

## 남해안 덕동 및 이수도와 자란도 지역의 조간대 및 아조대 저서동물군집 분석

최 병 래 · 박 중 기 · 이 종 락

성균관대학교 이과대학 생물학과

=Abstract=

### Analyses of Macrozoobenthic Communities at the Inter- and Subtidal Zones of Tōkdong, Charando and Isudo Islands along Southern Coast of Korea

Byung Lae Choe, Joong-Ki Park and Jong Rak Lee

*Department of Biology, Sung Kyun Kwan University, Suwon 440-746, Korea*

The qualitative and quantitative analyses of macrozoobenthic communities sampled from July, 1994 to February, 1995 at three sites (Tōkdong of Masan Bay, Charando I. and Isudo I.) of southern coast of Korea were made to identify the indicator species which are sensitively affected by marine pollution.

The comparison of three community structures showed that Tōkdong was composed of fewer number of species and lower value for species diversity and evenness indices than Charando I. and Isudo I. which were used as control communities. The macrozoobenthic community of Tōkdong showed the highest dominance index value among three communities examined.

In addition, the number of molluscan species collected as shell only was 25 (Tōkdong, 19 spp.; Charando I., 3 spp.; Isudo I., 4 spp. respectively), and it is thought that this also could be related to marine environments.

### 서 론

중금속과 과다한 유기물의 유입은 해양을 오염시키고 이들 갖가지 오염원들은 해양 생태계에 직접, 간접적으로 영향을 주어 군집 구조의 변화를 초래하게 된다. 이와 같은 군집 구조의 변화는 오염원의 충격이 일시적인 지라도 그 영향은 장기간 지속되어 이화학

적 방법으로 직접 오염원이 검출되지 않더라도 과거의 오염 여부를 판정할 수 있어 역으로 해양 오염을 감시하는데 군집 구조의 분석을 응용하려는 노력이 시도되었다. 그리하여 덴마크 수역에서 해양 저서동물에 관한 Petersen(1911)의 연구 이후 저서생물 군집이 특정 해양오염 평가에 높은 가치가 있음을 강조되고 있다(Reish, 1955; Pearson and Rosenberg, 1978; Bilyard, 1987). 이와 같은 국제적 추세에 따라 계속하여 새로운 방법이 제안되었으며, 이에 대한 보완과 통계적 검증을 거쳐 국제적으로 통용될 수 있는 방법이 제시되고 있어 군집 구조

\*본 연구는 1994년도 교육부 기초과학육성연구비 지원에 의한 것임 (BSRI-94-4421).

분석을 통한 환경오염 평가에 관한 연구는 점점 활발해지고 있다.

우리 나라의 해양동물 군집에 관한 연구 중 주로 조간대와 아조간대에 분포하는 특정 분류군의 동물상 조사에 국한한 것(Kim *et al.*, 1968; Rho *et al.*, 1969; Kim, 1970; Rho, 1971; Rho and Lee, 1991)과 연안 해역의 저서동물 군집에 대한 정성, 정량적 분석을 시도한 연구(Kim *et al.*, 1983; Lee *et al.*, 1984; Lee *et al.*, 1985)는 상당수가 있으나 이들은 모두 오염의 영향을 받지 않은 자연상태의 군집에 대한 조사였다.

한편, Lee(1976), Yi *et al.*(1982), Lim *et al.*(1991), Hong(1987), Lim *et al.*(1992) 등은 각기 부산, 울산만, 여주만 및 진해만 등에서 군집의 정성, 정량적 분석을 근거로 해양에서 환경오염의 영향을 판정하는 생물학적 환경감시의 효시를 이루었다. 그후 Ahn(1995)은 반월과 경기만에서 폐수의 중금속 함량이 군집구조에 끼친 영향을 분석함으로써 구체적으로 오염원의 종류가 군집에 미치는 영향을 보고하였다.

본 연구는 한국 연안 해역에서 종 준위까지 동정할 수 있는 분류군을 선정하여 분류학을 기초로 한 군집구조의 정성, 정량적 분석방법으로 해양오염실태를 파악하고 차후에 공동 연구자로부터 분석된 구체적인 오염원과 관계를 검증함으로써 환경감시 기능에 기여하고 오염원의 영향을 민감하게 받는 종을 찾아 이들 종에 대한 유전적 및 계통분류학적 특성을 밝히는 예비 단계로서 수행되었다.

## 조사지역의 개황 및 조사방법

### 1. 조사지역의 개황

본 연구의 조사지역은 남해안 중 비교적 오염이 심한 곳으로 알려진 마산만을 대상으로 하였고 그 대조군으로 청정수역으로 추측되는 자란도와 이수도를 대상으로하였다(Fig. 1). 각 조사지역의 환경개황을 보면 다음과 같다.

#### 1) 덕동 (德東)

덕동은 남해안 중 경상남도 중앙에 있으며 조사지점은 마산만과 진해만의 경계이며 마산만의 입구에 있는 모개 등대섬으로 동경 128° 36' 14", 북위 35°

08' 56"에 위치한다. 마산만은 만구가 약 1 km로 좁고 평균 수심은 20 m 정도로 깊어 천연의 좋은 항구인 반면, 인접한 창원시의 내동천과 마산시의 근주천을 중심으로 한 각종 공장폐수와 생활하수 및 덕동의 인분처리장으로부터 불충분하게 처리된 잔여물이 유입되고 진해만 내륙 쪽으로 깊게 자리한 위치 때문에 해류의 순환이 활발치 못하여 적조현상이 자주 일어나는 곳이다.

마산만의 수괴는 모개 등대섬 주위를 경유하여서만 순환될 수 있다. 마산만에서 측정된 7월 12일의 표층 수온은 25.8℃, 표층 염분도는 32.80‰, DO는 8.40 mg/l, 탁도 12 unit 이었고, 2월 11일에는 표층 수온 6.01℃, 표층 염분도 35.22‰, DO는 15.10 mg/l, 탁도 10 unit이었다.

#### 2) 자란도

자란도는 경남 고성군 하일면에 속하며 사천군과 통영군 사이에서 한리수도에 접하여 있고 조사지점은 동경 128° 13' 22", 북위 34° 55' 15"에 위치한다. 자란도의 7월 13일 측정된 표층 수온은 30.02℃, 표층 염분도 36.30‰, DO는 10.02 mg/l 였고 탁도는 4 unit 이었다.

#### 3) 이수도

마산만에서 진해만을 지나 남남동 방향에 위치한 이수도는 거제도의 부속도서로서 동쪽과 남쪽은 대한해협을 향하여 열려 있으나 북쪽은 거제도의 북단이 마산만 방향을 막고 있다. 이수도에서의 조사지점은 동경 128° 44' 01", 북위 34° 57' 57"이며 2월 12일 측정된 표층 수온은 11.8℃, 표층 염분도 36.60‰, DO는 11.24 mg/l 였고 탁도는 10 unit이었다.

### 2. 조사 방법

#### 1) 저서 무척추동물의 정성 및 정량 채집

마산만의 덕동, 고성군의 자란도 및 거제도의 이수도에서 비교적 생물상이 풍부한 것으로 보이는 해안에서 작업이 가능한 4개의 정점을 정하였다. 각 정점으로부터 transect line을 친 다음, 정점을 따라 SCUBA Diving을 하여 하상까지 내려간 다음, 수심 1 m 간격으로 50 cm × 50 cm 방형구를 대고 그 안에 있는 부착생물을 모두 긁어 채집하였다.

채집된 표본은 각 방형구 마다 분류군별로 나누어

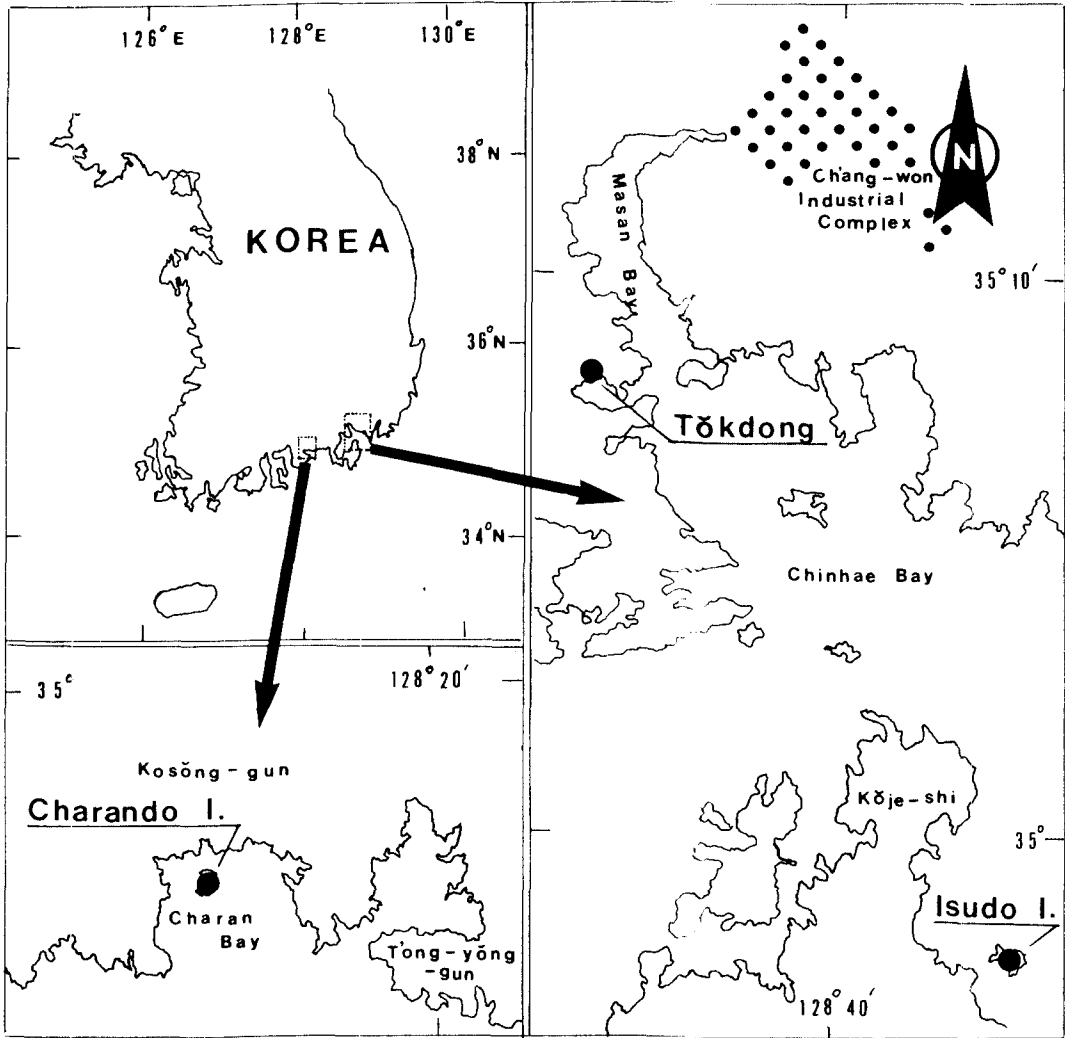


Fig. 1. Map showing the localities (large black circle) where the present materials were collected.

menthol 또는 2-phenoxyethanol로 마취시킨 다음, ethanol이나 formalin에 고정하여 연구실로 운반하였다.

정성 채집을 보완하기 위하여 방형구 외에서 종류별로 채집하여 마취, 고정후 추가하였다.

채집된 표본 중 자포동물, 연체동물 및 피낭동물에 속하는 표본은 종 순위까지 동정하고 개체수와 습중량을 측정하였으며, 그 외 분류군은 sorting하여 종수와 강 별로 전체 개체수 및 습중량을 측정하였다.

습중량은 10 mg 단위로 측정하였으며 10 mg 이하는 사사오입하였다.

## 2) 군집분석 방법

군집분석을 위하여 지역별로 종다양도지수 (Shannon and Wiever, 1963)와 우점도지수 (Simpson, 1949) 및 균등도지수 (Pielou, 1966) 등을 구하였다.

각 종의 중요도 (IV: importance value)를 구하기 위하여 상대밀도 (relative density), 상대중

량(relative biomass), 상대빈도(relative frequency)를 구하고 이들을 합산하였다. 개체 수를 셀 수 없는 종의 중요도는 상대중량과 상대빈도만을 구하고, 이들을 300%로 환산하였다. 상대빈도는 단위 면적당 전 개체수에 대한 각 종에 속하는 개체수의 백분율이며 상대중량, 상대빈도도 이와 같은 방식으로 산출하였다.

결 과

1. 조사지역의 생물상

조사기간 동안 각 지점에서 채집된 전체 분류군들 중 자포, 연체, 피낭류의 채집 종 수는 덕동에서는 여름에 총 25종, 겨울에는 40종, 자란도 37종, 이수도 74종이었다. 이들 분류군 중 덕동에서는 여름에 연체동물문이 19종으로 전체의 76%를 차지하였고, 피낭동물(20%), 자포동물(4%) 순이었다. 겨울에는 연체동물이 38종으로 전체의 95%를 차지하였고, 피낭동물이 2종으로 5%를 차지하였으나 자포동물은 채집되지 않았다. 자란도에서는 연체동물문이 34종으로 전체의 91.9%이었으며 피낭류 3종(8.1%)이 채집되었고, 이수도에서는 연체동물문이 60종으로 전체의 81.1%를 차지하였으며, 피낭류 10종(13.5%)과 자포동물문 4종(5.4%) 순으로 나타났다. 이들 3분류군의 종 구성은 Table. 1과 같다.

그 외에 연체류 중 패각만 발견되고 생체는 채집이 안된 종 수는 덕동에서 19종, 자란도에서 3종, 이수도에서 4종으로 중복된 종을 제외하면 총 25종이 채집되었다(Table. 1).

한편 각 지역에서 채집된 전 분류군의 개체수를 보면 덕동에서는 7월에 44,099 개체, 2월에 2,683 개체, 자란도에서는 3,436 개체, 그리고 이수도에서는 8,851 개체가 채집되어 총 59,069 개체였으며(군체의 개체 수 포함) 이를 1 m<sup>2</sup> 당 평균 개체수를 백분율로 표시하면 Fig. 2 와 같다.

이를 다시 중량으로 표시하면 해조류를 포함하여 덕동에서는 7월 2,835.13 g, 2월 8,668.74 g, 자란도에서는 1,236.31 g, 이수도에서는 8,211.48 g으로 총 20,951.66 g이었고 1 m<sup>2</sup> 당 평균 습중량을 백분율로 표시하면 Fig. 3 과 같다.

2. 동물군집의 특성

하절기(7월 말) 덕동지역의 동물군집은 총 25종이 출현하여 비교군인 자란도 37종에 비하여 종 수가 현저히 적었다. 덕동지역의 수심은 8 m 정도였으나 *Mytilus edulis*는 상층부로부터 하층부에 이르기까지 고른 수직분포를 나타낸 반면에 *Dendrodoa aggregata*는 비교적 하층부(3-7 m)에 국한되어 분포하였다. 동절기(2월)의 덕동군집 역시 비교 집단인 이수도의 출현 종수와 비교하면 덕동 40종, 이수도 74종으로 덕동의 생물상이 상대적으로 빈약하였다. 이들 지역 출현종의 수심별 분포 상황은 Appendix 1과 같다.

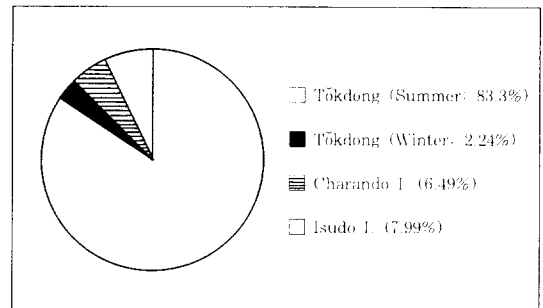


Fig. 2. Pie graph showing the relative ratio of number of individuals per m<sup>2</sup> for each sampling site.

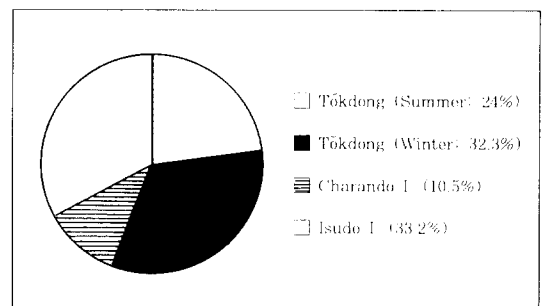


Fig. 3. Pie graph showing the relative ratio of biomass per m<sup>2</sup> for each sampling site.

덕동의 동절기 우점종은 하절기에서와 같이 *Dendrodoa aggregata*와 *Mytilus edulis*였으나 중요도의 우선 순위가 바뀌었다.

조사지역 동물군집의 다양도지수는 7월에는 덕동

**Table. 1.** List of macrozoobenthic identified species for each sampling site.

Species	Localities	Tōkdong		Charando	Isudo
	Collection Date	94. 7. 12	95. 2. 11	94. 7. 13	95. 2. 12
Phylum Cnidaria					
Class Hydrozoa					
<i>Eucalix paradoxus</i>					+
<i>Obelia geniculata</i>		+			
<i>Sertularella levigata</i>					+
<i>Dynamena crisioides</i>					+
<i>Anthopleura pacifica</i>					+
Phylum Mollusca					
Class Polyplacophora					
<i>Lepidozona albrechtii</i>		+	+		
<i>Lepidozona coreanica</i>					+
<i>Ischnochiton hakodadensis</i>		+	+		
<i>Mopalia retifera</i>					+
<i>Placiphorella stimpsoni</i>					+
<i>Chiton kurodai</i>				+	+
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>					+
Class Gastropoda					
<i>Macroschisma dilatatum</i>					+
<i>Cellana toreuma</i>					+
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i>					+
<i>Collisella heroldi</i>					+
<i>Notoacmea schrenkii schrenkii</i>					+
<i>Notoacmea schrenkii gloriosa</i>					+
<i>Notoacmea concinna</i>			*		
<i>Acmcea pallida</i>					+
<i>Lirularia iridescens</i>			*	+	+
<i>Lirularia</i> sp.					*
<i>Granata lyrata</i>			+		
<i>Granata</i> sp.					+
<i>Calliostoma consors</i>					+
<i>Calliostoma multiliratum</i>					+
<i>Omphalius rusticus</i>				+	
<i>Cantharidus hirasei</i>					+
<i>Cantharidus japonicus</i>				+	+
<i>Cantharidus callichroa callichroa</i>			*	+	+
<i>Cantharidus callichroa bisbalteatus</i>					+
<i>Alcyna ocellata</i>				+	
<i>Homalopoma nocturnum</i>		+	+	+	+
<i>Homalopoma amussitatum</i>		+			+
<i>Homalopoma sangarense</i>		+	+	+	+
<i>Littorina brevicula</i>		+	+	+	
<i>Grar:ulilittorina exigua</i>		+		+	

Table 1. (Continued)

Species	Localities	Tōkdong		Charando	Isudo
	Collection Date	94. 7. 12	95. 2. 11	94. 7. 13	95. 2. 12
<i>Alvania concinna</i>			+	+	+
<i>Alvania</i> sp. 1				+	
<i>Alvania</i> sp. 2			+	+	+
<i>Costalynia costulata</i>			+		
<i>Barleeia angustata</i>			+	+	+
<i>Barleeia trifasciata</i>			+	+	+
<i>Pseudoliotia pulchella</i>			+		
<i>Diala</i> sp.				+	
<i>Difalaba picta</i>			+	+	+
<i>Clathrofenella reticulata</i>		+	+		+
<i>Clathrofenella</i> sp.			+		
<i>Siliquaria cumingii</i>					*
<i>Serpulorbis imbricatus</i>				+	+
<i>Sabia conica</i>			+	+	
<i>Pilosabia</i> sp.				+	
<i>Turritropis</i> sp.			+		
<i>Bostrycapulus gravispinosus</i>			*	+	+
<i>Crepidula onyx</i>		+	+	+	+
<i>Ergaea walshi</i>			+		
<i>Sulcerato callosa</i>				+	+
<i>Velutina pusio</i>			*		
<i>Rapana venosa</i>			*		
<i>Reishia clavigera</i>		*	+		
<i>Reishia bronni</i>		+		+	+
<i>Ocinebrellus aduncus</i>					+
<i>Ocinebrellus inornatum</i>					+
<i>Ergalatax contractus</i>				*	*
<i>Mitrella bicincta</i>		+	+	+	+
<i>Mitrella tenuis</i>		+	+	+	+
<i>Mitrella bella</i>					+
<i>Anachis misera</i>					+
<i>Nassarius multigranosus</i>			+	+	
<i>Nassarius fraterculus</i>					+
<i>Enzinopsis menkeana</i>					+
<i>Pollia subrubiginosus</i>					+
<i>Cantharus cecillei</i>				+	
<i>Searlesia fuscolabiata</i>					+
<i>Fusinus tuberosus</i>			*		
<i>Pusia inermis</i>				*	
<i>Cypraeolina</i> sp.			+	*	
<i>Inquisitor jeffreysii</i>		*			
<i>Mangelia</i> sp.			*		
<i>Pilsbryspira</i> sp.					+
<i>Turbonilla</i> sp. 1			+		
<i>Turbonilla</i> sp. 2			*		
<i>Babella</i> sp. 1		+			
<i>Kleinella</i> sp.			*		
<i>Haloa japonica</i>			+		+
<i>Dendrodoris</i> sp.					+

Table 1. (Continued)

Species	Localities	Tōkdong		Charando	Isudo
	Collection Date	94. 7. 12	95. 2. 11	94. 7. 13	95. 2. 12
Class Bivalvia					
<i>Arca boucardi</i>			*	+	+
<i>Arcopsis symmetrica</i>			+		
<i>Mytilus edulis</i>		+	+	+	+
<i>Septifer keenae</i>					+
<i>Modiolus modiolus difficilis</i>				+	+
<i>Musculus cupreus</i>		+	+		+
<i>Lithophaga curtus</i>					+
<i>Chlamys irregularis</i>			*		
<i>Limaria basilanica</i>			+		
<i>Anomia chinensis</i>				+	+
<i>Crassostrea gigas</i>			+		
<i>Ostrea circumpicta</i>					+
<i>Chama fragum</i>					+
<i>Lasaea undulata</i>			+	+	
<i>Cardita leana</i>			+		
<i>Cardita</i> sp.			+		+
<i>Megacardita ferruginosa</i>			*		
<i>Megacardita coreensis</i>			*		
<i>Periglypta</i> sp.		+	+		+
<i>Pitar</i> sp.		+	+		+
<i>Protothaca jedoensis</i>		*	*		
<i>Ruditapes variegatus</i>		+	+		
<i>Paphia undulata</i>			*		
<i>Irus macrophyllus</i>					+
<i>Saxidomus purpurata</i>		*	*		
<i>Anisocorbula venusta</i>			+		
<i>Hiatella orientalis</i>		+		+	*
Phylum Chordata					
Class Tunicata					
<i>Amaroucium pliciferum</i>					+
<i>Didemnum</i> sp. 1				+	
<i>Didemnum</i> sp. 2				+	
<i>Didemnum</i> sp. 3					+
<i>Ascidia</i> sp.					+
<i>Cheryosoma dofleini</i>					+
<i>Botrylloides violaceus</i>		+		+	
<i>Cnemidocarpa macrogastra</i>					+
<i>Dendrodoa aggregata</i>		+	+		
<i>Styela esther</i>		+			
<i>Styela clava clava</i>		+	+		+
<i>Pyura sanderi</i>					+
<i>Herdmania mirabilis</i>		+			
<i>Halocynthia roretzi</i>					+
<i>Halocynthia hilgendorfi ritteri</i>					+
<i>Halocynthia hilgendorfi igaboja</i>					+

\* indicates molluscan species, collected as shell only.

0.86, 자란도 2.80이었으며 2월에는 덕동 2.07, 이수도 4.19로서 덕동이 대조군인 자란도나 이수도 보다 낮게 나타났다. 군집도의 경우 여름에는 덕동 0.19, 자란도 0.55이었고 겨울에는 덕동 0.39, 이수도 0.69 이었다. 하절기 우점도지수는 덕동 0.64, 자란도 0.28이었고, 동절기에는 덕동 0.39, 이수도 0.12로서 덕동이 대조군인 자란도나 이수도 보다 현저히 높은 우점도지수를 나타내었다(Table 2). 조사 지역별로 각 종의 중요도를 구하여 우점종을 검색한 결과 하절기 덕동에서는 *Mytilus edulis*(IV=184.7)와 *Dendrodoa aggregata*(IV=39.1)가 우점종이었고, 그 외는 중요도(IV) 12.1 이하였다. 자란도에서는 *Omphalius rusticus*(IV=56.4), *Barleeia angustata*(IV=52.8), *Lirularia iridescens*(IV=22.5) 및 *Reishia bronni*(IV=20.2)가 우점종이었으며, 그 외는 중요도가 15.9 이하이었다. 동절기의 덕동

군집에서는 *Dendrodoa aggregata*(IV=140.9)와 *Mytilus edulis*(IV=56.4)가 우점하고 있었고, 그 외의 종은 중요도가 9.0 이하로 떨어졌다. 이수도에서는 *Ostrea circumpicta*(IV=42.7), *Serpulorbis imbricatus*(IV=41.5), *Bostrycapulus gravispinosus*(IV=40.1) 등이 우점종이었고 그 외는 중요도가 13.3 이하였다(Table 3).

이들 우점종들을 채집지 해저지형의 수직 단면도에 수직 분포를 나타내면 Fig. 4 와 같다.

고 찰

덕동의 동물 군집을 구성하고 있는 종 수의 비율을 연구대상이 되는 세가지 분류군을 토대로 대조군과 비교하여 보면 여름에는 자란도에 비하여 67.6%이고 겨울에는 이수도에 비하여 50.0%에 불과하여 생물상이 현저히 빈약한 것을 알 수 있다. 이를 다양도 지수에 의하여 비교하면 여름에는 덕동 0.86, 자란도 2.80 이고, 겨울에는 덕동 2.07, 이수도 4.19로 계절별 변화는 있으나 대조군에 비하여 큰 폭의 차이를 보여 덕동의 저서생물이 어떤 환경요인에 의하여 영향을 받았음을 뒷받침하고 있다.

군집 내에서 각 종의 중요도는 지역에 따라 우선 순위가 크게 바뀌었는데 이중 우점종에 대한 상대 순위를 보면 다음과 같다. 하절기 *Mytilus edulis*는 자란도에서는 중요도 5.38이었고, 덕동에서는 184.7이었다. 중요도 순위로는 자란도에서는 15위였으나 덕

**Table 2.** Species diversity indices(H'), evenness(J') and dominant indices(d') of locality by sampling dates.

Sampling dates	Localities	H'	J'	d'
Jul., 1994	Tökdong	0.86	0.19	0.64
	Charand I.	2.80	0.55	0.28
Feb., 1995	Tökdong	2.07	0.39	0.38
	Isudo I.	4.19	0.69	0.12

**Table 3.** Relative densities (RD), relative biomasses (RB), relative frequencies (RF) and importance values (IV) of dominant species at each sampling site.

Localities	Species	RD	RB	RF	IV
Tökdong(Summer)	<i>Mytilus edulis</i>	77.0	90.4	17.2	187.4
	<i>Dendrodoa aggregata</i>	22.1	6.6	10.4	39.1
Charando I.	<i>Omphalius rusticus</i>	1.6	46.9	7.9	56.4
	<i>Barleeia angustata</i>	48.6	0.2	4.0	52.8
	<i>Lirularia iridescens</i>	16.5	0.7	5.3	22.5
	<i>Dendrodoa aggregata</i>	54.6	72.9	13.4	140.9
Tökdong (Winter)	<i>Mytilus edulis</i>	30.1	23.0	3.3	56.4
	<i>Ostrea circumpicta</i>	3.2	36.7	2.8	42.7
Isudo I.	<i>Serpulorbis imbricatus</i>	13.9	24.0	3.6	41.5
	<i>Bostrycapulus gravispinosus</i>	29.3	5.2	5.6	40.1



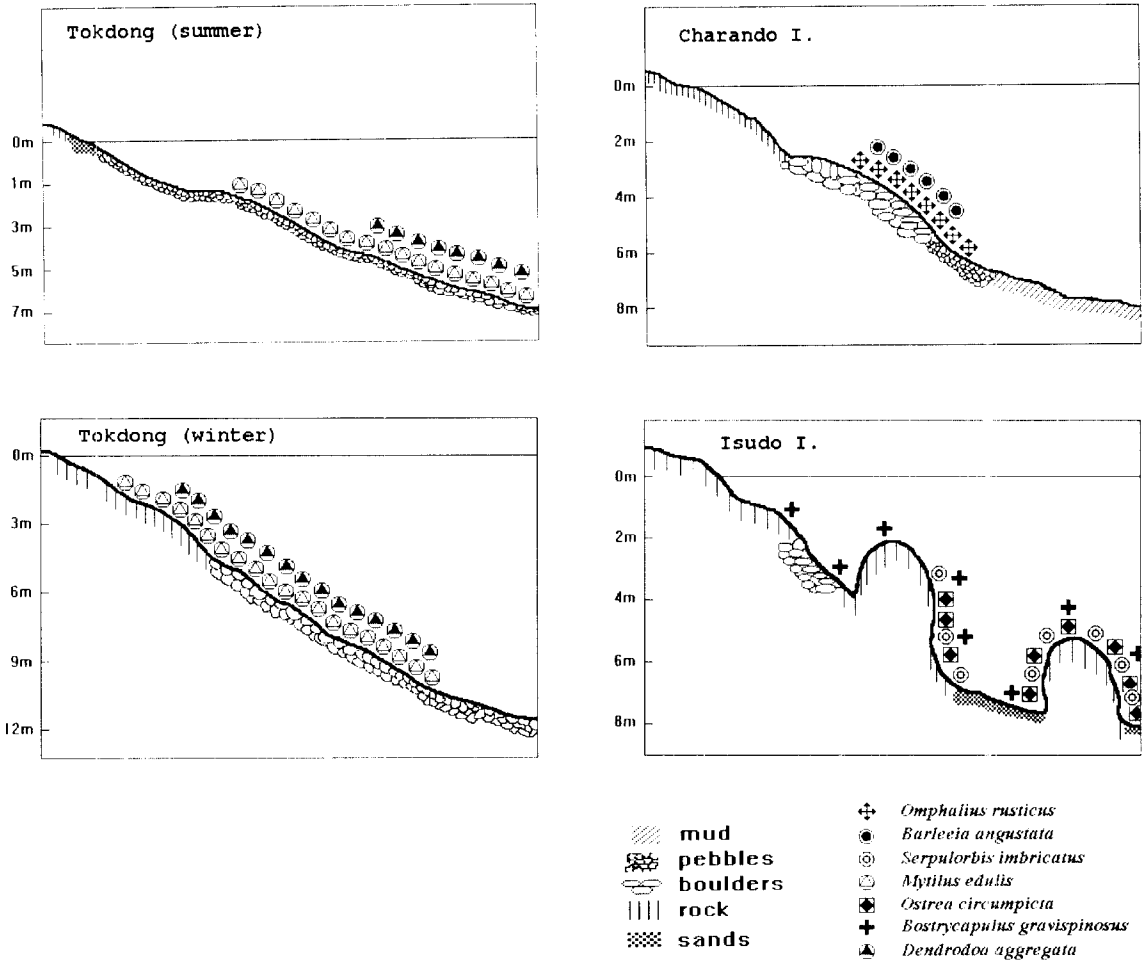


Fig. 4. Profiles of substrata and vertical distribution of dominant species investigated by transect line.

동 지역에서는 1위로 나타났다. *Dendrodoa aggregata*는 대조군인 자란도에서는 채집되지 않았고 덕동 지역에서는 중요도 39.05로 우선순위 2위를 차지하였다. 동절기에는 덕동에서 *Dendrodoa aggregata*가 중요도 순위 1위(IV=140.9)이나 대조군에서는 채집되지 않았고, *Mytilus edulis*는 2위(IV=56.4)로 대조군인 이수도에서는 22위(IV=2.99)였다. 이들 두 우점종 사이에 중요도의 우선 순위가 바뀐 것은 동절기에 이르러 *D. aggregata*의 생체량이 급격히 증가했기 때문인데 이는 *D. aggregata*의 생식 시가였기 때문이다.

한편, 대조군인 자란도에서 우점종이었던 *Omphalius rusticus*(IV=56.4)와 *Barleelia angustata*(IV=52.8)는 덕동에서는 채집되지 않았고, 이수도에서 우점종이었던 *Ostrea circumpicta*(IV=42.7), *Serpularbis imbricatus*(IV=41.5), *Bostrycapulus gravispinosus*(IV=40.1) 등도 덕동에서는 채집되지 않아 이들 종이 덕동의 어떤 환경요인에 민감하게 영향을 받은 것으로 추측된다.

본 조사에서 채집된 연체동물 표본 중 생체는 없고 패각만이 채집된 종은 덕동에서 19종, 자란도에서 3종, 이수도에서 4종으로 중복된 종을 제외하면 모

두 25종인데 덕동이 대조군에 비하여 빈사한 패류의 종 수가 많은 것도 오염의 영향으로 추측되나, 이는 생태 분야 조사에서 오염원의 파악이 철저히 이루어진 뒤에야 확인할 수 있을 것이다.

### 요 약

저자들은 1994년 7월부터 1995년 2월까지 남해안 마산만의 덕동 지역과 대조군인 자란도 및 이수도에 서 오염원의 영향을 민감하게 받는 종을 선별하기 위하여 조간대 및 아조대의 저서동물 군집을 채집하고 정성, 정량적 분석을 실시하였다.

조사 결과 덕동 지역 군집은 대조군인 자란도나 이수도에 비하여 구성 종 수가 현저히 적었고 다양도지수 및 균등도가 낮았으며 그 다음은 자란도와 이수도 순이었다. 우점도는 덕동이 가장 높았고 자란도, 이수도 순이었다.

또한 조사지역 내에서 연체류중 패각만 채집된 종 수가 덕동에서 19종, 자란도 3종, 이수도 4종으로 중복된 것을 제외하면 총 25종이 되며 이들 또한 오염과 관계 있을 것으로 예견된다.

### 참 고 문 헌

- Ahn, I.-Y., Kang, Y.-C. and Choi, J.-W. (1995) The influence of industrial effluents on intertidal benthic communities in Panweol, Kyeonggi Bay (Yellow Sea) on the west coast of Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 30(3): 200-206.
- Bilyard, G.R. (1987) The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Marine Pollution Bulletin*, 18(11): 581-585.
- Hong, J.-S. (1987) Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay system, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 22(4): 246-256.
- Kim, H.S. (1970) A checklist of the Anomura and Brachyura (Crustacea, Decapoda) of Korea. *Seoul Univ. Jour.*, 21: 1-34.
- Kim, H.S., Lee, I.K., Koh, C.H., Kim, I.H., Suh, Y.B. and Sung, N. (1983) Studies on the marine benthic communities in inter- and subtidal zones. I. Analysis of benthic community structures at Aninjin, eastern coast of Korea. *Proc. Coll. Natur. Sci. SNU*, 8(1): 71-108 [in Korean].
- Kim, H.S., Rho, B.J. and Sim, C.J. (1968) Marine sponges in south Korea (I). *Korean J. Zool.*, 11(2): 1-11.
- Lee, I.K., Kim, H.S., Choe, B.L. and Lee, H. B. (1985) Studies on the marine benthic communities in inter- and subtidal zones. III. Qualitative and quantitative analysis of the community structure in western coast of Korea. *Proc. Coll. Natur. Sci. SNU*, 10(2): 57-100 [in Korean].
- Lee, I.K., Kim, H.S., Koh, C.H., Kang, J.W., Hong, S.Y., Boo, S.M., Kim, I.H. and Kang, Y.C. (1984) Studies on the marine benthic communities in inter- and subtidal zones. II. Qualitative and quantitative analysis of the community structure in south-eastern coast of Korea. *Proc. Coll. Natur. Sci., SNU*, 9(1): 71-126 [In Korean].
- Lee, J.H. (1976) A study on the benthic fauna along the Busan coast, Korea. *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan*, 9: 49-70.
- Lim, H.-S., Je, J.-G., Choi, J.-W. and Lee, J.-H. (1991) Distribution pattern of the macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. *Ocean Research*, 13(2): 31-46 [in Korean].
- Lim, H.-S., Choi, J.-W., Je, J.-G. and Lee, J.-H. (1992) Distribution pattern of macrozoobenthos at the farming ground in the western part of Chinhae Bay. *Korea Bull. Korean Fish. Soc.*, 25(2): 115-132 [in Korean].
- Pearson, T.H. and Rosenberg, R. (1978) Macro-benthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann.*

- Rev.*, 16: 299-311.
- Petersen, C.G.J. (1911) Valuation of the sea. I. Animal life of the sea bottom, its food and quantity. *Rep. Danish Biol., St.* 20: 1-78.
- Pielou, E.C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.
- Reish, D.J. (1955) The relations of polychaetous annelids to harbor pollution. *Pub. Health Rep.*, 70: 1168-1174.
- Rho, B.J. (1971) A study on the classification and the distribution of the Korean Ascidians. *Jour. Kor. Res. Inst. Bet. Liv.*, 6: 103-166 [in Korean].
- Rho, B.J. and Lee, J.-E. (1991) A systematic study on the Ascidians in Korea. *Korean J. Syst. Zool.*, 7(2): 195-220.
- Rho, B.J., Kim, H.S. and Sim, C.J. (1969) Marine sponges in South Korea. *Jour. Kor. Res. Inst. Bet. Liv.*, 3: 153-160.
- Shannon, C.E. and Wiever, W. (1963) The mathematical theory of communication. 177 pp. *Univ. Illinois Press, Urbana, U.S.A.*
- Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Warwick, R.M., Platt, H.M., Clarke, R., A-gard, J. and Gobin, J. (1990) Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 138: 119-142.
- Yi, S.K., Hong, J.-S. and Lee, J.H. (1982) A study on the subtidal benthic community in Ulsan Bay, Korea. *Bull. KORDI*, 4: 17-26.
-

**Appendix 1-1.** Vertical distribution of macrozoobenthic animals (Cnidaria, Mollusca and Chordata) of Tökdong (Summer).

Species	Depth(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phylum Cnidaria														
Class Hydrozoa														
<i>Obelia geniculata</i>						+	+	+	+					
Phylum Mollusca														
Class Polyplacophora														
<i>Lepidozona albrechtii</i>					+									
<i>Ischnochiton hakodadensis</i>						+	+							
Class Gastropoda														
<i>Homalopona nocturnum</i>				+	+	+	+	+	+					
<i>Homalopoma amussitatum</i>														+
<i>Homalopoma sangarens</i>				+	+	+	+	+	+					
<i>Littorina brevicula</i>		+												
<i>Granulilittorina exigua</i>		+												
<i>Clathrofenella reticulata</i>				+										
<i>Crepidula onyx</i>					+	+	+	+	+					
<i>Reishia bronni</i>														+
<i>Mitrella bicincta</i>				+	+	+	+	+	+					
<i>Mitrella tenuis</i>						+	+	+	+					
<i>Babella</i> sp. 1														+
Class Bivalvia														
<i>Mytilus edulis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Musculus cupreus</i>														+
<i>Periglypta</i> sp.														+
<i>Pitar</i> sp.						+	+	+	+					
<i>Ruditapes variegatus</i>							+							
<i>Hiatella orientalis</i>				+	+	+	+	+	+					
Phylum Chordata														
Class Tunicata														
<i>Botrylloides violaceus</i>				+	+	+	+	+	+					
<i>Dendrodoa aggregata</i>				+	+	+								+
<i>Styela esther</i>				+	+	+	+	+	+					
<i>Styela clava clava</i>				+										
<i>Herdmania mirabilis</i>						+								

**Appendix 1-2.** Vertical distribution of macrozoobenthic animals (Cnidaria, Mollusca and Chordata) of Tokdong (Winter).

Species	Depth(m)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phylum Mollusca													
Class Polyplacophora													
<i>Lepidozona albrechtii</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ischnochiton hakodadensis</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Class Gastropoda													
<i>Granata lyrata</i>				+									
<i>Cantharidus callichroa</i>													
<i>Homalopona nocturnum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Homalopoma sangarense</i>				+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Littorina brevicula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Alvania concinna</i>	+												
<i>Alvania</i> sp. 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Costclynia costulata</i>						+							
<i>Barleeia angustata</i>				+									
<i>Barleeia trifasciata</i>	+												
<i>Pseudoliotia pulchella</i>				+									
<i>Difflalaba picta</i>				+	+	+	+	+	+				
<i>Clathrofenella reticulata</i>				+	+	+	+						
<i>Clathrofenella</i> sp.							+						
<i>Sabia conica</i>							+	+	+				
<i>Turritropis</i> sp.							+						
<i>Crepidula onyx</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Ergaza walshi</i>							+						
<i>Reishia clavigera</i>	+												
<i>Mitrella bicincta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Mitrella tenuis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Nassarius multigranosus</i>				+	+	+	+	+	+				
<i>Cypraeolina</i> sp.					+								
<i>Mangelia</i> sp.													
<i>Turbonilla</i> sp. 1						+							
<i>Haloa japonica</i>				+	+	+	+	+	+				
Class Bivalvia													
<i>Arcopsis symmetrica</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mytilus edulis</i>	+	+	+	+	+								
<i>Musculus cupreus</i>				+	+	+	+	+	+	+			
<i>Limcria basilanica</i>				+	+	+	+	+					
<i>Crassostrea gigas</i>	+												
<i>Lasaea undulata</i>	+												
<i>Cardita leana</i>				+									
<i>Cardita</i> sp.			+										
<i>Periglypta</i> sp.					+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pitar</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ruditapes variegatus</i>	+												
<i>Anisocorbula venusta</i>				+	+	+	+	+	+				
Phylum Chordata													
Class Tunicata													
<i>Dendrodoa aggregata</i>			+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Styela clava clava</i>						+							

**Appendix 1-3.** Vertical distribution of macrozoobenthic animals (Cnidaria, Mollusca and Chordata) of Charando I. (Summer).

Species	Depth(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phylum Mollusca														
Class Polyplacophora														
<i>Chiton kurodai</i>						+								
Class Gastropoda														
<i>Lirularia iridescens</i>					+	+	+	+						
<i>Omphalius rusticus</i>					+	+	+	+						
<i>Cantharidus japonicus</i>					+	+	+	+						
<i>Cantharidus callichroa</i>								+						
<i>Alcyona ocellata</i>						+	+	+	+	+				
<i>Homalopona nocturnum</i>					+									
<i>Homalopoma sangarense</i>					+									
<i>Littorina brevicula</i>													+	
<i>Granulilittorina exigua</i>						+								
<i>Alvania concinna</i>						+	+	+						
<i>Alvania</i> sp. 1									+					
<i>Alvania</i> sp. 2					+	+	+	+						
<i>Barleeia angustata</i>					+	+	+							
<i>Barleeia trifasciata</i>						+	+	+						
<i>Diala</i> sp.					+	+								
<i>Diffalaba picta</i>									+					
<i>Serpulorbis imbricatus</i>						+								
<i>Sabia conica</i>						+	+	+						
<i>Pilosabia</i> sp.				+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Bostrycapulus gravispinosus</i>				+										
<i>Crepidula onyx</i>						+	+	+						
<i>Sulcerato callosa</i>						+								
<i>Reishia bronni</i>					+									
<i>Mitrella bicincta</i>				+	+									
<i>Mitrella tenuis</i>						+	+	+						
<i>Nassarius multigranulosus</i>									+					
<i>Cantharus cecillei</i>						+								
Class Bivalvia														
<i>Arca boucardi</i>					+	+	+	+						
<i>Mytilus edulis</i>						+	+	+						
<i>Modiolus modiolus difficilis</i>					+									
<i>Anomia chinensis</i>					+	+	+	+	+	+				
<i>Lasaea undulata</i>													+	
<i>Hiatella orientalis</i>						+	+	+	+	+				
Phylum Chordata														
Class Tunicata														
<i>Didemnum</i> sp. 1					+									
<i>Didemnum</i> sp. 2					+									
<i>Botrylloides violaceus</i>					+									

**Appendix 1-4.** Vertical distribution of macrozoobenthic animals (Cnidaria, Mollusca and Chordata) of Isudo I. (Winter).

Species	Depth(m)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phylum Cnidaria													
Class Hydrozoa													
<i>Eucalix paradoxus</i>							+						
<i>Sertularella levigata</i>								+	+	+			
<i>Dyncmena crisioides</i>						+							
<i>Anthopleura pacifica</i>							+						
Phylum Mollusca													
Class Polyplacophora													
<i>Lepidozonia coreanica</i>							+						
<i>Mopalia retifera</i>			+	+	+	+							
<i>Placiphorella stimpsoni</i>		+	+	+	+	+	+	+					
<i>Chiton kurodai</i>							+	+					
<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		+	+	+									
Class Gastropoda													
<i>Macroschisma dilatatum</i>							+						
<i>Cellana toreuma</i>		+	+	+									
<i>Patelloida pygmaea pygmaea</i>							+						
<i>Collisella heroldi</i>		+											
<i>Notoacmea schrenckii</i>													
<i>Notoacmea schrenckii</i>			+										
<i>Notoacmea schrenckii</i>													
<i>gloriosa</i>								+					
<i>Acmaea pallida</i>							+	+	+				
<i>Lirularia iridescens</i>			+	+	+	+	+	+					
<i>Granata</i> sp.								+					
<i>Calliostoma consors</i>									+	+			
<i>Calliostoma multiliratum</i>							+	+	+	+			
<i>Cantharidus hirasei</i>			+	+	+	+							
<i>Cantharidus japonicus</i>					+	+	+	+					
<i>Cantharidus callichroa</i>													
<i>callichroa</i>				+	+	+	+	+	+	+			
<i>Cantharidus callichroa</i>													
<i>bisbalteatus</i>		+	+	+	+	+	+						
<i>Homalopona nocturnum</i>							+	+	+	+			
<i>Homalopoma amussitatum</i>								+	+				
<i>Homalopoma sangarens</i>								+	+	+			
<i>Alvania concinna</i>		+											
<i>Alvania</i> sp. 2								+					
<i>Barleeia angustata</i>							+						
<i>Barleeia trifasciata</i>								+					
<i>Difflaba picta</i>						+							
<i>Clathrofenella reticulata</i>		+											
<i>Serpulorbis imbricatus</i>				+	+	+	+	+	+	+			
<i>Bostrycapulus gravispinosus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Crepidula onyx</i>				+	+	+	+	+					

Appendix 1-4. (Continued)

Species	Depth(m)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Sulcerato callosa</i>													+
<i>Reishia bronni</i>		+	+	+	+	+	+	+					
<i>Ocinebrellus aduncus</i>					+	+	+						
<i>Ocinebrellus inornatum</i>			+	+	+	+	+	+					+
<i>Mitrella bicincta</i>			+	+	+	+	+	+					
<i>Mitrella tenuis</i>			+	+	+								
<i>Mitrella bella</i>													+
<i>Anachis misera</i>		+	+	+	+								
<i>Nassarius fraterculus</i>			+	+	+	+	+	+					+
<i>Enzinopsis menkeana</i>								+					
<i>Polia subrubiginosus</i>						+							
<i>Searlesia fuscolabiata</i>					+	+	+	+					+
<i>Pilsbryspira</i> sp.													+
<i>Haloa japonica</i>								+					
<i>Dendrodoris</i> sp.													+
Class Bivalvia													
<i>Arca boucardi</i>					+	+	+	+					
<i>Mytilus edulis</i>			+	+	+	+	+						
<i>Septifer keenae</i>					+								
<i>Modiolus modiolus difficilis</i>				+	+	+	+	+					
<i>Musculus cupreus</i>								+					
<i>Lithophaga curtus</i>				+	+	+							
<i>Anomia chinensis</i>			+										
<i>Ostrea circumpecta</i>					+	+	+	+	+				+
<i>Chama fragum</i>				+									
<i>Cardita</i> sp.					+	+	+	+	+				+
<i>Periglypta</i> sp.		+											
<i>Pitar</i> sp.								+					
<i>Irus macrophyllus</i>					+								
Phylum Chordata													
Class Tunicata													
<i>Amaroucium pliciferum</i>								+					
<i>Didemnum</i> sp. 3													+
<i>Ascidia</i> sp.								+					
<i>Cheryosoma dofleini</i>								+	+				
<i>Botrylloides violaceus</i>													
<i>Cnemidocarpa macrogastra</i>						+							
<i>Styela clava clava</i>				+	+	+	+	+					
<i>Pyura sanderi</i>								+	+				+
<i>Halocynthia roretzi</i>					+	+	+	+	+				
<i>Halocynthia hilgendorfi</i>													
<i>ritteri</i>					+	+	+	+	+				
<i>Halocynthia hilgendorfi</i>													
<i>igaboja</i>						+	+	+					