

## 남극 King George Islands, Marian Cove의 중형저서생물 군집 구조에 관한 연구

방 현 우 · 강 성 호<sup>1</sup> · 이 원 철\*

한양대학교 생명과학과, <sup>1</sup>한국해양연구원 부설 극지연구소

## Study on the Community Structure of Meiofauna in Marian Cove, King George Island, Antarctica

Hyun Woo Bang, Sung-Ho Kang<sup>1</sup> and Wonchoel Lee\*

Department of Life Science, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

<sup>1</sup>Korea Polar Research Institute, KORDI, Ansan P.O. Box29, Seoul 425-600, Korea

**Abstract** – The community structure, vertical distribution and harpacticoids composition of the meiofauna community were observed from five stations in Marian Cove, King George Island and one station on the northeastern side of Nelson Island. Sample was taken by a free-fall corer in December 2002. Generally, 11 taxa of meiofauna were found, and meiofauna abundance ranged from 322 to 1575 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> (mean 781 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>). Nematodes were the most dominant group, making up 89% of total meiofauna, followed by harpacticoids (6.8%). Benthic harpacticoids appeared 19 species of nine families at all the stations, and most various taxa appeared at station B (13 species of seven families). For vertical distribution, more than 70% of meiofauna was concentrated in the upper 0~2 cm sediment layers, and the density abruptly decreased with depth in all the stations. Total biomass of meiofauna varied between 41 and 360 µgC 10 cm<sup>-2</sup>, and overall mean biomass was 205 µgC 10 cm<sup>-2</sup>. Also nematodes had the highest percentage of total maiofauna biomass (62.4%). The analysis results of Canonical Correspondence Analysis between meiofauna community and sediment grain size showed that polychaets, oligochaets and cumaceans were influenced by silt&cray, and sand, granule and pebble had a influence on harpacticoids, kinorhynchs and ostracods respectively. But nematodes were not affected by sediment grain size.

**Key words** : meiofauna, harpacticoids, Antarctica, Marian Cove

### 서 론

중형저서생물(meiofauna)은 더 작다는 뜻의 그리스어

*meio-*에서 유래된 용어로, 1940년대 초에 처음 등장해 서 (Mare 1942) 현재는 학자들에 따라 이견이 다소 있으나 일반적으로 망목 크기 500 µm의 체를 통과하고 42 µm 체 위에 남는 저서생물을 총칭한다 (Higgins and Thiel 1988). 중형저서생물에 포함되는 생물군은 모두 22 개 문 (Phylum)으로, 이 중 20문이 동물계 (Kingdom Ani-

\* Corresponding author: Wonchoel Lee, Tel. 02-2220-0951, Fax. 02-2296-7158, E-mail. wlee@hanyang.ac.kr

malia)에 속하며, 이 외에 2문은 원생생물계 (Kingdom Protista)에 포함된다. 이러한 생물군 중에서 주로 우점하는 것은 선충류 (Nematoda), 위족편모충류에 포함되는 유공충류 (Foraminifera), 그리고 절지동물에 포함되는 저서성 요각류 (Harpacticoida)인 것으로 알려져 있다 (Heip *et al.* 1985; Higgins and Thiel 1988; Kim *et al.* 1998; Skowronski and Corbisier 2002).

지금까지 많은 연구를 통해 서식환경 내에서 중형저서생물의 중요성이 강조되어왔다. 이는 중형저서생물이 저질 내에서 미생물의 활성을 조절하며, 대형저서생물 (macrofauna)의 먹이원이 되고, 짧은 생식주기로 인해 주위 환경변화에 빠르게 반응 하며, 상대적으로 시료의 채집이 용이하기 때문이다 (Sommerfield *et al.* 1995). 그렇기 때문에 환경변화를 감시하는데 중형저서생물을 이용하는 것이 적합하다고 여러 학자에 의해 제안된 바 있다 (Coull *et al.* 1981; Raffaelli and Mason 1981; Warwick 1981).

중형저서생물 군집에 영향을 주는 인자는 저질의 특성 (Snelgrove and Butman 1994), 수온 (Higgins and Thiel 1988), 강한 바람이나 비정상적인 담수의 유입 (Guidi-Guilvard and Buscail 1995), 우점종의 발생 시간이나 생식 방법 (Bouvy and Soyer 1989), 중형저서생물의 섭식 및 먹이원의 풍부도 (Sibert 1979; Coull 1985; Smith and Coull 1987; Webb and Montagna 1993; Miller *et al.* 1996) 와 같은 요인들이 있다고 알려져 있지만 이는 대부분 온대지역에서 연구된 것이고, 아직까지 극지에서 중형저서생물 분포에 영향을 주는 주요 인자가 무엇인지는 명확하게 밝혀진 바가 없다 (Skowronski and Corbisier 2002). 또한 중형저서생물은 생태학적인 동질성을 갖는 생물군이 아니기 때문에 (Coull 1999) 각각의 지역별로 다른 양상을 띤다.

요각류는 중형저서생물 중에서 환경오염을 모니터링 하는데 가장 좋은 분류군이다. 이러한 이유는 크게 세 가지로 볼 수 있다 (Hicks and Coull 1983). 첫째, 탄화수소, 세제, 각종 중금속, 방사능 등 거의 모든 오염원에 민감하게 반응하여, 개체수 및 종 감소가 나타난다. 둘째, 다른 분류군에 비해 공간 내에서 고르게 분포한다. 그리고 셋째, 비교적 다른 분류군에 비해 분류학적 연구가 잘 되어있기 때문에 종 조성을 분석하기 쉽다. 이러한 이유 때문에 저서성 요각류는 환경오염에 대한 지표생물로서 가치가 있다고 할 수 있을 것이다.

이러한 중형저서생물 연구의 중요성에서도 불구하고, 조사지역인 남극해에서는 접근이 용이하지 않고, 지속적인 채집이 힘들다는 이유로 중형저서생물에 대한 기초적인 조사가 거의 이루어지지 않았다. 특히 이번 연구 지역인 King George Island에서 이루어진 중형저서생물

에 대한 연구는 Skowronski *et al.* (1998), Skowronski and Corbisier (2002) 그리고 Lee *et al.* (2003)에 의해 이루어졌을 뿐이다. 이에 본 연구는 King George Island, Marian Cove의 중형저서생물 분포상황 및 종 조성 등 기초적인 특성을 파악하고, 중요 우점 분류군 중 하나인 요각류의 다양성을 파악하여, 향후 남극 세종기지 주변 환경 모니터링과 남극해 중형저서생물 연구의 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

King George Island, Marian Cove에 서식하는 중형저서생물 군집 구조 기초 조사를 위해 2002년 12월 Marian Cove 내 5개 정점과 Nelson Island 북동쪽 연안 1개 정점에서 채집을 실시하였다 (Fig. 1). 채집은 조디악 (Zodiac) 고무보트 위에서 실시하였으며, 수심 범위는 20~40 m이다. 해저 퇴적물은 내부에 아크릴 튜브 (면적: 6.6 cm<sup>2</sup>, 길이: 25 cm)와 스테인리스 볼을 갖는 자유낙하 중력 시추기 (free-fall gravity corer)를 이용하여 채집하였으며,

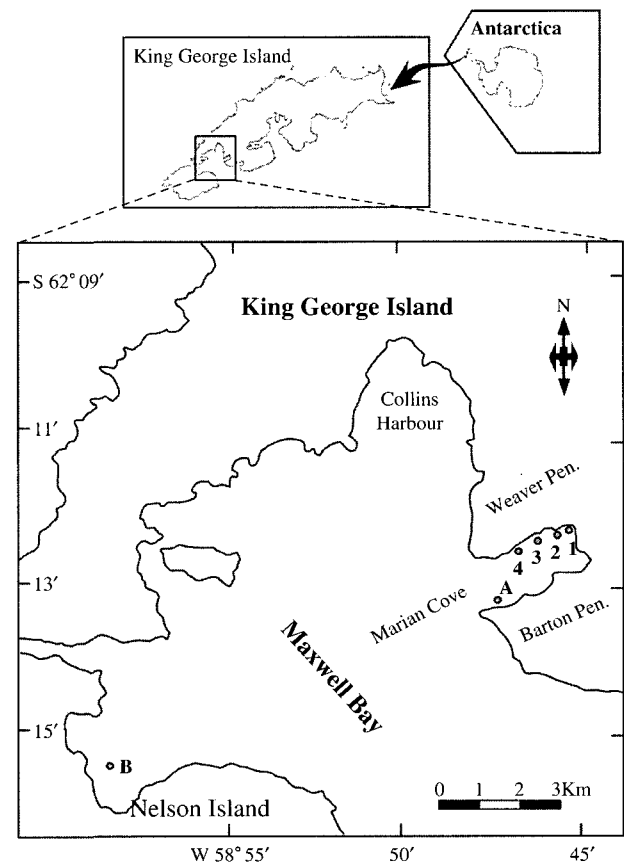


Fig. 1. The sampling stations in Marian Cove and Maxwell Bay.

시료 상층부에 교란을 최소화하기 위해 코어가 바닥에 닿기 직전에 속도를 줄였다. 퇴적물은 10 cm까지 각각 1 cm단위로 자른 후 50 mL용기에 나눠 넣었으며, Rose Bengal을 혼합한 5% 포르말린으로 고정하였다. 일반적으로 매 채집 시 마다 5개의 반복 채집 시료가 얻어졌다.

실험실로 옮겨진 시료 중 3개의 반복 채집 시료는 분류군 별로 분류하기 위하여 Ludox를 이용한 추출법을 이용하여 퇴적물 시료에서 생물을 추출하였다 (Burgess 2001).

위 과정을 거친 후 채에 남은 시료는 다시, 500 µm 채에 걸러, 500 µm 채를 통과한 시료를 해부현미경 (Olympus SZX12)과 광학현미경 (Zeiss Axioskop) 하에서 관찰하여 각 분류군별로 동정하였으며, 이 값을 단위체적 (10 cm<sup>2</sup>) 당 개체수로 변환시켜 사용하였다. 중형저서생물 분류군 중 요각류는 종(種)단위까지 동정하였으며, 요각류의 과(科) 단위 이상 분류 체계는 Huys *et al.* (1996)에 의거하였고, 속(屬)단위 이하의 분류는 Ameiridae, Canthocamptidae, Diosaccidae, Thalestridae, Tisbidae과는 Lang (1965), Danielsseniidae, Ectinosomatidae, Peltidiidae과는 Huys *et al.* (1996) 그리고 Ancorabolidae과는 Coull (1973)을 참조하였다.

각 분류군의 생물량 (biomass) 측정은 Feller and Warwick의 Volumetric method (Higgins and Thiel 1988)를 이용하였다. 각 분류군별 개체의 길이와 폭은 해부현미경과 광학현미경에 부착된 카메라를 이용하여 이미지 분석 프로그램 (MetaMorph 6.0)에서 계산하였다.

남은 2개의 반복 채집 시료는 입도 분석과 유기물 총량 (TOM, total organic matter)을 측정 하는데 이용하였다. 하나는 입도 분석을 위해 60°C에서 24시간동안 건조한 후 Wentworth scale에 따라 중자갈 (pebble), 잔자갈 (granule), 모래 (sand), 실트 및 점토 (silt & clay)로 분류하여 무게에 따른 백분율로 계산했다. 다른 하나는 TOM 측정을 위해 110°C에서 8시간 이상 건조시킨 후 550°C에서 2시간동안 산화시켜 무게 손실량을 무게에 대한 백분율로 계산하였으며, 각각의 시료는 0.1 mg의 정밀도로 질량을 측정하였다.

퇴적물 입자와 중형저서생물 군집간의 관계를 조사하기 위해 Canonical Correspondence Analysis (CCA; MVSP 3.1)를 실시하였다. CCA는 주위 환경과 종 구성 사이의 상호관계를 밝히는데 유용하게 사용되는 분석방법으로 알려져 있다 (Quinn and Keough 2002). 각 정점별 출현 분류군과 해당 입자의 백분율을 환산한 값을 입력하여 분석하였으며, 조사지점은 6개 중 입자구성이 조사된 4지점인 정점 B, 2, 3, 4와 수심별로 출현한 분류군을 대상으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 환경 특징

조사 지역 각 정점의 수온분포는 -0.3~0.4°C로 Marian Cove 가장 안쪽에 위치한 1번 정점에서 가장 낮은 -0.3°C를 나타냈으며, 2, 3, 4번 정점의 수온은 각각 0.3, 0.4, 0.3°C로 비슷한 값을 나타냈다. 부두 앞 정점인 A 정점의 수온은 -0.1°C, Nelson Island 북동쪽 연안에 위치한 정점 B의 수온은 0.4°C를 나타냈다.

염분도는 31.1~33.6 psu 범위를 보였다. 이중 정점 B를 제외한 나머지 정점의 염분도는 평균 31.9로, 이는 2001년 12월 평균 염분도 36.8±0.5 psu보다 약 5 psu가 낮은 값이다. 정점 4에서 31.1 psu로 가장 낮은 값을 나타냈으며, 정점 B에서 33.6으로 가장 높은 값을 나타냈다. 정점 1, 2, 3, A의 염분도는 각각 32.2, 32.8, 31.9, 31.3 psu로 나타났다.

침전물 입자 구성 분석결과 대부분의 정점이 모래와 실트 및 점토 비율이 85% 이상을 차지하여 mS (muddy sand) 혹은 sM (sandy mud)로 나타났다. 특히 정점 2와 3은 모래와 실트 및 점토 비율이 97% 이상을 차지했다. TOM은 0.4~2.1% 범위로 평균 1.3%로 나타났다.

### 2. 군집 구성 및 출현 개체수

연구기간동안 출현한 중형저서생물은 모두 11개 분류군으로 나타났으며, 전체 중형저서생물의 평균 개체수는 781 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 조사되었다 (Fig. 2). 정점별 총 출현 개체수는 정점 1에서 1575 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 가장 높게 나타났고, 정점 2에서 322 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 가장 낮은 값을 보였다.

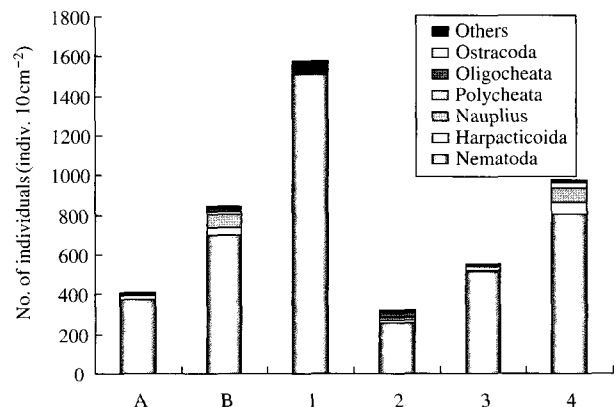


Fig. 2. Meiofauna abundance at each station.

가장 우점한 분류군은 선충류로 (693 indiv. 10cm<sup>-2</sup>) 전체 생물 개체수의 88.7%를 차지했다. 갑각류 유생은 28 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 전체 생물 개체수의 3.6%, 저서성 요각류는 25 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 전체 생물 개체수의 3.2%로 나타났다으며, 이 둘을 합하면 평균 53 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 전체 생물 개체수의 6.8%를 차지하여 두 번째로 우점 하는 분류군이 된다. 그 이외에 다모류 (polychaeta) 6 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> (0.8%), 빈모류 (oligochaeta) 6 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> (0.8%) 순으로 나타났다. 일반적으로 선충류, 요각류와 함께 우점 하는 분류군으로 알려진 유공충류는 평균 개체수가 1 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> (0.2%) 로 매우 낮은 개체수를 보였다.

지금까지 알려진 남극해 연안의 중형저서생물 개체수는 42~18800 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 일반적인 중형저서생물 개체수 범위로 알려진 200~3,000 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> (Higgins and Thiel 1988)에 비해 비교적 높은 값을 갖는 것으로 알려져 있다 (Table 1). 또한 이번 조사지역인 Marian Cove를 포함한 King George Island 연안 역시 42~8250

indiv. 10 cm<sup>-2</sup> 범위로 비교적 높은 중형저서생물 개체수를 보이는 지역이다. 이번 조사기간 동안 Marian Cove에서의 중형저서생물 출현 개체수는 평균 781 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 지난 1996년 Marian Cove에서의 조사 결과 (Lee *et al.* 2003)중 1월에 출현한 중형저서생물 개체수 (711 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>)와 유사하게 나타났지만, 기타 남극해나 Marian Cove의 평균 출현 개체수에 비해 적은 값을 나타냈다. 이번 조사에서 채집된 중형저서생물 개체수가 비교적 적은 값을 나타낸 데는 여러 가지 원인이 있을 수 있겠지만, 연중 기온이 가장 높은 시기인 12월과 1월에 집중적으로 발생하는 용빙수의 유입과 유빙에 의한 저서 환경의 물리적 교란이 중형저서생물 개체수 감소의 가장 큰 원인이 된 것으로 여겨진다. 기온이나 바람 등에 의해 빙벽에서 떨어져 나오는 유빙은 저서생태계에 물리적 교란을 가져오며 (Kang *et al.* 1997), 이러한 저서 환경의 교란은 개체수 및 개체군 감소를 일으켜, 많게는 70~95%의 개체수가 사멸되기도 한다 (Sherman and Coull 1980; Schratzberger *et al.* 2002; Lee *et al.* 2003). 실제로 이번 조사기간 중 많은 양의 용빙수와 유빙이 Marian Cove에 유입된 것이 관찰되었으며, 각 정점의 염분도가 연중 평균 염분도에 비해 낮게 나타남으로서 이와 같은 사실을 뒷받침해준다.

일반적으로 저서 환경에 물리적 교란이 일어난 경우 대부분의 중형저서생물 군집구조에 영향을 끼쳐 개체수 감소 뿐 아니라 군집 내의 분류군 감소를 가져오는 것으로 알려져 있다 (Lee *et al.* 2001), 정점 1에서는 1575 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 가장 많은 개체수가 출현했지만 출현 분류군은 가장 낮게 나타났는데, 이는 조사 시기에 Marian Cove의 해안 빙벽에서 가장 가까운 정점 1 부근에서 용빙수의 유입과 유빙에 의한 물리적 교란이 계속적으로 일어났기 때문인 것으로 보인다. 반면 Marian Cove 내에서 가장 많은 분류군이 출현한 정점 4는 낮은 염분도에도 불구하고 비교적 높은 개체수를 보였다. 이는 정점 4가 Marian Cove 입구에 가깝게 위치하기 때문에, Marian Cove 안쪽에 비해 직접적인 물리적 교란을 비교적 적게 받았기 때문인 것으로 여겨진다. 또한 정점 4의 퇴적물 입자 크기가 Marian Cove 내의 다른 정점에 비해 상대적으로 크게 나타났는데 이러한 퇴적물 입자 구성이 중형저서생물 군집에 영향을 준 것으로 생각할 수 있을 것이다. 퇴적물 입자의 크기가 클수록 퇴적물 내의 간극 또한 커지기 때문에 간극 내에 서식하는 중형저서생물에 다양한 서식처를 제공해 줄 수 있을 것이고, 또한 이러한 간극은 퇴적물 내에 산소 공급을 위한 통로로서의 역할을 하게 되는데 대부분의 중형저서생물이 산소를 이용한 물질 대사를 필요로 하기 때문에 퇴

Table 1. Meiofauna abundance from Antarctic and lower-latitude areas

Reference	Locality	Sampling	Mesh (μm)	Meiofauna abundance (× 10 <sup>6</sup> indiv. m <sup>-2</sup> )
Bouvy and Soyer (1989)	Morbihan Sound	Coastal	-	1~15
Herman and Dahms (1992)	Weddell Sea	Deep sea	1000<38	0.79~3.72
Vanhove <i>et al.</i> (1995)	Kapp Norvegia	Deep sea	1000<38	0.82~5.12
Skowronski <i>et al.</i> (1998)	King George Island	Coastal	500<62	0.042~7.64
	King George Island	Coastal	500<62	0.48~8.21
Vanhove <i>et al.</i> (1998)	Signy Island	Coastal	1000<38	4.9~13.2
Fabiano and Danovaro (1999)	Ross Sea	Deep sea	-	0.19~1.19
Danovaro <i>et al.</i> (1999)	Ross Sea	Coastal	1000<32	4.6~5.7
Chen <i>et al.</i> (1999)	Straits of Magellan	Coastal	1000<38	1.17~9.68
Vanhove <i>et al.</i> (1999)	Weddell Sea	Deep sea	1000<38	0.73~2.99*
Vanhove <i>et al.</i> (2000)	Singy Island	Coastal	1000<38	0.7~18.8
Skowronski and Corbisier (2002)	King George Island	Coastal	500<62	1.91~6.2
	King George Island	Coastal	500<62	2.06~6.6
Lee <i>et al.</i> (2003)	King George Island	Coastal	1000<38	0.71~8.25
This study	King George Island	Coastal	1000<42	0.32~1.58

\* Nematodes abundance

적물 입자의 크기는 중형저서생물의 군집 구성에 많은 영향을 미치게 된다(Coull 1999).

전체 중형저서생물 분류군 중 가장 많은 개체수를 차지한 선충류는 전체 생물 개체수의 80% 이상을 차지했으며, 또한 전체 생물량의 60% 이상을 차지하여 중형저서생물 군집에 가장 많은 부분을 차지하는 분류군으로 나타났다. 이와 같은 수치는 중형저서생물 군집에서 일반적으로 보이는 경향과 유사하게 나타난 것이다(Giere 1993).

채집 정점 전체에서 출현한 요각류는 9개 과 19개 속 19개 종으로 나타났다(Table 2). 그 중 Diosaccidae과가 6개 속, 6개 종으로 가장 많이 출현하였으며, 나머지 과는 2나 1개 속씩 출현하였다. 가장 다양한 분류군이 출현한 정점은 정점 B로 7개 과 13개 속 13개 종이 출현하였다. 그러나 Marian Cove내에서는 Diosaccidae과는 한 개체도 출현하지 않았으며, 모두 8개과 11개 속 11개 종이 출현하였다. 정점 1은 가장 적은 개체수가 출현한 정점으로 출현한 4 개체가 모두 훼손이 심하게 되어 분류가 불가능했다. 가장 많은 출현 빈도를 보인 분류군은 Ectinosomatidae 과의 *Halectinosoma* sp.로 모두 24 indiv.  $10\text{ cm}^{-2}$ 이 출현했다. 지금까지 Marian Cove를 비롯한 남극해에서의 저서성 요각류 분포에 대한 연구는 단지 한편의 분류학적 연구(Lee and Huys 1999)를 제외하고는 이루어진 바가 없으므로, 계속적으로 이 지역에서 요각류 분포에 대한 조사가 이루어진다면 환경 모니터링을 위한 매우 유용한 자료로 쓰일 수 있을 것이라 기대된다.

**Table 2.** The check list of harpacticoid copepods at each station

	A	B	1	2	3	4
Diosaccidae	<i>Amphiascoides</i> sp.	*				
	<i>Delavalia</i> sp.	*				
	<i>Haloschizopera</i> sp.	*				
	<i>Robertgurneya</i> sp.	*				
	<i>Stenhelia</i> sp.	*				
	<i>Typhlamphiascus</i> sp.	*				
Peltidiidae	<i>Alteutha</i> sp.	*				
	<i>Neopeltopsis</i> sp.					*
Ameiridae	<i>Ameira</i> sp.	*			*	
	<i>Ameiropsis</i> sp.			*		
Ectinosomatidae	<i>Bradya</i> ( <i>Bradya</i> ) sp.	*		*		*
	<i>Halectinosoma</i> sp.	*		*		*
Danielsseniidae	<i>Jonesiella</i> sp.	*	*	*	*	*
	<i>Archisenia</i> sp.	*				
Thalestridae	<i>Diarthrodes</i> sp.	*				
	<i>Dactylopusia</i> sp.			*		
Tisbidae	<i>Idyellopsis</i> sp.	*		*		
Canthocamptidae	<i>Heteropsyllus</i> sp.	*				
Ancorabolidae	<i>Laophontodes</i> sp.	*	*			

\* : occurrence

### 3. 수직분포

퇴적물 깊이에 따른 중형저서생물의 수직분포는 일반적으로 표층 2 cm에 밀집되어 나타나는데(Higgins and Thiel 1988), 이번 조사에서도 전체 중형저서생물 개체수의 70% 이상이 표층 2 cm에 나타나는 결과를 보여줬다(Fig. 3). 특히 저서성 요각류의 경우, 정점 2(73.3%)를 제외한 나머지 정점에서 개체수의 85%가 상위 1 cm에 분포하였으며, 그 이하 깊이에서는 개체수가 급격하게 감소하였고, 5 cm 이하에서는 발견되지 않았다. 일반적으로 요각류는 산소 조건이 좋은 환경을 선호하기 때문에 퇴적물 입도 구성 중 실트 및 점토의 비율이 높은 지역에서는 상위 1 cm에 대부분의 개체가 밀집되어 나타나는 것으로 알려져 있으며(Huys *et al.* 1996), 이번 조사에서도 이와 유사한 결과를 나타냈다.

모든 정점에서 가장 우점하는 분류군인 선충류의 경우 정점 1(69.1%)을 제외한 다른 모든 정점에서 80% 이상이 표층에 분포해 있는 것으로 나타났다. 상위 1 cm에 총 개체수의 54%, 1~2 cm에 25%가 분포하였으며, 상위 2 cm 이하에서는 급격하게 개체수가 줄어들었고 정점에 따라 퇴적물 깊이 10 cm까지 분포하기도 하였다. 이는 선충류의 경우 요각류나 동분류 등 다른 분류군에 빈 산소환경에 비교적 덜 민감하며, 종에 따라 빈 산소환경을 선호하는 경우도 있기 때문이다(Giere 1993). 그 이외에 다모류, 빈모류, 동분류, 쿠마류, 유공충류 그리고 부등각류 역시 대부분의 개체가 표층 0~2 cm에 분포하는 것으로 나타났다. 즉 대부분의 분류군이 퇴적물의 깊이가 깊어질수록 개체수가 감소하는 경향을 나타냈고, 깊이 5 cm 이하에서는 5% 이하의 낮은 분포를 보였다.

각 정점별 수직분포를 살펴보면 정점 A의 경우 표층 0~1 cm에 216 indiv.  $10\text{ cm}^{-2}$ , 1~2 cm에 122 indiv.  $10\text{ cm}^{-2}$ , 2~3 cm에 50 indiv.  $10\text{ cm}^{-2}$ 로 퇴적물 표층에서 심부로 내려갈수록 개체수가 감소하는 양상을 나타내고 있고, 3~5 cm에서는 모두 24 indiv.  $10\text{ cm}^{-2}$ 로 나타나 매우 낮은 분포 양상을 보여주었으며, 5 cm 미만에서는 생물이 출현하지 않았다. 즉 정점 A에서는 표층 0~2 cm에 전체 개체수의 82.0% 이상이 분포하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 나머지 정점 역시 표층 0~2 cm에 전체 개체수의 70~90%가 분포하는 것으로 나타났다.

### 4. 생물량

각 정점별 평균 총 생물량은 401~360  $\mu\text{gC } 10\text{ cm}^{-2}$  범위로 전체 평균은 205  $\mu\text{gC } 10\text{ cm}^{-2}$ 로 나타났다(Fig. 4). 생물량이 가장 높게 나타난 정점은 정점 B로 360  $\mu\text{gC } 10\text{ cm}^{-2}$ 로 가장 낮게 나타난 정점 A의 41  $\mu\text{gC } 10\text{ cm}^{-2}$

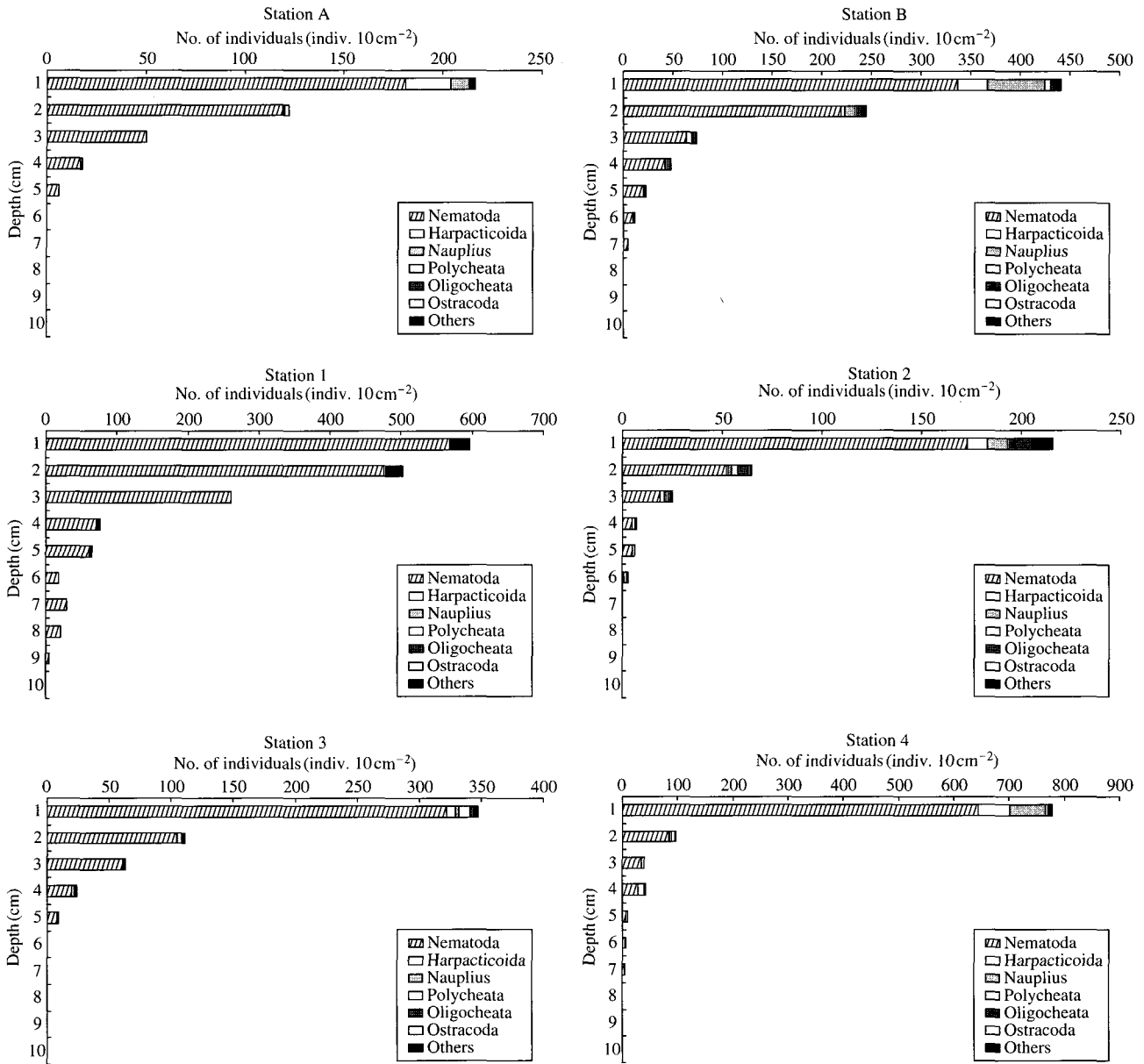


Fig. 3. The vertical distribution of meiofauna obtained at each station.

에 비해 약 8.8배가 높게 나타났다. 정점 A와 B의 생물량 차이는 출현 개체수와 가장 우점 하는 분류군인 선충류와 요각류의 개체별 생물량을 비교해 보면 쉽게 이해될 수 있다. 즉, 정점 B가 A에 비해 총 개체수가 2배 가량 높게 나타났으며, 개체별 생물량은 선충류의 경우 5배, 요각류의 경우 2.8배가 높게 나타났기 때문이다. 또한 정점 B는 정점 1보다 개체수는 절반 정도만 출현했지만 총 생물량은 거의 4배에 가까운 것으로 나타났는데 이는 정점 B에서 출현한 분류군 중 개체별 생물량이 큰 부등각류, 다모류 그리고 빈모류가 정점 1에서는 출

현하지 않았고, 개체별 생물량에서도 정점 1에 비해 선충류는 5배 이상, 요각류는 거의 2배 가까이 높은 생물량을 보였기 때문이다. 이러한 생물량의 차이는 앞서서도 언급한 바와 같이 물리적 교란 때문이라고 생각되며 실제로 퇴적물 층에 직접적으로 가해지는 물리적 교란은 중형저서생물 다양성과 생물량에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Schratzberger *et al.* 2002). 총 생물량이 가장 높게 나타난 개체군은 선충류로 전체 생물량의 62.4%를 차지했으며, 그 다음으로 빈모류 9.4%, 다모류 8.3%, 요각류 7.6% 순으로 나타났다.

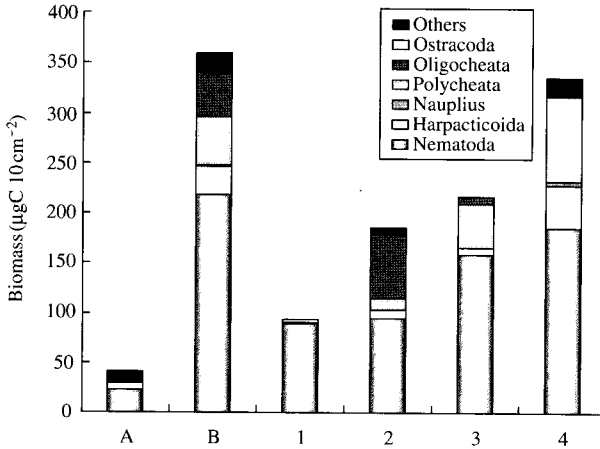


Fig. 4. Meiofauna biomass at each station.

개체별 생물량을 살펴보면, 가장 높은 생물량을 갖는 개체군은 쿠마류(Cumacea)로 평균 11 µgC이며, 부등각류(Tanaidacea), 빈모류, 다모류, 패충류(Ostracoda) 순으로 나타났다. 그러나 쿠마류를 비롯한 부등각류, 빈모류, 다모류, 패충류 등은 출현 개체수가 비교적 적기 때문에 총 생물량에 많은 비율을 차지하지는 않았다. 특히 이러한 분류군은 일반적으로 크기가 매우 크기 때문에 등각류(Isopoda), 단각류(Amphipoda) 등과 함께 때때로 대형저서생물로 분류되며 실제로 이번 연구에서도 많은 수의 단각류, 부등각류, 다모류 등이 대형저서생물로 분류되어 자료에서 제외되었다.

5. 환경인자와 중형저서생물 군집과의 상관관계 분석

CCA를 이용하여 각 퇴적물 입자의 구성과 각 정점에서 출현한 중형저서생물 분류군의 생물량과 상관관계를 살펴본 결과(Fig. 5) 중형저서생물은 퇴적물 입자의 크기에 따라 몇 개의 그룹으로 나뉘어졌다. 첫 번째 그룹은 실트 및 점토와 상관관계를 갖는 그룹으로 다모류, 빈모류 그리고 쿠마류가 여기에 속한다. 다시 말해 이 그룹은 실트 및 점토 비율이 높은 지역을 선호한다는 것을 나타낸다. 그리고 요각류, 부등각류, 이매패류는 모래, 유공충류는 잔자갈, 동문류와 패충류는 중자갈과 높은 상관관계를 갖는 것으로 조사되었다. 선충류의 경우 어떤 퇴적물 입자와도 상관관계를 보이지 않았는데 이것으로 미루어보아 선충류는 퇴적물 입자 크기에 상관없이 출현하는 것으로 보인다. 하지만 이러한 결과가 중형저서생물의 일반적인 경향인지 아니면 이 지역에서만 나타나는 경향인지는 추후 지속적인 연구를 통해서 밝혀내

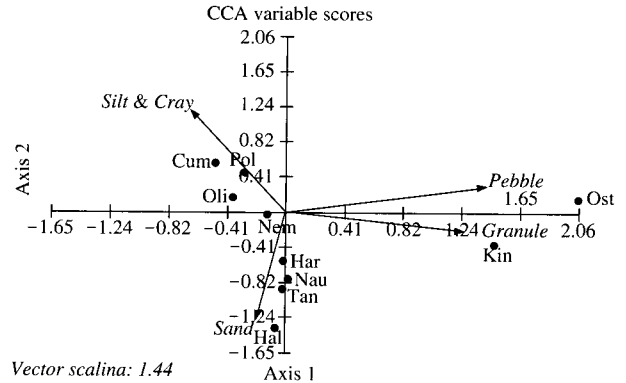


Fig. 5. Canonical correspondence analysis (CCA) biplot of biomass of meiofauna taxa and sediment type (arrows). Cum; cumacea, Pol; polychaeta, Oli; oligochaeta, Nem; nematoda, Har; harpacticoida, Nau; nauplius, Tan; tanaidacea, Hal; halacaroida, Kin; kinorhyncha, Ost; ostracoda.

야 할 것이다.

적 요

남극 King George Island, Marian Cove에 서식하는 중형저서생물 군집구조, 수직분포 그리고 요각류 군집을 조사하기 위해 2002년 12월 Marian Cove 내 5개 정점과 Nelson Island 북동쪽연안 1개 정점에서 자유 낙하 중력 시추기를 이용하여 채집을 실시하였다. 조사기간 중 중형저서생물은 11개 분류군이 발견되었으며, 출현한 중형저서생물의 총 개체수는 322~1575 indiv. 10 cm<sup>-2</sup> 범위로 평균 781 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 나타났다. 선충류의 평균 개체수는 693 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 전체 중형저서생물의 88.7%를 차지하는 우점 분류군으로 나타났으며, 저서성 요각류가 53 indiv. 10 cm<sup>-2</sup>로 6.8%를 차지하며 그 뒤를 이어 우점 하는 분류군으로 나타났다. 퇴적물 깊이에 따른 중형저서생물의 수직분포를 보면 70% 이상의 개체가 표층 0~2 cm에 집중되어 나타났으며, 깊이 5 cm 이하에서는 5% 이하의 낮은 분포를 보였다. 각 정점별 평균 총 생물량은 41~360 µgC 10 cm<sup>-2</sup> 범위로 평균 205 µgC 10 cm<sup>-2</sup>로 나타났으며, 가장 높은 비율을 차지하는 분류군 역시 선충류로 전체 생물량의 62.4%를 차지했다. SPSS를 이용한 상관관계 분석 결과 온도가 중형저서생물 군집에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 염분도와 유기물 총량은 중형저서생물 군집에 별다른 영향을 끼치지 못하는 것으로 나타났다. CCA를 이용한 퇴적물 입자와 각 분류군과의 상관관계 분석 결과 다모류, 빈모류 그리고 쿠마류는 실트 및 점토와 높은 상관관계를 가지며,

요각류와 부등각류, 이매패류는 모래, 유공충류는 잔자갈 그리고 동문동물류와 패충류는 중자갈과 높은 상관관계를 갖는 것으로 조사되었고, 선충류의 경우 각 입자와 상관관계가 매우 낮게 나타났다. 환경오염을 모니터링 하는데 가장 유용한 분류군인 요각류는 모두 9개과 19개 속 19개 종이 출현했으며, 가장 다양한 분류군이 나타난 정점 B에서 7개과 13개 속 13개 종이 출현하였다.

### 참 고 문 헌

- Bouvy M and J Soyer. 1989. Benthic Seasonality in an intertidal mud flat at Kerguelen Islands (Austral Ocean). The relationships between meiofaunal abundance and their potential microbial food. *Polar Biol.* 10:19-27.
- Burgess R. 2001. An improved protocol for separating meiofauna from sediments using colloidal silica sols. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214:161-165.
- Chen GT, RL Herman and M Vincx, 1999. Meiofauna communities from the Straits of Magellan and the Beagle Channel. *Sci. Mar.* 63:123-132.
- Coull BC. 1973. Meiobenthic Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the deep sea off North Carolina IV. The families Cletodidae T. Scott and Ancorabolidae Sars. *Trans. Amer. Micros. Soc.* 92:604-620.
- Coull BC, GRF Hicks and JBJ Wells. 1981. Nematode/copepod ratio for monitoring pollution: A rebuttal. *Mar. Pollut. Bull.* 12:378-381.
- Coull BC. 1985. Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 24:205-218.
- Coull BC. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Austr. J. Ecol.* 24:327-343.
- Danovaro R, A Pusceddu, S Mirto and M Fabiano. 1999. Meiofauna assemblages associated with scallop beds (*Adamussium colbecki*) in the coastal sediments of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Antarct. Sci.* 11:415-418.
- Fabiano M and R Danovaro. 1999. Meiofauna distribution and mesoscale variability in two sites of the Ross Sea (Antarctica) with contrasting food supply. *Polar Biol.* 22:115-123.
- Giere O. 1993. Meiobenthology, the microscopic fauna in aquatic sediment. Springer-Verlag.
- Guidi-Guilvard LD and R Buscail. 1995. Seasonal survey of metazoan meiofauna and surface sediment organics in a non-tidal turbulent sublittoral prodelta (northwestern Mediterranean). *Cont. Shelf Res.* 15:633-653.
- Heip C, M Vincx and G Vranken. 1985. The ecology of marine nematode. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 23:399-489.
- Herman RL and HU Dahms. 1992. Meiofauna communities along a depth transect off Halley Bay (Weddell Sea-Antarctica). *Polar Biol.* 12:313-320.
- Hicks GRF and BC Coull. 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 21:67-175.
- Higgins RP and H Thiel. 1988. Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press.
- Huys R, JM Gee, CG Moore and R Hamond. 1996. Marine and brackish water harpacticoid copepods. part 1. Synopses of the British Fauna (New Series). 1-352.
- Kang SH, JS Kang, KH Chung, MY Lee, BY Lee, H Chung, Y Kim and DY Kim. 1997. Seasonal variation of nearshore Antarctic microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, 1996. *Korean J. Polar Res.* 8:9-27.
- Kim DS, JW Choi and JG Je. 1998. Community structure of meiobenthos for monitoring pollution in mariculture farms in Tongyung coastal area, Southern Korea. *J. Kor. Fish. Soc.* 31:217-225.
- Lang K. 1965. Copepoda harpacticoida from the californian pacific coast. *K. svenska vetensk. Akad. Handl.* 10:1-566.
- Lee HJ, D Gerdes, S Vanhove and M Vincx. 2001. Meiofauna response to iceberg disturbance on the Antarctic continental shelf at Kapp Norvegia (Weddell Sea). *Polar Biol.* 24:926-933.
- Lee W and R Huys. 1999. New *Tachidiella* (Copepoda: Harpacticoida: Tisbidae) from the Antarctic and Norway including a review of the genus. *Zoosystema* 21:419-444.
- Lee W, SH Kang, PA Montagna and IS Kwak. 2003. Temporal dynamics and patterning of meiofauna community by self-organizing artificial neural networks. *Ocean Polar Res.* 25:237-247.
- Mare MF. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organism. *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 25:517-554.
- Miller DC, RJ Geider and HL MacIntyre. 1996. Microphytobenthos: the ecological role of the "secret garden" of unvegetated, shallow-water marine habitats. II. Role in sediment stability and shallow-water food webs. *Estuaries* 19:202-212.
- Quinn GP and MJ Keough. 2002. Canonical Correspondence Analysis. *Experimental design and data analysis for biologists.* Cambridge University press. pp.467-469.
- Raffaelli DG and CF Mason. 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Mar. Pollut. Bull.* 12:158-163.
- Schratzberger M, TA Dinmore and S Jennings. 2002. Impacts



- of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. *Mar. Biol.* 140:83–93.
- Sherman KM and BC Coull. 1980. The response of meiofauna to sediment disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 46:59–71.
- Sibert JR. 1979. Detritus and juvenile salmon production in Nanaimo Estuary: II. Meiofauna available as food to juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *J. Fish. Res. Board Can.* 36:497–503.
- Skowronski RSP, TN Corbisier and FR Robles. 1998. Meiofauna along a coastal transect in Admiralty Bay, King George Island (Antarctica). *Pesqui. Antárt. Bras.* 3:117–131.
- Skowronski RSP and TN Corbisier. 2002. Meiofauna distribution in Martel Inlet King George Island (Antarctica): sediment features versus food availability. *Polar Biol.* 25:126–134.
- Smith LD and BC Coull. 1987. Juvenile spot (*Pisces*) and grass shrimp predation on meiobenthos in muddy and sandy substrata. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 105:123–136.
- Snelgrove PVR and CA Butman. 1994. Animal–sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 32:111–177.
- Somerfield PJ, HL Rees and RM Warwick. 1995. Interrelationships in community structure between shallow–water marine meiofauna and macrofauna in relation to dredgings disposal. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 127:103–112.
- Vanhove S, J Wittoeck, G Desmet, B Van den Berghe, RL Herman, RPM Bak, G Nieuwland, JH Vosjan, A Boldrin, S Rabitti and M Vincx, 1995. Deep–sea meiofauna communities in Antarctica : structural analysis and relation with the environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 127:65–76.
- Vanhove S, HJ Lee, M Beghyn, D Van Gansbeke, S Brocington and M Vincx. 1998. The metazoan meiofauna in its biogeochemical environment: the case of an Antarctic coastal sediment. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 78:411–434.
- Vanhove S, W Arntz and M Vincx. 1999. Comparative study of the nematode communities on the southeastern Weddell Sea shelf and slope (Antarctica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 181:237–256.
- Vanhove S, M Beghyn, D Van Gansbeke, LW Bullough and M Vincx M, 2000. The seasonal varying biotope of Signy Island: implications for meiofaunal structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 202:13–25.
- Warwick RM. 1981. The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Mar. Pollut. Bull.* 12:329–333.
- Webb DG and PA Montagna. 1993. Initial burial and subsequent degradation of sedimented phytoplankton: relative impact of macrobenthos and meiobenthos. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 166:151–164.

Manuscript Received: March 2, 2005

Revision Accepted: April 30, 2005

Responsible Editorial Member: Inn–Sil Kwak  
(Hanyang Univ.)