것으로 보인다.

조사 기간 중 출현종 수의 경우 상부에서 하부로 갈수록 증가하고 서 식밀도는 중부에서 높게 나타났다. 계절적인 변화는 종 수나 서식밀도가 높은 지역에서 편차도 크게 나타났다. 즉, 종 수나 서식밀도가 계절에 따라 급격히 증감하는 양상을 보이는 지역은 매우 국부적이며, 대부분 지역이 약간의 변화 양상을 나타냈다. 그리고, 겨울철에 종 수가 서식밀

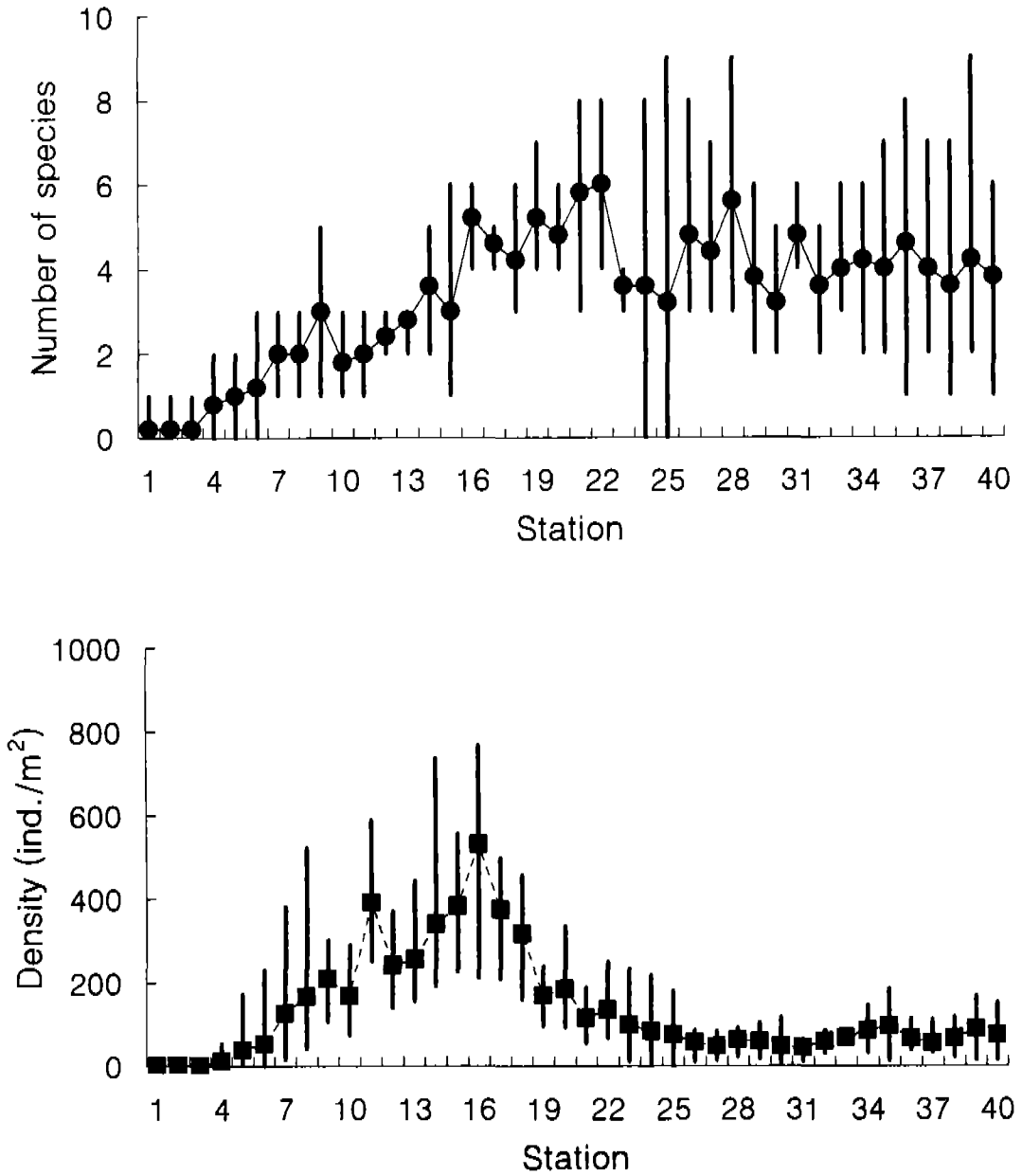


Fig. 3 Seasonal variations of number of species and density at each station

도의 감소 등으로 종 구성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이미 언급한 바와 같이 본 조사는 채집을 하지 않고 방형구를 사용하여 동일한 지역을 지속적으로 관측하였기 때문에 일부 정점으로의 이동을 감안해야 하며, 특히 단일 암반으로 구성되어 있는 것이 아니라 암석으로 구성되어 하부로 이동이 가능한 것이 해석에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 특히 겨울철의 경우 종이 암반 밑으로 이동하는 경향을 보이는 것으로 생각되며, 계절에 따른 변화를 보다 정량화하기 위해서는 기온변화에 대한 종의 이동 상황에 관한 연구가 보완되어야 할 것이다.

3.2 우점종의 공간적 분포

Le Bris index (1988)에 의한 우점종 선정은 서식밀도와 출현빈도를 동일한 조건으로 계산한 것으로 국부적으로 높은 서식밀도를 보이면서 출현빈도는 빈약한 종의 경우 우점도에서 매우 적은 값을 나타내는 방식이다. 조사기간 중 우점종으로 선정한 15 종 중에 복족류가 9종으로 대다수를 차지하였으며, 다판강류(Polyplacophora)가 2종, 만각류(Cirripedia)가 2종 등으로 나타났다 (Table 2). 본 연구 지역에는 좁쌀무늬총알고둥이 가장 우점하는 것으로 나타났다. 평균 서식밀도가 83 개체/m²로, 전체의 60.7%를 나타냈으며, 출현빈도에서도 41%를 나타내 조사지역의 절반에서 이 종이 출현한 것을 짐작할 수 있다. 이 종은 주로 상조간대에서 조간대 상부지역에 우점하는 종으로 우리 나라 암반 조간대에서 널리 분포하는 종이다. 주로 수온이 높은 지역에서 높은 서식밀도를 나타내면 남해안의 경우 가장 높은 밀도를 나타낸 지역의 경우 평균 3-5 개체/m²정도를 보이는 반면, 본 지역에서는 상당히 높은 서식밀도를 보였다. 좁쌀무늬총알고둥은 주로 제주 해안의 상부 조간대에서 높은 밀도를 보이며, 다공질 암반의 구멍에 밀집하여 서식하는 양상을 나타낸다. 본 조사에서도 상부 조간대에서 정점 20 부근까지 주로 출현하는 양상을 보였다. 출현밀도는 정점 9부터 급격히 증가하여 정점 20에서는 급격히

Table 2. Dominance ranking in density of macrobenthos

Rank	Species	Phy	Total density	Mean density	(%)	Frequency	(%)
1	<i>Granulilittorina exigua</i>	Ga	16,570	83	60.7	82	41.0
2	<i>Batillaria multiformis</i>	Ga	2,909	15	10.7	109	54.5
3	<i>Heminerita japonica</i>	Ga	2,305	12	8.4	62	31.0
4	<i>Batillaria cumingii</i>	Ga	2,272	11	8.3	80	40.0
5	<i>Monodonta labio confusa</i>	Ga	1,530	8	5.6	107	53.5
6	<i>Pagurus dubius</i>	Cr	577	3	2.1	39	19.5
7	<i>Lunella coronata coreensis</i>	Ga	565	3	2.1	46	23.0
8	<i>Reishia clavigera</i>	Ga	227	1	0.8	48	24.0
9	<i>Littorina brevicula</i>	Ga	135	1	0.5	17	8.5
10	<i>Notoacmea schrenckii</i>	Ga	53	0	0.2	5	2.5
11	<i>Chthamalus challengeri</i>	Ci	51	0	0.2	9	4.5
12	<i>Pollicipes mitella</i>	Ci	23	0	0.1	6	3.0
13	<i>Acanthochitona rubrolineat</i>	Po	17	0	0.1	8	4.0
14	<i>Acanthochitona defilippi</i>	Po	14	0	0.1	8	4.0
15	<i>Liolophura japonica</i>	Po	10	0	0.1	7	3.5

Ga: Gastropoda, Po: Polyplacophora, Cr: Crustacea, Ci: Cirripedia

감소하는 양상을 보였다 (Fig. 4). 갯고둥(*Batillaria multiformis*)은 이 연구에서 좁쌀무늬총알고둥 다음으로 높은 서식밀도를 나타냈다. 평균서식밀도는 15 개체/m²로 좁쌀무늬총알고둥 보다는 현저히 적은 양을 나타냈다. 그러나 그 출현 빈도는 54%로 조사기간 중에 출현한 종 중에 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 조사 지역 내에 비교적 전반적인 분포를 보이는 것으로 알 수 있다. 수직적인 분포양상에서도 특징적인 서식분포대를 보이는 것이 아닌 각 정점에서 전반적으로 균일한 서식밀도를 나타냈다 (Fig. 4). 갯고둥은 주로 우리 나라 서해안과 제주도 연안 사니질 해안에 서식하는 종으로 본 조사지역에 출현한 것은 암반하부지역에 해사빈이 형성되어 사질의 일부가 암반에 섞이기 때문으로 보인다

갈고둥(*Nerita japonica*)의 경우 평균 12 개체/m²의 밀도를 나타냈으며, 출현빈도에서도 31%를 나타냈다. 갈고둥은 서남해안 조간대 지역 암반과 자갈지역에 주로 분포하는 종으로 주로 수분이 오래 보존되는 지역에 서식한다. 서식밀도는 총알고둥류와 같이 밀생하는 양상은 보이지 않으며, 본 조사에서는 상부 정점인 정점 4에서부터 출현하여 하부 정점까지 관찰되었다. 주로 정점 15 부근에서 높은 서식밀도를 나타냈다 (Fig. 4). 땡가리(*Batillaria cumingii*)는 평균 11 개체/m²의 서식밀도를 나타냈으며, 40%의 출현빈도를 나타냈다. 땡가리의 경우도 우리 나라 서·남해안과 제주도 지역 조간대에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있으며, 갯고둥과 매우 비슷하나 나뭇잎 돌기가 없고, 나뭇잎이 가늘고 길며, 내순의 활층이 발달하지 않은 점 등으로 구분할 수 있다 (최, 1992). 주로 바위나 자갈이 있는 모래펄에 서식하기 때문에 갯고둥과 같이 하부지역의 해사빈 발달이 서식에 주 요인으로 생각된다. 정점별 서식밀도는 갯고둥과는 다르게 정점 15 이후에 주로 출현하는 양상을 보였다. 개울타리고둥(*Monodonta labio confusa*)의 경우 평균 서식밀도가 8 개체/m²로 비교적 적은 양이 출현하였다. 그러나 출현빈도는 53%로 매우 높게 나타났다. 개울타리고둥의 경우도 서·남해안 과 제주도 지역에 주로 분

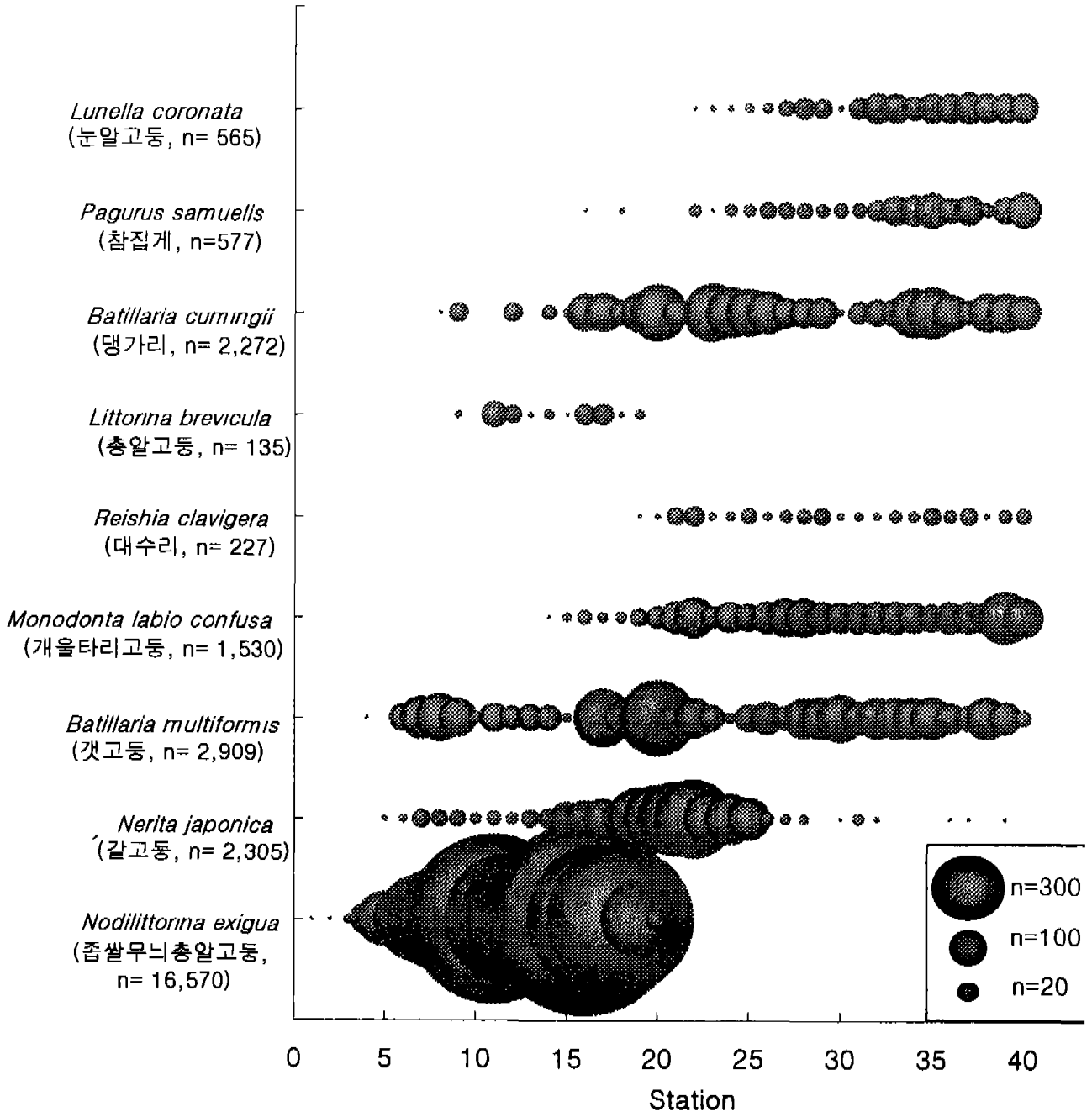


Fig. 4 Total densities of dominant species at each station

포하며, 암반 조간대나 자갈지역에서 출현하고 있다. 정점별 서식밀도는 매우 고른 양상을 보이면서 주로 정점 15 이후에서 출현하였다. 이외에도 특이한 사항은 간대 상부에서 우점하는 총알고둥(*Littorina brevicula*)이 매우 낮은 밀도를 보였으며, 눈알고둥(*Lunella coronata*)이나 대수리(*Reishia clavigera*)등도 하부지역에서 주로 서식하는 것으로 나타났다 한편, 갑각류인 참집게의 경우도 정점 30 이후인 하부 지역에서 주로 출현하였다.

3.3 우점종의 계절적인 변화

본 조사기간 동안 우점하는 5종을 중심으로 계절적인 서식밀도와 수직적인 분포양상을 조사하였다 우선 좁쌀무늬총알고둥의 경우 정점 1에서 21까지 분포하는 양상을 보였다. 계절에 따라 서식밀도와 범위가 다소 변화하는 양상을 보였다 (Fig. 5). 봄철에 상부지역에서 비교적 폭넓은 서식분포를 보이다가 겨울철에는 정점 5에서 19에 국한된 분포양상을 나타냈다. 서식밀도는 봄철에 증가하는 양상을 보이다가 겨울철로 갈수록 감소하는 양상을 나타냈다. 실제로 좁쌀무늬총알고둥이 겨울철에 사망 등에 의해 서식밀도가 감소하는 지는 알려지지 않지만 본 조사지역의 경우 암반 밑으로 이동하는 양상도 생각해 보아야 할 것이다 암반 밑의 경우 방형구에서는 관찰되지 않았지만 실제로 소수가 서식하는 것이 관찰되었다. 하지만 기온 감소에 따른 표층의 수직적인 이동은 관찰되지 않았다. 따라서 계절에 따라 다소 범위가 변화하지만 주 서식처는 정점 9에서 19사이 즉 조위 15 m에서 1.2 m 사이 완만하고 다공질 암반에서 서식하는 것으로 보여진다.

1996년 10월 과 1997년 10월에 조사된 좁쌀무늬총알고둥의 분포양상은 매우 유사하여 계절적인 차이가 다소 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 갈고둥의 경우 계절에 따른 분포범위와 서식밀도의 변화가 매우 큰 것으로 나타났다 (Fig. 6). 봄철에 조간대 상부에서 하부에 이르기까지 높은

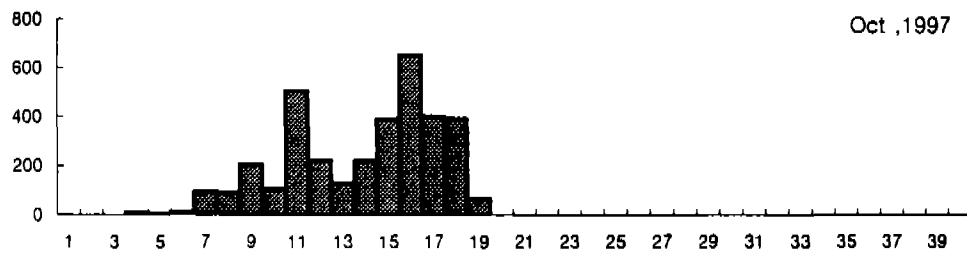
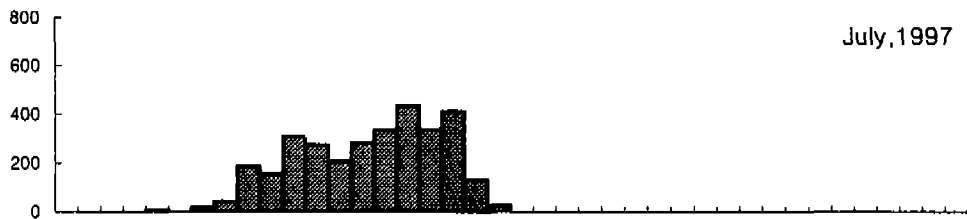
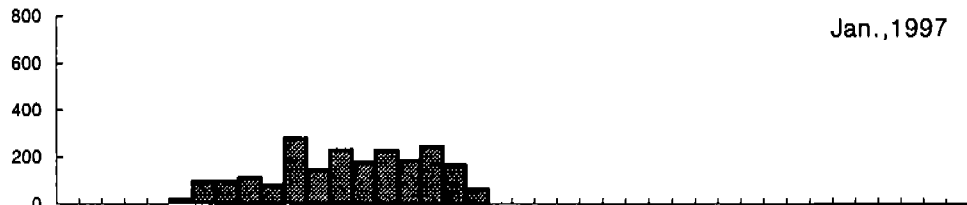
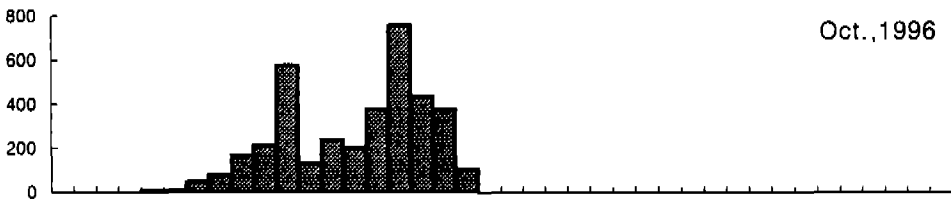
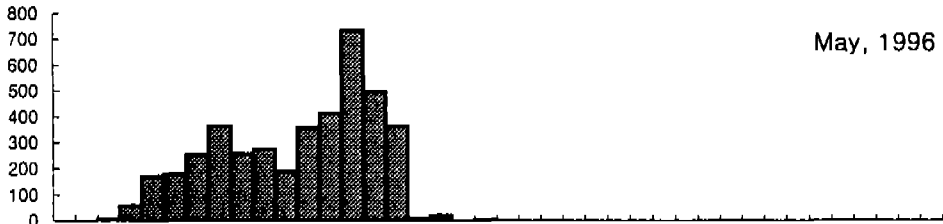
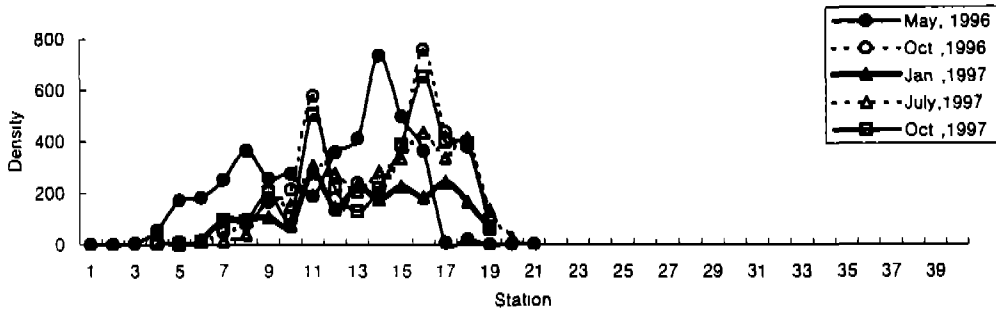


Fig. 5. Seasonal variation of dominant species *Nodilittorina exigua* in each station

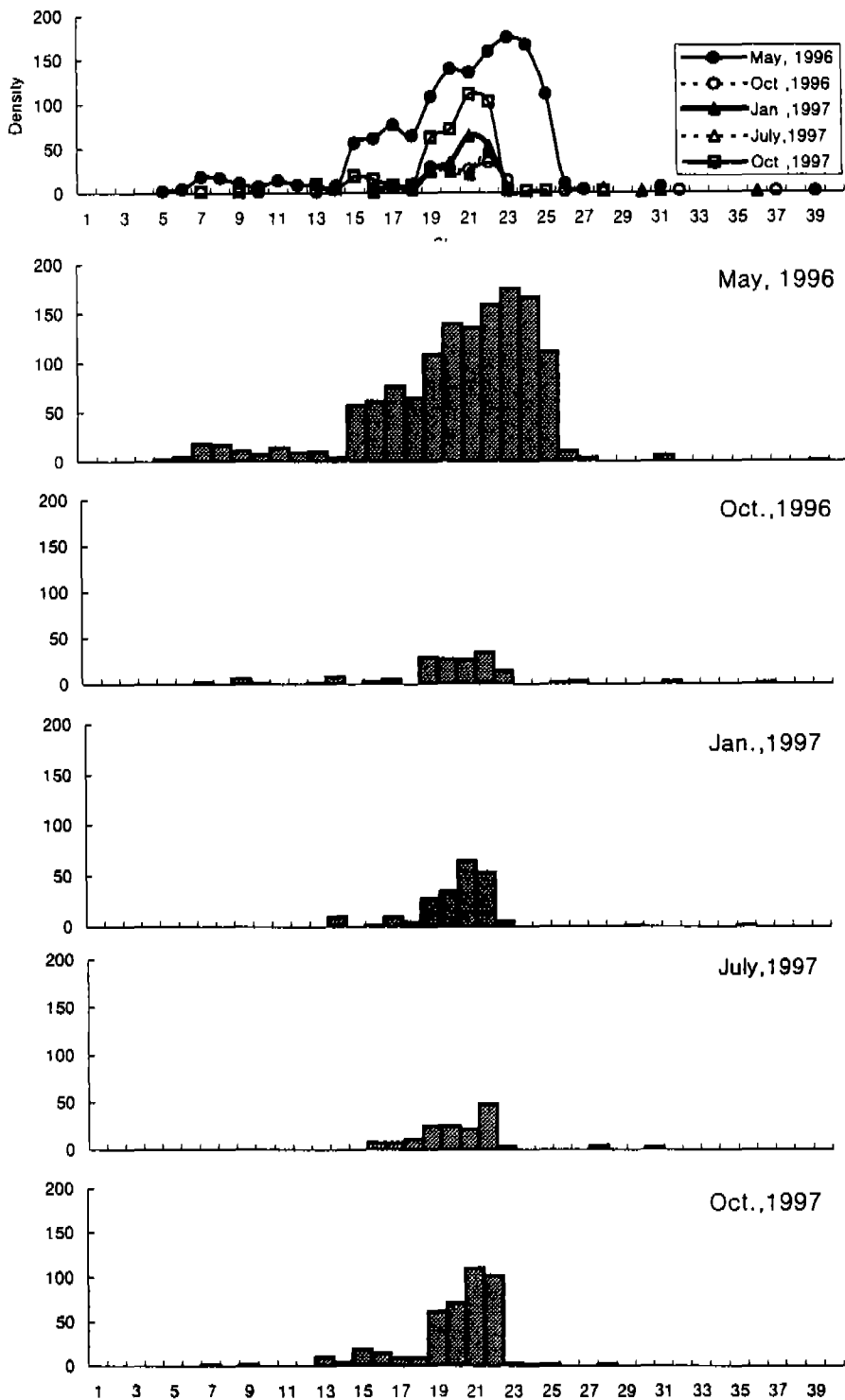


Fig. 6. Seasonal variation of dominant species *Nerita japonica* in each station

서식밀도를 나타내다가 여름철 이후에는 급격히 감소하는 양상을 나타냈다. 주 서식 분포대는 정점 19 - 21 사이 인 것으로 보여지며, 이 지역은 좁쌀무늬총알고등이 급격히 감소하는 지역이다. 따라서 이 종과 좁쌀무늬총알고등과의 상관성에 대한 조사가 병행된다면 공간내 종간 경쟁에 대한 연구가 밝혀질 것이다. 따라서 갈고등의 경우 봄철에 대규모로 가입되는 것으로 예상할 수 있으며, 가입된 종은 급격히 감소하여 정점 당 20 개체/m²미만의 서식밀도를 나타냈다. 따라서 계절성이 뚜렷한 것으로 생각된다.

갯고등은 조사지역에서 골고루 분포하는 양상을 보였다. 1996년 봄철의 경우 대부분의 정점에서 대량 가입되는 양상을 보였지만 1996년 10월의 경우 급격히 감소한 양상을 나타냈다 (Fig. 7). 그러나 1997년 10월에 다시 급격히 증가한 양상을 나타내, 분포양상과 서식밀도를 알기 위해서는 보다 일정한 기간 동안 밀도 조사가 체계적으로 이루어져야 할 것이다. 그러나 정점 20의 경우 밀도변화를 있지만 지속적인 서식이 관찰되고 있으며, 이는 역시 좁쌀무늬총알고등이 서식 하한선을 나타내는 지역이다.

개울타리고등의 경우 주로 조간대 중부에서 하부지역사이에 서식하는 것으로 관찰되었다 (Fig. 8). 1996년 봄철에는 정점 23을 중심으로 출현하다가 10월 이후에는 하부역에서 출현하였다. 봄과 가을철에는 서식밀도가 적게 나타났으며, 여름과 가을철에는 높게 나타났다. 따라서 조사시기 마다 서식밀도의 편차가 크게 나타났으며, 서식분포대의 경우도 1996년 5월에 상이한 양상을 보인 것으로 보아 일정 간격동안의 지속적인 조사가 선행되어야 좀더 효율적인 결과를 알 수 있을 것으로 본다. 이러한 결과는 정점 당 서식밀도가 10 개체/m²미만으로 소량 서식하는 결과로 인한 것으로 보여진다.

눈알고등은 주로 조간대 하부지역에 중점적으로 서식하는 것으로 나타났다. 1996년 5월 조사에서는 한 개체도 관찰되지 않았으며, 10월 조사에

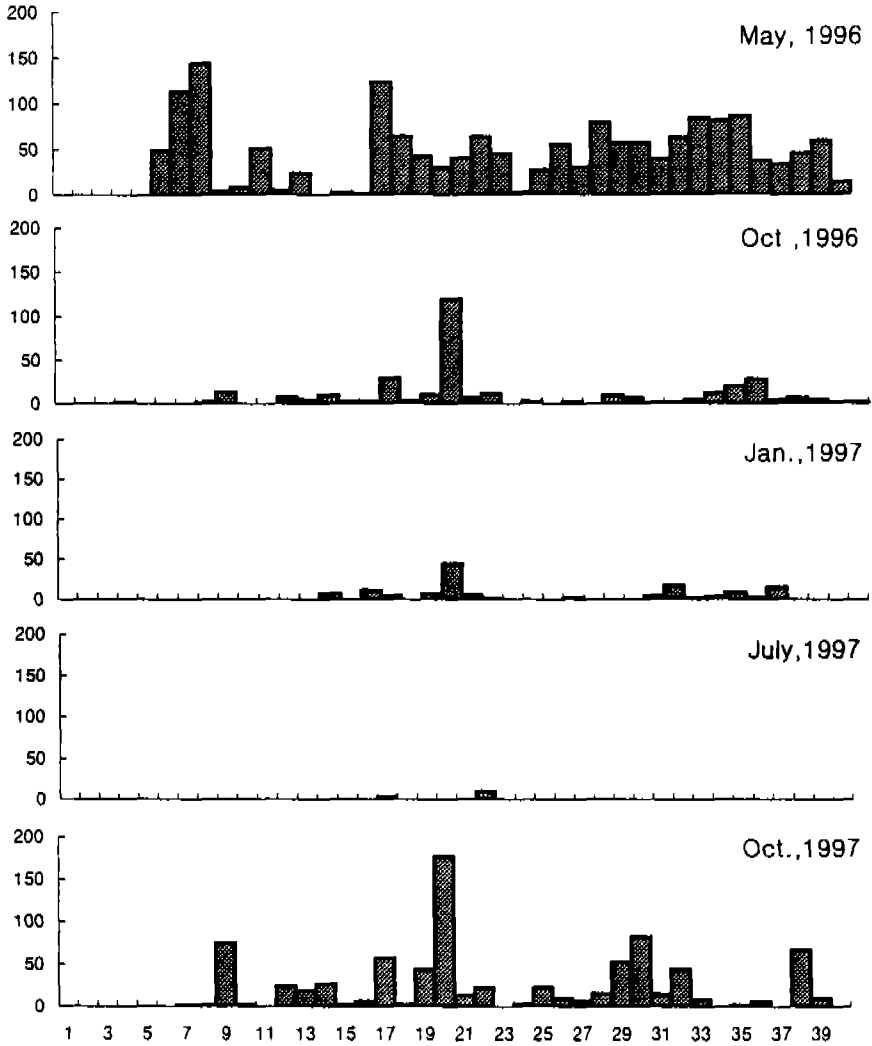
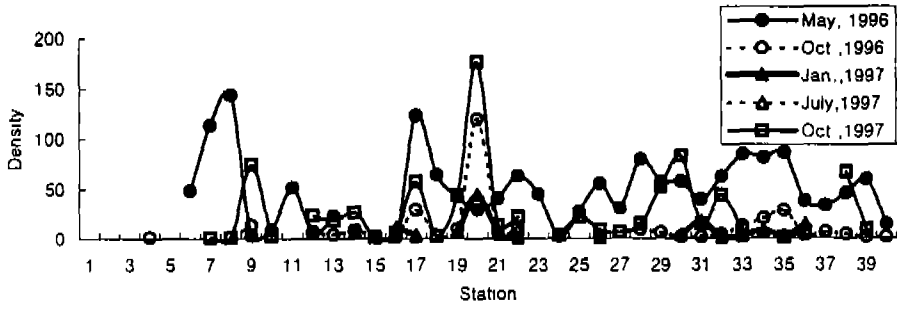


Fig. 7 Seasonal variation of dominant species *Batillaria multiformis* in each station

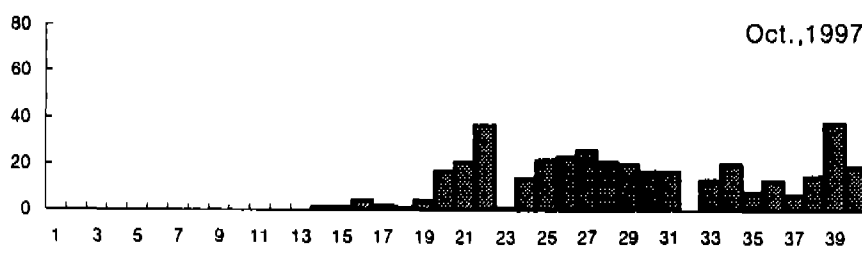
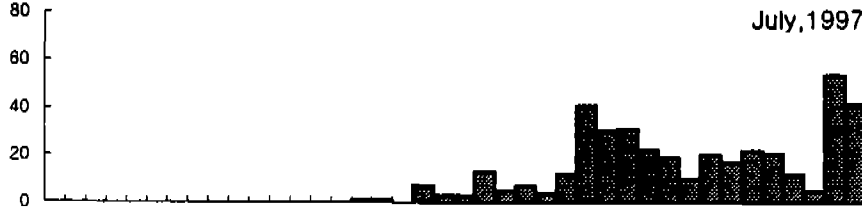
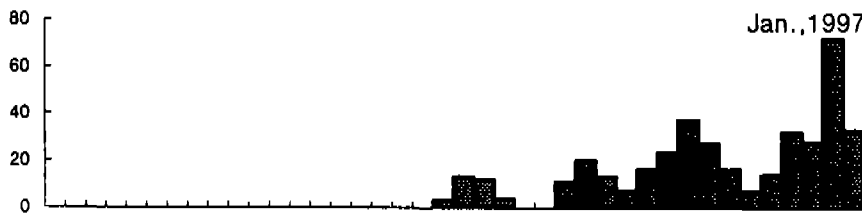
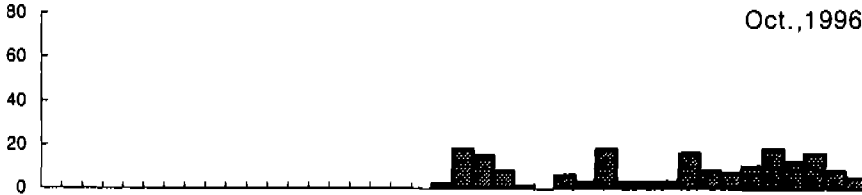
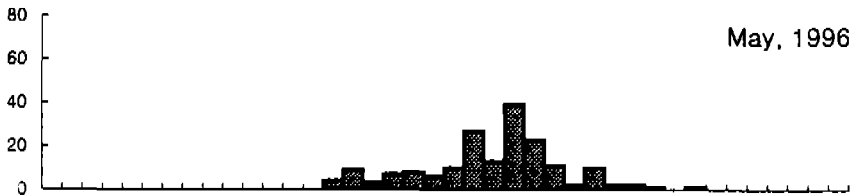
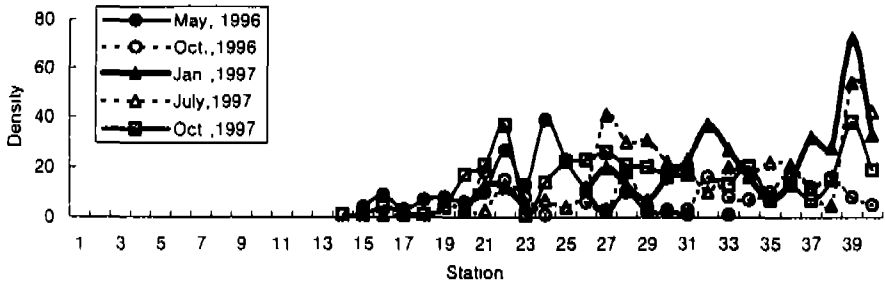


Fig. 8. Seasonal variation of dominant species *Batillaria cumingii* in each station

서 정점 34, 35 등지에서 소량 관찰되었다. 그러나 1997년 1월 이후 많은 양이 관찰되었고, 여름철 이후에는 서식밀도가 급격히 증가하는 양상을 보였다 (Fig. 9). 이러한 결과는 주로 생물의 가입량과 관련이 있는 것으로 보여진다. 이 종의 경우 조사범위 중에 하부역에 주로 서식하는 것으로 적은 범위에서 관찰되었고, 가장 높은 밀도를 보인 1997년 10월의 경우도 서식밀도가 정점 당 20여 개체/m²의 적은 양을 나타내, 계절적으로 가입양에 따라 개체군이 좌우되는 것으로 생각할 수 있다 즉, 안정된 분포범위를 나타낸 것이 아닌 종의 경우 해마다 가입량에 따라 서식량이 좌우되는 양상을 보인다. 따라서 눈알고둥의 경우도 1996년에는 가입량이 극히 저조하다가 1997년 이후 주로 가입된 것으로 유추해 볼 수 있다. 사실 이러한 연구는 체계적이고, 일정기간 지속적인 조사가 요구되는 부분이다. 생물의 가입량을 좌우하는 요인은 매우 다양하다. 우선 유생의 착저량이 중요하게 작용하고, 착저 시 주변 생물과의 공간경쟁과 환경 변화도 무시하지 못 할 요인이다.

3.4 군집 분석

각 정점별 계절에 따른 종 다양성(Diversity)과 균등도(Evenness)를 조사한 결과 계절별로 종 수와 서식밀도의 변화가 큰 지역은 편차가 높게 나타났다. 즉, 좁쌀무늬총알고둥이 우점하는 지역과 종 수의 변화가 큰 조건대 하부지역의 경우 편차가 크게 나타났다. 생물다양성의 경우 봄철과 겨울철이 비교적 낮게 나타났으며, 여름철과 겨울철에 높게 나타났다 (Fig. 10). 다양도 지수는 전반적으로 매우 낮게 나타났다. 평균 2 미만의 값을 보인 것은 일부 종에 우점하는 양상을 보인 지역에 나타나는 현상으로 본 조사지역의 경우도 생물다양성이 저조하고 일부종에 의해 우점하는 결과로 볼 수 있다. 균등도의 경우도 다양도 지수와 유사한 결과를 보였으며, 일부 종이 극우점하는 지역과 종이 거의 출현하지 않는 지역에서 낮게 나타났고, 종 수가 증가하는 조건대 하부역에서 높게 나타났

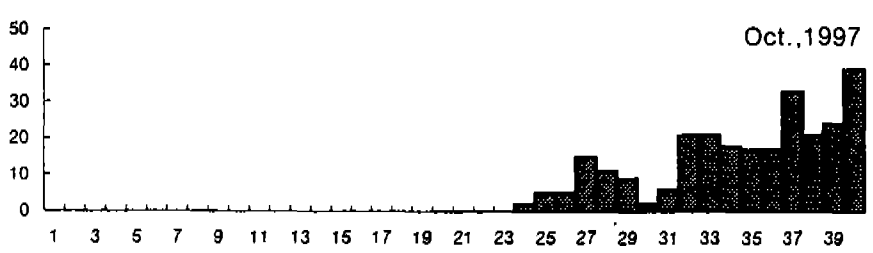
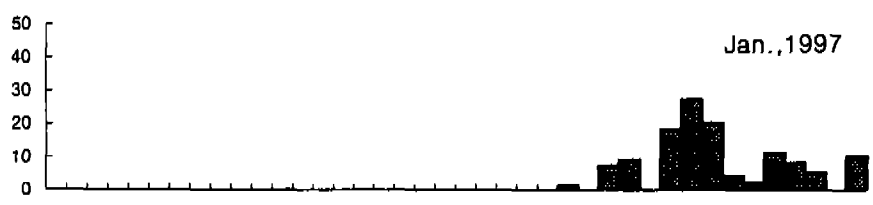
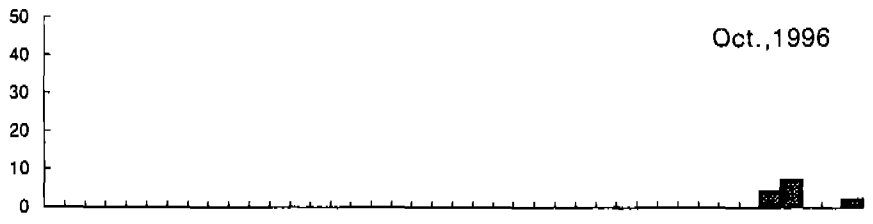
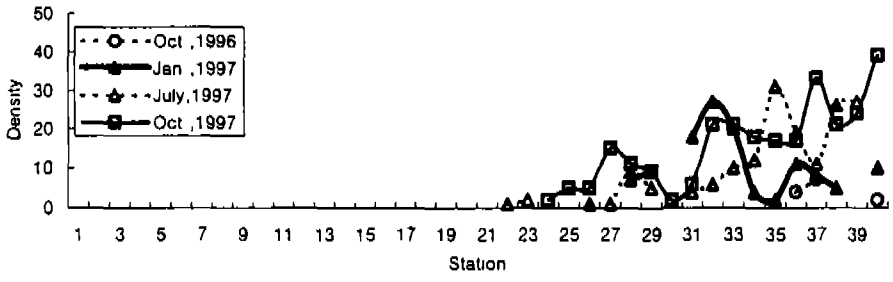


Fig. 9. Seasonal variation of dominant species *Lunella coronata coreensis* in each station.

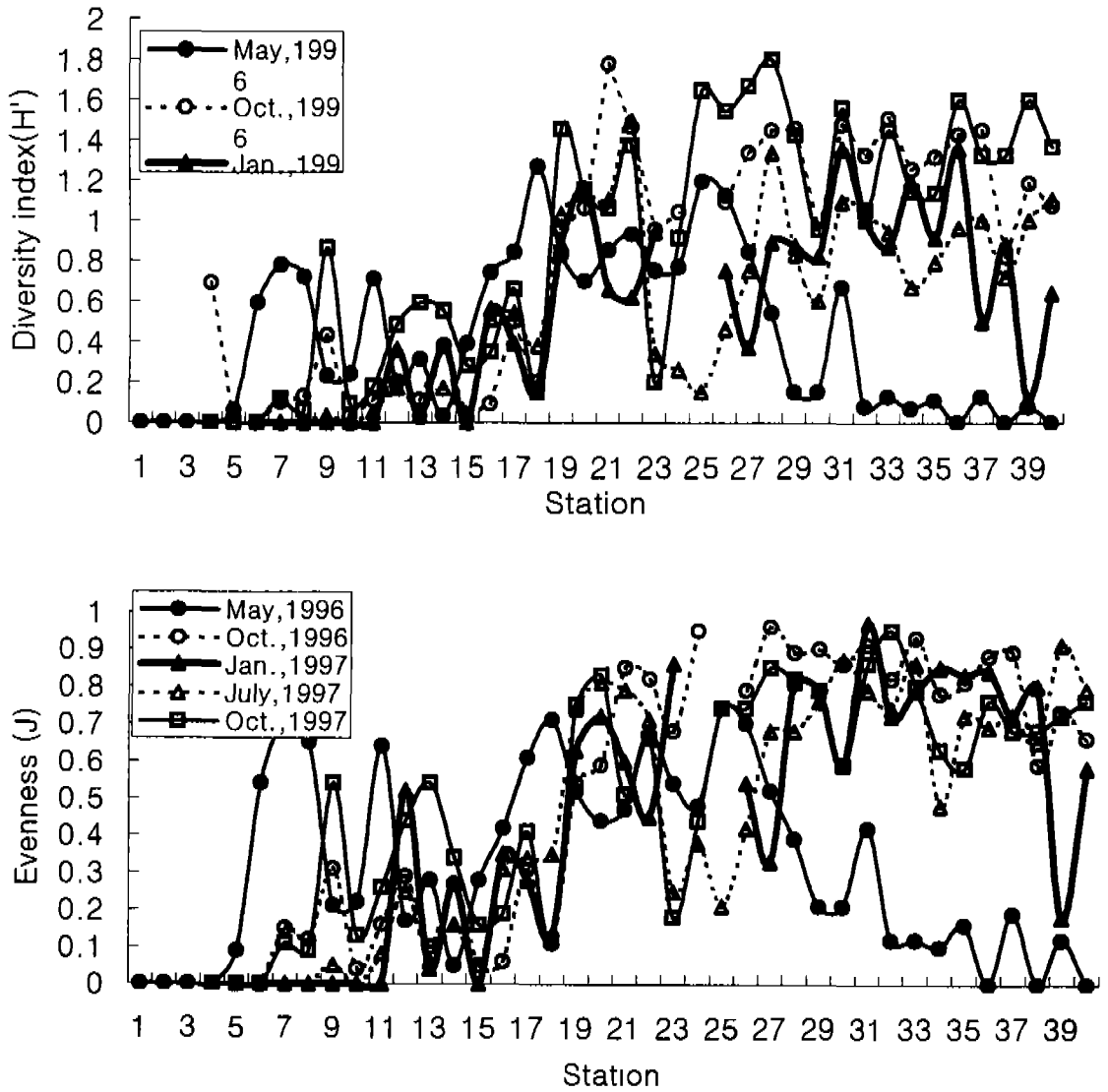


Fig. 10 Seasonal variation of Diversity index (H') and Evenness (J) in each station

다.

전 계열에 출현한 종 조성 자료를 중심으로 정점간 집괴분석을 실시한 결과 조위별로 정점간 유사도가 나타났다 (Fig. 11). 각 군집간 유사도는 20% 내에서 결정하여 상호 군집간에 상이한 구조를 나타냈다. Group 1의 경우 생물이 거의 서식하지 않는 3개 정점으로 구성되었다 또한 Group 2의 경우 정점 19까지 16개 정점으로 구성되었으며, Group 3의 경우 21개 정점으로 구성되었다.

3.5 군집별 특성

Group 1의 경우 좁쌀무늬총알고둥 1종만이 1996년 5월에만 출현한 것으로 나타났다. 따라서 저서동물이 거의 서식하지 않는 것으로 보이며, 이 지역은 연중 거의 노출되는 지역이다. 다공질이 적은 암반으로 구성될 경우 지의류가 주로 분포하는 지역이다. Group 2의 경우 좁쌀무늬총알고둥이 서식하는 지역을 중심으로 구성되었다. 군집내 유사도가 높은 소규모 군집은 주로 좁쌀무늬총알고둥의 서식밀도에 의해 좌우되는 양상을 나타냈다. Group 2는 11종에 236 개체/m²으로 가장 높은 서식밀도를 나타냈다. 우점종으로는 갈고둥, 갯고둥 등이 포함되었다 생물다양도의 경우 0.31로 좁쌀무늬총알고둥이 높은 서식밀도를 나타내 Group 3보다도 낮게 나타났다 (Table 3).

Group 3은 24종이 출현하였으며, 서식밀도는 80 개체/m²으로 Group 2보다도 현저히 적게 나타났다 다양도 지수는 0.94로 가장 높게 나타났다. 군집내 유사도에 의한 소군집의 경우 주로 갈고둥 - 갯고둥 군집 개울타리고둥, 눈알고둥 등에 의해 구성되었다. 따라서 이 지역에서의 우점종도 갈고둥, 갯고둥, 개울타리고둥 등으로 나타났다. 이들의 평균 서식밀도는 평균 15 개체/m²정도로 군집내 조위에 따라 다소 차이를 보였다

3.6 종간 유사도

조사기간 중 우점종 15종을 대상으로 종간 유사도를 측정된 결과 3개 그룹으로 나누어 졌다 (Fig. 12). 이들의 분포양상을 보면 역시 조위에 따른 결과와 유사하게 나타났다 즉, 조간대 상부 지역에 우점한 좁쌀무늬총알고둥은 갈고둥, 갯고둥과 높은 유사도를 나타냈으며, 조무라기따개비(*Chthalmus challenger*)의 경우 총알고둥과 유사도가 높게 나타났다. 한편 정점 25 부근에 서식하는 개울타리고둥과 땡가리, 대수리 등이 높은 유사도를 보였으며, 하부지역에서 적은 밀도를 나타내는 종들이 높은 유사성을 보였다. 서식위치에 따라 종간 유사도가 밀접한 관계를 가지고 있어 조사지역에서도 조위에 따른 대상분포가 뚜렷한 것을 알 수 있다.

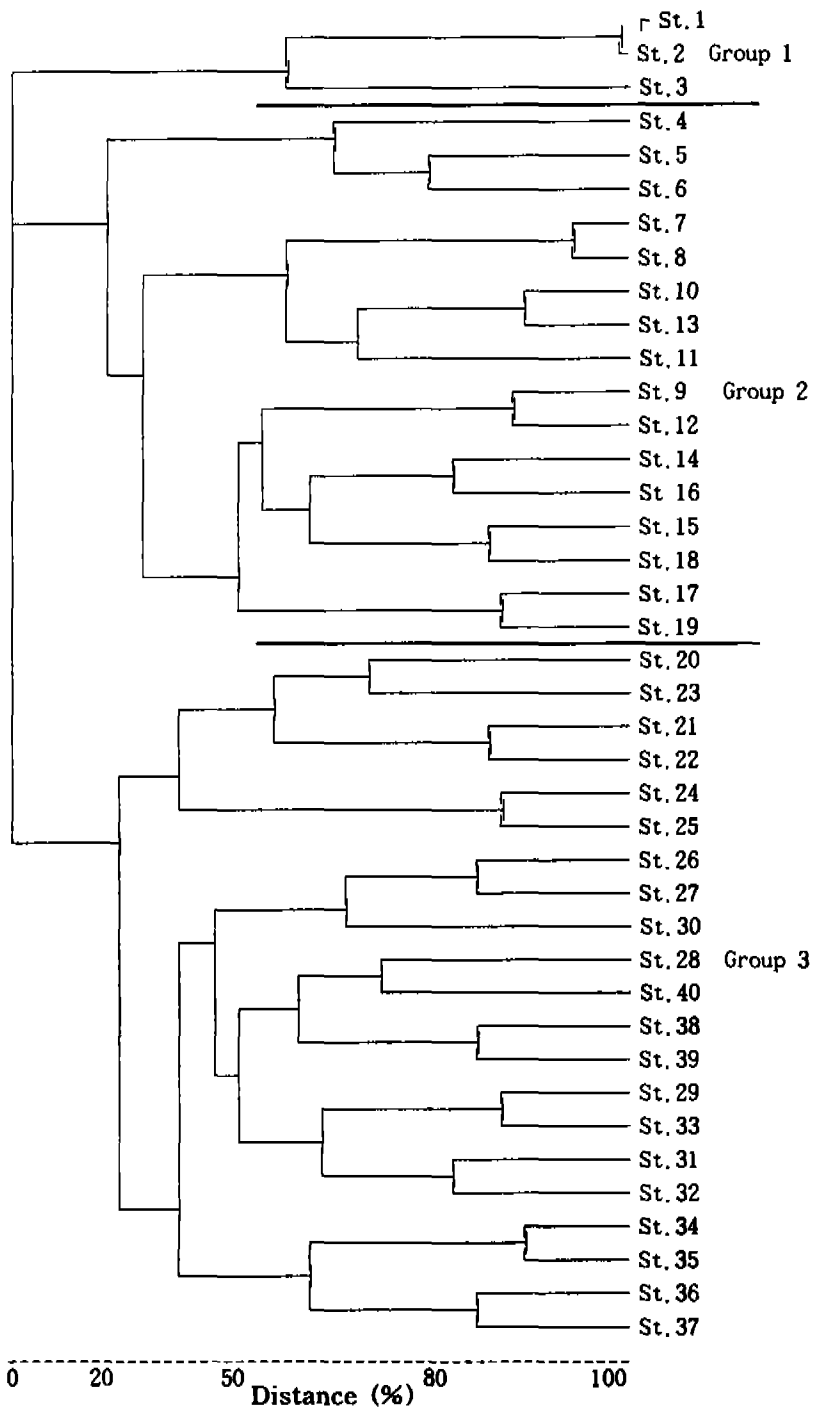


Fig. 11 Schematic dendrogram summarized from clustering analysis based on species composition.

Table 3. Ecological characteristics in each group based on cluster analysis.

	Group 1	Group 2	Group 3
Number of station	3	16	21
Number of species	1	11	24
Mean density	>0	236	80
Diversity(H')	>0	0.31	0.94
Characteristic species			
	<i>Nodilittorina exigua</i>	<i>Granulilittorina exigua</i> (206)	<i>Nerita japonica</i> (14)
		<i>Nerita japonica</i> (9)	<i>Batillaria multiformis</i> (18)
		<i>Batillaria multiformis</i> (12)	<i>Monodonta labio confusa</i> (14)
		<i>Littorina brevicula</i> (2)	<i>Reishia clavigera</i> (2)
		<i>Batillaria cumingii</i> (5)	<i>Batillaria cumingii</i> (18)
			<i>Pagurus dubious</i> (5)
			<i>Lunella coronata</i> (5)

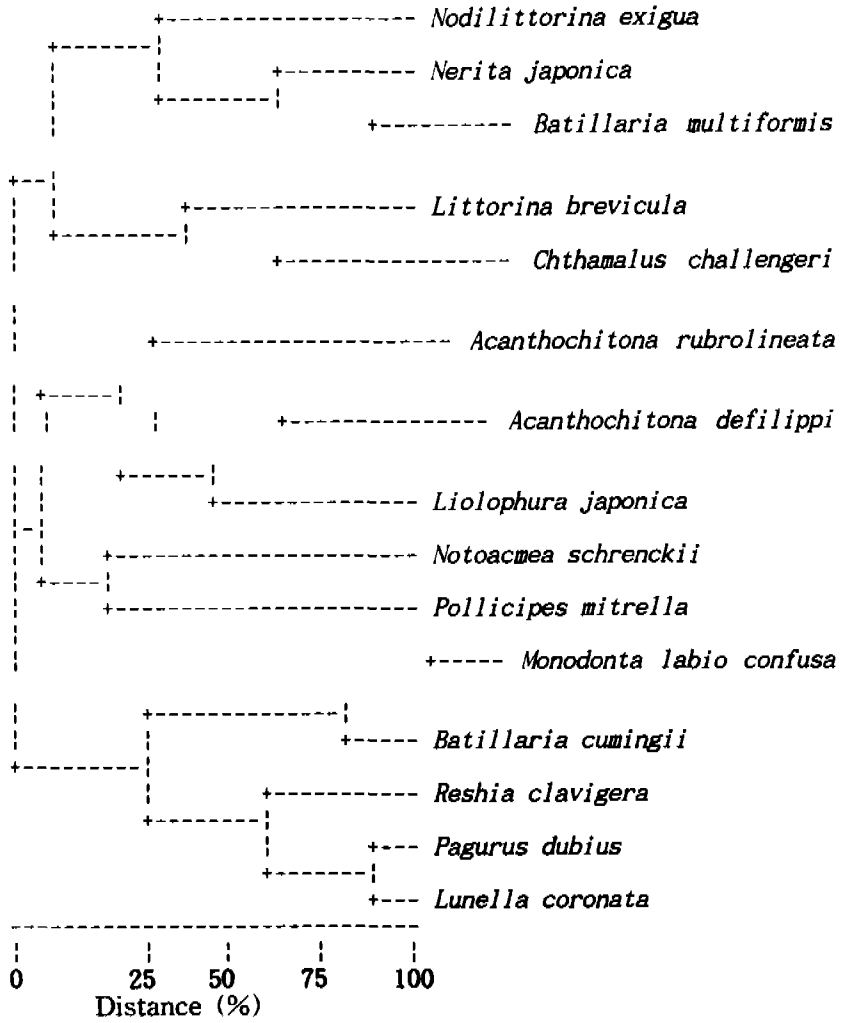


Fig. 12. Schematic dendrogram summarized from clustering analysis based on species composition.

IV. 결 론

북제주군 구좌읍에 위치한 김녕항의 조간대에 서식하고 있는 저서동물의 분포를 파악하기 위한 연구가 1996년 5월부터 1997년 10월까지 수행되었다. 총 25종의 패류가 동정되었으며, 이중 복족류가 16종으로 가장 많았으며, 다음으로 이매패류가 2종이 관측되었다.

암반지역 조간대에서 수행된 패류의 정량적인 연구 결과, 상부에는 동물이 거의 서식하지 않는 것으로 나타났고, 정점 5부터 지속적인 생물서식이 관찰되었다. 가장 우점한 종으로는 좁쌀무늬총알고둥 (*Nodilittorina exigua*), 갯고둥 (*Batillaria multiformis*), 갈고둥 (*Nerita japonica*), 울타리고둥 (*Monodonta labio confusa*) 순으로 나타났다. 우점종은 조위에 따라 대상분포하며, 계절에 따라 서식면적과 밀도가 변화하는 것으로 나타났다. 대상분포에서는 좁쌀무늬총알고둥의 분포가 전체 군집을 좌우하는 것으로 나타나, 이들의 서식밀도 및 분포 범위에 따라 다른종의 서식이 좌우되는 것으로 나타났다.

군집 조성에서도 크게 3개 군집으로 나누어 졌으며, 최상부의 경우 생물이 거의 서식하지 않는 지역, 중부는 좁쌀무늬총알고둥 서식지역, 하부의 경우 다양한 종조성으로 구성되었다. 종간 유사도에서도 군집 대상 분포와 유사하게 조위에 의해 나누어졌다.

김녕항 조간대의 생물 분포에 가장 큰 영향을 미치는 환경인자는 간조에 따른 대기층의 노출시간과 주변 담수 용천으로 유입되는 담수로 인한 염분도 변화로 생각되며 연구지역에 출현한 대부분의 종은 다른 기수 지역에서 출현하거나 외양성 환경에서는 볼 수 없는 기수성 패류였다. 한편 암반 조간대가 조간대 중·하부까지 만 형성되어 있고, 그 이하 지역은 해사빈으로 연결되어 모래지역에 서식하는 종이 다수 출현함으로써 조간대 생물 군집에 영향을 미치는 것으로 보여진다.

V. 요약

본 연구는 1996년 5월부터 1997년 10월까지 5차례에 걸쳐 북제주군 구좌읍에 위치한 김녕항의 경성 조간대에 서식하고 있는 저서동물의 시·공간적 분포를 파악하기 위해 수행되었다. 총 25종의 저서동물이 채집되었으며, 연체동물이 21종으로 대다수를 차지하였고, 갑각류가 3종 강장동물이 1종 등으로 나타났다.

출현 종 수에서는 조간대 상부에서 하부로 갈수록 종 수가 증가하고, 특히 하부지역에서는 계절에 따른 변화도 크게 나타났다. 서식밀도에서는 좁쌀무늬총알고둥이 주로 서식하는 조간대 상부 지역에서 높게 나타났으며, 이 지역의 경우 계절적인 편차도 크게 일어났다.

우점종의 분포특성으로는 갯고둥과 땡가리가 조간대지역에서 수직적인 구배 없이 전반적으로 유사한 분포 양상을 나타냈으며, 좁쌀무늬총알고둥은 조간대 상부지역에서 우점하였고, 그 다음으로 갈고둥과 개울타리고둥이 우점하는 수직적인 분포양상을 보였다.

우점종의 경우 계절에 따라 수직적인 분포양상이 다소 변화하는 결과를 나타냈으며, 종이 새롭게 가입하는 시기에 따라 분포 범위가 다소 변동하였다.

종조성과 밀도에 따른 군집분석에서는 크게 3개 군집으로 나누어 졌다. 우선 생물상이 극히 빈약한 조간대 최상부 지역과, 좁쌀무늬총알고둥-갈고둥의 조간대 상부 지역, 기타 우점종으로 구성된 조간대 중부지역으로 구성되었다. 서식밀도는 조간대 상부지역에서 높게 나타났으나 생물다양도는 중부지역에서 월등하였다.

김녕항 조간대의 생물 분포에 가장 큰 영향을 미치는 환경인자는 간조에 따른 대기중의 노출시간과 주변 담수 용천으로 유입되는 담수로 인한 염분도 변화로 생각되며 연구지역에 출현한 대부분의 종은 다른 기수

지역에서 출현하거나 외양성 환경에서는 볼 수 없는 기수성 패류였다.

한편 암반조간대 하부지역은 해변으로 구성되어 경성 조간대의 고유 특성을 하부지역에서는 관찰할 수 없었으며, 해변형성으로 인한 조간대의 물리적 영향 등 환경 영향이 조간대 생물의 서식범위와 종조성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

VI. 참 고 문 헌

- 강성길, 1993. 연성저질에 서식하는 저서동물의 개체군과 군집 조사를 위한 채집면적의 결정, 서울대학교 석사학위 논문, pp 110.
- 권오길, 박갑만, 이준상, 1993. 원색 한국패류도감, 아카데미서적, 445 pp.
- 유종생, 1976. 원색 한국패류도감, 일지사, 196 pp.
- 이정재, 1991. 제주도 남부 연안역의 생물생태학적 기초연구. 1. 가파도와 마라도 조간대의 저서무척추동물의 분포와 군집구조, 한국패류학회지 7(1): 49-57.
- 이정재, 좌용우, 1988. 제주도 조간대의 생물생태학적 기초연구. 1. 패류의 군집구조, 한국패류학회지 4(1): 17-29.
- 이정재, 현재민, 1991. 제주도 남부 연안역의 생물생태학적 기초연구. 2. 서귀포 주변연안역의 패류분포와 군집구조, 한국패류학회지 7(1): 58-65.
- 이정재, 현재민, 1992. 제주도 동부 연안역의 생물생태학적 기초연구 - 조간대 암반역에 분포하는 저서무척추 동물의 계절적 군집변동, 한국패류학회지, 8(1): 1-20
- 이정재, 현재민, 김종철, 1995. 제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초연구 - 차귀도 조간대에 분포하는 대형저서무척추동물의 군집구조, 한국패류학회지 11(1). 1-20.
- 제종길, 강래선 홍재상, 이재학, 1997. 남해 바위해안에 서식하는 저서생물의 분포 수중과학기술, 1(1): 25-62.
- 최병래, 1992. 한국동식물도감 제 33권 동물편(연체동물 II), 교육부, 860 pp.
- 최병래, 박중기, 이종락, 1995. 남해안 덕동 및 이수도와 자란도 지역의

조간대 및 아조대 저서동물군집 분석, 한국패류학회지 11(1):
35-50

- Arga, C.A., C. Kenji, K. Okamoto and H. Kurokura, 1995. Influence of temperature and salinity on larval development of *Balanus amphitrite*: implication in fouling ecology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 118: 159-166.
- Brehaut, R. N., 1982. Ecology of rocky shores. Studies in Biology no. 139, Edward Arnold, London. 58pp.
- Brown, A.C. and A. McLachlan, 1990. Ecology of sandy shores, Elsevier, 328 pp.
- Fuji, A. and H. Nomura, 1990. Community structure of the rocky shore macrobenthos in southern Hokkaido, Japan. *Mar. Biol.* 107: 471-477.
- Habe, T. 1982. Colored illustrations of the shells of Japan (II), Koikusha Publishing Co., LTD., 182 pp.
- Habe, T. 1977. Systematics of mollusca in Japan : bivalve and scaphopoda, Hoikusa Pub. Co, 372 pp.
- Hawkins, S.J. and R.G. Hartnoll, 1983. Changes in a rocky shore community: an evaluation of monitoring. *Mar. Environ. Res.* 9: 131-181.
- Holme, N.A. and A.D. McIntyre, 1984 Methods for the study of marine benthos, Blackwell Scientific Publications, 387 pp.
- Lewis, J. R., 1964. The ecology of rocky shores. Hodder and Stoughton, London. 323pp.
- Le Bris, H., 1988. Fonctionnement des écosystèmes benthiques cotiers au contact d'estuaires: la rade de Lorient et la baie de Vilaine. Theie doc., Univ. Bretagne Occidentale, Brest.

- Littler, M.M. and D.S. Littler, 1985. Handbook of phycological methods, Ecological field method: Macroalgae. Cambridge University Press, 617pp.
- Khang, S.H., 1995. Bioaccumulation and stress effects of persistent toxic organic contaminants in marine bivalves and gastropods in Chinhae Bay, Ph. D. thesis, Seoul National Univ.
- Koehn, R.K., J.G. Hall, D.J. Innes and A.J. Zera, 1984. Genetic differentiation of *Mytilus edulis* in eastern North America. *Mar. Biol.* 79:117-126.
- Kronberg, I., 1988. Structure and adaptation of the fauna in the black zone(littoral fringe) along rocky shores in northern Europe, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 49: 95-106.
- Mazda, Y., 1984. Year-to year change in water change characteristics in a semi-enclosed bay, Lake Hamana. *J. Oceanogr. Soc. Jap.* 40: 199-206.
- Moore, P.G. and R. Seed, 1986. The ecology of rocky coasts. Columbia University Press. 466pp.
- Morris, P.A. 1974. A field guide to Pacific coast, Houghton Mifflin Company, 297 pp.
- Olson, R.R. and M. H. Olson, 1984. Food limitation of planktotrophic marine invertebrate larvae: does it control recruitment success. *A. Rev. Ecol. Syst.* 20: 225-247.
- Reise, K., 1985. Tidal flat ecology, Springer-Verlag, 191 pp.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Univ, 125pp.
- Stephenson, T.A. and A. Stephenson, 1972. Life between the tidal marks on rocky shores. W.H. Freeman and Company, 417pp.

- Swinbanks, D.D., 1982. Intertidal exposure zones: a way to subdivide the shore. *J. Ecol. Mar. Biol. Ecol.* 62: 69-86
- Tait, R.V., 1972. Elements of marine ecology, Butterworth, 314 pp.
- Tanaka, M., K. Mori, S. Nojima, S. Kikuchi, T. Shibata, T. Nishino and K. Omori, 1985. Community structure of the rocky shore in Tsuji-sima Island, Amakusa. 1 Horizontal and vertical distribution pattern of common animals *Pubs Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 8: 1-26.
- Underwood, A J, 1981. Structure of the rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal change. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 51: 57-85.
- Valiela, I., 1984. Marine ecological processes, Springer-Verlag, 546 pp.
- Weinberg, S., 1978. The minimal area problem in invertebrate communities of mediterranean rocky substrates, *Mar. Biol.* 49: 33-40.
- Yamada, S.B., 1987. Geographic variation in the growth rates of *Littorina Littorea* and *L. saxatilis*. *Mar. Biol.* 96: 529-534.

Appendix 1. Species list collected at sampling area in May, 1996

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Nodilittorina exigua</i>		1	1	5	56	172	180	252	364	255	275	187	357	411	734	495	362	6	19	1	2	1	0	0
<i>Nerita japonica</i>		0	0	0	0	2	4	18	17	11	7	14	9	10	4	56	61	76	64	108	139	135	159	175
<i>Batillaria multiformis</i>		0	0	0	0	0	48	113	143	3	8	51	5	23	0	2	1	123	64	42	29	40	63	45
<i>Monodonta labio confusa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	3	7	8	6	10	27	13
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	4	0	0	1	0	0
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolinea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		1	1	5	56	174	232	383	524	269	290	252	371	444	738	557	465	208	160	160	178	190	252	236

Appendix 1. – Continued.

Species	Station	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Sum
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,136
<i>Nerita japonica</i>		166	110	10	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,365
<i>Batillaria multiformis</i>		2	27	55	30	79	57	57	39	62	84	81	86	37	33	45	59	14	1,650
<i>Monodonta labio confusa</i>		39	23	11	2	10	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	178
<i>Reishia clavigera</i>		5	15	2	3	2	0	0	1	1	0	1	2	0	1	0	0	0	45
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagurus dubius</i>		8	8	9	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	33
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolinea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		220	183	87	39	93	59	59	48	63	86	82	88	37	34	45	60	14	7,443

Appendix 2. Species list collected at sampling area in October, 1996

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	1	10	9	46	78	166	213	576	132	239	200	377	757	437	379	104	0	0	0	0
<i>Nerita japonica</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	6	1	0	0	1	8	0	3	5	0	29	27	26	34	14
<i>Batillaria multiformis</i>		0	0	0	1	0	0	0	1	13	0	0	7	4	9	2	2	29	3	10	119	6	11	0
<i>Monodonta labio confusa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	15	8
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6	1
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	28	1	7	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingii</i>		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	63	16	8	0
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	1	2	0	0	0
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		0	0	0	2	10	9	47	80	186	214	590	139	244	219	379	768	500	390	152	214	90	75	24

Appendix 2 – Continued.

Species	Station	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Sum
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,724
<i>Nerita japonica</i>		0	0	1	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	162
<i>Batillaria multiformis</i>		2	0	2	0	9	6	1	1	4	12	20	28	3	6	4	1	1	317
<i>Monodonta labio confusa</i>		1	0	6	3	18	3	3	3	16	8	7	10	18	12	16	8	5	180
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	2	3	0	2	0	7	7	8	8	6	1	1	6	73
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
<i>Batillaria cumingii</i>		1	0	1	5	9	7	1	4	4	8	32	33	9	0	0	2	0	213
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	2	7	1	0	1	4	22	1	2	0	0	1	0	26	68
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	0	0	2	13
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		4	0	10	13	45	20	5	11	30	57	67	81	42	32	22	13	40	4,824

Appendix 3. Species list collected at sampling area in January, 1997

Species	Statio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	0	0	16	92	95	107	75	279	143	227	175	226	183	243	165	62	0	0	0	0
<i>Nerita japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	9	4	27	34	64	53	5
<i>Batillaria multiformis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	11	4	0	7	44	5	1	0
<i>Monodonta labio confusa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	12	4
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	1	0	9	0	1	0	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11	0	1	10	0	1	0
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		0	0	0	0	0	16	92	95	107	75	279	162	228	192	226	212	267	170	97	93	82	67	10

Appendix 3.- Continued

Species	Statio	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Sum
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,088
<i>Nerita japonica</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	208
<i>Batillana multiformis</i>		0	0	1	0	0	0	4	17	1	3	8	2	14	0	0	0	0	129
<i>Monodonta labio confusa</i>		0	0	11	20	13	7	16	23	37	27	16	7	14	32	28	72	33	388
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
<i>Batillana cumingii</i>		0	0	1	1	2	0	1	10	7	0	3	0	0	0	11	2	1	70
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lunella coronata</i>		0	0	1	0	7	9	0	18	27	20	4	2	11	8	5	0	10	122
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		0	0	14	22	22	17	22	68	72	50	31	11	43	40	44	74	44	3,044

Appendix 4. Species list collected at sampling area in July, 1997

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Nodilittorina exigua</i>	0	0	0	0	4	0	15	40	184	153	306	274	206	283	334	435	336	412	131	26	0	0	0
<i>Nerita japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	10	24	24	21	48	3
<i>Batillaria multiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0
<i>Monodonta labio confusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	3	3	13	5
<i>Reishia clavigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Monodonta neritoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	5	2	67	55	37	79	53	26	13	123
<i>Japeuthria ferrea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagurus dubius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lunella coronata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Pollicipes mitella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cellana toruema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Liolophura japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliplanella lucina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	0	0	0	0	4	0	15	40	185	153	309	286	208	293	336	513	402	459	241	106	55	93	133

Appendix 4 – continued

	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Sum
<i>Nodilittorina exigua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,139
<i>Nerita japonica</i>	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
<i>Batillana multiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Monodonta labio confusa</i>	7	4	12	41	30	31	22	19	10	20	17	22	21	12	5	54	42	402
<i>Reishia clavigera</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	13
<i>Monodonta neritoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	50
<i>Monodonta perplexa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Batillana cumingii</i>	89	115	74	44	44	54	0	18	33	42	118	134	74	37	79	89	70	1,586
<i>Japeuthria ferrea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagurus dubius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lunella coronata</i>	0	0	0	1	9	5	0	4	6	10	12	31	19	11	26	27	0	164
<i>Pollicipes mitella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Acanthochitona defilippi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chthamalus challengerii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cellana toruema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Chlorostoma lischkei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
<i>Liolophura japonica</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
<i>Septifer keenae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halplianella lucina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	96	119	87	86	94	90	31	43	52	72	148	187	116	61	110	170	154	5,736

Appendix 5. Species list collected at sampling area in October, 1997

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	9	5	11	93	91	203	105	504	220	127	219	388	651	401	391	65	0	0	0	0
<i>Nerita japonica</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	4	19	15	9	9	62	71	110	102	3
<i>Batillaria multiformis</i>		0	0	0	0	0	0	1	1	74	2	0	23	18	26	1	6	57	2	43	176	13	22	0
<i>Monodonta labio confusa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	2	1	4	17	21	37	1
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	0
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	23	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>Batillaria cumingii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	11	0	7	3	7	24	3	18	73	4	0	90
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Pagurus dubius</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
<i>Lunella coronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Cellana toruema</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolophura japonica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Halplianella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM		0	0	0	9	5	11	95	92	302	107	527	254	155	257	413	698	493	406	196	337	158	188	94

Appendix 5 – continued

Species	Station	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOT
<i>Nodilittorina exigua</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,483
<i>Nerita japonica</i>		1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420
<i>Batillaria multiformis</i>		3	22	9	6	15	52	82	14	43	8	0	1	6	0	66	9	0	801
<i>Monodonta labio confusa</i>		14	22	23	26	21	20	17	17	0	13	20	8	13	7	15	38	19	382
<i>Reishia clavigera</i>		0	0	3	6	4	14	3	2	0	2	0	10	4	14	1	11	9	96
<i>Monodonta neritoides</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Notoacmea schrenckii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodonta perplexa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina brevicula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
<i>Batillaria cumingii</i>		72	21	38	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	403
<i>Japeuthria ferrea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Pagurus dubius</i>		2	2	8	15	7	11	14	12	24	32	60	77	41	55	11	43	52	475
<i>Lunella coronata</i>		2	5	5	15	11	9	2	6	21	21	18	17	17	33	21	24	39	266
<i>Pollicipes mitella</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Acanthochitona defilippi</i>		0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	14
<i>Chthamalus challengerii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cellana toruema</i>		1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Ceratostoma rorifluum</i>		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	5
<i>Mitrella bicincta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorostoma lischkei</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Liolophura japonica</i>		0	1	1	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Septifer keenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Haliplanella lucina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	1	2	1	2	17
<i>Crassostrea gigas</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
SUM		96	78	88	74	65	107	118	53	88	78	103	117	90	114	119	129	124	6,438

감사의 글

절반은 기대로 절반은 두려움으로 십 수년만에 공부를 다시 시작하였습니다. 학문에 대한 열정과 끝없는 도전 정신으로 후배이자 제자에게 새로운 도전 의식을 일깨워 주신 최광식 교수님과 어려운 선배를 마다 않고 기꺼이 도와준 후배들이 있었기에 여기까지 올 수 있었습니다. 직장과 학업을 병행하며 결코 쉽지 않은 대학원 생활에 지속적인 관심과 격려로 대과 없이 끝마칠 수 있도록 도와주신 최광식 교수님에게 다시 한번 깊은 감사의 말씀 올립니다. 대학원 생활 내내 잔잔한 충고와 격려로 이끌어주신 심사위원장 해양생산과학부 이정재 교수님께 깊이 감사 드립니다. 또한 대학원 과정 동안 관심과 힘을 주신 해양생산과학부 노 섬 교수님, 이기완 교수님, 정상철 교수님, 송춘복 교수님, 이영돈 교수님, 이준백 교수님께 감사 드립니다. 힘든 현장 채집을 마다 않던 듬직한 후배 이창호, 모자란 부분을 꼼꼼히 채워주던 후배 박경일, 강도형 등에게 이 글을 통하여 다시 한번 감사의 말씀을 전하고 싶습니다. 특히 친동생처럼 항상 곁에서 조언을 주고 논문을 도와준 해양연구소 박홍식 박사에게 감사의 말씀을 드립니다.

개인적으로 지난 4년은 대학원 생활 이외에도 인생에 있어서 가장 어렵고 힘든 시절이었습니다. 몇 번은 학교 생활을 포기하려고 했었습니다. 그럴 때마다 부족한 저를 관용으로 이끌어 주신 여러 선생님들의 기대를 저버리지 못하고 다시 시작하는 마음으로 이 자리까지 올 수 있었습니다.

기대하던 아들의 졸업을 보지 못하고 가신 아버지, 병마와 싸우시면서도 끝까지 포기하지 말라고 오히려 부축해주신 어머니, 항상 곁에서 힘이 되어준 아내와 민수 그리고 나를 믿고 따르는 NASE의 강사 여러분들에게 오늘의 결실을 바칩니다.

앞으로 더 높은 곳을 향하여 더욱 정진하겠습니다. 감사합니다.