

제주산 해양 간극수동물군의 분류학적 연구

A taxonomic study on the marine interstitial invertebrates from Jeju Island, Korea

주관연구기관	대구대학교
연구책임자	장천영
발행년월	2003-05
주관부처	과학기술부
사업관리기관	한국과학재단
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO200900069500
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/02 17:51:15

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

사 업 명	목적기초연구사업 (지역대학우수과학자 지원과제)
과제번호	R05-2001-000-00293-0

연구과제명(국문) 제주산 해양 간극수동물군의 분류학적 연구

연구과제명(영문) A taxonomic study on the marine interstitial
invertebrates from Jeju Island, Korea

2003 . 5 . 31 .

총괄(주관)연구책임자 소속 대구대학교 성명 장 천 영

한 국 과 학 재 단

< 목 차 >

I . 연구계획 요약문

1. 국문요약문 -----	i
----------------	---

II . 연구결과 요약문

1. 국문요약문 -----	ii
2. 영문요약문 -----	iii

III . 연구내용

1. 서론 -----	1
2. 연구방법 -----	4
3. 결과 및 고찰 -----	4
4. 결론 -----	28
5. 인용문헌 -----	29

〈 연구계획 요약문 〉

중심어	핵심중심어	관련중심어	
	동물분류	생물다양성	계통분류학
	해양 간극수	meiofauna	interstitial
	제주	한국	중형저서동물
연구목표	<p>간극수(間隙水) 서식 동물군은 일본, 중국 등 동아시아에서 거의 연구되지 않은 분류군인데다 신종의 비율이 대단히 높을 것으로 예상되므로, 앞으로 동아시아 지역에서의 생물다양성 연구에서 주도적인 위치를 先占할 수 있는 최적의 분류군이다. 그리고, 간극 동물은 그 분포범위가 좁고 지리적 장벽의 명확성에 따른 固有性(endemism)이 매우 높으므로 生物地理學 및 種分化연구의 기초자료로서도 가치가 매우 높다. 본 연구는, 간극 동물의 분류학적 연구를 위한 천혜의 조건을 갖추고 있는 제주 해안을 2년간 집중적으로 탐사하여, 조간대와 조하대의 각종 저질 틈에서 새로 채집할 표본과 미동정인 채로 보관중인 일부 표본을 근거로, 국내에서는 거의 또는 전혀 연구가 안된 채 불모로 남아있는 간극수동물군을 동정, 분류하여 그 생물상을 상세히 밝히는데 연구의 일차적인 목표를 두고 있다. 본 연구의 수행과정에서 meiofauna 및 인접 분류군의 표본을 추적하고 연구방법을 개발함으로써, 한국 해양 무척추동물의 種類相이 크게 확장되게 될 것이다. 그리고, 본 연구에서 획득한 연안 소형 생물의 종조성과 종별 출현특성 자료가 향후 연안 환경 오염의 생물지표종의 개발에 기여할 수 있도록 노력하고자 한다. 나아가, 최근 활발히 시도되고 있는 하등 무척추동물의 분자계통진화 연구에 연구재료와 형질자료의 분석을 제공함으로써 이 분야의 경쟁력 확보에 기여하는 것 등이 본 연구의 부가적인 연구목표이다.</p>		
연구내용	<p>제주산 해양 간극 동물을 분류하고 분포상을 밝히기 위하여, 본 연구기간 중 제주 해역의 각종 서식처에 서식하는 간극 동물을 다양한 방법으로 채집하고, 이들 재료를 형태학적 형질을 위주로 관찰하면서 관계문헌에 의거 동정하고, 동정된 종들을 계통적으로 분류하며 분포상도 고찰한다. 이때 검색표를 작성하며 한국미기록종 또는 신종에 대해서는 상세히 기재하고 도판과 함께 미세구조를 현미경사진으로 촬영한다. 주요 연구대상 분류군은 복모류, 동문류, 완보류, 간극수산 요각류이며, 상세한 분류학적 명세를 밝힌다. 아울러 국내에서는 아직 전혀 연구된 바 없는 악구동물, 동갑동물, 간극수산 새예동물, 해양 물웅애류는 본조사를 통해 연구방법을 확립하고 가급적 많은 종을 채집하여 향후의 연구재료로 한다(일부 보관중이거나 신규로 채집된 종들 중 동정과 분류를 마친 종은 기재 및 재기재하여 논문으로 발표). 이와 함께 조사정점간, 그리고 종간 출현연관성과 저질의 조성에 따른 종출현특성, 종다양성과 개체수도가 풍부한 정점 중 일부 정점을 택해 서식밀도와 계절적 변동 등 간극수 동물군집의 기초 군집조사를 병행한다. 한편, 전통적 형태 분류의 미흡함과 연구 재료의 수급 등의 문제 때문에 아직 시도되고 있지 못한, 선충, 복모류, 동문류 등의 하등 미소동물에 대한 분자계통 분석을 위한 예비연구를 시도함으로써, 향후 협동연구의 기반을 마련한다(2차년도 추가 계획).</p>		
기대효과 (응용분야 및 활용범위 포함)	<ol style="list-style-type: none"> (1) 간극동물은 일본, 중국 등 동아시아에서 거의 연구되지 않은 분류군인데다 신종의 비율이 대단히 높을 것으로 예상되므로, 앞으로 동아시아 지역에서의 생물다양성 연구에서 주도적인 위치를 先占할 수 있는 최적의 분류군으로 사료된다. (2) 아직까지 충분히 연구되지 않았던, 간극수라는 새로운 서식처를 조사함으로써 다양한 채집도구와 기술을 개발하는 등 새로운 연구방법을 제시한다. (3) 한국 연안 생태계 연구 또는 자연보존조사를 위한 기초작업으로서 가치가 있다. (4) 간극 동물은 그 분포범위가 좁고 지리적 장벽의 명확성에 따른 固有性이 매우 높으므로 生物地理學 및 種分化연구의 기초자료로서도 가치가 매우 높다. (5) 본 연구의 결과는 그간 외국산 종의 그림이나 사진을 차용해 왔던 각종의 교과서, 도감류 및 참고도서와 백과사전 등을 편찬하는데 활용될 수 있을 것이다. 		

〈 연구결과 요약문 〉

중심어	핵심중심어	관련중심어	
	분류	생물다양성	계통분류학
	해양 간극동물	marine meiofauna	interstitial
	제주	한국	중형저서동물
연구목표	<p>본 연구과제는 간극동물의 분류학적 연구를 위한 천혜의 조건을 갖추고 있는 제주 해안을 집중적으로 탐사하여, 국내에서는 거의 또는 전혀 연구가 안된 채 불모로 남아있는 미소 간극동물을 동정, 분류하여 종류상을 상세히 밝히고, 분포 및 서식처에 관한 기초자료를 수집하는데 그 일차적인 연구목적이 있다. 연구과제를 수행하는 과정에서 간극동물군에 관한 문헌자료의 데이터베이스를 구축하고, 생물표본을 축적하는 한편, 분자계통분석을 포함한 다양한 연구방법을 개발하고자 하였다. 장기적으로는, 본 연구과제를 통해, 한국은 물론 동아시아 지역에서 아직 대단히 미진한 미소 간극동물군에 대한 연구의 기반을 마련함으로써, 간극동물군의 생물다양성 연구분야에서 선도적 위치를 점하는 것을 궁극적인 목표로 하고 있다.</p>		
연구내용	<p>제주산 해양 간극 동물을 분류하고 분포상을 밝히기 위하여, 본 연구기간 중 제주 해역의 각종 서식처에 서식하는 간극 동물을 다양한 방법으로 채집하고, 이들 재료를 형태학적 형질을 위주로 관찰하면서 관계문헌에 의거 동정하고, 동정된 종들을 계통적으로 분류하며 분포상도 고찰한다. 이때 신종 또는 한국미기록종에 대해서는 상세히 기재하고 도판과 함께 미세구조를 현미경사진(SEM, 간섭현미경)으로 촬영하고, 논문을 출판한다. 주요 연구대상 분류군은 복모류, 동문류, 완보류, 간극수산 요각류이며, 상세한 분류학적 명세를 밝힌다. 아울러 국내에서는 아직 전혀 연구된 바 없는 해양 자유선충, 악구동물, 동갑동물, 새예동물, 해양 물웅애류는 본 과제를 통해 연구방법을 확립하고 가급적 많은 종을 채집하고, 문헌의 정리와 분류체계의 검토 등 분류학적 연구기반을 확충한다. 이와 함께 종별 서식처 분포상, 저질의 구성에 따른 종출현특성, 지리적 분포상 등 간극수 동물군집에 대한 기초조사를 병행한다. 하등 미소동물군의 계통진화 연구를 위해 분석시료를 축적하고, 선충과 동문동물 등 일부 분류군은 실제로 18S rDNA 염기서열 분석을 시도하여 향후 본격적인 미소 간극동물의 계통분류를 위한 기반을 조성한다.</p>		
연구성과	<p>해양 간극동물군에 관한 문헌들을 일제 정리하여 저자별, 분류군별, 연도별, 국가별, 해역별, 서식처별, 기타 검색어별 등으로 검색할 수 있도록 데이터베이스화하였고, 이를 바탕으로 각 분류군별 분류목록(checklist)을 새롭게 재작성하였다. 제주도의 29개 정점에서 총 59일간 조사를 수행하였고, 1992년부터 채집되어 대구대학교 생물학과 표본실에 보관중인 표본들도 함께 분류하였다. 또한 간극수동물을 연구하기 위해 필수적인 표본의 마취, 고정과 프레파라아딩, 전자현미경 관찰을 위한 효율적인 고정 과정과 탈수과정 등의 연구방법을 개발하거나 개량하였다.</p> <p>연구기간동안 분류된 제주산 간극수 서식 동물군은 히드라 1종, 악구동물 1종, 복모동물 30종(9신종, 7한국미기록종 포함), 선형동물 4종, 동문동물 6종(2신종, 1한국미기록종 포함), 동갑동물 1종, 새예동물 2신종, 완보동물 13종(1신종, 2한국미기록종 포함), 찰물웅애류 4종(2신종, 1한국미기록종 포함), 요각류 30종(8신종, 11한국미기록종 포함) 등 총 92종(24신종, 22한국미기록종 포함)이다. 본 조사로 한국에서는 최초로 새예동물과 동갑동물의 2문(門)이 보고된다. 그리고 악구동물문과 해양 선충류, 해양 물웅애류도 분류학적으로 한국에서 처음으로 기록되는 분류군이다.</p> <p>형태분류를 통한 생물상 연구와 함께, 하등 미소동물군의 계통진화 연구를 위해 선충 1종과 동문동물 1종의 18S rDNA 염기서열 분석을 시도함으로써, 전통 형태분류를 보완할 수 있는 분자계통 분석의 적용가능성을 타진하였다. 종별 서식처 분포상, 저질의 구성에 따른 종출현특성, 지리적 분포상 등 간극동물 군집에 대한 기초자료 조사를 수행하였다.</p>		

< EXECUTIVE SUMMARY >

Keyword	Pointed Keyword	Related Keyword	
	Taxonomy	Biodiversity	Systematic Zoology
	meiofauna	interstitial	marine
	Jeju Island	Korea	meidbenthos
Purpose of Research	<p>Meiofauna, the minute interstitial animals occupying an unique marine ecosystem of the various bottom types comprises 23 phyla of total 35 phyla in kingdom Animalia, of which 5 phyla are exclusively meiofaunal: gnathostomulids, loriciferans, gastrotrichs, kinorhynchs and tardigrades. The taxonomic study on marine meiobenthos is essentially prerequisite for ecological or environmental studies as well as zoogeographical or evolutionary studies by their high rate of endemism, so they are worldwide paid attention to nowadays and their fauna become clarified better in these days. Nevertheless, they are still very poorly known in the western Pacific, especially in East Asia, not to mention of that in Korea, which is nearly lacking. The present study aims at clarifying the fauna of marine interstitial invertebrates, mainly gastrotrichs, tardigrades, kinorhynchs, and interstitial copepods in Jeju I., Korea taxonomically, and the preliminary study on other taxa of gnathostomulids, interstitial priapulids and nematodes, and halacarids which have been yet unknown in Korea, moreover, with the investigation of the zoogeography of them in Korea and the basic ecological study like the habitat or bottom type preferences of the dominant species.</p>		
Contents of Research	<p>Marine interstitial invertebrates, especially gastrotrichs, tardigrades, kinorhynchs, and interstitial copepods in Jeju I., Korea are classified with illustrations or photographs. Furthermore, the zoogeography of them in Korea and the basic ecological investigations like the habitat or bottom type preferences of the dominant species are to be discussed. In addition, the preliminary investigation on the molecular phylogeny of the meiobenthos, especially of an interstitial desmoscolecoid nematode and a kinorhynch species is accomplished.</p>		
Effectiveness of Research	<p>(1) This study on the meiofauna in Jeju Island will promote the developement of the biodiversity research field in the East Asia. As a result of examining the specimens collected at 29 localities during the research period, 92 meiobenthic species were identified and classified, of which 24 species were turned out to be new to science, including 1 halammohydroid, 1 gnathostomulid, 30 gastrotrichs (9 new species), 4 nematodes, 6 kinorhynchs (2 new species), 1 loriciferan, 2 new priapulids, 13 tardigrades (1 new species), 4 halacarids (2 new species), and 30 copepods (8 new species).</p> <p>(2) This study will become a pioneering study for developing the efficient methods and tools of the various meiofaunal groups, like the fixation, preparation technique, and SEM photography.</p> <p>(3) The preliminary investigation on the molecular phylogeny of the meiobenthos is accomplished. The 18S rDNA sequences of an interstitial desmoscolecoid nematode and a kinorhynch species are analyzed.</p> <p>(4) Interstitial organisms have the relatively high endemic rate, so the results from this study will be used for biogeography and speciation study.</p> <p>(5) This study will give out the plentiful data for the index organisms, nature preservation, and environmental biology. Tables for the habitat preferences and bottom types of the dominant species are prepared.</p>		

〈 연구내용 및 결과 〉

1. 서론

가. 연구배경 및 목적

(1) 연구 배경

해양 간극동물은 해양의 각종 저질층에 서식하는 소형의 무척추동물군으로서, 전 동물계 약 35門(phylum) 중 23개의 문이 간극수 서식 종을 포함하고 있으며, 이중 顎口動物(Gnathostomulida), 腹毛動物(Gastrotricha), 動吻動物(Kinorhyncha), 胴脰動物(Loricifera), 緩步動物(Tardigrada) 등의 5개 문은 전적으로 간극수 서식종으로만 구성되어 있다. 이밖에 선충(Nematoda), 편형동물(Platyhelminthes), 유형동물(Nemertea), 새예동물(Priapulida), 절지동물 중의 요각류와 해산 물응애(Halacarida) 등이 주요한 해양 간극수동물군의 구성원이다.

이들 간극수동물은 규조 등 단세포 조류, 박테리아, 원생동물 등을 주로 섭식하는 저차소비자로서 수중생물의 먹이연쇄에서 중요한 연결고리가 되며, 출현종수와 서식밀도 및 생물량이 대단히 많다. 일반적으로 천해계의 퇴적물 1m²로부터 10⁶-10⁷개체의 중형저서생물이 얻어지며, 이를 현존량으로 환산할 때 10-100g/m²에 상당하고, 이들의 크기가 소형이지만 생리활성이 상대적으로 높다는 것을 고려하면, 에너지소비량은 대형저서동물의 5배에 달하는 것으로 알려지고 있다(Kim et al., 1998에서 재인용).

또한 이들 중에는 환경변화의 指標種으로 有意한 종들이 많다는 사실이 밝혀지고 있다(Sudzuki, 1979). 특히 간극수동물의 서식밀도가 매우 높으므로 소량의 시료만으로도 통계학적으로 유의한 데이터를 얻을 수 있으며, 부영양화가 극도로 진행된 열악한 환경에서도 생존할 수 있는 종이 있다는 점, 그리고 대형저서동물과 달리 심해 환경에도 잘 적응하여 심도에 따라 개체수가 급감하지 않으므로 해양의 심해 환경 연구에 대단히 유용하게 적용시킬 수 있다는 점(Shirayama, 1996) 등이 해양 환경의 지표종으로서 유용한 면이다.

위와 같이 간극수동물이 해양 저서생물 군집에서 차지하는 중요한 위치에도 불구하고 미세한 크기(보통 몸길이 200-500μm 내외)와 표본의 제작과정 등 각종의 조작(handling)이 여의치 않았기 때문에 그동안 분류학적인 조사연구가 상대적으로 미진한 편이었다. 근래 들어 meiofauna에 대한 관심과 그들에 대한 연구방법이 지속적으로 개선되고, 최근에는 조사지역과 참여연구자의 확대됨에 따라 해양 간극수동물의 기록종수가 급증하는 추세에 있으나(Renaud-Mornant, 1986), 요각류나 선충 이외의 해양무척추동물에 대한 분류학적 연구에 비해 아직 매우 부진한 상태이며, 그나마 간극수동물 연구가 왕성한 북해 연안이나 지중해 연안, 그리고 미국의 대서양 연안 등 일부 지역에 국한되어 있는 형편이다. 실례로, 현재까지 전세계에서 알려진 해양 복모류 총 317종 중에서, 현재 이태리가 156종(전세계에서 알려진 종수의 49.2%), 영국이 117종(36.9%), 영국을 제외한 북유럽 지역에서 146종(46%)의 해양 복모류상을 보여 주고 있으며, 동문류의 경우도, 대서양(기재종수 50종, 전체 기록종수 117종의 43%; 총 13편의 기재논문)과 북해 연안 또는 지중해 등 유럽(30종, 26%)에서 70% 가까이 기록된 것을 보더라도 얼마나 해양 간극수동물의 분류학적 연구가 특정 지역에 편중되었는가를 쉽게 알 수 있다.

이에 반해 북태평양 해역에서의 간극수동물군에 관한 분류학적 연구는 아직 미미하다. 복모류의 경우, 미국의 서해안에서 10종(Wieser, 1957; Hummon, 1966, 1969, 1972), 일본에서 7종(Saito, 1937; Sudzuki 1979; Chang et al., 2002), 한국에서 2속 6종(Chang et al., 1998a, 1998b; Chang and Lee, 2001)이 전부이다.

동문류는 전체 기록종 126종 중 겨우 12종(전체 기록종수의 11%)에 불과하며, 이중 동아시아에서는 한국에서의 2종을 포함하여 모두 10종이 보고되었는데(Lou, 1934; Higgins and Shirayama, 1990;

Adrianov, 1989; Adrianov and Malakov, 1999; Song and Chang, 2001; Chang and Song, 2002), 이중 9종이 신종이었다.

완보류는, 일본에서 4신종을 포함 5종이 기록되어 있고(Noda, 1985, 1987 등), Russia 해역에서 1종(Tchesunov and Mokievsky, 1995), 한국에서 8종(Rho et al., 1999) 등 14종이 연구되어 있을 뿐이다.

이밖에 악구동물과 새예동물의 동아시아에서의 연구는, 일본에서 악구동물 2종에 대한 관찰기록이 있을 뿐 거의 전무한 형편이다. 한국에서는 악구동물, 새예동물, 잔물웅애류에 대한 채집 또는 관찰된 사실의 보고는 있으나 본 과제 이전에는 분류학적 연구가 수행된 적은 아직 없다.

이상을 종합하여 볼 때, 향후 북태평양 특히 동아시아 해역에서의 간극수동물의 생물상 연구는 거의 불모(不毛)에 가까우며, 향후 연구의 여지가 대단히 많이 남아 있음을 단적으로 말해주고 있다. 따라서 한국에서의 이들에 대한 연구는 동아시아에서 전혀 또는 거의 알려지지 않은 이들 門준위 분류군들을 개척함으로써 한국의 동물상 확장에 기여함은 물론 향후 동아시아 지역에서의 생물다양성 연구에서 주도적인 위치를 선점할 수 있으므로 그 연구가 매우 중요하고 시급하다 하겠다.

본 연구과제 신청자는 요각류 등 소형 무척추동물의 분류학적 연구를 수행하는 과정의 한 일환으로, 1992년부터는 각종 微小서식처에 서식하는 간극동물의 표본들을 수집해 오고 있으며, 관련 문헌을 수집하는 한편, 간극동물 연구를 위한 인력양성과 연구방법 획득을 위하여 지속적으로 노력해 왔다. 또한, 동아시아의 인접지역(일본, 필리핀, 중국, 태국, 괌, 사이판 등)에서 국내종과의 지리적 분포 차이에 따른 변이성과 연관성을 검토하였고 일부 결과는 논문(Chang and Rho, 1997, 1998a, 1998b)으로 출판한 바 있다.

본 연구과제의 조사 대상지역인 제주도는 간극수동물이 서식하기 좋은 수온과 저질 조건을 구비하고 있으며, 내륙의 해안에 비교해 아직 자연성을 유지하고 있다. 또한 그간의 예비조사의 결과로 볼 때 매우 풍부한 종류상을 보일 것으로 기대되고 있으며, 동물지리학적인 위치로 볼 때 일본, 중국 남부, 대만, 필리핀 및 동남아시아의 동물상과 대단히 유의한 데이터를 제시해 줄 것으로 예상된다.

천혜의 조건을 갖추고 있는 제주도를 2년 동안에 걸쳐 요각류, 완보류, 복모류, 동문류 등 최근 본격적으로 연구하고 있는 간극수동물군의 종류상을 집중적으로 밝히고, 새예동물, 해양 물웅애류, 악구동물 등 우리나라에서는 전혀 기록이 없거나 연구되지 않은 분류군은 이번 연구로 분류학적 연구의 기반을 닦고자 한다. 형태분류를 통한 종조성 파악과 함께 하등 미소동물군의 계통진화 연구를 위해 분석시료를 축적하고, 선충과 동문동물 등 일부 분류군은 실제로 18S rDNA 염기서열 분석을 시도하여 향후 본격적인 미소 간극동물의 계통분류를 위한 기반을 조성하고자 한다. 또한 종별 서식처 분포상, 저질의 구성에 따른 종출현특성, 지리적 분포상 등 간극수 동물군집에 대한 기초조사를 수행하고자 한다.

(2) 연구과제의 중요성과 의미

간극수동물에 관한 분류학적 연구는, 근래 들어 생물다양성 연구가 활발해지고, 간극수동물의 연구방법이 발전하게 됨에 따라 최근 기록종수가 크게 증가하고 있다. 1988년까지 기록된 해양 완보류는 27속 71종이었으나(Renaud-Mornant, 1992), 1994년까지 모두 41속 130종이 알려지게 되어서(Kinchin, 1994), 불과 6년만에 앞서 1988년까지 기록된 種수의 83%, 屬수의 52%가 증가한 셈이다. 복모류의 경우, 해양 복모류가 가장 잘 연구된 이태리 연안에서 1989년 이전까지 27속 92종이 알려져 있었음에도 불구하고, 1989년 여름 한철 동안의 집중적인 조사를 통하여 총 144종이 밝혀짐으로써 기존의 종류상이 무려 1.57배 증가되었다(Hummon 등, 1992). 특히 주목할 만한 것은, 간극수동물은 종수에 비해 속의 수가 대단히 많아서(해양 완보류의 경우 1속 당 평균 3.2종만이 포함되어 있음), 이는 간극수동물의 형태적 분화가 매우 크고 진화속도가 대단히 빠름을 시사해 주고 있다(Renaud-Mornant, 1982). 이러한 사실은 간극수동물의 생물다양성이 매우 높고, 특히 태평양 등 간극수동물이 잘 연구 안된 여타 해역에서의 향후 연구 가능성과 여지가 대단히 많이 남아 있음을 단적으로 말해주고 있다 하겠다. 일례로, 본 과제 신청자가 일본의 다나베灣의 1개 지소(오사카 남쪽 약 120 km 지점에 위치한 和歌山縣의 京都대학 세토임해실험소 부근 해안으로 제주도 해안과 저질과 수온 등의 조건이 매우 유사함)에서 1997년 2월 에 조사한 결과, 조사된 완보류 7종 중 6종이 신종이었으며, 과거에 이곳에서 기록된 종까

지 합하면, 한 지점에서 9종(7신종)이 출현하여 신종 비율이 78%에 달하였다. 이러한 높은 신종의 비율은 당시에 과제연구자에 의해 조사되었던 간극수 요각류나 2000년 9월에 조사한 복모류에서도 대동소이하였다.

그럼에도 불구하고, 한국에서의 이들에 관한 분류학적 연구는 매우 미진하여, 해양 간극수동물은 동물界 35개 門 중에서 한국에서 아직 전혀 기록되지 않거나(악구동물, 동갑동물, 새예동물) 거의 연구가 안된 문들(동문동물, 복모동물, 해양성 완보동물, 해양성 선충류, 해양성 편형동물, 유형동물 등)을 다수 포함하고 있으므로, 한국에서의 이들에 대한 분류학적 연구는 아직 걸음마 단계에 머물러 있다고 할 수 밖에 없다. 최근에 해양연구소의 김동성 박사 등에 의해 서해 대부도(Kim et al., 1998), 강화도 갯벌(Kim et al., 2000) 등지에 서식하는 중형저서동물의 군집구조 조사가 시도되었는데, 주로 문, 강, 목준위의 상위분류군을 단위로 하여 서식밀도 조성 등 개괄적인 군집구조를 조사하고 있으며, 선충/요각류의 개체수 比를 통한 환경오염의 지표성을 탐색하고 있다. 이러한 시도는 갯벌 등 연안환경보전을 위한 기초 생태조사에서 매우 중요한 작업임에 틀림없으나, 다만 種 또는 최소한 屬 수준의 분류학적 명세가 밝혀진 군집구조의 연구가 가능할 때 그 학술적 의미가 더욱 빛을 발하게 될 것이다.

(3) 연구 목적

간극동물의 분류학적 연구를 위한 천혜의 조건을 갖추고 있는 제주 해안을 집중적으로 탐사하여, 조간대와 조하대의 각종 저질틈에서 새로 채집할 표본과 미동정인 채로 보관중인 일부 표본을 근거로, 국내에서는 거의 또는 전혀 연구가 안된 채 불모로 남아있는 미소 간극동물을 동정, 분류하고 그 분포상을 상세히 밝히는데 그 일차적인 연구목적이 있다.

요각류, 완보류, 복모류, 동문류 등 최근 본격적으로 연구하고 있는 간극동물군의 종류상을 집중적으로 밝히고, 해양 선충류, 잔물웅애류, 새예동물, 악구동물 등 우리나라에서는 전혀 기록이 없거나 연구되지 않는 분류군은 이번 연구로 분류학적 연구의 기반을 닦고자 한다. 나아가 동물지리학적 분포상과, 서식처 분포, 저질 조성에 따른 출현특성 등 간극동물군집의 기초조사를 병행하고자 한다.

본 연구과제를 통해 동아시아의 태평양 해역에서 아직까지 대단히 미진한 해양 간극수동물의 분류학적 연구를 수행함으로써, 이 분야의 생물다양성 연구의 선도적 위치를 점하는 것을 궁극적인 목표로 삼고자 한다. 본 연구과제를 통하여, 한국 해양 무척추동물의 種類相이 크게 확장되게 됨은 물론, 연구 수행과정에서 meiofauna에 관한 문헌자료의 데이터베이스를 구축하고, 생물표본을 축적하는 한편, 분자계통분석을 포함한 다양한 연구방법을 개발함으로써, 한국에서는 아직 대단히 미진한 미소 간극동물군에 대한 연구의 기반을 마련하고자 한다.

나. 연구내용 및 범위

제주산 해양 간극 동물을 분류하고 분포상을 밝히기 위하여, 본 연구기간 중 제주 해역의 각종 서식처에 서식하는 간극 동물을 다양한 방법으로 채집하고, 이들 재료를 형태학적 형질을 위주로 관찰하면서 관계문헌에 의거 동정하고, 동정된 종들을 계통적으로 분류하며 분포상도 고찰한다. 이때 신종 또는 한국미기록종에 대해서는 상세히 기재하고 도판과 함께 미세구조를 현미경사진(SEM, 간섭현미경)으로 촬영하고, 논문을 출판한다. 주요 연구대상 분류군은 복모류, 동문류, 완보류, 간극수산 요각류이며, 상세한 분류학적 명세를 밝힌다. 아울러 국내에서는 아직 전혀 연구된 바 없는 해양 자유선충, 악구동물, 동갑동물, 새예동물, 해양 물웅애류는 본조사를 통해 연구방법을 확립하고 가급적 많은 종을 채집하고, 문헌의 정리와 분류체계의 검토 등 계통분류학적 연구기반을 확충한다. 하등 미소동물군의 계통진화 연구를 위해 분석시료를 축적하고, 선충과 동문동물 등 일부 분류군은 실제로 18S rDNA 염기서열 분석을 시도하여 향후 본격적인 미소 간극동물의 계통분류를 위한 기반을 조성한다. 이와 함께 종별 서식처 분포상, 저질의 조성에 따른 종출현특성, 지리적 분포상 등 간극수 동물군집에 대한 기초조사를 병행한다.

2. 연구방법

가. 문헌정리: 문헌은 분류학에서는 실험기기와 동등한 바, 부족한 문헌을 외국의 관련 분야 연구자들, 또는 해양동물 데이터베이스 및 전문학술지 검색을 통해 소장기관들로 부터 입수하고, 입수한 문헌과 신청중인 문헌은 모두 저자별, 분류군별, 연도별, 국가별, 해역별, 서식처별, 기타 검색어별 등으로 검색할 수 있도록 데이터베이스화하였다.

나. 현장 조사와 채집: 주요 간극동물 분류군의 과거 조사 및 출현지점, 채집의 여의성, 지리적 간격 및 서식처 양상, 2년간 가능한 현지조사 작업량 등을 고려하여 총 22개 조사정점을 설정하였고, 이중 주요 지점에서는 계절을 달리하여 반복 채집하였다.

조간대 채집은 core sampler를 사용하여 저질의 상층부(10-20cm)를 모으고, 여기에 같은 부피만큼의 5% MgCl₂ 용액을 첨가하여 10-30분간 마취하고, Bubbling Technique를 이용해 모래 및 해조로부터 분리한 뒤 net(그물눈 크기 64 μ m)를 통해 3회-5회 반복하여 걸렀다. 걸러진 표본은 약 10% 중성 포르말린이나 Bouin液으로 고정하였다. 또한 동문류, 물웅애류, 요각류와 같은 분류군의 채집을 위해서 저인망 어선의 자망과 통발에 걸려 나오는 각종 무척추동물들과 해안의 석회조류를 포함한 각종 해조류, 패각 부스러기 등을 양동이에 모으고 여기에 시료와 동일한 부피만큼의 담수를 섞어서 잘 저은 뒤 1분 이내에 앞에서와 동일한 방법으로 걸러 고정하였다.

수심 10-20m 내외의 조하대 채집은, SCUBA 작업으로 각종 저질을 드래지하여 polyvinyl bag에 모은 뒤, 조간대에서와 같은 과정을 거쳐 걸렀다.

다. 관찰 및 동정: mounting medium으로 lactophenol이나 Hoyer solution이 한 방울 담긴 hole 슬라이드 (Cobb's Aluminum Hole Slide 또는 H-S slide) 위에 표본을 올려 놓고 관찰과 동정, 사진촬영 및 도판 작성을 하였다. 요각류나 해양 물웅애류 등 해부가 필요한 분류군은 텅스텐선을 전기분해하여 만든 해부침으로 실체현미경하에서 해부하여 관찰하였다. 도판은 drawing tube를 사용하여 보통 800~1500배의 배율에서 그렸다. 생체 표본의 섬모나 부속기관들의 운동모습을 CCD Camera가 장착된 해부현미경이나 광학현미경을 이용, 모니터로 관찰하고 video테잎으로 녹화를 하였다.

라. 미세구조 관찰 및 현미경 사진 촬영: 간극수동물은 그 크기가 대단히 작으므로 신중 및 아종, 또는 혼동이 있는 분류군에 대해서는 주사전자현미경이나 간섭현미경(Differential Interference Contrast Microscope with Nomarski optics)을 사용해 분류군간 특징을 뚜렷이 밝히고 상세히 기재하며 현미경 사진을 작성하였다. 특히, 분류학적 형질로 중요시 되는 부속지, 구기부, 강모, 등면 비늘의 모양, 섬모, cirrus, 짐착판의 위치와 배열 등에 대해서 간섭현미경으로도 구분이 불분명할 경우 주사전자현미경 등으로 관찰하였다. 주사전자현미경으로 관찰 및 사진촬영하기 위해서, 우선 고정된 표본을 2.5% buffered glutaraldehyde와 2% osmium tetroxide로 고정하고, graded alcohol로 탈수, critical point dryer에서 완전 건조시켜, Ion coater로 gold coating 등의 과정을 거쳐 mounting하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 문헌정리

해양 간극수 동물군에 관해 이미 출판된 문헌들과 연구 결과물들을 계통분류학 관련 학술잡지, UNESCO의 해양동물 데이터베이스(URMO), 『Biological Abstracts』 및 전문학술지 검색 CD-ROM 등을 통해 검색하는 한편, 관련 학자들과의 서신 교환을 통해 문헌들을 확인·입수·조사하였다. 입수한 문헌과 신청중인 문헌은 모두 저자별, 분류군별, 연도별, 국가별, 해역별, 서식처별, 기타 검색어별 등으로 검

색할 수 있도록 데이터베이스화 하였다. 위와 같은 문헌 정리작업을 통하여 현재까지 악구동물은 83개 문헌에서 총 2목 11과 18속 80여종을, 복모동물은 496개 문헌에서 총 2목 14과 66속 670여종을, 동문동물은 288개 문헌에서 총 2목 9과 14속 126여종을, 동갑동물은 101개 문헌에서 총 2과 3속 10종을, 새예동물은 755개 문헌에서 간극수산 총 3과 5속 17종을, 해양성 완보동물은 811개 문헌에서 총 3목 8과 42속 143여종을, 해양성 요각류는 1,216개 문헌을, 그리고 잔물응애류(Halacarida)는 55개 문헌에서 총 4아과 29속 680여종을 각각 확인하는 한편, 이들에 대한 분류목록(checklist)을 새롭게 재작성하였다.

나. 채집

본 연구기간 동안 제주도의 29개 정점에서 총 59일간 조사를 수행하였고, 과거 1992년부터 채집되어 보관중이던 간극동물 표본도 함께 분류하였다 (채집일자 및 종별 출현지점은 라항의 "분류목록" 참조).

다. 연구방법 개발

다음과 같은 점이 본 연구과제를 수행하는 과정에서 획득하거나 개선된 연구방법 중의 대표적인 사항이다.

(1) 야외 또는 실험실 내에서 1분 이내의 짧은 담수속을 주고 난 후 중성 포르말린으로 고정함으로써 좋은 상태의 표본을 획득한다. 특히, 부착성이 강한 완보류나 고정할 때 두부(頭部)가 동체부(胴體部)안으로 수축하기 쉬운 동문동물과 새예동물을 고정할 때 이 방법으로 훨씬 좋은 상태의 표본을 얻을 수 있다. 단, 복모류에서는 담수속은 금물이고, 반드시 7.5% MgCl₂로 마취하고 걸러야 한다.

(2) H-S slide를 사용하여, 등면과 복면 양면을 관찰할 수 있게 한다. 동문류의 경우, mounting medium으로 Hoyer's solution을 쓰는데 이때 chloral hydrate의 함량을 원래 함량의 50%이상, Higgins가 제시한 양의 70%로 정도 줄여야만 프레파라아팅시 표본의 수축과 지나치게 표본이 투명해지는 것을 막을 수 있다.

(3) 전자현미경 프레파라아팅을 위한 後고정시에는 독성이 강하고 가격이 비싼 OsO₄를 사용하여야 하나, 현장에서 포르말린으로 고정되어 보관중이던 일반 표본을 80℃ 정도의 물증탕에서 약 1-3분간 80% 에탄올에 처리하면, 전·후고정과정을 거치지 않고 곧바로 탈수과정으로 넘어갈 수 있게 되어 시간과 경비, 노력을 대폭 줄일 수 있다. 이 방법은 동문류와 완보류에서 유효하였으며, 특히 해양 자유 선충에서 탁월한 효과를 나타내었다.

(4) 이밖에, 주사전자현미경 관찰을 위한 일련의 고정·탈수·이온증착·사진촬영 등의 방법 설정을 완료하였으며, 텅스텐선을 전기분해하여 미세 해부침을 만드는 장치 등 간극동물의 채집과 표본제작을 위한 각종 기구들을 갖추게 되었다.

라. 동정 및 분류

본 조사로 한국에서는 최초로 새예동물(Priapulida), 동갑동물(Loricifera)의 2문(門)이 보고된다. 그리고 악구동물(Gnathostomulida)문과 해양 선충류(Nematoda), 잔물응애류(Halacarida)도 분류학적으로 처음으로 기록되는 분류군이다.

연구기간동안 분류된 제주산 간극동물군은 간극수산 히드라 1종, 악구동물 1종, 복모동물 30종(9신종, 7한국미기록종 포함), 선충류 4종, 동문동물 6종(2신종, 1한국미기록종 포함), 동갑동물 1종, 새예동물 2신종, 완보동물 13종(1신종, 2한국미기록종 포함), 잔물응애류 4종(2신종, 1한국미기록종 포함), 요각류 30종(8신종, 11한국미기록종 포함) 등 총 92종(24신종, 22한국미기록종 포함)이다.

중 준위까지 분류되지 않은 종 중에서 "new species"인 종은 신종이 확인되어 기재하여 논문으로 출판하였거나 학회 발표된 종이며, "sp."로 표기된 종들은 외국산 표본과의 대조, 개체군 내에서의 변이(암수 또는 유생형 포함), 지리적 변이 등의 문제를 검토하여 기재 및 고찰중에 있으며, 대부분 신종후보종들이다.

제주도의 간극동물군 분류목록

(** : 신종으로 확인된 종, * : 한국미기록종)

(1) 자포동물 (phylum Cnidaria)

Class Hydorzoa

Family Halammohydridae Remane

1. *Halammohydra* cf. *schulzei* Remane, 1927 (Fig. 1A)
1개체, 2001. 7. 18; 1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2003. 3. 20.

(2) 악구동물 (phylum Ganthostomulida)

Family Gnathostomulidae

1. *Gnathostomula* sp. (Fig. 1B)
6개체, 우도 산호사 해수욕장(수심 2-5 m), 2001. 9. 29; 5개체, 우도 산호사 해수욕장, 2002. 4. 2; 1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2003. 3. 20.

(3) 복모동물 (phylum Gastrotricha)

Order Macrodasysida Remane, 1924

Family Dactylopodolidae Strand, 1929

- *1. *Dactylopodola typhle* Remane, 1927
김녕 (1996. 7. 5.); 이호 (1996. 7. 3.)
5개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 1개체, 남원, 2001. 7. 17.; 10개체, 협재, 2001. 7. 18.; 7개체, 김녕, 2001. 7. 19-20.; 3개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 5개체, 세화, 2001. 7. 19.; 2개체, 화순, 2001. 10. 6; 5개체, 화순, 2002. 4. 3; 3개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3; 7개체, 시흥, 2002. 10. 11; 9개체, 종달, 2003. 1. 24; 2개체, 세화, 2003. 1. 25; 3개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20; 2개체, 김녕, 2003. 3.28

2. *Dendrodasys* sp.
중문(1995. 4. 20.); 우도 천진동 산호모래 (1998. 3. 1.)
1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2002. 4. 2; 1개체, 시흥, 2002. 10. 11; 5개체, 종달, 2003. 1. 24

Family Lepidodasyidae Remane, 1926

- **3. *Cephalodasys* new species (Fig. 1C)
9개체, 종달, 2003. 1.24; 2개체, 종달, 2003. 1.27; 3개체, 종달, 2003. 1.30
4. *Cephalodasys* sp.
표선 (1996. 7. 8.)
6개체, 표선, 2001. 6. 7.; 2개체, 세화, 2001. 6. 7.; 4개체, 세화, 2001. 7. 19.; 5개체, 광지, 2001. 7. 17.; 5개체, 화순, 2001. 10. 6-7.; 3개체, 모슬포 2001. 10. 6-7; 2개체, 우도 하고수동, 2002. 4. 2; 3개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3
5. *Mesodasys* sp.
협재 (1996. 10. 14.)
3개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 2개체, 광지, 2001. 7. 18.; 2개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 5개체, 화순, 2001. 10. 7.;

1개체, 중문, 2001. 10. 6.; 2개체, 한경면 판포리, 2001. 10. 5; 5개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20.

6. *Lepidodasys* sp.

1개체, 종달, 2003. 1. 24.

Family Macrodasysidae Remane, 1927

- **7. *Macrodasys* new species (Fig. 1D)
4개체, 종달, 2003. 1. 24; 3개체, 종달, 2003. 1. 27

8. *Macrodasys* sp.

제주 우도 천진동 산호모래 beach (1996. 7. 13.; 1998. 3. 1.); 우도 하고수동 (1998. 2. 28; 1998. 3. 1.); 표선 (1996. 7. 13.)

3개체, 표선, 2001. 6. 7.; 3개체, 세화, 2001. 6. 7.; 2개체, 성산, 2001. 6. 9.; 2개체, 모슬포, 2001. 10. 6; 2개체, 우도 하고수동, 2002. 4. 2; 1개체, 화순, 2002. 4. 3; 2개체, 우도 산호사 해수욕장, 2003. 3. 20.

Family Turbanellidae Remane, 1925

9. *Paraturbanella* sp.

협재 (1996. 10. 14.)

2개체, 표선, 2001. 6. 7.; 3개체, 세화, 2001. 6. 7.; 1개체, 차귀도, 2001. 6. 8.; 1개체, 성산, 2001. 6. 9.; 2개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 2개체, 김녕, 2001. 7. 20.; 2개체, 화순, 2001. 10. 7; 1개체, 화순, 2002. 4. 3; 2개체, 종달, 2003. 1. 24; 1개체, 세화, 2003. 1. 25; 1개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20.

Family Taumastodermatidae Remane, 1926

*10. *Diplodasys ankei* Wilke, 1954 (Fig. 1E, F)

5개체, 성산, 2001. 6. 9.

*11. *Diplodasys meioriae* Todaro, Tongiorgi and Balsamo, 1992 (Fig. 1G)

협재 (1996. 10. 14.); 제주 숲섬 (1997. 1. 22.); 우도 (1997. 6. 26; 1998. 3.1.); 김녕 (1996. 7. 5.); 제주 모슬포 형제섬 (1997. 7. 27.)

2개체, 협재, 2001. 7. 18.; 1개체, 광지, 2001. 7. 18.; 5개체, 화순, 2001. 10. 6-7, 12개체, 성산, 2001. 6. 9; 3개체, 협재, 2002. 4. 4; 5개체, 성산, 2002. 10. 10; 4개체, 시흥, 2002. 10. 11; 2개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 2개체, 종달, 2003. 1. 24.

12. *Diplodasys* sp.

숲섬 (1997. 1. 22.)

2개체, 숲섬, 2002. 10. 11

13. *Tetranchyroderma gracilium* Chang, Lee and Clausen, 1988

제주 협재 (1997. 10. 14.; 1997. 8. 10.)

3개체, 협재, 2001. 7. 18.; 2개체, 광지, 2001. 7. 18.; 2개체, 김녕, 2001. 7. 19; 2개체, 협재, 2002. 4. 4.

**14. *Tetranchyroderma hoonsooi* Chang and Lee, 2001 (Fig. 2)

2개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 3개체, 협재, 2001. 7. 18.; 4개체, 광지, 2001. 7. 18.; 3개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 3개체, 금능, 2001. 10. 5.; 3개체, 한경면 판포리, 2001. 10. 5; 3개체, 시흥, 2002. 10. 11; 2개체, 우도

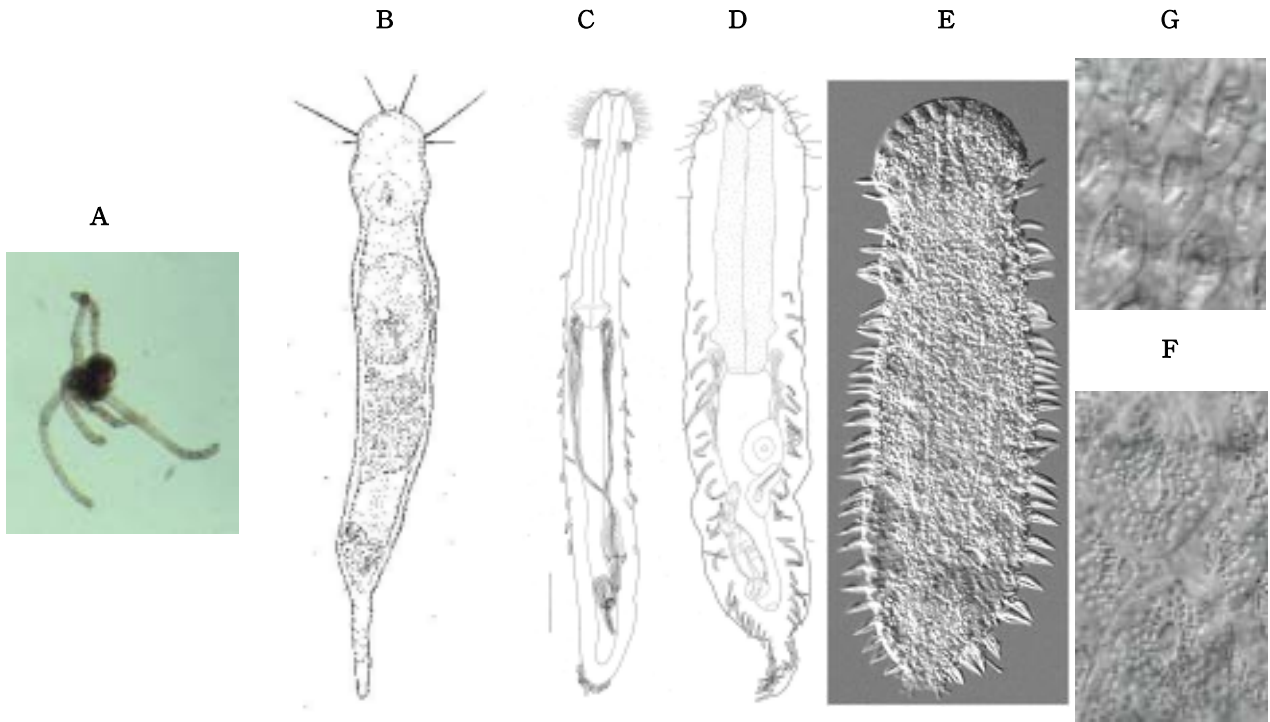


Fig. 1, A, *Halmmohydra* cf. *schulzei* Remane, 1927 (Cnidaria). B, *Gnathostomula* sp. (Gnathostomulida). C, *Cephalodasys* n. sp., habitus, ventral. D, *Macrodasys* n. sp. E-F, *Diplodasys ankei* Wilke, 1954: E, Habitus; F, Dorsal scles. G, *Diplodasys meioriae* Todaro, Tongiorgi and Balsamo, 1992, dorsal scales. (C-G, Gastrotricha)

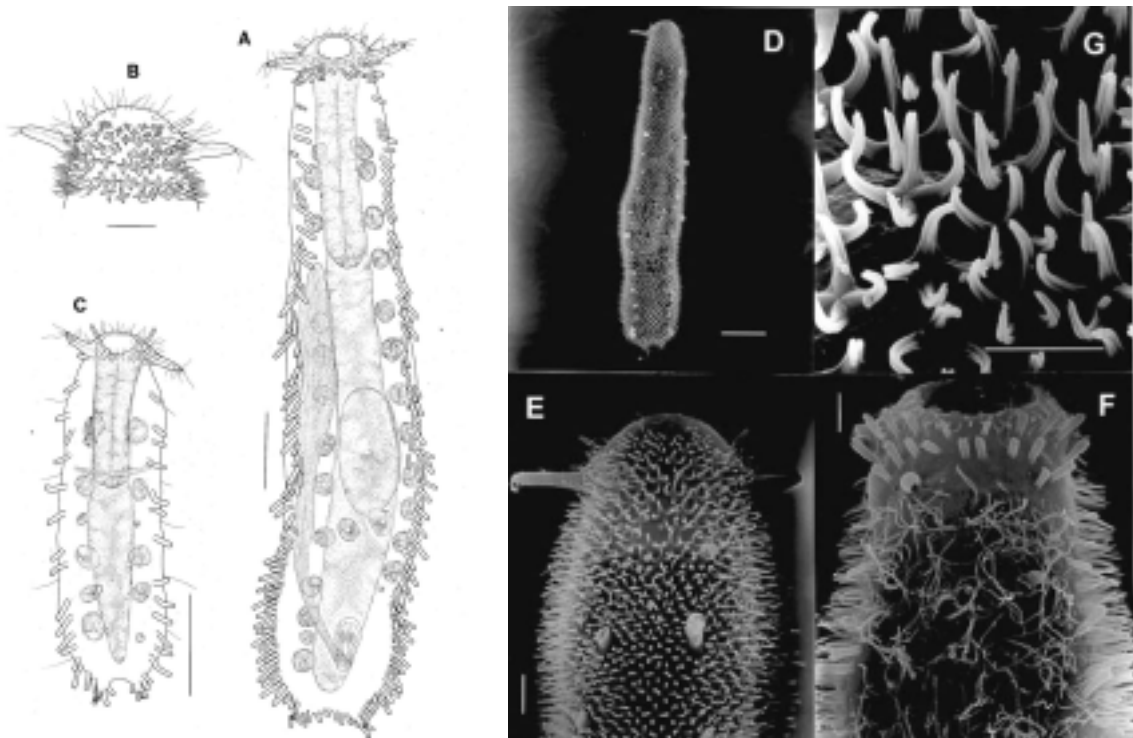


Fig. 2, *Tetranchyroderma hoonsooi* Chang and Lee, 2001. A, Habitus, ventral; B, Head, dorsal; C, Juvenile, ventral; D, Habitus, dorsal; E, Head and neck, dorsal; F, Head and neck, ventral; G, Tetrancres. Scale bars = 5 μm (G), 10 μm (E, F), 20 μm (B) and 50 μm (A, C, D)

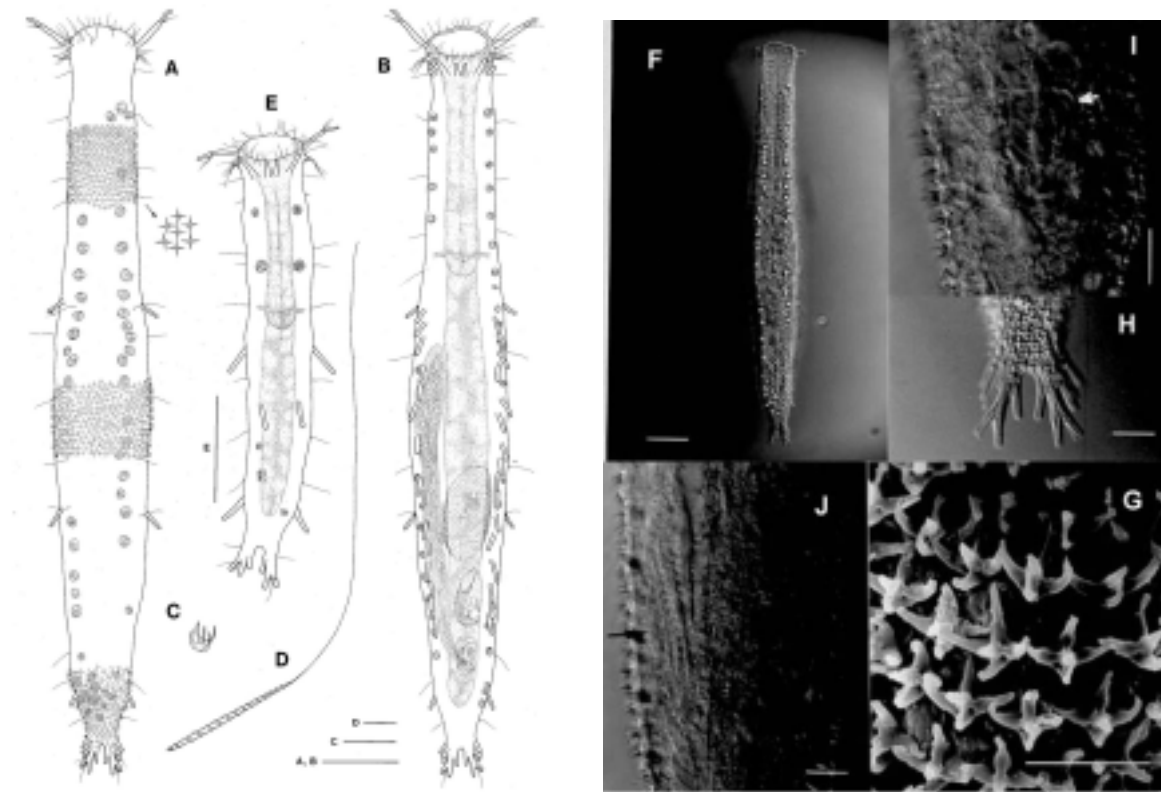


Fig. 3, *Tetranchyroderma heterotentaculatum* Chang and Lee, 2001. A, Habitus, dorsal; B, Habitus, ventral; C, Pentancre; D, Spermatozoon. E, Juvenile, ventral; F, Habitus, dorsal; G, Pentancre (mid-trunk region), dorsal; H, Caudum with pedicles, dorsal; I, Copulatory organ (arrow); J, Testis (part) in mid-trunk, ventral (arrow indicating spermatozoa). Scale bars = 5 μm (G), 10 μm (C, D, H-J) and 50 μm (A, B, E, F).

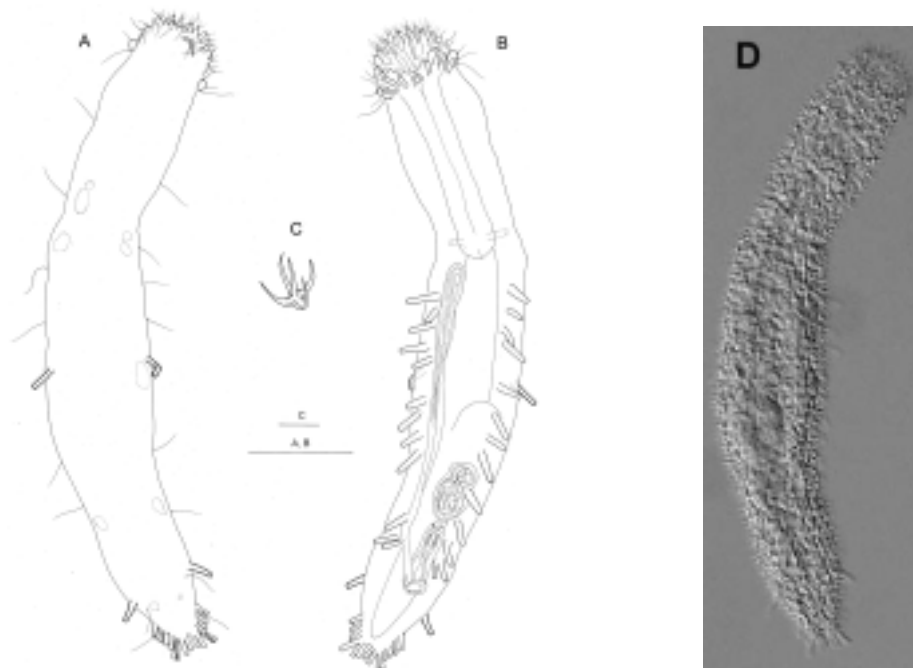


Fig. 4, *Tetranchyroderma* n. sp. 1. A, Habitus (dorsal); B, Habitus (ventral); C, Pentancre; D, Habitus. Scale = 50 μm .

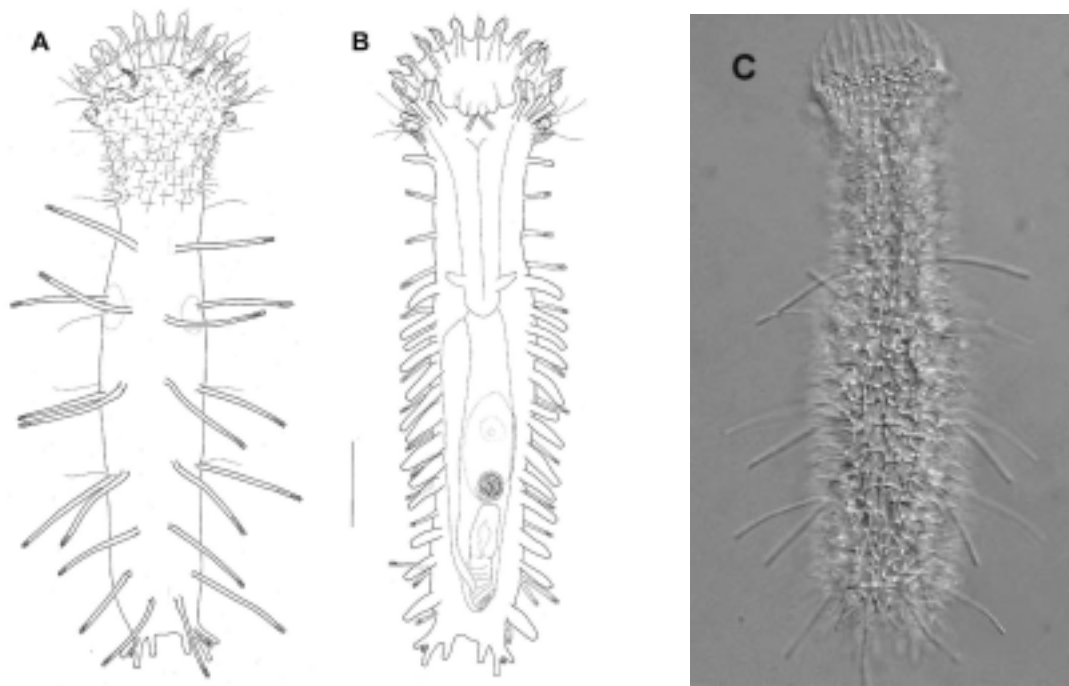


Fig. 5, *Tetranchyroderma* n. sp. 2. A, Habitus (dorsal); B, Habitus (ventral); C, Habitus. Scale = 50 μm

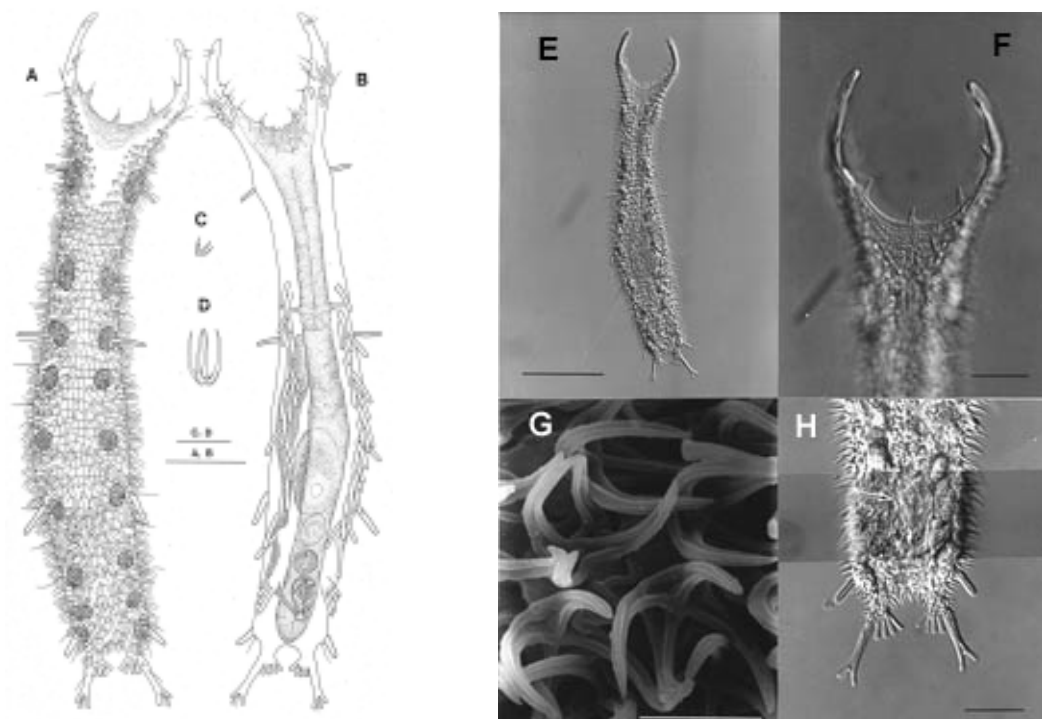


Fig. 6, *Pseudostomella longifurca* Lee and Chang, 2002. A, Habitus, dorsal; B, Habitus, ventral; C, Tetrancres on head; D, Tetrancres on trunk; E, Habitus, dorsal; F, Prebuccal apparatus, dorsal; G, Tetrancres (mid-trunk region), dorsal; H, Copulatory organ (arrow) and caudum with pedicles, dorsal. Scale bars = 5 μm (G), 10 μm (C, D), 25 μm (F, H) and 50 μm (A, B).

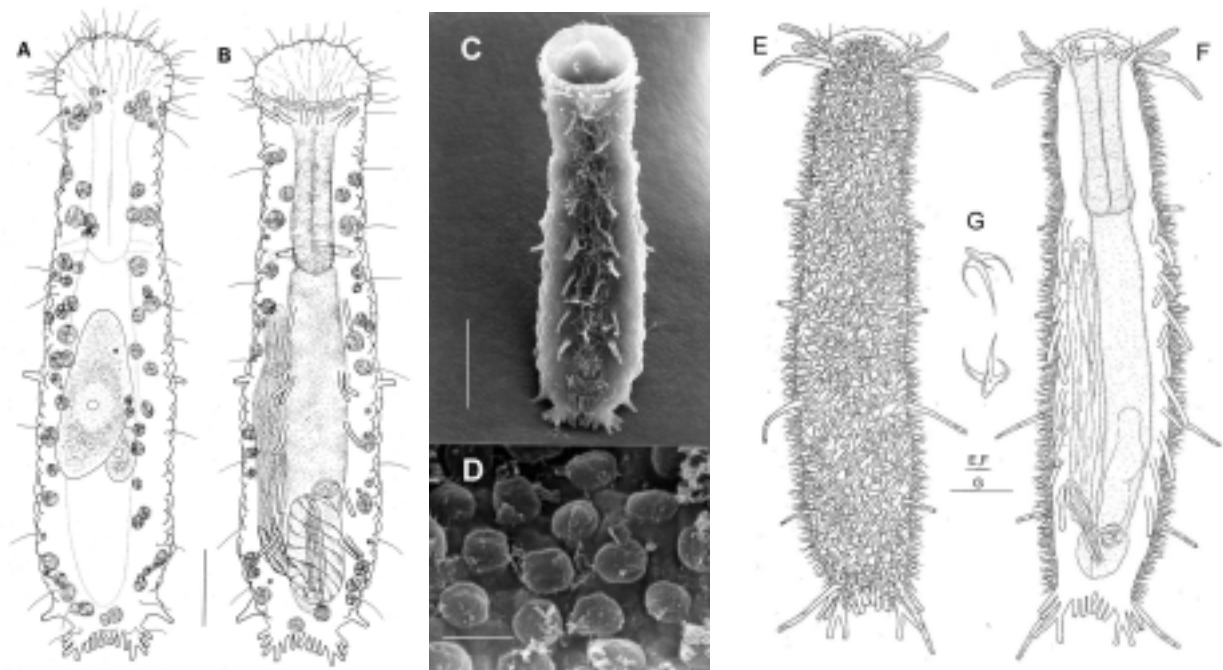


Fig. 7. A-D, *Ptychostomella orientalis* Lee and Chang, 2003. A, Habitus, dorsal; B, Habitus, ventral; C, Habitus, ventral; D, Dorsal surface embossed with smooth hemispheres. E-G, *Thaumastoderma* n. sp. A, Habitus, dorsal; B, Habitus, ventral; C, Tetrancres on trunk. Scale bars = 3 μm (D), 5 μm (G) and 30 μm (A-C, E, F).

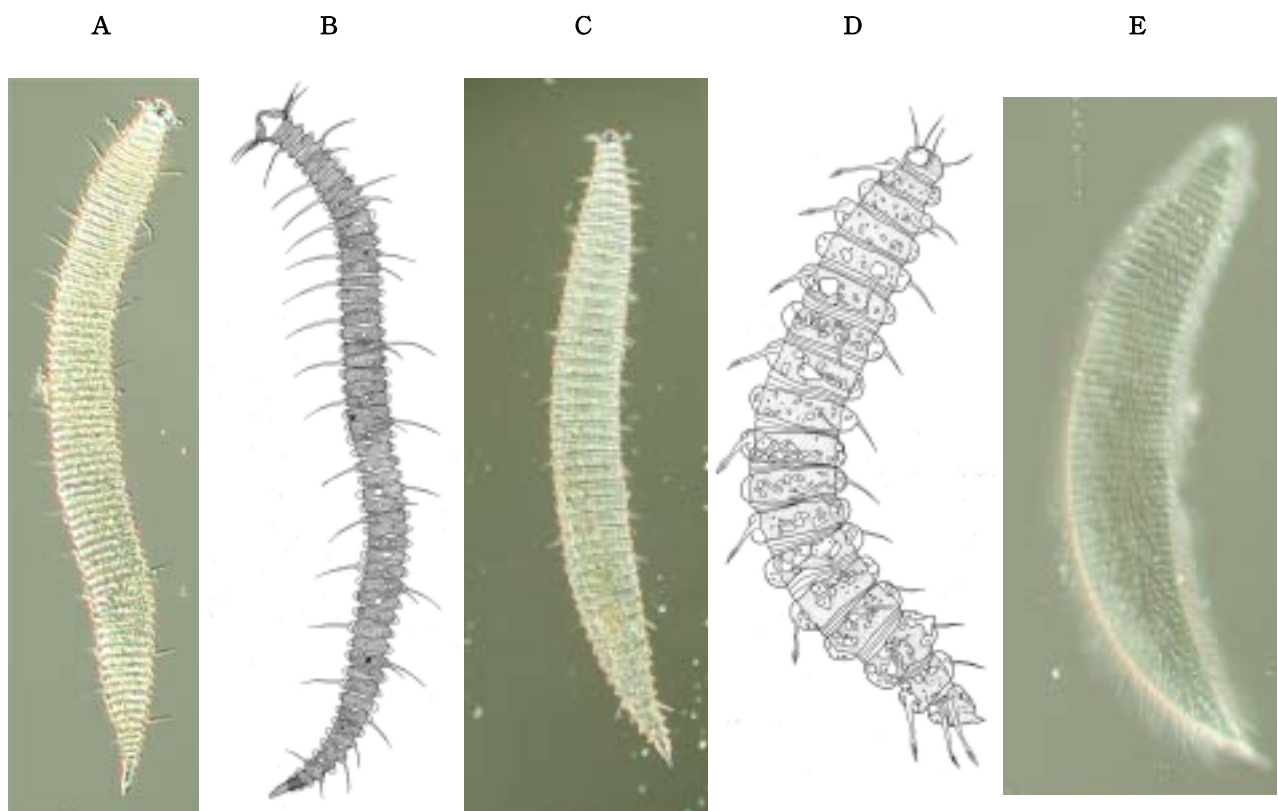


Fig. 8. A-B, *Desmoscolex* sp., habitus. C-D, *Tricoma* sp., habitus. E, *Greeffiella* sp., habitus.

- 비양도, 2003. 3. 20; 1개체, 우도 검말래, 2003. 3. 20.
- **15. *Tetranchyroderma heterotentaculatum* Chang and Lee, 2001 (Fig. 3)
10개체, 표선, 2001. 6. 7.; 3개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 3개체, 협재, 2001. 7. 18.; 3개체, 김녕, 2001. 7. 19.; 3개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20.; 4개체, 표선, 2001. 7. 17.; 10개체, 김녕, 2002. 4. 2.; 2개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3.; 2개체, 금능, 2002. 4. 5.; 3개체, 시흥, 2002. 10. 11.
- *16. *Tetranchyroderma schizocirratum* Chang, Kubota and Shirayama, 2002
3개체, 협재, 2001. 7. 18.; 3개체, 금능, 2001. 10. 5.; 1개체, 화순, 2001. 10. 6.; 2개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3.; 1개체, 종달, 2003. 1. 24
- **17. *Tetranchyroderma* new species 1 (Fig. 4)
5개체, 시흥, 2002. 10. 11.
- **18. *Tetranchyroderma* new species 2 (Fig. 5)
10개체, 화순, 2001. 10. 6-7; 3개체, 화순, 2002. 4. 3.
19. *Tetranchyroderma* sp.
2개체, 우도 산호사 해수욕장, 2002. 4. 2.; 2개체, 화순, 2002. 4. 3.; 1개체, 시흥, 2002. 10. 11.; 2개체, 종달, 2003. 1. 24; 2개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20; 1개체, 신창, 2003. 3. 21
- **20. *Pseudostomella longifurca* Lee and Chang, 2002 (Fig. 6)
5개체, 화순, 2001. 10. 6-7; 5개체, 화순, 2002. 4. 3.
- **21. *Ptychostomella orientalis* Lee and Chang, 2003 (Fig. 7A-D)
1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2002. 4. 2.
22. *Thaumastoderma copiophorum* Chang, Lee and Clausen, 1988
우도 천진동 산호모래 (1996. 7. 13.; 1996. 10. 14.; 1998. 3. 1.)
- **23. *Thaumastoderma* new species (Fig. 7E-G)
협재 (1995. 10. 19.); 표선 (1995. 1. 26.); 함덕 (1995. 4. 21.)
3개체, 함덕, 2001. 7. 17.; 1개체, 남원, 2001. 7. 17.; 1개체, 광지, 2001. 7. 18.; 2개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 2개체, 표선, 2001. 6. 7.; 2개체, 표선, 2001. 7. 17.; 2개체, 금능, 2001. 10. 5.; 3개체, 화순, 2002. 4. 3.; 3개체, 시흥, 2002. 10. 11.; 3개체, 종달, 2003. 1. 24; 3개체, 종달, 2003. 1. 27.
24. *Platydasys* sp.
숲섬 (1997. 1. 22.)
2개체, 성산, 2001. 6. 9; 1개체, 마라도, 2001. 6. 7; 1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2002. 4. 2; 1개체, 우도 산호사 해수욕장, 2003. 3. 20.
- Order Chaetonotida Remane, 1924
Family Xenotrichulidae Remane, 1927
25. *Xenotrichula* sp.
7개체, 삼양, 2001. 7. 17.; 3개체, 김녕, 2001. 7. 20.; 5개체, 화순, 2001. 10. 7; 2개체, 신창, 2003. 3. 21.

- *26. *Draculiciteria tessellata* (Renaud-Mornant, 1968)
제주 이호 (1995. 4. 19.)
5개체, 종달, 2003. 1. 24-27.
Family Chaetonotidae Zelinka, 1889
27. *Aspidiophorus* sp.
김녕 (1995. 5. 21.)
3개체, 표선, 2001. 6. 7.; 1개체, 차귀도, 2001. 7. 18.; 3개체, 세화, 2001. 7. 19.; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20.; 4개체, 표선, 2001. 7. 17.; 2개체, 우도 산호사, 2001. 9. 28.; 5개체, 화순, 2001. 10. 7.
- *28. *Chaetonotus* cf. *dispar* Wilke, 1957
숲섬 (1997. 11. 8.)
2개체, 시흥, 2002. 10. 11; 3개체, 신창, 2002. 1. 13; 1개체, 화순, 2002. 4. 3; 1개체, 종달, 2003. 1. 27, 1개체, 신창, 2003. 3. 21.
29. *Chaetonotus* sp.
중문 (1995. 4. 20.)
3개체, 협재, 2001. 7. 18.; 3개체, 함덕, 2001. 7. 19.; 5개체, 표선, 2001. 7. 17.; 5개체, 화순, 2001. 10. 7; 2개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3; 2개체, 차귀도, 2003. 3. 21.
- *30. *Halichaetonotus atlanticus* Kisielewski, 1988
광지 (1995. 4. 19.)
5개체, 표선, 2001. 6. 7.; 2개체, 세화, 2001. 7. 19; 3개체, 시흥, 2002. 10. 11.

(4) 선형동물 (phylum Nematoda)

Suborder Desmoscolecina

Family Desmoscolecidae

1. *Desmoscolex* sp. (Fig. 8A, B)
10개체, 문섬, 2002, 10. 8; 5개체, 범섬, 2002. 10. 10.
2. *Tricoma* sp. (Fig. 8C, D)
10개체, 차귀도, 2001. 6. 8.
3. *Greeffiella* sp. (Fig. 8E)
4개체, 범섬, 2002. 10. 10.
- Family Desmodoridae
4. *Desmolorenzenia* sp.
3개체, 성산포, 2002. 10. 11; 2개체, 고산, 2001. 6. 8.

(5) 동문동물 (phylum Kinorhyncha)

Order Cyclorhagida Zelinka, 1896

Family Zelinkaderidae Higgins, 1990

- **1. *Zelinkaderes* new species (Fig. 9A-F)
김녕 (1995. 4. 21.; 1996. 7. 5.)
1개체, 고산, 2001. 6. 7.; 2개체, 세화, 2001. 7. 19; 5개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3; 2개체, 종달, 2003. 1. 24-27.

Family Centroderidae Zelinka, 1896

2. *Campyloderes macquariae* Johnston, 1938

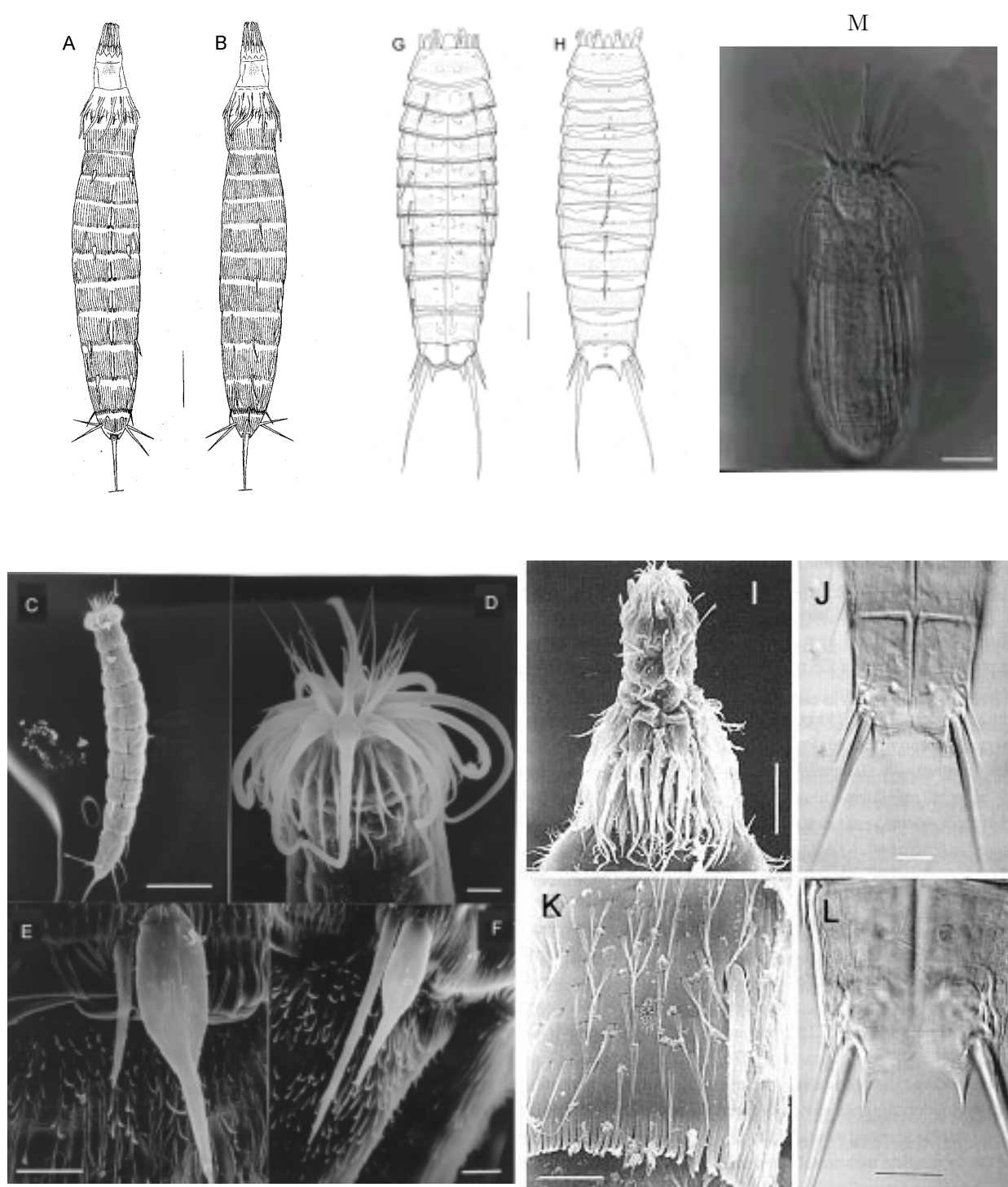


Fig. 9, Kinorhyncha (A-L) and Loricifera (M). A-F, *Zelinkaderes* n. sp. A, Habitus, dorsal; B, Habitus, ventral; C, Habitus, male; D, Scalid; E, Aciculate spine and cuspidate spine on segment 4; F, Aciculate spine and cuspidate spine on segment 10. G-L, *Echinoderes lanceolatus* Chang and Song, 2002. G, Habitus, ventral; H, Habitus, dorsal. I, Oral style and scalids; J, Segments 12-13, ventral, female; K, Lateral spine and cuticular scar on segment 7; L, Segments 12-13, ventral, male. M. *Pliciloricus* n. sp., habitus. Scales = 5 μm (J, E, F), 10 μm (D), 20 μm (J-L), 30 μm (M), 50 μm (A, B, G, H) and 100 μm (C)

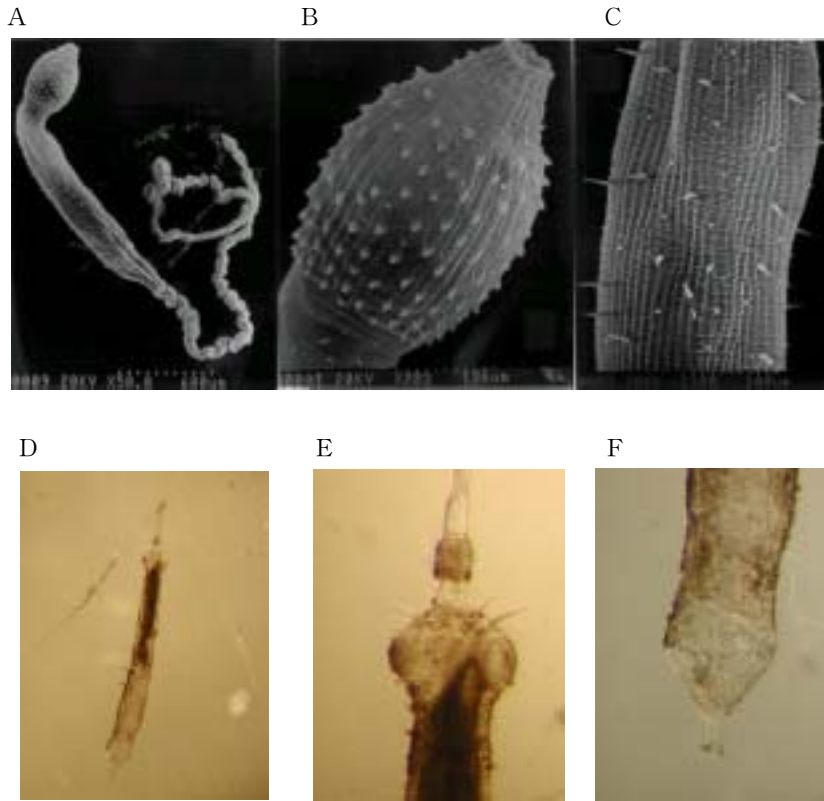


Fig. 10, Priapulida. A-C, *Tubiluchus* n. sp. A, Habitus; B, Head; C, Trunk (part). D-F, *Meiopriapululus* n. sp. D, Habitus; E, Head; F, Tail.

문섬 (1999. 1. 19., 1999. 2. 26.); 범섬 (2000. 3. 3., 2001. 6. 7.)
2개체, 마라도, 2001. 6. 7.

Family Echinoderidae Butschli, 1876

**3. *Echinoderes lanceolatus* Chang and Song, 2002 (Fig. 9G-L)

범섬 (1998. 7. 27., 2000. 3. 3.); 문섬 (1999. 2. 26.)
1개체, 문섬, 2001. 6. 6; 2개체, 마라도, 2001. 6. 7;
2개체, 조천, 2003. 1. 25; 1개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3.

*4. *Echinoderes imperforatus* Higgins, 1983

우도 (1997. 6. 25.), 문섬 (1999. 2. 26.), 남원 (2000. 2. 27.)
1개체, 우도 산호사, 2002. 4. 2.

5. *Echinoderes* sp. 1

김녕 (2000. 2. 26.); 하도리 (2000. 2. 26.); 광지 (2000. 2. 27.)

1개체, 광지, 2001. 7. 18.; 8개체, 협재 2001. 7. 18;
1개체, 차귀도, 2001. 6. 8; 1개체, 대정읍 신도2리, 2003. 3. 21; 1개체, 차귀도, 2003. 3. 21; 3개체, 숲섬, 2002. 10. 12

6. *Echinoderes* sp. 2

문섬 (1999. 2. 26.)

(6) 동갑동물 (phylum Loricifera)

Family Pliciloricidae

**1. *Pliciloricus* new species (Fig. 9M)

1개체, 정산포 앞바다(수심 23-27 m), 2001. 6. 9.

(7) 새예동물 (phylum Priapulida)

Family Tubuluchidae Land, 1970

**1. *Tubiluchus* new species (Fig. 10A-C)

숲섬 (1997. 11. 8.; 2000. 4. 29.; 2000. 8. 29.)

1개체, 차귀도, 2001. 6. 8.; 2개체, 정산, 2001. 6. 9.;

2개체, 정산, 2001. 8. 18; 2개체, 숲섬, 2002. 10. 12.

**2. *Meiopriapululus* new species (Fig. 10D-F)

3개체, 마라도 조하대(수심 30-40 m), 2001. 6. 7

(8) 완보동물 (phylum Tardigrada)

Class Heterotardigrada Marcus, 1927

Order Arthrotardigrada Marcus, 1927

Family Batillipedidae Ramazzotti, 1963

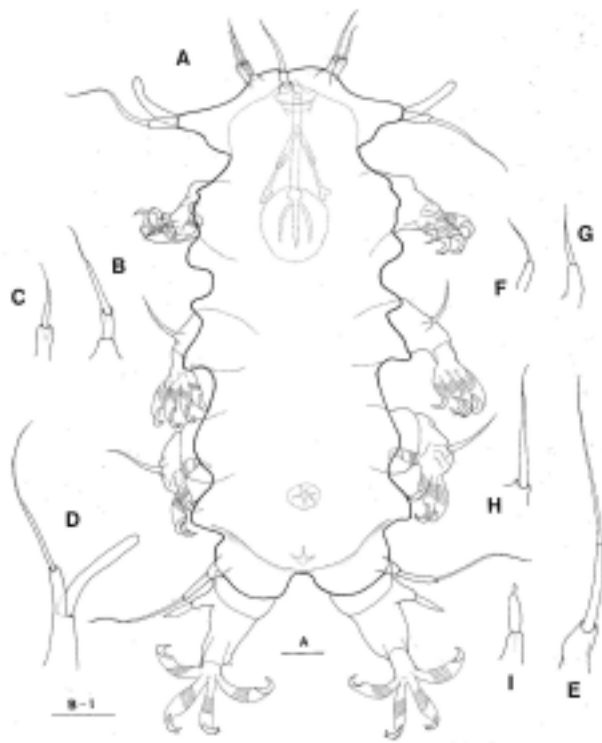


Fig. 11, Tardigrada. A, *Halechiniscus jejuensis* n. sp. A, habitus, dorsal view; B, internal cirrus; C, external cirrus; D, lateral cirrus and primary clava; E, cirrus E; F-I, sensory organs on legs I-IV. Scale bars=10 μ m.

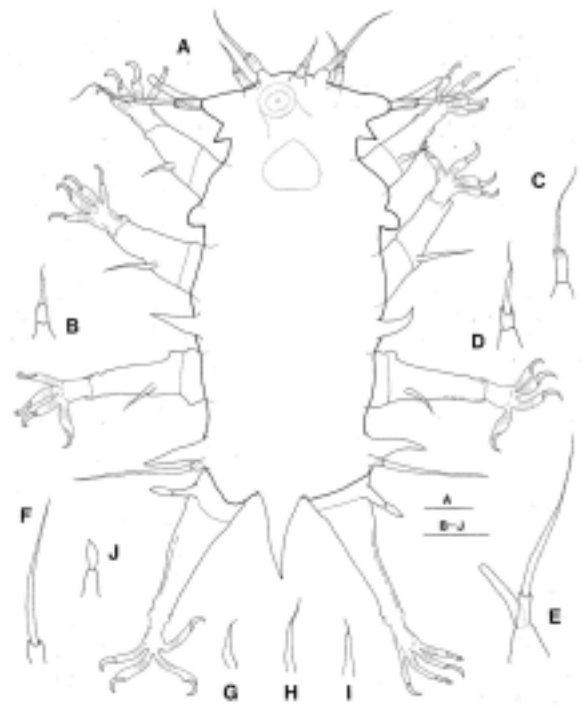


Fig. 12, A, *Halechiniscus remanei* Schulz, 1955. A, habitus, dorsal view; B, median cirrus; C, internal cirrus; D, external cirrus; E, lateral cirrus and primary clava, dorsal view; F, cirrus E; G-J, sensory organs on legs I-IV. Scale bars=10 μ m.

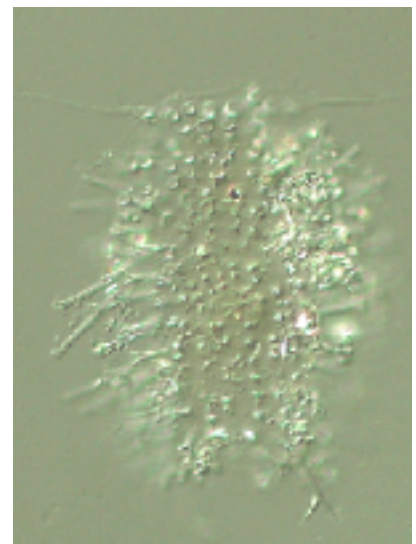
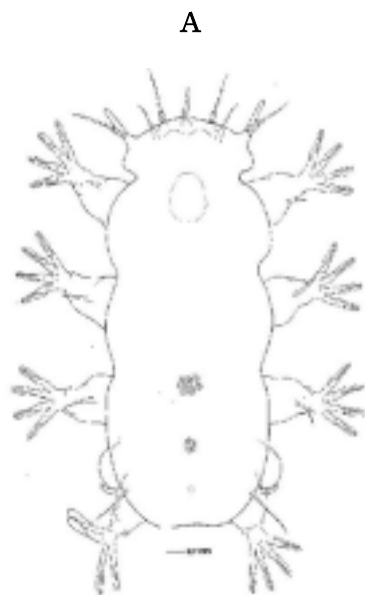


Fig. 13, A, *Orzeliscus belopus* du Bois-Reymond Marcus, 1952, habitus, dorsal. B, *Florarctus* sp. 1, habitus, dorsal. C, *Actinarctus* sp., habitus, dorsal. Scale=0.01mm

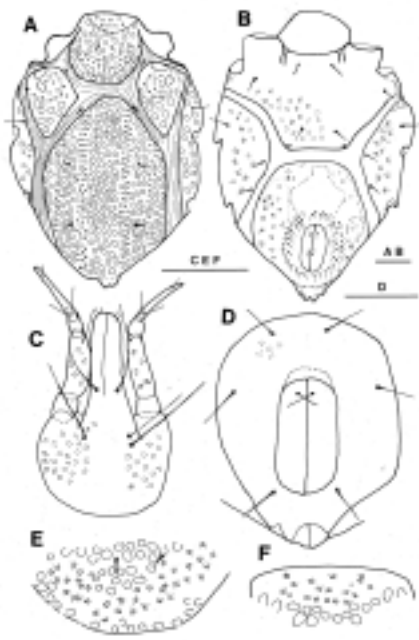


Fig. 14, *Copidognathus koreanus* n. sp. A, idiosoma dorsal (male); B, idiosoma ventral (male); C, Gnathosoma (male); D, GA (female); E, magnified view of posterior areola of AD; F, magnified view of anterior areola of AD. Scale bars=50 μ m

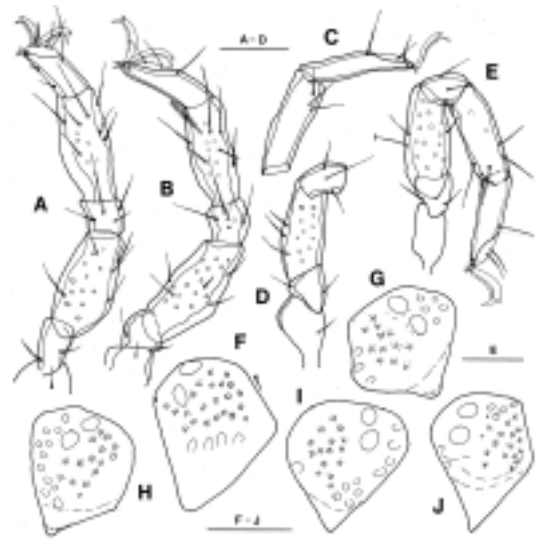


Fig. 15, *Copidognathus koreanus* n. sp. A, leg I (male); B, leg II (male); C, tibia and tarsus of leg III (male); D, trochanter-patella of leg III (male); E, leg IV (female); F, OC of male (left); G-H, OC of one female; I-J, OC of another female; K, gnathosoma of another male. Scale bars=50 μ m

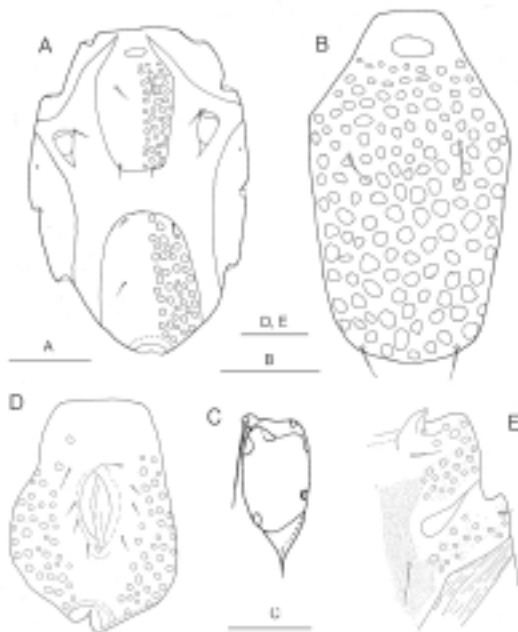


Fig. 16, *Simognathus coreensis* n. sp., female. (A) Idiosoma, dorsal. (B) AD. (C) OC. (D) GA. (E) AE (part). Scales: A = 100 μ m; B, D, E=50 μ m; C = 25 μ m.

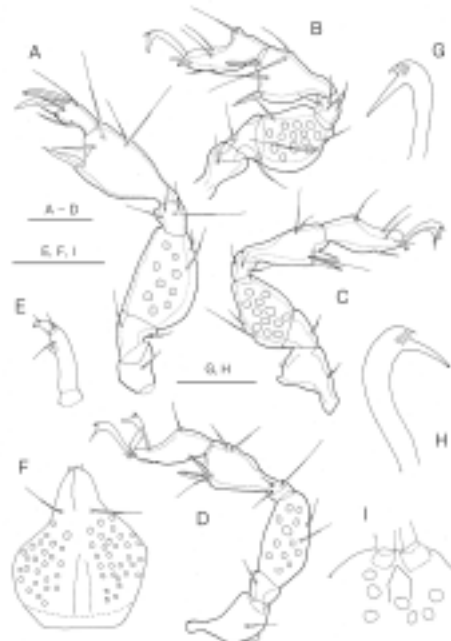


Fig. 17, *Simognathus coreensis* n. sp., female. (A-D) Legs I-IV. (E) Palp. (F) Gnathosoma (without palp), ventral. (G-H) Lateral claws of legs II-III. (I) Gnathosoma, dorsal view showing tectum. Scales: A-F, I = 50 μ m; G, H = 25 μ m.

1. *Batillipes philippinensis* Chang and Rho, 1997
숲섬 (1997. 11. 8.)
2. *Batillipes similis* Schulz, 1955
우도 (1997. 6. 26.)
3. *Batillipes orientalis* Chang and Rho, 1997
5개체, 표선, 2001. 6. 7; 4개체, 표선, 2001. 7. 7; 1개체, 협재, 2001. 7. 18; 6개체, 성산, 2002. 10. 11; 4개체, 종달리, 2003. 1. 24
Family Halechiniscidae Thulin, 1928
- **4. *Halechiniscus jejuensis* Chang and Rho, 2002 (Fig. 11)
우도 (1996. 10. 9; 1996. 10. 14)
- *5. *Halechiniscus remanei* Schulz, 1955 (Fig. 12)
우도 (1997. 6. 25)
6. *Styraconyx* sp. 1
1개체, 성산, 2001. 6. 9.
7. *Styraconyx* sp. 2
문섬 (1997. 1. 19)
- *8. *Orzeliscus belopus* du Bois-Reymond Marcus, 1952 (Fig. 13A)
숲섬 (2000. 8. 29)
2개체, 성산, 2002. 10. 11.
9. *Florarctus* sp. 1 (Fig. 13B)
문섬 (2000. 4. 29)
1개체, 숲섬, 2002. 10. 12
10. *Florarctus* sp. 2
1개체, 우도, 2002. 4. 2
11. *Echiniscoides* sp.
고산 (1999. 6. 17)
12. *Actinarctus* sp. (Fig. 13C)
10개체, 차귀도, 2001. 8. 17
13. *Tarnarctus* sp.
5개체, 차귀도, 2001. 8. 17

(9) 잔물웅애류(Acari: Halacarida)

Order Acarida 진드기 목
Family Halacaridae 잔물웅애 과

- **1. *Copidognathus koreauns* Chatterjee and Chang, 2003 (Figs. 14, 15)
5개체, 함덕, 2001. 7. 17; 4개체, 삼양, 2001. 7. 17; 7개체, 협재, 2001. 7. 18; 6개체, 차귀도, 2001. 7. 18
2. *Copidognathus* sp.
3개체, 광지, 2001. 7. 18-19; 2개체, 성산, 2001. 6. 9
- *3. *C. eblingi* Chatterjee
2개체, 조천, 2003. 1. 25
- **4. *Simognathus coreensis* new species (Figs. 16, 17)
2개체, 조천, 2003. 1. 25

(10) 요각류 (Crustacea: Copepoda)

Order Cyclopoida Sars, 1903

Family Cyclopinidae Sars, 1913

- **1. *Cyclopina* (*Cyclopina*) new species 1 (Fig. 18A-B)

1개체, 광지, 2001. 7. 18; 3개체, 협재, 2001. 7. 18; 2개체, 함덕, 2001. 7. 19; 3개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 세화, 2001. 7. 19; 4개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 5개체, 중문, 2001. 10. 6; 1개체, 김녕, 2002. 4. 2; 1개체, 성산, 2002. 10. 11.

- **2. *Cyclopina* (*Cyclopina*) new species 2

광지 (1995. 4. 20.); 애월 (1995. 10. 19.); 서귀포 (1995. 4. 21.).

3개체, 표선, 2001. 6. 7; 1개체, 광지, 2001. 7. 18; 1개체, 차귀도, 2001. 7. 18; 3개체, 세화, 2001. 7. 19; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 4개체, 표선, 2001. 7. 17; 2개체, 우도 산호사, 2001. 9. 28; 5개체, 화순, 2001. 10. 7; 1개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 4개체, 광지, 2001. 7. 18; 1개체, 협재, 2002. 4. 4; 5개체, 중문, 2001. 10. 6.

3. *Cyclopina* (*Microcyclopina*) sp.

1개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 5개체, 화순, 2002. 4. 3.

- *4. *Heterocyclopina vietnamensis* Plesa, 1968

중문 (1995. 4. 15.).

5개체, 세화, 2001. 7. 19; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 중문, 2001. 10. 6; 1개체, 성산, 2002. 10. 10.

Family Cyclopidae Sars, 1913

5. *Halicyclops japonicus* Ito, 1956

서귀포 (1987. 2. 11.; 1995. 4. 21.).

- **6. *Neocyclops* new species (Fig. 18C-E)

협재 (1995. 10. 19.).

1개체, 광지, 2001. 7. 18; 2개체, 세화, 2001. 7. 19; 3개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 차귀도, 2001. 6. 8.

Order Harpacticoida Sars, 1903

Family Ectinosomatidae Sars, 1903

- *7. *Ectinosoma melaniceps* Boeck, 1864

1개체, 중문, 2001. 10. 6; 2개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3.

Family Tachidiidae Sars, 1909

8. *Tachidius triangularis* Shen and Tai, 1963

조천 (1993. 10. 30.).

3개체, 광지, 2003. 3. 21.

- **9. *Arenosetella* new species (Fig. 19A-H)

표선 (1995. 4. 1.).

6개체, 표선, 2001. 6. 7; 1개체, 중문, 2001. 10. 6; 5개체, 화순, 2001. 10. 7; 2개체, 세화, 2002. 6. 7; 1개체, 우도 하교수동, 2002. 4. 2; 5개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20; 1개체, 성산, 2002. 10. 10; 1개체, 차귀도, 2001. 6. 8; 1개체, 화순, 2002. 4. 3.

Family Harpacticidae Dana, 1846

10. *Harpacticus nipponicus* Ito, 1976

화순 (1993. 5. 25.); 중문 (1993. 10. 30.).

9개체, 표선, 2001. 6. 7; 3개체, 세화, 2001. 7. 19; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 6개체, 표선, 2001. 7. 17;

2개체, 우도 산호사, 2001. 9. 28.

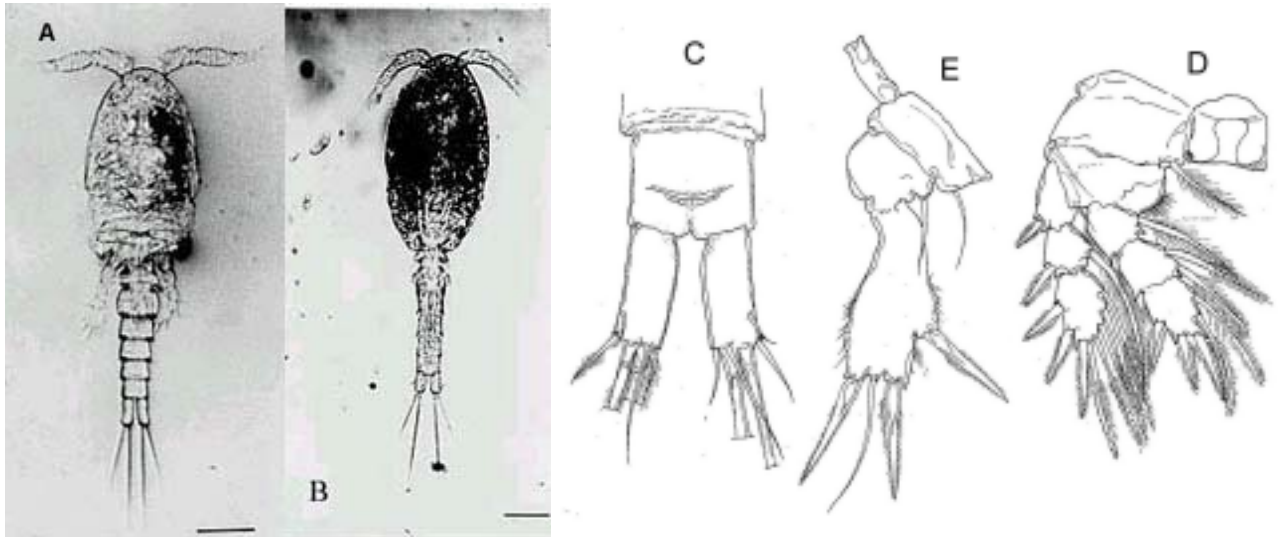


Fig. 18, A-B, *Cyclopina* (*Cyclopina*) n. sp. 1. A, Male; B, Female. C-E, *Neocyclops* n. sp. C, Furcal ramus; D-E, Leg 4-5. Scales = 0.05 mm.

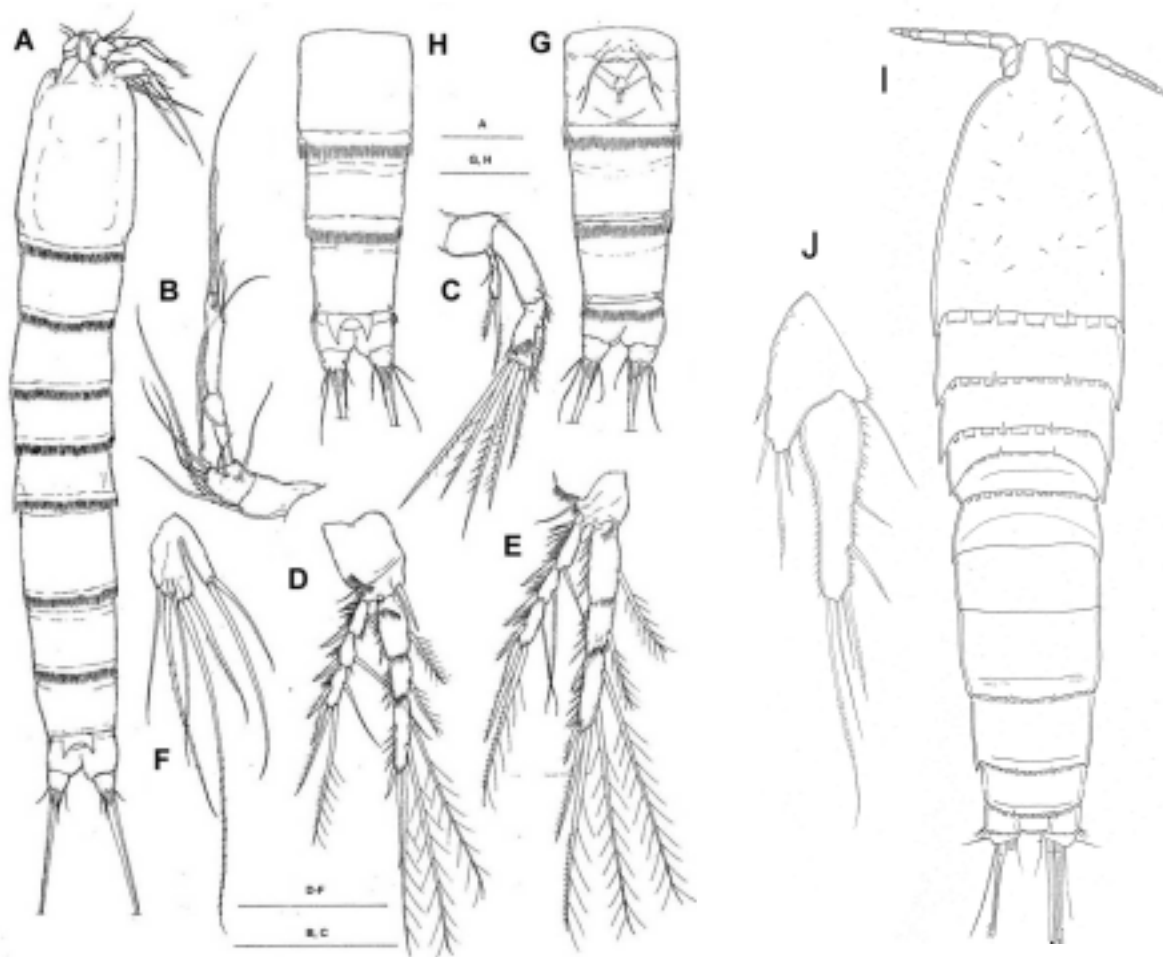


Fig. 19, A-H, *Arenosetella* n. sp. A, Habitus, dorsal; B, Antennule; C, Antenna; D-E, Leg 1-2; F, Leg 5; G, Urosome, dorsal; H, Urosome, ventral. I-J, *Parastenhelia pyriformis* Song, Kim & Chang, 2003. I, Habitus, dorsal; J, Leg 5. Scales = 0.05 mm.

11. *Harpactus uniremis* Kroyer, 1842
모슬포 (1991. 1. 31.).
1개체, 차귀도, 2001. 7. 18; 3개체, 세화, 2001. 7. 19;
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 중문, 2001. 10. 6; 5
개체, 화순, 2001. 10. 7; 5개체, 함덕, 2003. 3. 8; 1개
체, 성산, 2002. 10. 10; 1개체, 차귀도, 2001. 6. 8.
12. *Harpacticella oceanica* Ito, 1976
삼양 (1995. 10. 17.); 세화 (1993. 10. 28.); 중문
(1993. 10. 30.).
7개체, 세화, 2001. 7. 19; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20;
1개체, 중문, 2001. 10. 6.
13. *Harpacticella itoi* Chang and Kim, 1989
애월 (1992. 1. 28.; 1995. 10. 19.).
1개체, 광지, 2001. 7. 18.
Family Peltidiidae Sars, 1904
- *14. *Altheuta depressa* (Baird, 1837)
성산포 (1992. 1. 29.).
2개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3; 3개체, 함덕, 2003.
3. 8.
Family Parasthenelidae Lang, 1948
- **15. *Parasthenelia pyriformis* Song, Kim & Chang,
2003 (Fig. 19I, J)
세화 (1993. 10. 28.).
1개체, 광지, 2001. 7. 18; 3개체, 세화, 2001. 7. 19;
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 세화 2002. 6. 7.
Family Diosaccidae Sars, 1906
- *16. *Robertsonia knoxi* (Thompson & A.
Scott, 1903)
한림 (1992. 1. 28); 세화 (1993. 10. 28.); 1개체, 함
덕, 2003. 3. 8.
- *17. *Amphiascus minutus* (Claus, 1863)
세화 (1993. 10. 28.).
6개체, 차귀도, 2001. 7. 18; 3개체, 세화, 2001. 7. 19;
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 마라도, 2001. 6. 7;
3개체, 함덕, 2003. 3. 8; 1개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 1
개체, 성산, 2002. 10. 10.
18. *Amonardia normani* (Brady, 1873)
한림 (1992. 1. 28).
5개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3.
- *19. *Amphiascoides subdebilis* (Willey, 1935)
세화 (1993. 10. 28.).
1개체, 대정 하모리, 2002. 4. 3; 1개체, 하고수동,
2003. 3. 9; 3개체, 함덕, 2003. 3. 8.
Family Paramesochridae Lang, 1948
- **20. *Kliopsyllus* new species 1 (Fig. 20)
1개체, 광지, 2001. 7. 18; 4개체, 세화, 2001. 7. 19;
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 4개체, 표선, 2001. 7. 17; 4
개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 2개체, 김녕, 2002. 4. 2; 2
개체, 세화, 2003. 1. 25.
- **21. *Kliopsyllus* new species 2
이호 (1995. 4. 19.); 표선 (1995. 4. 1.).
1개체, 중문, 2001. 10. 6; 1개체, 중문, 2001. 10. 6;
2개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 1개체, 우도 비양도, 2003.
3. 20; 2개체, 화순, 2002. 4. 3.
- *22. *Apodopsyllus vermiculiformis* Lang, 1965 (Fig.
21A)
표선 (1995. 4. 21.).
4개체, 표선, 2001. 7. 17; 1개체, 성산, 2002. 10. 10.
Family Cylindropsyllidae Sars, 1909
- *23. *Cerconeotes japonicus* (Ito, 1968)
김녕 (1995. 10. 20.).
1개체, 광지, 2001. 7. 18; 3개체, 세화, 2001. 7. 19;
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 중문, 2001. 10. 6;
5개체, 화순, 2001. 10. 7; 3개체, 우도 비양도, 2003.
3. 20; 2개체, 화순, 2002. 4. 3.
- **24. *Cerconeotes* new species (Fig. 21B-D)
이호 (1995. 4. 19.); 표선 (1995. 4. 21.).
5개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1개체, 숲섬, 2002. 10. 12.
25. *Cerconeotes* sp.
3개체, 광지, 2001. 7. 18.
- *26. *Arenopontia ishikariana* Ito, 1968
김녕 (1995. 10. 20.).
1개체, 광지, 2001. 7. 18; 5개체, 김녕, 2001. 7. 20;
2개체, 우도 산호사, 2001. 9. 28; 5개체, 화순,
2001.10. 7.; 2개체, 우도 산호사 2002. 4. 2; 3개체,
광지, 2001. 7. 18.
27. *Paraleptascus* sp.
2개체, 세화, 2001. 7. 19; 3개체, 김녕, 2001. 7. 20; 1
개체, 표선, 1995. 4. 21; 1개체, 중문, 2001. 10. 6; 7
개체, 우도 비양도, 2003. 3. 20; 3개체, 함덕, 2003.
3. 8; 1개체, 숲섬, 2002. 10. 12; 1개체, 김녕, 2002.
4. 2; 1개체, 화순, 2002. 4. 3.
Family Laophontidae T. Scott, 1904
- *28. *Laophonte cornuta* Philippi, 1840
3개체, 표선, 2001. 6. 7; 5개체, 함덕, 2003. 3. 8.
- *29. *Heterolaophonte discophora* (Willey, 1929)
서귀포 (1992. 1. 29).
30. *Laophontopsis* sp.
2개체, 우도 산호사, 2001. 9. 28; 1개체, 조천, 2003.
1. 25; 1개체, 함덕, 2003. 3. 8.

마. 분자 계통분석 방법의 탐색

최근 국내에서도 무척추동물에 대한 분자 계통분류 연구가 활발히 수행되어, 절지동물 등 고등 무척추동물의 계통분류 및 진화 연구에서는 상당한 연구 성과가 가시화되고 있다(예: Hwang et al., 2001). 그러나 선충, 복모류, 동문류, 악구류 등 의체강동물 또는 무체강동물에 대한 계통유연관계에 대해서는 전통적 형태 분류의 미흡함과 연구 재료의 수급 등의 문제 때문에 아직 시도되고 있지 못하며, 외국에

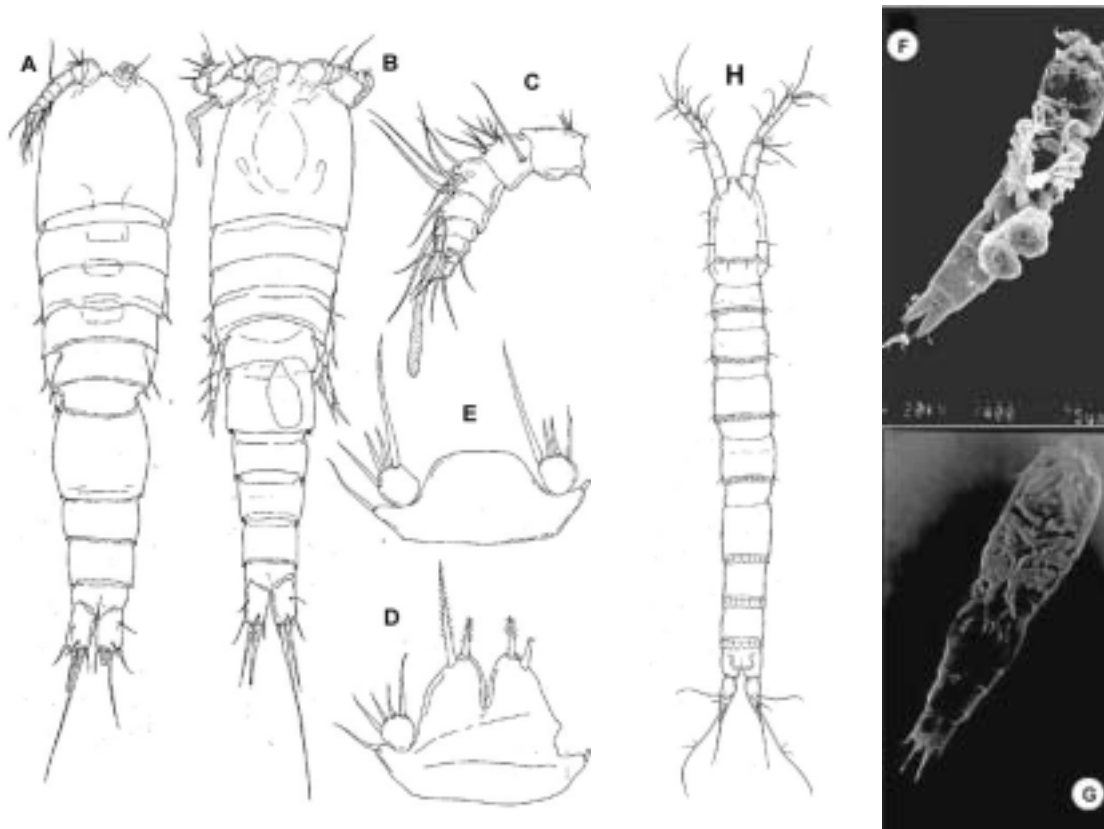


Fig. 20, *Kliopsyllus* n. sp. 1. A, Habitus, female; B, Habitus, male; C, Antennule; D, Leg 5, male; E, Leg 5, female; F, Ovigerous femal (ventral); G, Female (ventral). H. *Arenopontia ishikariana* Ito, habitus, dorsal.

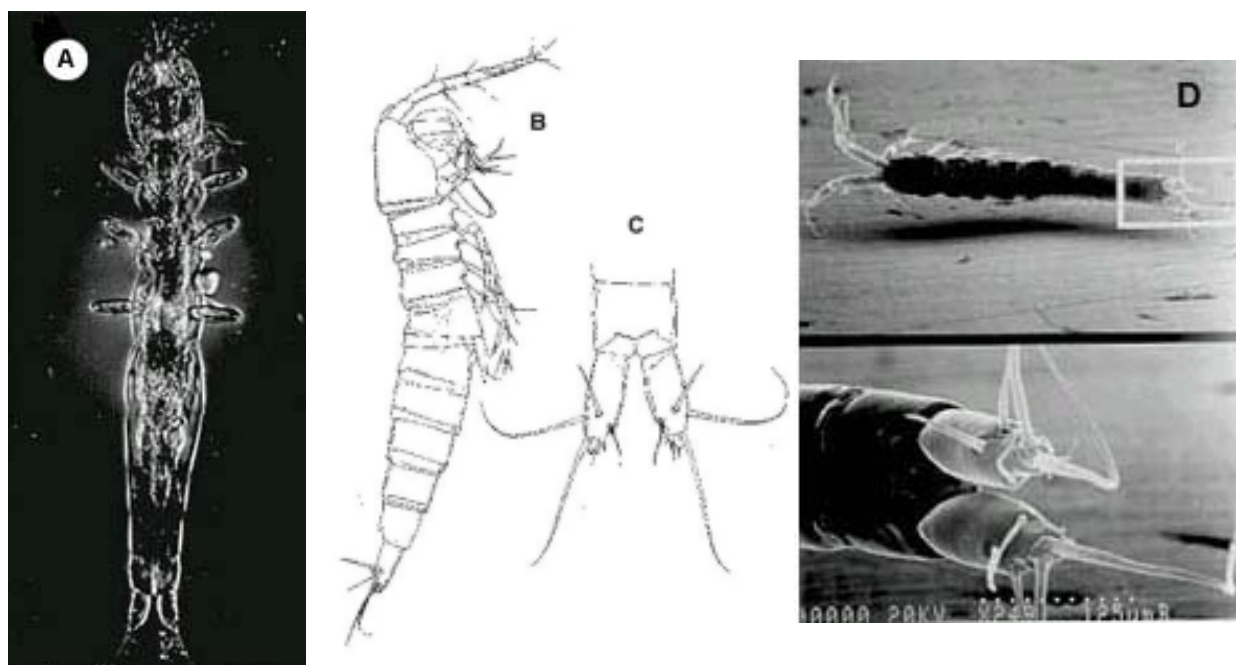


Fig. 21, A, *Apodopsyllus vermiculiformis* Lang, 1965, habitus. B-D, *Cerconeotes* n. sp. B, Habitus, lateral; C, Anal segment and furcal rami; D, Habitus.

서의 형편 역시 비슷하다. 본 연구과제를 기반으로 하여, 하등 미소동물군의 전통 형태분류 체계에서의 시사점과 연구 아이디어를 분자계통 전문연구자들에게 제시하고, 연구재료의 선정 및 채집과 분류를 통해 재료를 공급하며, 형질 분석을 수행하는 등 향후 분자계통진화에 관한 협동연구에 활발히 참여하고자 한다.

본 연구과제를 수행하는 과정의 일환으로, 분자 계통분석 방법을 미소 간극동물에 적용할 때 나타날 수 있는 현실적 문제점을 파악하고, 그 유용성을 탐색하기 위해 선충과 동문동물의 18S rDNA 염기서열 분석을 다음과 같이 시도하였다.

(1) 해양 Desmoscolecida목 선형동물(Nematoda: Desmoscolecida)의 계통분류 연구

Desmoscolecida목의 해양 선충류는 전형적인 간극동물인데, 형태형질을 기준으로 한 지금까지의 분류체계는 학자들에 따라 서로 상충되는 점이 많다. 따라서, 전통 형태분류에 분자계통분류학적 방법을 접목하여 수행할 필요가 있었는데, 특히 Desmoscolecida목 해양 선충류는 여타 다른 선충류 분류군과 비교해 볼 때 뚜렷한 원시형질과 파생형질을 다수 보유하고 있어 선충류 전체의 계통진화 연구에 중요한 단서를 제공할 것으로 기대되는 분류군이다. 이 목의 대표속으로서 본 과제 수행중에서 출현한 *Tricoma*속의 한국산 1종을 대상으로 18S rDNA 유전자의 염기서열을 얻은 후, 이미 밝혀져 있는 다양한 분류군의 선충류 76종의 염기서열과 비교하여 계통분석을 실시해 보았다. 이렇게 해서 얻어진 결과는 기존의 분자계통 분석 결과(Litvaitis et al., 2000)와 달리, 과거 Lorenzen (1981)이 형태분류학적으로 분석한 바와 같이 Monhysterida목(*Daptonema* sp. 및 *Diplolaimeloides* sp.)과 단계통군으로 묶었다(Fig. 22).

>*Tricoma* sp.

```
CTAAGCACAA GCCGAATATG GTGAAGCCGC GAATGGCTCA TTACAACAGC
CTTTGTTTAT TTGATCTTGA AATCCTACTT GGATAACTGT GGCAATTCTA
GAGCTAATAC ACGCCTATAA ACTCAGAACG ACCGTTCCGA GTGCATTTAT
TAGTACAAAA CCAATCGGGC TTCGCGCCCGT CGTATGGTGA ATCTGAATAA
CTGAGCCGAT CGCACTGGTC TTGACACCGG CGACGTATCT TTCAAGTGTC
TGCCCTATCA ACTTTTCGATG GTAGTTTATA TGACTACCAT GGTATAACG
GGTAACGAGG AATAAGGGTT CGACTCCGGA GAAGCAGCCT GAGAAACGGC
TACTACATCC AAGGAAGGCA GCAGGCGCGC AAATTACCCA ATCTCAGCAC
AAGGAGGTAG TGACGAGAAA TAACGAGGCG GTGCCTCTCT GAGGCCCGCT
ATCGGAATGA GAACAATTC A AACCTTTAA CGAGGACCTA GCAGTGGGCA
AGTCTGGTGC CAGCAGCCGC GGTAATTCCA GCACTGCTAG TGTATACCAC
GAGTACTGCG GTTAAAAAGC TCGTAGTTGG ATCTGCGGCC ACGGACGCGG
GTCGACTCGA TGAGTCTGTA CTCGTGTGCT GTGCCTAGTT TGCTGGTTTT
CCGGCGATGA TCTTCACCGG TTGTGTGTCG AGGCTAGCGC TTTCACTTTG
AAAAAATTGG AGTGCTCAGA ACAGGCGACC GCCTGAACAG TTGTGCATGG
AATGATGGAA TAGGCCCTTG GTCTTATTTT GTTGGTTTTA GAGGTTGAGG
GAATGATTAA GAGGGACAGA CGGGGGCATT CGTATTGCGA CGTTAGAGGT
GAAATTCCTT GATCGTCGCA AGACGGACAA CTGCGAAAAG ATTTGCCAAG
AATGTTTTCA TTAATCAAGA ACGAAAGTTA GAGGTTGCGA GCGATCAGA
TACCGCCCTA GTTCTAACCG TAAACGATGC CAACTAGCGA TCCGTGGCG
TTGTTGAGGA CCCAGTGGGC AGCTTCCCGG AAACGAAAAG CTTCGGTTC
CGTGGGAAGT ATGGTTGCAA AGCTGAAACT TAAAGGAATT GACGGAAGGG
CACCACCAGG AGTGGAGCCT GCGGCTTAAT TTGACTCAAC ACGGGGACTC
TCACCAGGTC AGGAGATATT CAGGATTGAC AGGTTGATAG CCTTTTCATG
ATTGTATCGC GGGTGGTGCA TGGCCGTTCT TAGTTCGTGG AGTGATTGTG
CTGGTTTTAT CCGATAACGA ACGAGACTCC GACCTGCTAA ATAGCGAAGC
GTTAATCTCG ACCGTAGCGC TTCTTAGAGG GATAAGCGAC ATCTAGTCGC
ATGAAATGGA GCAATAACAG GTCTGTGATG CCTCAGATG TCCTGGGCTG
CACGCGCGCT CAACTGAAGG AATCAGTGTG CATTTTTCCT TGCCGGACAC
GGCCGGGTAA CCATGTCAAA ATCCCTCGTG ATTGGGATAG GAGTTTGCAA
TTATTCTCCT TGAACGAGGA ATTCCAGTA AGTGCGGGTC ATCAGCCCGC
GTTGATTACG TCCCTGCCCT TTGTACACAC CGCCCGTCGC TGCCCGGGAC
TGAGCCAGTT CGAGAAGAAT AGGGACTGCG GGTTTGGACT CTCACGGGCC
CTTACCATGC GGAAACTGTT TTGATCGCAT TGGCTTGAAC CGGG
```

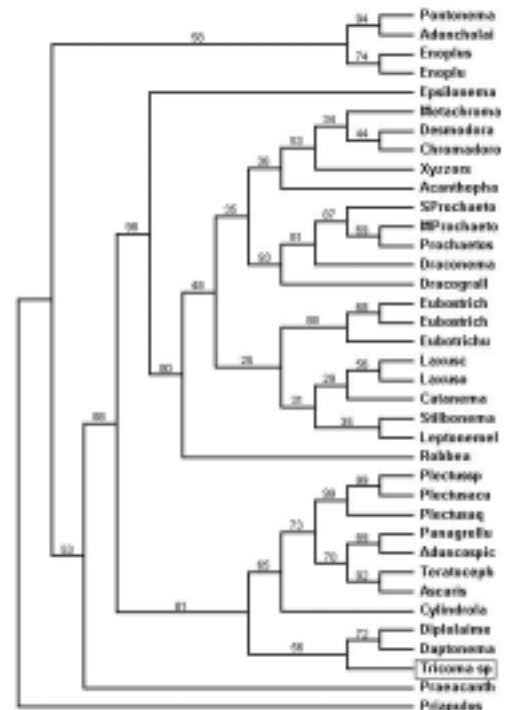


Fig. 22. 해양 선충 *Tricoma* sp.의 18S rDNA 염기서열과 이를 이용하여 재작성한 분지도.

Zelinka_Gosan --GTCATATGCTTGCTCTTAAAGATTAAGCCATGCATGTCTCAGTACAAGCTCCGGCACAG
 Zelinka_Gosan CGAAACCGCGAATGGCTCATTTAAATCAGCTATGATTTATGGATGAATACTTGCACATGG
 Zelinka_Gosan ATAACTGTGGCAATTTCTAGAGCTAATACATGGATGCCGGCCCTGACTTACGAAAGGGTGC
 Zelinka_Gosan ACTTGCCAGACCAAAAACCAATCGGGCTTACGCCCGTTTCACTGGCGAACCATTGGCAAACT
 Zelinka_Gosan CTATGCAGACCGCATGGTCCAGAACCGGCGGCATGTCCTTCAAGCGTCTGCCTTATCAAC
 Zelinka_Gosan TGTCCGATGGTAGGGTAACCTGCCTACCATTGGTGATAACGGGTAACGGAGAATCAGGGTTTG
 Zelinka_Gosan ATTCCGGAGAGGGAGCCTGAGAAACGGCTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCACGCAA
 Zelinka_Gosan ATTACCCACTCCCAGCACGGGGAGGTAGTGACGAGAAATAACAATACAGGACTCTTTAGA
 Zelinka_Gosan GGCCCTGTAATTGGAATGAGTACACTTTAAATCCTTTACCGAGGATCTATTGGAGGGCAA
 Zelinka_Gosan GTCTGGTGCCAGCAGCCGCGGTAATTCAGCTCCAATAGCGTATATTAAAGTTGCTGCAG
 Zelinka_Gosan TTAATAAGCTCGTAGTTGAATCTCACGTTTTGGGTACGTGGTTCGCTATAAAGCGATTAC
 Zelinka_Gosan TACGTGTCCCGACGTACCTCTCCGATTTCCTCGGTGCTCTTAAGTGTCTTGGGTT
 Zelinka_Gosan ACGGGACTGTTTACTTTGAAAAAATTAGAGTGTTCAAAGCAGGCAGGCTGCCTGAATAGT
 Zelinka_Gosan GGTGCATGGAATAATGGAAGACGACTTCGGGTCTATTTTGTGGTTTCCGGATCACGAGG
 Zelinka_Gosan TAATGATTAAGAGGACTGCCGGGGCATCCGTAAGTGTGCGTTAGAGGTGAAATTCCTTG
 Zelinka_Gosan GATCGCAGCAAGACGAACTACTGCGAAAGCATTTGCCAAGAATGTTTTATTAATCAAGA
 Zelinka_Gosan ACGAAAGTCCGAGGTTTCGAGGCGCATCAGATACCGCCCTAGTTCCGACCATAAACGATGT
 Zelinka_Gosan CGACTGACAAATCCGTGAAGTTCTTTGATGACTTTGCGGGCAGCTTCTCGGGAACCATTT
 Zelinka_Gosan AAGTGTTCAGGCTCCGGGGGAGTATGGTTGCAAAGCTCGAATTAAGGAATTGACGGA
 Zelinka_Gosan AGGGCACACAGGAGTGGAGCCTGCGGCTTAATTTGACTCAACACGGGAAAACTTACCC
 Zelinka_Gosan GGTCCCGACACTGTAAGGATTGACAGATTGAAGCTCTTTCTTGATTCAAGTGGTTGGTGGT
 Zelinka_Gosan GCATGGCGGTTCTTAGTTGGTGGAGTGATTTGTCTGGTTAATTCGATAACGAACGAGAC
 Zelinka_Gosan TCTGGCCTACTAAATAGTCCGCCCATATGATTTGTGCGCATGACTTCTTAGGGGAAT
 Zelinka_Gosan AGCGCGCTTAGCCGCACGAGATTGAGCAATAACAGGTCTGTGATGCCCTTAGATGTCCG
 Zelinka_Gosan GGGCCGCACGCGCGCTACACTGACGTAGGCAGCGTGTGTACCCCTTTCTGGTAGGAAT
 Zelinka_Gosan GGGTAACCCCATGAATTTCTGTGCTGCTAGGGATAGGGAAATGCAATTATTCCCTTGAA
 Zelinka_Gosan CGAGGAATTCAGTAAGCACGAGTCATAAGCTCGTGTGATTACGTCCCTGCCCTTTGT
 Zelinka_Gosan ACACACCGCCGTCGCTACTACAGATTGAATGATTTAGTGAGGTCTTCGGACTGAGACCT
 Zelinka_Gosan GTGCGGCTGGCAACGGTGGCACTGCTGTTTTGGAAAGACGACCAAACTTGATTATTTAGA
 Zelinka_Gosan TGAAG

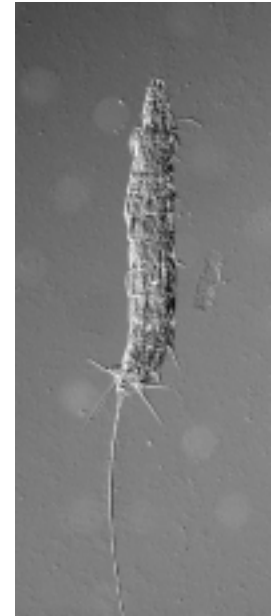


Fig. 22. 동문류 1종 *Zelinkaderes* sp.의 사진과 18S rDNA 염기서열

(2) 동문동물(Kinorhyncha)의 계통분류 연구

중형저서동물과 같이 크기가 매우 작고, 형질의 분화가 크지 않은 동물들에서는 변이성의 정도를 형태학적인 특징으로만 파악하기는 쉽지 않다. 즉, 이소적으로 분포하는 두 지역집단(local population) 간의 변이가 종내 변이인지 혹은 종간 변이인지를 확인하는 것이 현실적으로 매우 어렵다. 동문류의 1신종 *Zelinkaderes* sp.는 본 과제의 연구를 통해 제주도 고산과 김녕에서 채집되었는데, 구룡포에서 이미 채집되었던 개체군들과 제11마디의 측가시 유무 외에는 형태적으로 매우 유사하다. 이러한 변이는 타 종의 사례를 보면 종 또는 아종 수준의 종간 차이가 될 수 있으므로, 유의한 변이다. 제주도(고산) 개체군과 구룡포 개체군의 18S rDNA 염기서열(Fig. 22)을 비교해 본 결과, 18S rDNA 분자의 약 1,800여 염기들이 완전히 일치하였고, 이러한 염기서열 분석 결과는 이들 두 개체군은 형태적으로는 일정한 차이가 있으나 동일종일 가능성이 매우 높음을 시사하고 있다 하겠다. 하지만, 18S rDNA는 매우 보존적인 유전자로 알려져 있고, 이런 보존적인 유전자가 동문류의 종 구분에 유의할 수 있는지의 여부는 아직 확실치 않다. 따라서 향후 분석 대상종과 분석 대상 유전자의 지속적인 확장을 통해서 이런 점들은 점차 해명될 수 있을 것이다.

한편, 일부 국내 연구자들(경북대 황의욱 교수, 충북대 박중기 교수 등)은 현재 같은 종(*Zelinkaderes* sp.)을 연구재료로 하여 complete mitochondrial genome을 분석하고 있다. 동문류의 완전한 mitochondrial genome이 밝혀지게 되면, 동문류 내의 계통분석은 물론 동문류가 속해 있는 탈피동물군(Ecdysozoa)이나 의체강동물과 진체강동물 사이의 계통유연관계를 밝힐 수 있는 유용한 단서를 제공할 수 있을 것이다.

(3) 완보동물(Tardigrada)의 계통분류 연구

완보류를 대상으로 한 기존의 계통분류 연구(Garey et al., 1999)는 전통 분류가 잘 되어 있고 재료를 얻기 쉬운 육상 진완보류(Eutardigrada)를 이용하여 수행되었다. 그러나 진완보류는 이미 분화가 상당히 진행된 분류군으로서, 이들의 염기서열을 바탕으로 한 완보류 계통진화 연구에는 한계가 있다. 이완보류

(Heterotardigrada) Arthrotardigrada목은 대부분의 해양성 완보류가 속해 있으며, 완보류들 중에서 가장 원시적인 형질들을 많이 가지고 있다. 그러나, 문제는 외국에서도 이들에 대한 형태분류학 연구가 매우 미진하며, 그 결과 계통진화 연구도 아직 주목할 만한 연구성과가 없는 형편이다.

본 과제의 수행을 통해 착안한 완보류의 계통분석 대상과제는, 해양성 완보류의 1목인 Echiniscoidea 목의 계통분류이다. 이 목의 기존의 분류체계는, 이끼틈에 흔한 육상성의 Echiniscidae과와 따개비류 등 다른 해양 무척추동물에 공생하는 Echiniscoididae과가 함께 하나의 단계통군(monophyletic group)을 이루고 있다는 것이다. 그러나 형태분류학적으로 볼 때 Echiniscoides가 등면에 각질 판을 가지지 않으므로, 이들 분류군이 육상 완보류(*Echiniscus*류)보다는 *Styraconyx*속과 같은 해양성 완보류(Arthrotardigrada목의 Halechiniscidae과)들과 하나의 clade를 이룰 것이라 추정하는 것이 보다 타당하다. 향후 18S rDNA를 marker로 이용하여 Echiniscoidea목이 monophyletic group을 이루고 있는가를 재검토하는 실험을 추진할 예정이다.

한편, 전형적인 해양 간극수 서식 완보류로서 Batillipedidae과가 있는데, 이들은 간극수 생활을 위해 점착판과 함께 모종삽이나 빨판 모양의 발가락을 가지고 있다. 그러나 이렇게 특징적인 발가락 모양은 공유파생형질(synapomorphic character)이 아니라 homoplasy일 가능성이 매우 높다고 추정된다. 조만간, 과(family) 준위 계통관계를 규명하는데 보편적으로 사용되는 28S rDNA를 이용하여, 국내에서도 흔히 출현하는 *Batillipes*류와 *Orzeliscus*류의 분자염기서열의 data에 근거하여 이들 사이의 계통유연관계를 검증해 볼 계획이다.

바. 분포상과 종출현특성의 파악

(1) 지리적 분포상

해양 간극동물의 생물상이 아직 충분히 밝혀져 있지 않고, 또한 대부분의 연구가 대서양 등 일부 해역에만 국한되어 수행된 점을 고려하면, 해양 간극동물의 동물지리학적 분포를 종합적으로 논하기에는 아직 시기상조인 것임에 틀림없다. 그러나 주요 그룹에 대해 현재까지의 출현양상을 정리하고 그 경향성을 살펴 보는 것도 앞으로의 연구를 위하여 필요한 일이라고 사료된다.

현재까지 한국에서 기록 또는 발표되었거나 분류학적 연구가 종 수준까지 충분히 이루어진 간극동물 48종에 대하여 지리적 분포상을 정리한 것은 Table 1과 같다. 48종 중 현재까지 한국 고유종(endemic species)인 것은 31종(64.6%)에 달하였으며, 이들을 포함하여 동아시아에 국한하여 분포하는 종수는 37종(77.1%)으로 지역고유성이 매우 높은 것으로 나타났다. 반면, 범세계적 광분포를 보이는 종은 3종(6.3%) 뿐이었다. 인도양 또는 대서양에도 분포하는 종의 수보다 지중해에도 분포하는 종의 수가 더 높은 것은 지중해에서 복모류와 완보류의 생물상이 상세히 밝혀져 있기 때문이다. 본 연구기간 동안 동정·분류한 92종 중에는 아직 미발표 및 신종여부를 확인중에 있는 종(분류목록에 “sp.”로 표기되어 있는 종)이 30종에 달하는 바, 향후 분류학적 연구가 진척됨에 따라 신종의 비율과 고유종의 비율은 훨씬 더 높아질 것이다.

한편, 한국 해역에서의 간극동물의 분포상을 도시하면 Fig. 2와 같다. 한국의 해역 분류는 동해, 대한해협(울산 방어진 이남에서 진도까지), 서해, 제주도 해역 등 4개 해역으로 나누었다. 한국의 해역별 출현 종수는(Table 2) 동해에서 27종, 대한해협(남해)에서 22종, 제주가 40종, 서해에서 20종으로, 제주도에서 가장 많은 종수가 출현하였으며(83.3%), 이중 제주도 해역에서만 출현한 종은 7종이다.

Jaccard 계수를 이용하여 4개 해역간의 상관관계를 알아보면(Table 3), 남해와 제주 해역간이 가장 유사도가 높았고(0.512), 이어 동해와 제주(0.489), 동해와 남해(0.441)의 순이었다. 반면, 서해와 제주간의 유사도가 제일 낮았다(0.333). 즉, 제주해역은 남해나 동해와 밀접하게 동물지리학적으로 연관되어 있으며, 한편 서해는 상대적으로 다른 해역에 비해 제주 해역과 분포상 다른 양상을(고유한) 나타내고 있다는 것을 시사해 주고 있다.

Table 1. Distribution of meiobenthic invertebrates currently recognized from Korea

Species	Ocean	Endemic to Korea	East Asia only	Indian Ocean	Mediterranean	Atlantic	World-wide
Gastrotricha							
<i>Dactylopodola typhle</i> Remane					○	○	○
<i>Diplodasys meloriae</i> Todaro, Tongiorgi and Balsamo					○		
<i>Tetranchyroderma gracilium</i> Chang, Lee & Clausen		○	○				
<i>Tetranchyroderma hoonsooi</i> Chang & Lee		○	○				
<i>Tetranchyroderma heterotentaculatum</i> Chang & Lee		○	○				
<i>Tetranchyroderma schizocirratum</i> Chang, Kubota and Shirayama			○				
<i>Tetranchyroderma</i> new species 1		○	○				
<i>Tetranchyroderma</i> new species 2		○	○				
<i>Pseudostomella longifurca</i> Lee & Chang		○	○				
<i>Pseudostomella koreana</i> Lee & Chang		○	○				
<i>Ptychostomella orientalis</i> Lee & Chang		○	○				
<i>Ptychostomella papillata</i> Lee & Chang		○	○				
<i>Thaumastoderma coronarium</i> Chang, Lee & Clausen		○	○				
<i>Thaumastoderma appendiculatum</i> Chang, Lee & Clausen		○	○				
<i>Thaumastoderma copiophorum</i> Chang, Lee & Clausen		○	○				
<i>Thaumastoderma</i> new species		○	○				
Kinorhyncha							
<i>Zelinkaderes</i> new species		○	○				
<i>Campyloderes macquariae</i> Johnston						○	
<i>Echinoderes lanceolatus</i> Chang & Song		○	○				
Tardigrada							
<i>Batillipes philippinensis</i> Chang & Rho			○				
<i>Batillipes longispinosus</i> Chang & Rho		○	○				
<i>Batillipes similis</i> Schulz					○		
<i>Batillipes orientalis</i> Chang & Rho		○	○				
<i>Batillipes rotundiculus</i> Chang & Rho		○	○				
<i>Batillipes crassipes</i> Tchesunov & Mokievsky							
<i>Batillipes pennaki</i> Marcus				○	○	○	○
<i>Batillipes tridentatus</i> Pollock							
<i>Halechiniscus jejuensis</i> Chang & Rho		○	○				
Halacarida							
<i>Copidognathus koreauns</i> Chatterjee & Chang		○	○				
<i>Simognathus coreensis</i> new species		○	○				
Copepoda							
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 1		○	○				
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 2		○	○				
<i>Heterocyclopina vietnamensis</i> Plesa			○				
<i>Neocyclops</i> new species		○	○				
<i>Ectinosoma melaniceps</i> Boeck							
<i>Arenosetella</i> new species		○	○				
<i>Harpacticella oceanica</i> Ito			○				
<i>Harpacticella itoi</i> Chang and Kim		○	○				
<i>Parastenhelia pyriformis</i> Song, Kim & Chang		○	○				
<i>Kliopsyllus</i> new species 1		○	○				
<i>Kliopsyllus</i> new species 2		○	○				
<i>Apodopsyllus vermiculiformis</i> Lang			○				
<i>Cerconeotes japonicus</i> (Ito)		○	○				
<i>Cerconeotes</i> new species		○	○				
<i>Arenopontia ishikariana</i> Ito			○				
<i>Laophonte cornuta</i> Philippi				○	○	○	○
<i>Heterolaophonte discophora</i> (Willey)							
Number of species occurred (Total 48 species)		31 64.6%	37 77.1%	2 4.2%	5 10.4%	4 8.3%	3 6.3%

Table 2. Distribution of meiobenthic invertebrates from Korea

Regions	East Sea			Korea Straits			Yellow Sea			Jeju Is.
Species	North	Middle	South	East	Middle	West	South	Middle	North	
Gastrotricha										
<i>Dactylopodola typhle</i>	+	+	+	+	+			+		+
<i>Diplodasys meloriae</i>										+
<i>Tetranchyroderma gracilium</i>					+	+		+		+
<i>Tetranchyroderma hoonsooi</i>				+						+
<i>T. heterotentaculatum</i>			+			+	+	+		+
<i>Tetranchyroderma schizocirratum</i>				+	+			+		+
<i>Tetranchyroderma</i> n. sp. 1										+
<i>Tetranchyroderma</i> n. sp. 2								+		+
<i>Pseudostomella longifurca</i>										+
<i>Pseudostomella koreana</i>								+		
<i>Ptychostomella orientalis</i>	+	+								+
<i>Ptychostomella papillata</i>		+								
<i>Thaumastoderma coronarium</i>								+		
<i>Thaumastoderma appendiculatum</i>	+	+	+							
<i>Thaumastoderma copiophorum</i>										+
<i>Thaumastoderma</i> n. sp.				+	+	+	+	+	+	+
Kinorhyncha										
<i>Zelinkaderes</i> n. sp.			+							+
<i>Campyloderes macquariae</i>										+
<i>Echinoderes lanceolatus</i>										+
Tardigrada										
<i>Batillipes philippinensis</i>										+
<i>Batillipes longispinosus</i>	+	+			+					+
<i>Batillipes similis</i>	+	+	+		+			+		+
<i>Batillipes orientalis</i>			+				+			+
<i>Batillipes rotundiculus</i>	+		+	+			+			+
<i>Batillipes crassipes</i>	+	+								
<i>Batillipes pennaki</i>	+				+		+	+	+	
<i>Batillipes tridentatus</i>	+									
<i>Halechiniscus jejuensis</i>										+
Halacarida										
<i>Copidognathus koreauns</i>		+								+
<i>Simognathus coreensis</i> n. sp.		+								+
Copepoda										
<i>Cyclopina</i> n. sp. 1	+	+	+				+	+		+
<i>Cyclopina</i> n. sp. 2		+	+	+						+
<i>Heterocyclopina vietnamensis</i>		+							+	+
<i>Neocyclops</i> n. sp.	+	+	+			+				+
<i>Ectinosoma melaniceps</i>										+
<i>Arenosetella</i> n. sp.				+						+
<i>Harpacticella itoi</i>	+									+
<i>Parastenhelia pyriformis</i>									+	+
<i>Kliopsyllus</i> n. sp. 1				+						+
<i>Kliopsyllus</i> n. sp. 2			+	+	+	+		+		+
<i>Apodopsyllus vermiculiformis</i>				+	+	+				+
<i>Cerconeotes japonicus</i>			+	+			+	+		+
<i>Cerconeotes</i> n. sp.			+	+		+	+	+		+
<i>Arenopontia ishikariana</i>			+	+	+		+	+	+	+
<i>Paraleptascus</i> sp.				+						+
<i>Laophonte cornuta</i>		+				+				+
<i>Heterolaophonte discophora</i>	+	+				+		+		+
Number of species occurred (%)	14 (29.2)	15 (31.3)	14 (29.2)	14 (29.2)	10 (20.8)	9 (18.8)	9 (18.8)	16 (33.3)	5 (10.4)	40 (83.3)
	27 (56.3)			22 (45.8)			20 (41.7)			

Table 3. Number of species common to both regions of every pair of four regions and similarity coefficients.

Regions	East Sea	Korea Strait	Jeju Island	Yellow Sea
East Sea		15	22	14
Korea Strait	0.441 (15/34)		21	12
Jeju Island	0.489 (22/45)	0.512 (21/341)		15
Yellow Sea	0.424 (14/33)	0.400 (12/30)	0.333 (15/45)	

* Jaccard's coefficient : $r = a / a + b + c$

a: The number of species common to both regions

b, c : The number of species each occurred in only its region

(2) 서식처 분포형 및 저질 선택

표 4와 표 5는 본 조사의 결과 제주도에서 확인된 종들 중 서식 양태를 언급할 수 있을 정도로 비교적 상세히 연구된 46종에 대하여 종별 서식처 분포와 저질 입자에 따른 분포역을 각각 나타낸 표이다. 46종 중 조하대의 모래틈에 주로 서식하는 종이 27종으로 가장 많았고, 다음이 조간대의 백사장 모래틈이 1종, 조하대의 조개부스러기와 펄 혼합 저질에서 8종의 순이었다. 이에 반해 순 펄바닥에 서식하는 종은 거의 없었다. 입자틈이 작은 펄질에서는 간극동물이 서식하기 어려운데다가, 본 연구가 주로 모래틈에서 사는 전형적인 간극수 서식종들을 다룬 까닭에 펄질 저질에 사는 종류상은 빈약하게 나타났다.

모래 바닥에서 출현한 종들은 다시, 복모류의 대부분, *Zelinkaderes* (동문류), *Batillipes* 등 완보류, *Simognathus coreensis* (짚물응애류), *Cyclopina*, *Kliopsyllus*, *Cerconeotes*, *Apodopsyllus vermiculiformis* (이상 요각류) 등과 같이 모래틈에 서식하는 전형적인 간극수산 종들과, *Campyloderes macquariae*, *Echinoderes lanceolatus* (이상 동문류), *Copidognathus koreauns* (짚물응애류), *Halicyclops*, *Neocyclops*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticella*, *Heterolaophonte discophora* (이상 요각류)와 같이 연안의 모래 바닥 주위에 서식하는 종들로 대별된다.

저질의 종류에 따른 분포는, 대부분의 복모류, *Batillipes*, *Orzeliscus belopus* (이상 완보류), *Simognathus coreensis* (짚물응애류), *Cyclopina*, *Kliopsyllus*, *Cerconeotes*, *Apodopsyllus vermiculiformis* (이상 요각류) 등이 우리나라의 전형적인 규질성 모래의 간극에서 생활하고 있고, *Diplodasys* (복모류), *Halechiniscus*, *Florarctus* (이상 완보류) 등은 산호질 모래틈에서, *Echinoderes* (동문류), *Copidognathus* (짚물응애류), *Parastenhelia*, *Heterolaophonte* (이상 요각류) 등은 해조 군락 부근의 모래에서 흔히 채집되었다.

간극동물은 저질의 종류는 물론 그 생활 양식상 저질 입자의 간극 크기(공극)에 의해 분포가 제한되어 있다. 공극에 따른 정확한 종 분포상은 입도조사와 병행하여 별도의 정밀한 조사가 필요하므로, 본 과제에서는 퇴적물의 직경을 13단계로 분류하고, 연구기간 동안 축적된 채집자료를 바탕으로 제주도 해양간극동물 주요 종들의 저질에 따른 분포 양상을 Table 5와 같이 도시하여 1차 자료로서 제시하는데 그친다. Table 5에 따르면, 복모류의 종들은 대체로 고운 모래를 선호하는 종들이 대부분이었으며, 동문류나 완보류는 종에 따라 선호하는 공극의 크기가 다양하였고, 요각류는 중간 모래에서부터 고운 모래에 이르기까지 종에 따라 선호하는 공극의 크기가 조금씩 달라지는 양상을 나타내었다.

Table 4. Habitat preferences of interstitial invertebrates from Jeju Island (○: primary; △: secondary)

Species	Habitat forms	Brackish water	Seawater				
			Intertidal			Subtidal	
			mud flat	sand beach	algal bed	sand	mud & shell harsh
Gastrotricha							
<i>Cephalodasys</i> new species			△		○		
<i>Macrodasys</i> new species			○		○	△	
<i>Diplodasys meloriae</i> Todaro, Tongiorgi and Balsamo			○	△	○	△	
<i>Tetranchyroderma hoonsooi</i> Chang and Lee			○		○		
<i>Tetranchyroderma heterotentaculatum</i> Chang and Lee			○		○		
<i>Tetranchyroderma</i> new species 1			△		○		
<i>Tetranchyroderma</i> new species 2			△		○		
<i>Pseudostomella longifurca</i> Lee and Chang					○		
<i>Ptychostomella orientalis</i> Lee and Chang			○		△		
<i>Thaumastoderma</i> new species			○		△		
<i>Xenotrichula</i> sp.		△	○				
Kinorhyncha							
<i>Zelinkaderes</i> new species			△		○		
<i>Campyloderes macquariae</i> Johnston						○	
<i>Echinoderes lanceolatus</i> Chang and Song				△	△		○
<i>Echinoderes imperforatus</i> Higgins				△		△	○
Tardigrada							
<i>Batillipes philippinensis</i> Chang & Rho						○	
<i>Batillipes similis</i> Schulz			○				
<i>Batillipes orientalis</i> Chang & Rho			○				
<i>Halechiniscus jejuensis</i> Chang & Rho					○		
<i>Halechiniscus remanei</i> Schulz					○		
<i>Styraconyx</i> sp. 1						○	
<i>Orzeliscus belopus</i> de Bois-Reymond Marcus			○				
<i>Florarctus</i> sp. 1						○	
<i>Echiniscoides</i> sp.				○			
<i>Actinarctus</i> sp.						○	
<i>Tarnarctus</i> sp.						○	
Halacarida							
<i>Copidognathus koreauns</i> Chatterjee and Chang				○		△	○
<i>Simognathus coreensis</i> new species					○	△	
Copepoda							
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 1			△		○		
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 2			△		○		
<i>Heterocyclopina vietnamensis</i> Plesa					○	△	
<i>Neocyclops</i> new species					○	△	
<i>Ectinosoma melaniceps</i> Boeck			△		○	△	
<i>Arenosetella</i> new species					○		
<i>Harpacticella oceanica</i> Ito					○		
<i>Harpacticella itoi</i> Chang and Kim		△					
<i>Parastenhelia pyriformis</i> Song, Kim & Chang				△	○		△
<i>Kliopsyllus</i> new species 1			△		○		
<i>Kliopsyllus</i> new species 2			△		○		
<i>Apodopsyllus vermiculiformis</i> Lang			△		○	△	
<i>Cerconeotes japonicus</i> (Ito)			△		○		
<i>Cerconeotes</i> new species			△		○		
<i>Arenopontia ishikariana</i> Ito			△		○		
<i>Paraleptascus</i> sp.			△		○		
<i>Laophonte cornuta</i> Philippi			△		△	○	
<i>Heterolaophonte discophora</i> (Willey)						○	△

Table 5. Grain-size preferences of interstitial invertebrates from Jeju Island.

Grain size		Grainule	Very coarse sand	Coarse sand	Medium sand		Fine sand		Very fine sand		Coarse silt	Silt	Clay	
Species	d (μm)	4000	2000	100	710	500	355	250	180	125	90	63	<63	<2
	∅	-2	-1	0	0.49	1	1.49	2	2.47	3	3.47	4	>4	>9
Gastrotricha														
<i>Cephalodasys</i> new species														
<i>Macrodasys</i> new species														
<i>Diplodasys meloriae</i> Todaro, Tongiorgi & Balsamo														
<i>Tetranchyroderma hoonsooi</i> Chang & Lee														
<i>Tetranchyroderma heterotentaculatum</i> Chang & Lee														
<i>Tetranchyroderma</i> new species 1														
<i>Tetranchyroderma</i> new species 2														
<i>Pseudostomella longifurca</i> Lee and Chang														
<i>Ptychostomella orientalis</i> Lee and Chang														
<i>Thaumastoderma</i> new species														
Kinorhyncha														
<i>Zelinkaderes</i> new species														
<i>Campyloderes macquariae</i> Johnston														
<i>Echinoderes lanceolatus</i> Chang & Song														
<i>Echinoderes imperforatus</i> Higgins														
Tardigrada														
<i>Batillipes philippinensis</i> Chang & Rho														
<i>Batillipes similis</i> Schulz														
<i>Batillipes orientalis</i> Chang & Rho														
<i>Halechiniscus jejuensis</i> Chang & Rho														
<i>Halechiniscus remanei</i> Schulz														
<i>Styraconyx</i> sp. 1														
<i>Orzeliscus belopus</i> de Bois-Reymond Marcus														
<i>Florarctus</i> sp. 1														
<i>Actinarctus</i> sp.														
<i>Tarnarctus</i> sp.														
Halacarida														
<i>Copidognathus koreauns</i> Chatterjee & Chang														
<i>Simognathus coreensis</i> new species														
Copepoda														
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 1														
<i>Cyclopina</i> (<i>Cyclopina</i>) new species 2														
<i>Heterocyclopina vietnamensis</i> Plesa														
<i>Neocyclops</i> new species														
<i>Ectinosoma melaniceps</i> Boeck														
<i>Arenosetella</i> new species														
<i>Harpacticella oceanica</i> Ito														
<i>Parastenhelia pyriformis</i> Song, Kim & Chang														
<i>Kliopsyllus</i> new species 1														
<i>Kliopsyllus</i> new species 2														
<i>Apodopsyllus vermiculiformis</i> Lang														
<i>Cerconeotes japonicus</i> (Ito)														
<i>Cerconeotes</i> new species														
<i>Arenopontia ishikariana</i> Ito														
<i>Paraleptascus</i> sp.														
<i>Laophonte cornuta</i> Philippi														
<i>Heterolaophonte discophora</i> (Willey)														

사. 학술회의 발표 및 논문발표

(1) 학술회의 발표

- * Ji Min Lee and Cheon Young Chang, "Two new gastrotrichs of genus *Tetranchyroderma* (Thaumastodermatidae) from Korea", 한국동물분류학회 (성균관대학교, 2001. 4. 28)
- * Sung Joon Song, Won Kim and Cheon Young Chang, "A new species of *Parastenhelia* (Copepoda: Harpacticoida: Parastenheliidae) from Cheju Island, South Korea", Fifth International Crustacean Congress (Melbourne Victoria, Australia, 9-13 July 2001)

(2) 학술지 논문게재

- * Chang, C. Y. and J. M. Lee, 2001. Two New *Tetranchyroderma* gastrotrichs (Macrotrichida, Thaumastodermatidae) from South Korea. Korean J. Biol. Sci., 5(3): 187-194.
- * Chang, C. Y. and H. S. Rho, 2002. Taxonomic Study of marine tardigrades from Korea II. Genus *Halechiniscus* (Heterotardigrada, Arthrotardigrada, Halechiniscidae). Korean J. Syst. Zoology, 18(1): 91-98.
- * Chatterjee, T. and C. Y. Chang, 2003. *Copidognathus koreanus*, a new species of Halacaridae (Acari) from Korea. Korean J. Syst. Zoology, 19(1): 95-102.
- * Chatterjee, T. and C. Y. Chang, A new species of *Simognathus* (Halacaridae: Acari) from Korea. Hydrobiologia. (2003. 4. 28. 접수, HYDR-S-03-00213)

4. 결론

본 연구과제는 간극동물의 분류학적 연구를 위한 천혜의 조건을 갖추고 있는 제주 해안을 집중적으로 탐사하여, 국내에서는 거의 또는 전혀 연구가 안된 채 불모로 남아있는 미소 간극동물을 동정, 분류하여 종류상을 상세히 밝히고, 분포 및 서식처에 관한 기초자료를 수집하는데 그 일차적인 연구목적이 있다. 연구과제를 수행하는 과정에서 간극동물군에 관한 문헌자료의 데이터베이스를 구축하고, 생물표본을 축적하는 한편, 분자계통분석을 포함한 다양한 연구방법을 개발하고자 하였다. 장기적으로는, 본 연구과제를 통해, 한국은 물론 동아시아 지역에서 아직 대단히 미진한 미소 간극동물군에 대한 연구 기반을 마련함으로써, 간극동물군의 생물다양성 연구분야에서 선도적 위치를 점하는 것을 궁극적인 목표로 하고 있다.

해양 간극동물군에 관한 문헌들을 일제 정리하여 저자별, 분류군별, 연도별, 국가별, 해역별, 서식처별, 기타 검색어별 등으로 검색할 수 있도록 데이터베이스화하였고, 이를 통하여 현재까지 악구동물 83개 문헌에서 총 2목 11과 18속 80여종, 복모동물 496개 문헌에서 총 2목 14과 66속 670여종, 동문동물 288개 문헌에서 총 2목 9과 14속 126여종, 동갑동물 101개 문헌에서 총 2과 3속 10종, 새예동물 755개 문헌에서 간극수산 총 3과 5속 17종, 해양성 완보동물 811개 문헌에서 총 3목 8과 42속 143여종, 해양성 요각류는 1,216개 문헌을, 그리고 잔물웅애류는 55개 문헌에서 총 4아과 29속 680여종을 각각 확인하는 한편, 각 분류군별 분류목록(checklist)을 새롭게 재작성하였다.

제주도의 29개 정점에서 총 59일간 조사를 수행하였고, 1992년부터 채집되어 대구대학교 생물학과 표본실에 보관중인 표본들도 함께 분류하였다.

연구기간동안 분류된 제주산 간극수 서식 동물군은 간극수산 히드라 1종, 악구동물 1종, 복모동물 30종(9신종, 7한국미기록종 포함), 선형동물 4종, 동문동물 6종(2신종, 1한국미기록종 포함), 동갑동물 1종, 새예동물 2신종, 완보동물 13종(1신종, 2한국미기록종 포함), 잔물웅애류 4종(2신종, 1한국미기록종 포

함), 요각류 30종(8신종, 11한국미기록종 포함) 등 총 92종(24신종, 22한국미기록종 포함)이다. 본 조사로 한국에서는 최초로 새예동물과 동갑동물의 2문(門)이 보고된다. 그리고 악구동물문과 해양성 물응애류(Halacarida)도 우리나라에서 분류학적으로 처음으로 기록되는 분류군이다.

간극수동물을 연구하기 위해 필수적인 표본의 마취, 고정과 프레파라아팅, 전자현미경 관찰을 위한 효율적인 고정 과정과 탈수과정 등의 연구방법을 개발하거나 개량하였고, 간극동물의 채집과 표본제작을 위한 각종 기구들을 고안하였다.

하등 미소동물군의 계통진화 연구를 위해 선충 1종과 동문동물 1종의 18S rDNA 염기서열 분석을 시도함으로써, 전통 형태분류를 보완할 수 있는 분자계통 분석의 적용가능성을 타진하였다.

생물지리적 분포상, 종별 서식처 분포상, 저질의 구성에 따른 종출현특성 등 간극수 동물군집에 대한 기초자료 조사를 수행하였다. 현재까지 한국에서 기록 또는 발표되었거나 분류학적 연구가 종 수준까지 충분히 이루어진 간극동물 48종에 대하여 지리적 분포상을 고찰한 결과 현재까지 한국고유종(endemic species)인 것은 31종(64.6%)에 달하였으며, 이들을 포함하여 동아시아에 국한하여 분포하는 종수는 37종(77.1%)으로 지역고유성이 매우 높은 것으로 나타났다. 한편, 한국 해역에서의 간극동물의 분포를 보면 제주도에서 가장 많은 종수가 출현하였다. 해역간의 유사도지수를 구해본 결과 남해와 제주 해역간이 가장 유사도가 높았고, 서해는 상대적으로 다른 해역에 비해 제주 해역과 다른 생물분포상을 나타내고 있음을 시사해 주었다. 주요 출현종에 대하여 서식처 분포표와 저질 입도에 따른 출현 분포표를 작성하였다.

5. 인용문헌

- Adrianov, A. V. and V. V. Malakov, 1999. Cephalorhyncha of the world ocean. KMK Scientific Press, Ltd., Moscow, pp. 1-138.
- Adrianov, A. V., 1989. The first report on Kinorhyncha of The Sea of Japan. Zool. Zhur. 68(7): 17-27.
- Chang, C. Y., S. Kubota, and Y. Shirayama, 2002. New marine gastrotrichs of the family Thaumastodermatidae (Gastrotricha: Macrodasysida) from Shirahama, Japan. Proc. Biol. Soc. Wash., 115: 676-688
- Chang, C. Y. and J. M. Lee, 2001. Two new *Tetranchyroderma* gastrotrichs (Macrodasysida Thaumastodermatidae) from South Korea. Korean J Biol Sci 5: 187-194
- Chang, C. Y., J. M. Lee and C. Clausen, 1998a. Two new species of *Thaumastoderma* (Gastrotricha, Macrodasysida) from Korea. Sarsia, 83: 329-336
- Chang, C. Y., J. M. Lee and C. Clausen, 1998b. Description of two new thaumastodermatids (Gastrotricha, Macrodasysida) from Korea. Korean J. Biol. Sci, 2: 315-321.
- Chang, C. Y. and H. S. Rho, 1997. Two new marine Tardigrades from Palawan Island, the Philippines. Korean J. Biol. Sci., 1: 419-423.
- Chang, C. Y. and H. S. Rho, 1998a. Three new tardigrade species associated with barnacles from the Thai coast of Andaman Sea. Korean J. Biol. Sci, 2: 323-331.
- Chang, C. Y. and H. S. Rho, 1998b. Two marine tardigrade species of genus *Anisonyches* (Heterotardigrada: Echiniscoididae) from Mindanao, the Philippines. Korean J. Syst. Zool., 14(2): 91-98.
- Chang, C. Y. and Y. H. Song, 2002. *Echinoderes lanceolatus*, a new kinorhynch from Korea (Kinorhyncha, Cyclorhagida, Echinoderidae). Korean Journal of Systematic Zoology, 18(2): 203-211.
- Chattrjee, T. and C. Y. Chang, 2002. Halacaridae (Acari) from Thailand: one new and two known

- species of the genus *Copidognathus* Trouessart. Korean J. Biol. Sci., 6: 201-206.
- Coull, B. C., G. R. F. Kicks and J. B. J. Wells, 1981. Nematoda/Copeoda ratios for monitoring pollution: a rebuttal. Mar. Pollut. Bull., 12: 378-381.
- Garey, J. R., D. R. Nelson, L. Y. Mackey and J. Li, 1999. Tardigrade phylogeny: Congruency of morphological and molecular evidence. Zool. Anz., 238: 205-210.
- Higgins, P. R. & H. Thiel, 1992. Introduction to the study of meiofauna. Smith. Contr. Zool., 488pp.
- Higgins, R. P. and Y. Shirayama, 1990. Dracoderidae, a new family of the cyclorhagid Kinorhyncha from the inland sea of Japan. Zoological Science, 7: 939-946.
- Hogue, E. W., 1978. Spatial and temporal dynamics of a subtidal estuarine gastrotrich assemblage. Mar. Biol., 49: 211-222.
- Hummon, W. D., 1966. Morphology, life history, and significance of the marine gastrotrich *Chaetonotus testiculophorus* n. sp. Trans. Amer. Microsc. Soc., 85: 450-457.
- Hummon, W. D., 1969. *Musellifer sublitoralis*, a new genus and species of Gastrotricha from the San Juan Archipelago, Washington. Trans. Amer. Microsc. Soc., 88: 282-286.
- Hummon, W. D., 1972. Dispersion of Gastrotricha in a Marine Beach of the San Juan Archipelago, Washington. Marine Biology, 16: 349-355.
- Hummon, W. D., 1974a. SH':A similarity index based on shared species diversity, used to assess temporal and spatial relationships among intertidal marine Gastrotricha. Oecologia (Berlin) 17: 203-220.
- Hummon, W. D., 1974b. Respiratory and osmoregulatory physiology of a meiobenthic marine Gastrotricha from Colombia. Bull. Mar. Sci. 24(2): 396-408.
- Hummon, W. D., M. Balsamo, and M. A. Todaro, 1992. Italian marine Gastrotricha: I. Six new and one redescribed species of Chaetonotida. Bool. Zool., 59: 499-516.
- Hummon, W. D., J. W. Fleeger, and M. R. Hummon, 1976. Meiofauna-macrofauna interactions: 1. Sand beach meiofauna affected by maturing *Limulus* eggs. Chesapeake Sci. 17: 297-299.
- Hwang, U. W., M. Friedrich, D. Tautz, C. J. Park and W. Kim, 2001. Mitochondrial protein phylogeny joins myriapods with chelicerates. Nature, 413: 154-157.
- Kim, D.-S., J.-W. Choi, J.-G. Je, R.-S. Kang and J.-H. Lee, 1998. The community structure of meiobenthos in the tidal flats of Daebudo, the west coast of Korea. Ocean Res., 20(2): 81-87.
- Kim, D.-S., J.-W. Choi, J.-G. Je, and J.-H. Lee, 2000. The community structure and spatial distribution of meiobenthos in the Kanghwa tidal flats, west coast of Korea. Ocean Res., 22(1): 15-23.
- Kinchin, M., 1994. The biology of tardigrades. Portland Press, 186pp.
- Lee, J. M. and C. Y. Chang, 2003. Two new marine gastrotrichs of the genus *Ptychostomella* (Macrodasysida, Thaumastodermatidae) from South Korea. Zool. Sci., 20: 481-489.
- Lorenzen, S., 1981. Entwurf eines phylogenetischen systems der freilebenden Nematoden. Veröffentlichungen. Institut für Meeresforschung, Bremerhaven, Suppl., 7: 1-449.
- Lou, T. H., 1934. Sur la Presence d'un nouveau Kinorhynque à Tchefou: *Echinoderes Tchefouensis* sp. nov. Contributions du Laboratoire de Zoologie, Academie Nationale de Peiping. 1(4): 1-9.
- Noda, H., 1985. Description of a new subspecies of *Angursa bicuspis* Pollock (Heterotardigrada, Halechiniscidae) from Tanabe Bay, Japan. Publication of Seto Marine Biological Laboratory, 30(4/6): 269-276.
- Noda, H., 1987. A new species of marine Tardigrada of the genus *Florarctus* (Heterotardigrada, Halechiniscidae) from Japan. Publication of Seto Marine Biological Laboratory, 32(4/6): 323-328.
- Raffaelli, D, 1987. The behavior of the nematode/ copepod ratio in organic pollution studies, Mar. Environ. Res., 23: 135-152.

- Raffaelli, D. and C. F. Mason, 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes of copepods, Mar. Pollut. Bull., 12: 158-163.
- Renaud-Mornant, J., 1982. Species diversity in marine Tardigrada. East Tennessee State University Press, Johnson City, Tennessee, pp. 149-178.
- Renaud-Mornant, J., 1986. Gastrotricha. in: L. Botosaneanu (ed.), Stygofauna mundi. Brill, Leiden, Netherlands. pp. 86-109.
- Renaud-Mornant, J., 1992. Tardigrada. In: Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian. Contrib. Zool. pp. 357-364.
- Rho, H. S., B. H. Min and C. Y. Chang, 1999. Taxonomic study of marine tardigrades from Korea I. genus *Batillipes* (Heterotardigrada: Batillipedidae). Korean J. Syst. Zool., 15(1): 107-118.
- Saito, I., 1937. Neue und bekannte Gastrotrichen der Umgebung von Hiroshima (Japan). J. Sci. Hiroshima Univ., (13-1) 5 : 245-265.
- Schmidt, P., 1968. Die quantitative Verteilung und Populationsdynamik des Mesopsammons am Gezeiten-Sandstrand der Nordseeinsel Sylt. 1. Faktorenefüge und biologische Gliederung des Lebensraumes. Int. Revue ges. Hydrobiol., 53: 723-779.
- Shirayama, Y., 1996. Meiofauna: Treasuries of new taxa. Taxa, 1:3-9.
- Song, Y. H. and C. Y. Chang, 2001. First record of *Campyloderes macquariae* Johnston (Kinorhyncha, Cyclorhagida, Centroderidae) from the North Pacific. Korean Journal of Systematic Zoology, 17(2): 207-216.
- Sudzuki, M., 1979. Some aspects of the haline interstitial biota from Ryukyu Shoto, subtropical chain islands, southwest Japan. Sesoko Marine Science Laboratory Technical report 6:37-50.
- Sudzuki, M., 1979. 環境と生物指標 2. 水界編. 10. 生物指標としての輪蟲類と腹毛蟲類. 共立出版株式会社, 310 pp.
- Tchesunov, A. V. and V. O. Mokievsky. 1995. A new marine tardigrade, *Batillipes crassipes* sp. nov., from the Japan Sea (Tardigrada, Arthrotardigrada, Batillipedidae). Cah. Biol. Mar. 36: 153-157.
- Wieser, W., 1957. Gastrotricha Macrodasypoidea from the intertidal of Puget Sound. Trans. Amer. Micros. Soc., 76: 372-381.