

서남극 브랜스필드 동부 분지내 코아 퇴적물(A9-EB2)의 방산충

박영숙^{1,*} · 이종덕¹ · 윤혜수² · 윤호일³ · 김향숙¹

¹전북대학교 지구환경과학과, 561-756 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

²충남대학교 지질학과, 305-764 대전시 유성구 궁동 220

³한국해양연구원 극지연구소, 425-600 경기도 안산시 우체국 사서함 29호

Radiolarians from Core Sediments (A9-EB2) in Bransfield Basin, West Antarctica

Young-Suk Bak^{1,*} · Jong-Deock Lee¹ · Hyesu Yun² · Ho-Il Yoon³ · Hyang-Sook Kim¹

¹Department of Earth & Environmental Sciences, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea

²Department of Geology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Polar Research Center, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, 425-600, Korea

Abstract: A total of 58 species of radiolarians belonging to 41 genera were identified in 44 samples from core A9-EB2 of the Bransfield Basin in the Antarctic. The radiolarian assemblages from A9-EB2 are generally very low in abundance. The dominant species are *Antarctissa denticulata*, *A. longa*, *A. strelkovi*, *Lithomelissa setosa*, *Lithomitra lineata*, *Peridium longispinum* and *Phormacantha hystrix*, constituting 75% of the total assemblage. Genera *Challengeron* and *Protocystis* belonging to family Challengeriidae, found in core A9-EB2 have been recorded in the Quaternary sediments. Therefore, the geologic age of core A9-EB2 in Bransfield Basin is regarded to be Quaternary (Pleistocene-Holocene). Typical circumpolar taxa such as *Antarctissa strelkovi*, *A. denticulata*, *Cycladophora davisiana* and *Larcopyle buetschlii* are representing the influence of waters from Bellingshausen Sea and Antarctic Circumpolar Current. *Plectacantha oikiskos* and *Phormacantha hystrix* are considered as a coastal indicator. Also, low amounts of *Lithomelissa setosa* are related to pelagic condition and entrance of cold waters from the Western Weddell Sea into Bransfield Basin. Therefore, the core sediments in Bransfield Basin were deposited under the coastal condition mainly influenced by the waters from Bellingshausen Sea and Antarctic Circumpolar Current. but also by the water from the Western Weddell Sea of the open-water condition.

Key words: antarctic, bransfield basin, radiolarians, quaternary

요약: 브랜스필드 동부 분지에서 얻은 길이 약 5m의 시추코어(A9-EB2)에서 채취된 44개의 시료로부터 총 41속 58종의 방산충이 감정되었으며, *Antarctissa denticulata*, *A. longa*, *A. strelkovi*, *Lithomelissa setosa*, *Lithomitra lineata*, *Peridium longispinum*와 *Phormacantha hystrix* 등이 우세종으로 이들이 총 산출량의 75%를 차지한다. 시추코어에서 산출된 방산충 군집의 대부분은 긴 지질 시대를 나타내는 종들이며, Phaeodarian목의 Challengeriidae과에 속하는 *Challengeron* 속과 *Protocystis* 속은 일반적으로 제4기에서 산출되므로 시추 퇴적물의 대략적인 지질 시대는 제4기(Pleistocene-Holocene)에 해당된다. 방산충 군집의 종조성은 *Antarctissa strelkovi*, *A. denticulata*, *Cycladophora davisiana*와 *Larcopyle buetschlii* 등 전형적인 남극종(Circumpolar group)들이 다른 종들에 비해 상대적으로 다량 산출된다. 또한 연안 환경을 지시하는 *Plectacantha oikiskos*, *Phormacantha hystrix*와 원양 환경을 지시하는 *Lithomelissa setosa*가 함께 산출된다. 남극종의 산출과 *Phormacantha-Plectacantha* group이 *Lithomelissa* group의 산출량보다 많은 것으로 보아, 연구 지역은 남극순환수(Antarctic Circumpolar Current)나 벨링스하우젠해로부터 해류의 영향을 받은 연안 환경 지역이나 서쪽의 원양 환경인 웨델해로부터 브랜스필드 분지로 차가운 물이 유입되었음을 알 수 있다.

주요어: 남극, 브랜스필드 분지, 방산충, 제4기

서 론

남극의 해양 환경은 풍부한 생물 자원 및 잠재적인 해양 광물 자원의 중요성 뿐만 아니라 최근 고조되어 가는 국제적인 지구 환경 보존의 참여 차원에 있어서도 학술적인 면으로나 국가의 정책적인 면에서 매우 중요하게 부각되고 있다. 우리 나라도 1988년 2월 남쉐틀랜드군도에 세종과학기지를 건설한 이후, 남극과 학연구단을 파견하여 기지 주변의 육상과 연근해에서 지질 조사와 생태 연구를 수행해 왔으며, 해양에서는 남쉐틀랜드군도, 엘레펀트섬, 웨델해 북서해역 등지에서 지질 및 고생물학적 조사를 수행하고 있다.

남극 지역의 방산층에 대한 연구는 최초로 Ehrenberg (1844)에 의해 시작된 이후로 많은 연구자들에 의해서 방산층 화석이 수집되고 기재되었다. 특히 DSDP (Deep Sea Drilling Project)와 ODP(Ocean Drilling Project)에 의해 활발히 연구되었으며, 생층서와 고환경 해석을 목적으로 이루어졌다(Hay, 1965; Chen, 1974; Keany, 1978, 1979; Morley, 1985; Abelmann, 1992). 브랜스필드 분지에서 산출된 미화석에 관한 국내 학자에 의한 연구로는 규조 화석(이영길, 1994, 1995; 배부영 외, 1998, 1999), 와편모충 화석(Byun *et al.*, 1996)과 규편모 화석(Yi *et al.*, 1995)에 대한 연구가 이루어졌으며, 남극에서의 방산층 미화석에 대한 국내 연구자의 연구는 없었다. 따라서 이 연구 논문에서는 남극 브랜스필드 분지의 시추공 퇴적층에서 산출되는 방산층 미화석을 분류하여, 퇴적층의 지질시대와 고환경을 규명하고자 한다.

지질개요

남극반도와 남쉐틀랜드군도 사이의 브랜스필드 퇴적분지는 북쪽에 위치한 남쉐틀랜드 해구의 섭입이 종료되고 남쉐틀랜드 섬들이 신생대 후기동안 남쪽의 남극반도 북단으로부터 분리되면서 생성된 배호분지로서 극히 짧은 지질역사(약 4백만년 전)를 가진 퇴적분지이다(Baker, 1982; Baker and Dalziel, 1983; Gonzalez-Ferran, 1985; Parra *et al.*, 1988; Gamboa and Maldonado, 1990; Birkenmajer, 1992; Jeffers *et al.*, 1994; Maldonado *et al.*, 1994).

브랜스필드 해역은 지형적 특성에 의해 SW-NE 방향으로 세 개의 소분지가 존재한다. 서부의 소분지는 Livingston섬과 Deception섬의 남서부에 위치하고 있

으며 불규칙한 지형을 가지고 세 개의 소분지중 수심이 1000m 이하로 가장 얇다. 중앙 소분지는 Robert 섬, Nelson섬, King George섬과 남극반도의 북동 정상부 사이에 놓인다. 중앙 소분지는 수심 2000m에 달하며, 해저 위에 불연속적이고 많은 화산봉우리들이 산재해 있다. 동부 소분지는 북동쪽으로 Elephant 섬, Clarence섬과 Gibbs섬까지 확장되며, 세 개의 소분지중 가장 수심이 깊어 2500m에 이른다.

연구 지역은 브랜스필드내 동부 소분지에 속하고, 남극 수렴대(58~63° S) 내에 위치하며, 벨링스하우젠 해로부터 유입되어 분지의 북동쪽으로 흐르는 비교적 따뜻하고 저염도의 해류와 웨델해로부터 유입되어 남극반도의 해안선을 따라 남서쪽으로 흐르는 차고 밀도가 높은 해류, Drake Passage로부터 브랜스필드 분지로 유입되는 남극 순환류(Circumpolar Deep Water) 등의 해류에 영향을 받는 지역이다(Fig. 1).

지질 시대 및 고환경 해석

코아 퇴적물 A9-EB2(표층에서 455cm까지)은 회색의 이질 퇴적물(gray diatomaceous mud)로 이루어지며, 암상은 주로 규조 연니(diatom ooze)로 구성되고, 부분적으로 turbidite mud layer(23~90cm, 430~455cm)와 homogeneous mud layer(300~320cm)가 협재된다. 코아로부터 약 10cm 간격으로 44개의 시료를 채취 하였으며, 채취된 시료로부터 총 41속 58종의 방산층이 감정되었다(Table 1, Plates I and II). 하부 층준에서부터 상부 층준까지 시료 모두에서 방산층 미화석이 산출되었으나 총 383개체로 종의 개체수가 적고 미화석의 보존상태가 약간 불량한 편이다. 특히 층준 129cm~249cm 사이에서 그외의 다른 층준에서 보다 개체수가 더욱 적게 산출되었다.

코아로부터 산출된 방산층 중 *Antarctissa denticulata*, *A. longa*, *A. strelkovi*, *Lithomelissa setosa*, *Lithomitra lineata*, *Peridium longispinum*, *Phormacantha hystrix* 등이 우세종으로 총 산출량의 75%를 차지한다. 또한 *A. strelkovi*, *Peridium longispinum*, *Phormacantha hystrix*는 하부 층준으로부터 상부 층준까지 모든 시료에서 산출되었다.

A9-EB2에서 산출된 종들 중 *Antarctissa denticulata*, *A. strelkovi*, *Lithelius nautiloides*, *Spongostrochus glacialis*, *Saccospyris antarctica*, *Tricerapsyris antarctica*, *Stylodictya validispina*, *Cycladophora davisiana* 등은 긴

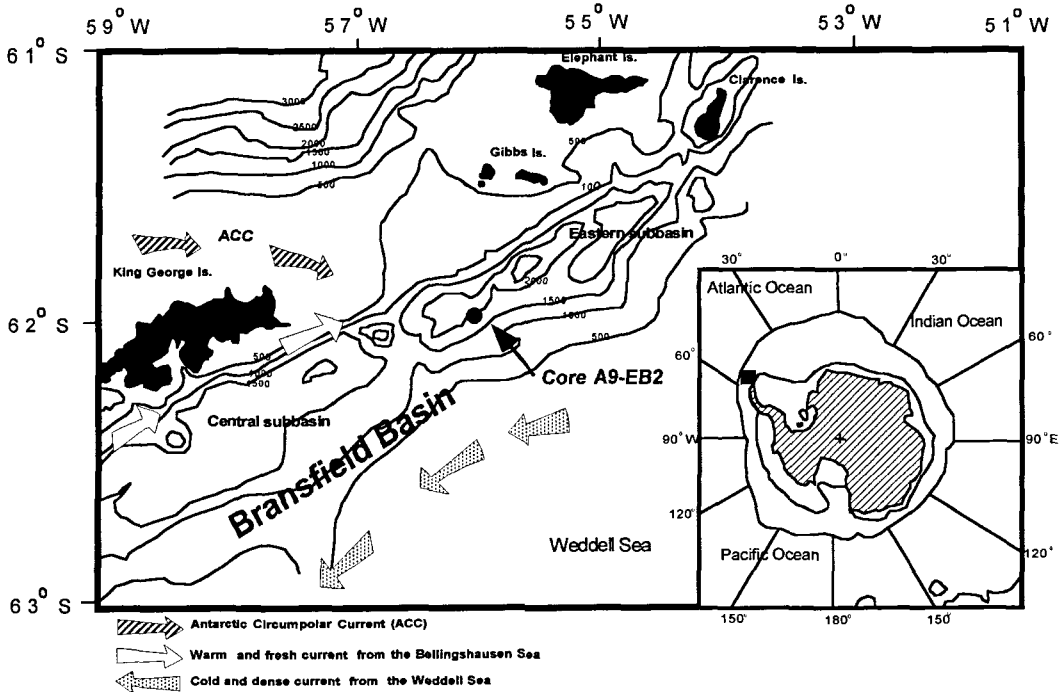


Fig. 1. Location map of the Bransfield Basin in Antarctic (after Canals et al., 1997).

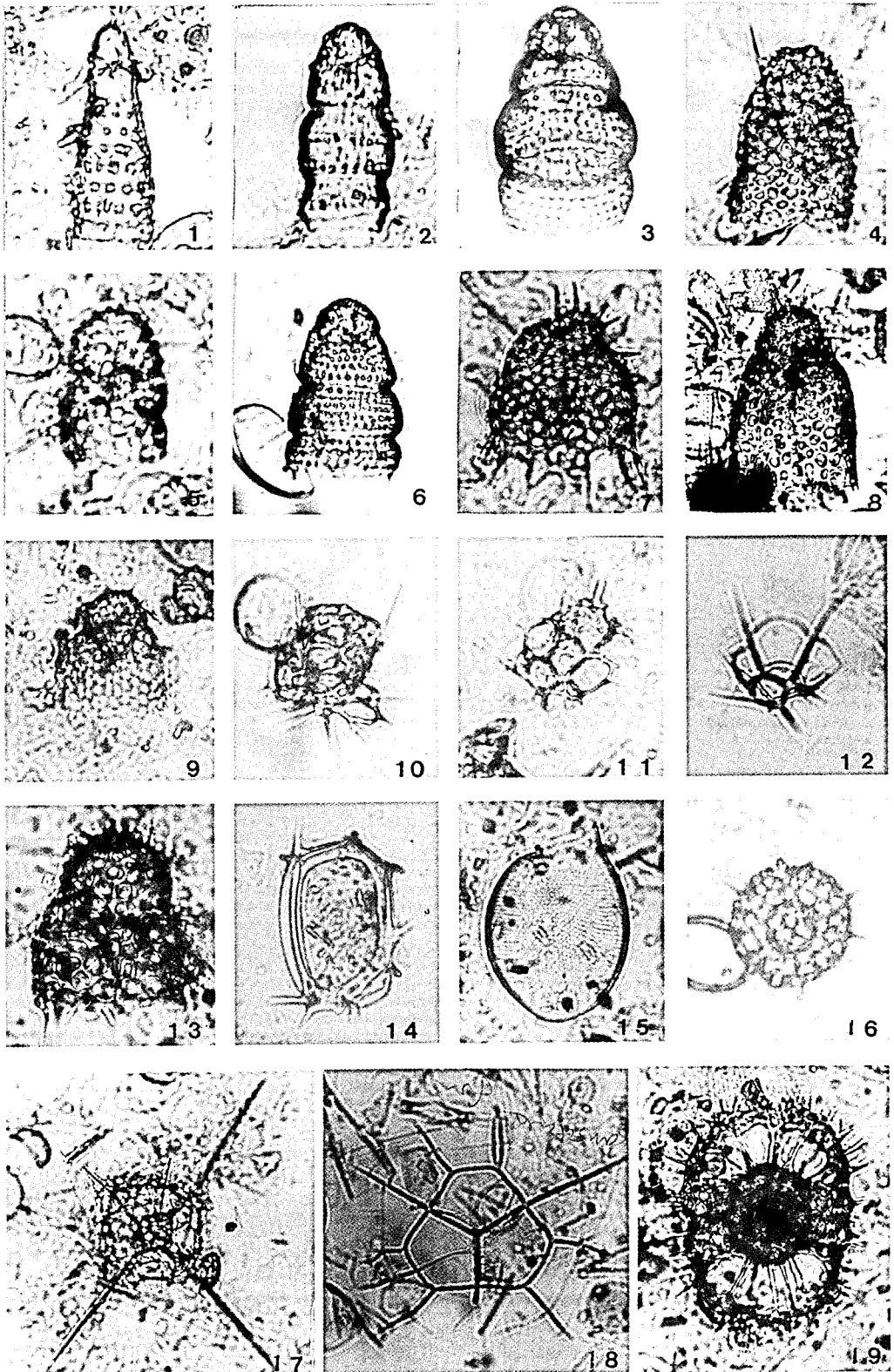
지질 시대를 나타내는 종이나 제 4기 균집으로 알려져 있다(Weaver, 1976). 또, Phaeodarian목의 Challengeriidae과에 속하는 *Challengeron* 속과 *Protocystis* 속은 일반적으로 제4기에서 산출된다(Dumitrica, 1973). 그러므로, 연구 지역의 코아에서 산출된 종들의 균집과 Phaeodarian목 방산층에 의해서 코아 퇴적물의 지질 시대는 제4기(Pleistocene-Holocene)인 것을 확인할 수 있다.

방산층 균집의 종조성은 *Antarctissa strelkovi*, *A. denticulata*, *Cycladophora davisiana*와 *Larcopyle buetschlii* 등 전형적인 남극종(Circumpolar group)들이 전체산출량의 약 22%를 차지하며, 연안 환경을 지시하는 *Plectacantha oikiskos*, *Phomacantha hystrix*가 11%, 원양 환경을 지시하는 *Lithomelissa setosa*가 5% 산출된다(Barcena et al., 1998). 남극종의 산출은 남극 순환수(Antarctic Circumpolar Current)나 벨링스하우젠해로부터 해류의 영향을 의미하며, *Lithomelissa setosa*의 산출은 서쪽의 웨델해로부터 브랜스필드 분지로 차가운 물이 유입되었음을 지시한다. 또한 천해 환경을 지시하는 *Antarctissa denticulata*, *Saccospyris antarctica*, *Spongotrochus glacialis* 등과 연안종인 *Phomacantha-Plectacantha* group이 다량 산출된다.

따라서 연구 지역은 주로 남극순환수나 벨링스하우젠해로부터 온 해류의 영향을 많이 받은 연안 환경 하에서 퇴적되었으며, 서쪽의 원양 환경인 웨델해로부터 브랜스필드 분지로 차가운 물이 유입되었음을 알 수 있다.

결론

브랜스필드 분지의 A9-EB2 시추코아로부터 383개체의 방산층이 산출되었으며, 이들은 41속 58종으로 분류되었다. 하부 층준에서부터 상부 층준까지 모든 시료에서 방산층이 산출되었으나 개체수는 매우 적다. 산출된 방산층종 *Antarctissa denticulata*, *A. strelkovi*, *Lithelius nautiloides*, *Spongotrochus glacialis*, *Saccospyris antarctica*, *Triceraspyris antarctica*, *Stylodictya validispina*와 *Cycladophora davisiana* 등은 세분된 지질 시대를 지시하지 못하는 종들이나 제4기균집으로 알려져 있고(Weaver, 1976), Challengeriidae과에 속하는 *Challengeron* 속과 *Protocystis* 속은 일반적으로 제4기에서 산출 되므로, 연구 지역에 분포된 화석층의 지질시대는 대략 제4기(Pleistocene-Holocene)에 해당된다.



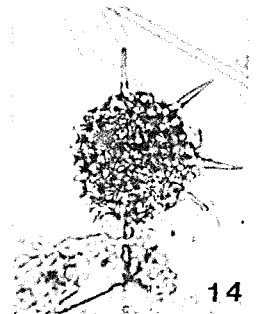
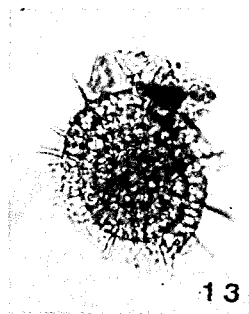
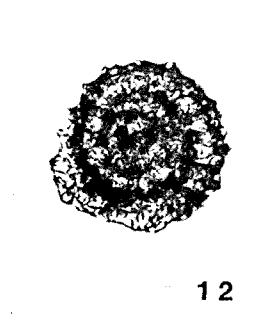
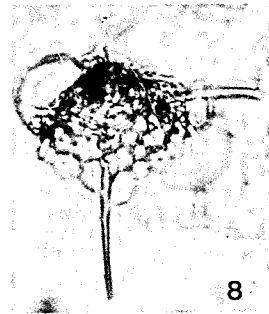
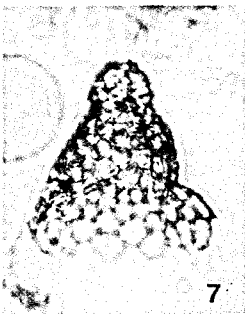
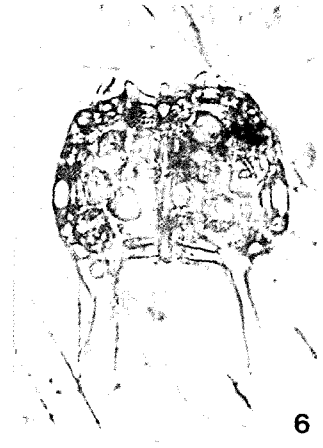
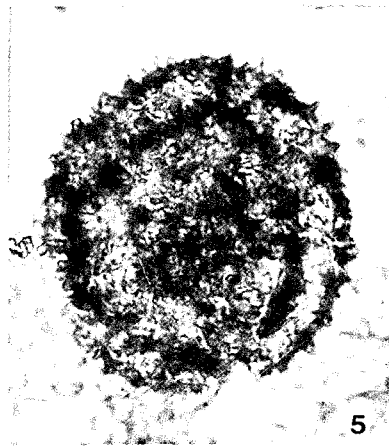
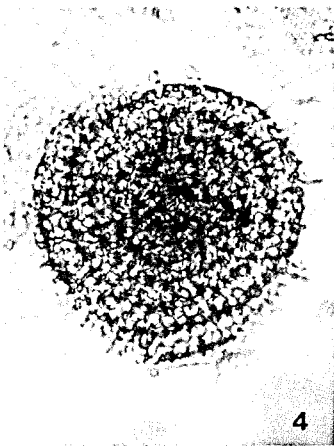
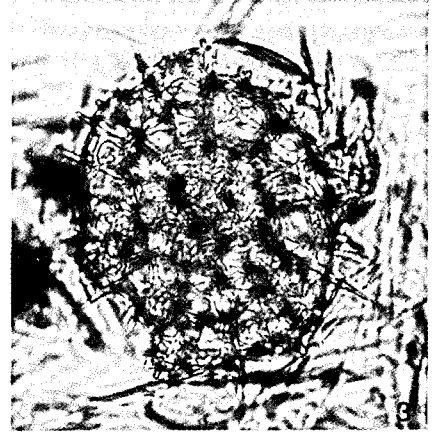
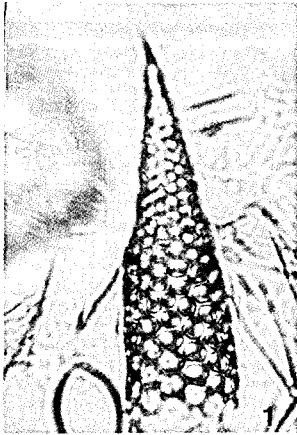
또한, 방산층의 종조성 연구 결과 연구지역의 코아 퇴적물은 남극순환수(Antarctic Circumpolar Current)나 벨링스하우젠해로부터 해류의 영향을 주로 받은 연안 환경 하에서 퇴적되었으며, 서쪽의 웨델해로부터 브랜스필드 분지로 차가운 물이 유입되었음을 알 수 있다.

참고문헌

- 배부영 · 윤혜수 · 이상숙, 1998, 남극 브랜스필드 해협 코아 퇴적물에서 산출되는 규조류. 한국해양연구소, BSP 98001-04-1149-7, 194-238.
- 배부영 · 윤혜수 · 윤호일 · 김부근 · 강천윤 · 양영선, 1999, 남극 드레이크 해협 코아퇴적물의 규조. 한국해양연구소, ECPP 99001-03 367-390.
- 이영길, 1994, 남극 브랜스필드해협 시추공 퇴적물내의 제 4기 규조류. 극지연구, 5(1), 93-110.
- 이영길, 1995, 남극 킹조지섬 주위 해저퇴적물에 대한 미고 생물학적 연구. 한국해양연구소, 제3단계 1차년도 연차 보고서, 315-355.
- Abelmann, A., 1992, Radiolarian flux in Antarctic waters (Drake Passage, Powell Basin, /Bransfield Strait). Polar Biology, 12, 357-372.
- Barcena, M.A., Gersonde, R., Ledesma, S., Fabres, J., Calafat, A.M., Canals, M., Sierro, F.J., and Flores, J.A., 1998, Record of Holocene glacial oscillations in Bransfield Basin as revealed by siliceous microfossil assemblages. Antarctic Science, 10(3), 269-285.
- Barker, P.F., 1982, The Cenozoic subduction history of the Pacific margin of the Antarctic Peninsula. Ridge crest-trench interactions. Journal of Geological Society of London, 139, 787-801.
- Barker, P.F. and Dalziel, I.W.D., 1983, Progress in geodynamics in the Scotia Arc region. Caribbean and Scotia Arcs. AGU, Denver, 137-170.
- Birkenmajer, K., 1992, Evolution of the Bransfield Basin and rift, west Antarctica. Recent progress in Antarctic Earth Sciences. Terrapub, Tokyo, 405-410.
- Byun, H., Yun, H., Yi, S., and Chang, S.-K., 1996, Reworked Dinocysts from the Bransfield strait, Antarctica. Journal of Paleontological Society of Korea. 12(1), 22-56.
- Chen, P.-H., 1974, Some new Tertiary radiolaria from Antarctic deep-sea sediments. Micropaleontology, 20(4), 480-492.
- Dumitrica, P., 1973, Cretaceous and Quaternary radiolaria in deep sea sediments from the Northwest Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. LEG. 13 of Deep Sea Drilling Project, 829-969.
- Ehrenberg, C.G., 1844, Einige vorlaufige resultate seiner Untersuchungen der ihm von der sudpolreise des Capitain Ross, so wie von den Herren Schayerbund Darwin zugekommenen materialien uber das verhalten des kleinsten Lebens in den oceanen und den grossten bisher zuganglichen tiefen des weltmeeres. Monatsber. Konigliche Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 182-207.
- Gamboa, L.A. and Maldonado, R., 1990, Geophysical investigations in the Bransfield Strait and in the Bellinghausen Sea-Antarctica. American Association of Petro-

Explanation of Plate I

- Fig. 1. *Artostrobos annulatus* (Bailey) Haeckel, 1887; A9-EB2 290 cm, X855.
- Fig. 2. *Lithomitra lineata* (Ehrenberg) Haeckel, 1887; A9-EB2 60 cm, X880.
- Fig. 3. *Artostrobium miralestense* (Campbell & Clark) Riedel & Sanfilippo, 1971; A9-EB2 201 cm, X920.
- Fig. 4. *Botryopera chlamida* Haeckel, 1887; A9-EB2 159 cm, X670.
- Fig. 5. *Antarctissa robusta* Petrushevskaya, 1975; A9-EB2 330 cm, X890.
- Fig. 6. *Artostrobium auritum* (Ehrenberg) Riedel & Sanfilippo, 1972; A9-EB2 261 cm, X440.
- Fig. 7. *Lithomelissa setosa* Jorgensen, 1900; A9-EB2 212 cm, X510.
- Fig. 8. *Antarctissa strelkovi* Petrushevskaya, 1967; A9-EB2 30 cm, X900.
- Fig. 9. *A. strelkovi* Petrushevskaya, 1967; A9-EB2 40 cm, X810.
- Fig. 10. *Plectacantha oikiskos* Jorgensen, 1905; A9-EB2 270 cm, X700.
- Fig. 11. *Phormacantha hystrix* Jorgensen, 1900; A9-EB2 80 cm, X710.
- Fig. 12. *Pseudocubus obeliscus* Haeckel, 1887; A9-EB2 11 cm, X855.
- Fig. 13. *Antarctissa denticulata* (Ehrenberg) Petrushevskaya, 1968; A9-EB2 385 cm, X640.
- Fig. 14. *Zygocircus productus* Hertwig, 1879; A9-EB2 369 cm, X910.
- Fig. 15. *Protocystis xiphodon* Haeckel, 1887; A9-EB2 320 cm, X655.
- Fig. 16. *Haliometta miocenica* Campbell & Clark, 1944; A9-EB2 109 cm, X955.
- Fig. 17. *Rhizoplegma boreale* Cleve, 1899; A9-EB2 180 cm, X470.
- Fig. 18. *Sethophormis rotula* Haeckel, 1887; A9-EB2 140 cm, X500.
- Fig. 19. *Phortidium clevei* (Jorgensen) Petrushevskaya, 1968; A9-EB2 300 cm, X530.



- leum Geologists Studies in Geology, 31, 127-141.
- Gonzalez-Ferran, O., 1985, Volcanic and tectonic evolution of the northern Antarctic Peninsula-Late Cenozoic to Recent. *Tectonophysics*, 144, 389-409.
- Hays, J.D., 1965, Radiolaria and Late Tertiary and Quaternary history of Antarctic seas. *Biology of the Antarctic seas 2*, Antarctic Research Series 5. 125-184.
- Jeffers, J.D., Anderson, J.B., and Lawver, L.A., 1994, Evolution of the Bransfield Basin, Antarctic Peninsula. In Thomson, M.R.A., Crame, J.A. and Thomson, J.W. (eds.), *Geological Evolution of Antarctica*. Cambridge University Press, Cambridge, 481-485.
- Keany, J., 1978, Paleoclimatic trends in Early and Middle Pliocene deep sea sediments of the Antarctic. *Marine Micropaleontology*, 3, 35-49.
- Keany, J., 1979, Early Pliocene radiolarian taxonomy and biostratigraphy in the Antarctic region. *Micropaleontology*, 25(1), 50-74.
- Maldonado, A., Larter, R.D., and Aldaya, F., 1994, Forearc tectonic evolution of the South Shetland Margin, Antarctic Peninsula. *Tectonics*, 13, 1345-1370.
- Morley, J.J. and Stepien, J.C., 1985, Antarctic radiolaria in late winter/early spring Weddell Sea Waters. *Micropaleontology*, 31(4).
- Parra, J.C., Yanez, G., and USAC working Group, 1988, Aeromagnetic survey of the Antarctic Peninsula and surrounding seas: integration of the data obtained at different altitudes. *Serie Cientifica del Instituto Antartico Chileno*, 38, 118-131.
- Sanfilippo, A., Westberg-Smith, M.J., and Riedel, W.R., 1985, Cenozoic radiolaria. In Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (eds.), *Plankton stratigraphy*, Cambridge University Press, 631-712.
- Weaver, F.M., 1976, Late Miocene and Pliocene radiolarian paleobiogeography and biostratigraphy of the Southern Ocean. Ph.D. dissertation, Florida State University, 175 p.
- Yi, S., Yun, H., Byun, H., and Chang, S.-K., 1995, Quaternary silicoflagellates from the core sediments of the Bransfield Strait, Antarctica. *Journal of Paleontological Society of Korea*. 11(1), 61-79.

2001년 2월 5일 원고 접수

2001년 4월 6일 수정원고 접수

2001년 4월 7일 원고 채택

Explanation of Plate I

- Fig. 1. *Cornutella profunda* Ehrenberg, 1854; A9-EB2 140 cm, X710.
- Fig. 2. *Challengeron diodon* Haeckel, 1887; A9-EB2 270 cm, X620.
- Fig. 3. *Lithelius nautiloides* Popofsky, 1908; A9-EB2 0 cm, X710.
- Fig. 4. *Stylochlamidium asteriscus* Haeckel, 1887; A9-EB2 21 cm, X830.
- Fig. 5. *Larcopyle buetschlii* Dreyer, 1889; A9-EB2 340 cm, X810.
- Fig. 6. *Triceraspyris antarctica* Haecker, 1908; A9-EB2 80 cm, X710.
- Fig. 7. *Cyclodophora davisiana* Ehrenberg, 1872; A9-EB2 91 cm, X1190.
- Fig. 8. *Dictyophimus* sp.; A9-EB2 70 cm, X1000.
- Fig. 9. *Saccospyris antarctica* Haecker, 1907; A9-EB2 330 cm, X1000.
- Fig. 10. *Spongotrochus glacialis* Popofsky, 1908; A9-EB2 425 cm, X855.
- Fig. 11. *Peridium longispinum* Jorgensen, 1900; A9-EB2 40 cm, X855.
- Fig. 12. *Lithelius nautiloides* Popofsky, 1908; A9-EB2 270 cm, X780.
- Fig. 13. *Stylochlamidium asteriscus* Haeckel, 1887; A9-EB2 91 cm, X680.
- Fig. 14. *Spongotrochus glacialis* Popofsky, 1908; A9-EB2 330 cm, X800.