

韓國 南極 研究 : 現況과 方向

朴炳權 · 蔣舜權* · 金東燁*

해양연구소 소장실

*해양연구소 극지연구부

Korean Antarctic Research Activities : Present and Future

Byong - Kwon Park , Soon - Keun Chang * , and Dong - Yup Kim *

Director, KORDI

* Polar Research Division, KORDI

요약 : 南極은 가장 늦게 발견되었으며, 가장 개발이 덜 된, 98%가 2,160 m의 두꺼운 얼음으로 덮인 가장 추운 대륙이다. 남극의 자연환경이 가혹할지라도 남극의 연구를 위하여 국가간의 협력이 가장 잘 너는 지역이다. 남극에는 크릴을 비롯한 생물자원과 탄화수소, 희유금속원소 등 비생물자원이 막대하게 부존되어 있다. 남극에서의 생활 및 연구에는 물 이외의 물자를 문명세계에서 공급해야하며 가혹한 환경하에 따르는 여러 어려움이 있다.

우리 나라는 1978/79년 크릴어획과 해양조사를 효시로 남극에 관심을 보인 이래 1988년 2월 17일에는 서남극 남쉐틀랜드군도 킹조지섬 남위 62° 13', 서경 58° 45'에 세종기지를 준공했다. 우리 나라의 남극과학연구(KARP)는 해양학, 육상-해양, 지질과학, 병화학, 육상생물학, 기상학, 고층대기물리학 등에 걸친다. 현재까지는 연구지역이 기지주변과 브란스필드해협에 한정되나 앞으로는 웨들해역, 남극반도 등으로 확장될 예정이다. 연구분야도 남극환경의 이해와 보전에 관련된 분야와 인체생리학과 재료과학 등으로 확대될 예정이다.

대한민국의 남극과학연구계획 발전을 위하여 몇 가지를 제안했다. 이에는 국제 공동연구, 연구비의 증액, 병해를 항해할 수 있는 선박과 제2의 기지건설과 전담연구기관의 건설 등이 포함되어 있다.

주요어 : 남극대륙, 남극과학연구, 연구, 지원, 제안

Abstract Antarctica is the last sighted, the least exploited, and the coldest continent covered with a huge thickness of ice. It comprises about 9% of land surface of the earth. As cold and remote as it is, Antarctica has become one of the few places where substantial international cooperation is fulfilled. Physical environment and resources, living and non-living, are briefly introduced. Difficulties in carrying out researches and logistics in the Antarctic are also briefly outlined.

Korean government launched her first Antarctic activity since the first krill-catch and oceanographic survey in the Southern Ocean off Enderby Land and Wilkes Land in 1978/1979. The King Sejong Station, the first Korean Antarctic research station was inaugurated on 17 February, 1988 at the western tip of the Barton Peninsula (62° 13'S, 58° 45'W), King George Island, South Shetland Islands, West Antarctica. Environmental studies of the area around the King Sejong Station have been carried out by the Korea Ocean Research and Development Institute (KORDI), Seoul, Korea, the main organizer of the Korea Antarctic Research Program (KARP), since the first KARP in 1987/88. The Program comprises general oceanographic survey, land and marine geology and geophysics, ice core geochemistry, meteorology, upper atmospheric physics using Fabry-Perot interferometer, land plants, land mammals, sea birds, and microbiology.

The research area will be expanded to Bransfield Strait, Weddell Sea, and Antarctic Peninsula and

mainland Antarctica. KARP will put emphasis on the environmental sciences and related field of research in order to protect the pristine environment of Antarctica, and extend its research fields for human physiology and material sciences in the unique environment of Antarctica.

A few suggestions to extend KARP are recommended. They include extension of international cooperation, particularly, in the field of glaciology and land geophysics, increase of research fund, building of ice-strengthened research vessel, and the establishment of the second research station in the mainland Antarctica. In addition, the creation of a committee to support the KARP and the establishment of a research institute unique for the Polar Science are highly recommended.

Key words Antarctica, KARP, research, logistics, suggestions

序 論

우리 나라는 1989년 10월 18일 파리에서 열렸던 제9차 南極條約協議當事國特別會議에서 핀란드, 페루와 함께 세계에서 23번째로 南極條約協議當事國(Antarctic Treaty Consultative Party: ATCP) 자격을 획득했다. 이는 1978/79년 南氷洋 크릴조사를 시발로 한 우리나라 남극연구의 결과를 국제적으로 인정받은 증거라 할 수 있다. 따라서 이제 우리 나라는 남극과 관련되는 諸般國際的 規定의 改廢, 審議 때에는 기존 협의당사국과 더불어 決定權을 行使할 수 있게 된다. 이 때에 남극의 중요성을 살펴보고 우리나라의 남극연구 방향을 살펴 보는 것은 큰 의의가 있으리라 믿는다.

南極의 自然環境

南極은 시베리아, 알래스카-캐나다, 그린란드 등 육지로 둘러싸인 北極과 달리 南氷洋이라는 바다로 둘러싸인 大陸으로, 北極보다 더 추워서 1983년 7월 최저 -89.6°C (-129.3°F) (Phillpot, 1985, p.27)가 기록된 바 있으며 원주민이 없는 것이 특징이다. 남극은 대륙 가운데서는 가장 늦게 19세기 초에 발견되었으며 가장 개발이 더딘 대륙이다. 面積은 약 1,360만 km^2 으로 地球 전체 陸地 面積의 약 9%를 점하나, 98%가 평균두께 2,160 m의 얼음으로 덮여 있으며, 2%에 해당되는 26-27만 km^2 은 여름(11~2월)에 눈이 녹으면서 흙과 기반암이 노출된다. 남극에는 800여종의 식물이 알려져 있으나 대부분이

地衣類와 단세포 식물인 藻類이며, 나무는 없고, 꽃이 피는 고등식물은 단 2종이 알려져 있을 뿐이다.

南極圈은 남위 $66^{\circ} 33'$ 이남의 고위도 지역에서는 하루 24시간이 밤이거나 낮인 날이 시작되며, 이 현상은 남쪽으로 갈수록 심해져서 南極點에서는 6개월씩 낮과 밤이 계속된다.

南極氷棚 주변의 찬 해수는 南極底層水가 되어 북반구에까지 영향을 미치고 있다. 나아가서 남극의 거대한 氷床은 反射率 및 融氷現象 등으로 전 세계의 기후 및 인간 생활에 영향을 크게 미치고 있다. 현재 대기기온은 계속 상승하고 있다고하는 확설이 있는데, 만약 남극의 얼음이 다 녹은 경우 전 세계 해수면은 60-70 m 상승할 것으로 예상되고 있다.

南極收斂線 이남의 南氷洋과 南極海 및 南極大陸은 그 이북의 온대 내지 열대의 文明世界와는 다른 특이한 自然環境이 형성되어 세계 각국의 관심이 높아 남극문제가 국제정치에 중요 관심사가 되고 있다.

南極의 資源과 利用

남극에 賦存되어 있는 資源은 크게 生物資源과 非生物資源이 있다.

생물자원으로 가장 중요한 것은 남극을 둘러싸는 南氷洋에 약 10억톤 정도로 추산되는 크기 4~7 cm 정도의 동물성 플랑크톤인 크릴이다. 크릴은 새우처럼 보이나 아가미가 밖에서 보이고 일생을 떠서 산다는 점에서 새우와 形態 및 生態가 다르다. 크릴은 南氷洋 生態系의 기본이

며 海鳥類, 哺乳類, 魚類의 먹이가 되고 있다. 현재 蘇聯, 日本, 칠레, 폴란드 등이 약 40~50 만톤 정도를 포획해서 일부는 食用으로 사용하나 대부분 飼料로 쓴다. 크릴은 급히 변질되고 魚肉이 弗素가 많고 독특한 냄새와 맛이 있다는 문제점이 있어 현재는 대부분이 사료로 쓰이나, 이를 해결한다면 高蛋白質이라는 점에서 미래에는 크게 각광받으리라 생각된다. 크릴의 대규모 포획은 남빙양 생태계를 위협할 소지가 있으므로, 이의 대규모 포획에 앞서 남빙양 해양생물 상호간의 관계를 보다 더 연구할 필요가 있다 (Beddington and May, 1982; Laws, 1977, 1985 a, b). 이외에도 고래와 물개 등이 과거에는 포획, 이용되었으나 현재는 포획이 금지되어 있으며 어류와 오징어는 소량 포획되고 있다.

남극이 地質時代에 남미, 남아, 인도, 대양주 등과 곤드와나대륙으로 결합되어 있었다는 점을 생각할 때, 지금은 비록 두꺼운 얼음으로 덮여 있다 하더라도, 그 방대한 육지와 해저에 많은 地下資源이 있으리라 추정된다. 남극은 東南極 鐵金屬鑛床區, 南極橫斷 金屬鑛床區, 남극반도를 중심으로 한 안데스金屬鑛床區 등으로 나눌 수 있다. 지금까지의 조사로는 地表에서 金屬鑛物이 100여 곳에서 발견, 보고된 바 있으며 (Rowley et al., 1983 a, b) 그 중에서 가장 유망한 곳은 남극횡단 금속광상구구에 속하는 西南極 펜사콜라산맥에서 발견된 鈣質層狀반려암이다. 노출된 鑛化帶는 2,500 km²이나 광화대전체는 약 50,000 km²이며, 構成岩石, 隨伴鑛物, 地化學的 成分 등 鑛體의 地質이 남아프리카 부쉬벨트 鑛化帶와 유사하다 (Ford, 1983). 여기에서는 백금, 바나듐, 로듐, 팔라듐 등 백금계통 稀有金屬과 Cu, Cr, Ni, Co, Ti 등의 산출이 기대된다. 이외에도 남극반도에서는 Cu와 Co, Ni, Cr 등의 金屬資源이 기대된다. 지금까지의 지질조사가 여름에 노출되는 지면에 국한되어 왔으나 조사와 연구가 계속되면 금속, 비금속 자원의 발견은 증가되리라 믿는다.

또한 웨델해와 로쓰해에서는 대규모의 석유 및 천연가스 등의 자원이 기대된다. 조사가 概略的이고, 그 조사자료마저 未公開이며, 믿을

만한 매장량의 추정에는 자료가 미흡하나, 대규모의 炭化水素資源이 기대되는 것은 확실하다 (Zumberge, 1979 a, b; Behrendt, 1983; Davey, 1985).

1970년대 중반에는 사우디 아라비아의 요청에 의해 불란서가 주관해서 남극의 빙산을 끌어다 저위도 건조한 지역에 給水하는 방안을 고려해본 적이 있으나, 기술적인 어려움 때문에 중단했으며, 이용 가능성은 연구해 볼 가치가 있다고 본다 (Zumberge, 1979 a).

남극의 자원은 크릴 및 약간의 어류자원 이외에는 현재 이용되는 것이 없으나, 生物資源 및 非生物資源 모두가 엄청난 잠재력을 갖고 있는 것만은 부인할 수 없다.

南極研究의 特徵

남극의 自然環境이 지구상에서는 독특한 환경이고 따라서 새로운 연구대상 지역으로서 연구 재료를 제공한다는 학술적 이유 이외에도 南極研究에는 몇 가지 특징이 있다. 즉, 남극이 문명 세계에서 멀고, 자연환경이 인간의 생활에 적합치 않으므로, 남극연구에는 많은 어려움이 따른다. 그 중의 하나가 물 이외에는 일체의 물품을 문명세계에서 남극으로 공급해야 한다는 것이다. 식품, 기호품, 생활소모품, 연구장비 및 연구소모품, 연료 등 일체를 외부세계에서 조달해야 한다.

기지운영과 연구에 필요한 인원 및 물자의 운반에는 최소한 기 천톤 또는 그 이상 크기의 운송선이 필요하며, 특히 남극의 海水 지역을 운항할 수 있는 耐氷船(ice-strengthened ship) 또는 氷海를 항해할 수 있는 碎氷船이 필요하다.

물자의 하역 또는 운송에는 비행기 또는 최소한 헬리콥터와 雪上車가 필요하다. 海圖도 미비하고, 荷役施設도 전무한 상태에서는 가벼운 물자하역에는 헬리콥터나 바지선, 수륙양용차가 적격이며, 활주로만 있다면 경비행기 사용이 바람직하다. 內陸 원거리 수송에는 C-130 등 輸送機가 필요함은 두말할 필요도 없다. 항공기 이착륙외에 하역된 물자를 기지 또는 연구지역

에 운반하기 위해서는 설상차 등 특수차량이 필수적이다.

남극대륙에서의 연구활동에는 본국과 기지, 기지와 현장조사팀, 기지의 주변기지간 등의 통신의 중요성은 더 거론할 필요가 없다.

또한 남극의 자연이 가혹하고 예측불허하기 때문에 남극에서 사용하는 장비에는 예비품을 항상 준비해야 한다. 예를 들면 헬리콥터, 설상차, 경비행기, 통신장비 및 연료 등은 여분과 부품을 언제나 준비해야 하며, 非常生存裝備도 필수적이다.

또한 이러한 裝備를 사용하는 인원들은 남극의 자연환경을 잘 숙지하여야 하며 경험이 있을수록 유리하다. 예를 들면, 칠레 같이 남극의 경험이 많은 나라에서도 남극으로 선박을 운항할 시에는 남극항해에 경험이 많은 해군장교출신을 선장으로 특채해서 항해할 정도로 남극항해는 위험하고 따라서 경험을 필요로 하고 있다. 이러한 사항은 선박 뿐 아니라 항공기 및 헬리콥터 운항, 기상예보 및 생존 등 남극에서의 활동과 관계있는 모든 분야에 해당된다고 생각된다.

위에서 남극연구의 어려움을 일별했다시피 남극연구에는 연구 자체에도 많은 경비가 들지만, 연구를 할 수 있게끔 지원해주는 데에 엄청난 장비와 그에 따르는 막대한 비용이 소요된다. 예를 들면, 장비운전, 발전, 기계설비, 전기, 통신, 전자, 영선, 행정, 의료, 취사 등 여러분야의 지원이 필요하다. 따라서 南極研究 및 支援은 그 자체만으로도 방대한 일이기엔 남극에 진출한 상당수의 국가는 남극연구를 전담하는 연구소를 운영하고 있다. 예를 들면 영국(British Antarctic Survey), 소련(Soviet Arctic and Antarctic Research Institute), 일본(國立極地研究所), 칠레(Instituto Antartico Chileno), 우루과이(Instituto Antartico Uruguayo), 아르헨틴(Instituto Antartico Argentino), 서독(Alfred Wegener Institutet für Polar und Merforschung), 불란서(Terres Australes et Antartiques Francaises), 노르웨이(Norsk Polarinstitutet), 브라질(Instituto Brasileiro de Estados Antarticos) 등 남극에 긴 역사와 업적이 있는 국가들 대부분은 극지전담 연구기관을 운영하고 있다.

南極에 관한 最近의 國際的 動向

남극조약 체결 후 남극에 관한 國際的 關心은 시간이 감에 따라 증가하고 있다. 예를 들면, 1961년 6월 23일 발효된 南極條約에는 원초서명국이 12개국이었으나 1960년대 말에는 남극조약에 가입한 모든 국가가 16개국이었다. 1970년대에는 5개국이 더 가입하고, 1980년대에 18개국이 더 가입하여 현재 39개국에 이른다.

더구나 1980년대 들어와서는 기지를 신설 또는 증설하는 국가가 증가하고 있다. 서독, 인도, 우루과이, 동독, 브라질, 중국, 한국, 이태리, 스웨덴, 스페인, 페루, 에콰도르, 핀란드, 노르웨이 등이 기지를 신설하였다. 네덜란드, 북한, 불가리아, 큐바 등도 기지건설을 검토하고 있는 것으로 알려졌다. 또한 기지를 갖고 있는 나라도 기지를 증설하는 추세이어서, 예를 들면 인도, 중국, 서독, 동독, 일본, 소련 등이 기지를 증설했거나 基地增設을 긍정적으로 검토하고 있다. 그 외에 불가리아, 사우디 아라비아, 파키스탄, 체코슬로바키아 등도 남극연구를 시도하고 있다.

1988/89년 20여개 국가에서 45개의 越冬基地, 35개의 夏季常住基地, 14개의 하계기지를 운영하고 있다. 남극연구 및 이의 지원에 참여하는 인원도 하계에는 약 3,000여 명에 달하며, 동계에는 수송 등 지원인력의 감축으로 보다 적은 인원이 활동하고 있다.

表 1에는 南極條約 가입국들이 남극자원 및 환경을 보호하기 위한 여러 형태의 노력들을 요약하였다. 실제, 남극에 대한 이러한 국제적 관심은 계속되어 최근 南極研究의 국제적 연구방향은 南極環境 자체의 연구와 이의 保護에 역점을 두고 있다. 특히 1989년 1월 말 아르헨티나의 14,000톤급 南極補給船 Bahia Paraiso 가 서남극 앤버스섬 소재 미국 파머기지 앞에서 좌초, 침몰되어서 약 600톤 가량의 기름 유출사고를 낸 이후, 남극의 環境保護의 중요성은 계속 강조되고 있다. 나아가서 1988년 6월 웰링턴에서 있었던 南極地下資源 개발에 따르는 合意도 호주, 불란서, 벨기에, 이태리, 인도 등이 극구 반대해서 무산될 전망이다. 그만큼 남극의 오염되지 않은 환경은 중요한 것이며, 따라서 그의 연

Table 1. Human efforts for the protection of environments and resources of Antarctica

남극환경 및 자원 보호노력	
◎ 남극 동 식물 보호에 관한 합의 대책 (AMCAFF, 1964)	
-60° S 이남의 동, 식물(고래 제외) 보호	
-특별 보호 종류 지정	
-유해한 간섭을 규제	
-특별보호지역(SPA) 지정: 생태계 보호, 외부인 출입을 제한, 현재 16개 지역 지정	
◎ 남극 물개 보호 협약(CCAS, 1972)	
-물개자원의 합리적 이용과 생태계 균형 유지	
-60° S 이남의 물개 6종 보호	
◎ 科學的 특별 관심 구역(SSSI) 지정(1975)	
-科學的 연구를 보호	
-관리 계획을 수립	
-현재 32개 구역 지정	
◎ 남극 해양생물상의 생물학적 조사(BIOMASS, 1976)	
-남극 해양생물자원의 합리적 관리를 위한 해양생태계 구조와 동태를 이해	
-제1차 국제 BIOMASS 실험(FIBEX)	
-제2차 국제 BIOMASS 실험(SIBEX)	
◎ 남극 해양 생물자원 보호 협약(CCAMLR, 1982)	
-남극 해양 생태계의 이해와 해양생물자원의 보호	
-남극 수렴선 이남 남빙양	
-1985년 3월에 가입	
◎ 국제 포경 협약(IWC, 1946)	
-20세기초의 풍부한 고래자원은 1930년대에는 격감	
-Blue Whale Unit(1944년 결의) 폐기	
-New Management Procedure 도입(1975): 종류에 따르는 포획 한계 규정	
◎ 지하자원 개발에 따르는 환경영향 문제로 개발 여부가 문제	
-기름 유출과 확산	
-폐수, 생활하수, 쓰레기, 분진, 유해공기 등이 환경파괴	
-개발에 따르는 환경 영향을 최소화 하도록 노력	

◎ 민간 환경보호단체(Greenpeace)
 - 東南極 Ross 섬에 World Park 기지 건설(1987)
 : 월동하면서 인근기지 환경보호 상태 점검
 : 선박으로 南極基地 환경보호 상태 점검

구가 남극에 진출한 여러국가의 최근 연구과제가 되고 있다.

민간 환경보호단체인 Greenpeace 도 남극 최대기지인 미국 맥도 기지에서 약 20 km 떨어진 곳에 "World Park Antarctica"라는 環境保護 감시를 주업무로 하는 전용기지를 1987년도에 완성하고 주변기지의 南極環境保護關係 실태를 사찰하고 있다. Greenpeace 는 자체 1,500톤급 선박 Greenpeace 호로 접근 가능한 기지들이 南極條約協議當事國의 권고안대로 남극의 환경보호에 관심을 두는지 매년 검열하고 보고서를 제작 배포하면서 環境保護의 중요성을 환기시키고 있다. 그들은 세종기지 및 인근기지를 1988년 4월, 1989년 10월 두 차례 검열했다.

韓國의 南極研究

우리 나라는 水産廳이, 당시 南北水産에 보조금을 주어 1978/79년에 크릴 어획에 출어하면서 남극에 관심을 갖기 시작하여 1985년 3월에는 南極海洋生物保存協約(Convention for the Conservation of the Antarctic Marine Living Resources: CCAMLR)에 가입했다. 현재 크릴어획은 주식회사 東邦遠洋開發公社가 계속해 1989/90년에 2척이 Scotia 海로 제 9차 출어를 해서 지금까지의 어획량으로 가장 많은 4,583톤을 어획했으며, 앞으로도 계속될 전망이다.

1985년 11-12월에는 韓國海洋少年團 연맹과 주식회사 文化放送이 주관한 韓國南極觀測探險이 있어서 남극 최고봉인 Vinson Massif 를 세계에서 6번째로 등정하게 되었다. 1986년 11월 28일에는 우리 나라는 33번째로 南極條約에 가입했으며, 남극연구가 구체화되면서, 1987년 8월말에는 韓國南極研究委員會(Korean National Committee on Antarctic Research: KONCAR)

가 創立되었고 그 기념으로 國際學術會議를 서울에서 개최했다. 10월 6일에는 研究基地를 건설하기 위하여 25,000톤급 화물선 HHI 1200이 울산항을 출항하여 12월 15일 Maxwell Bay 에 도착, 16일에는 단군 이래 최초로 해외에, 특히 南極에 기지를 건설하는 기공식을 갖게 되었다. 드디어 1988년 2월 17일에는 킹조지섬 바튼반도 서쪽 끝 해안, 남위 62° 13', 서경 58° 45' 에 世宗基地가 준공되었다.

이 때에는 이미 제1차 大韓民國南科學極研究團(Korea Antarctic Research Program: KARP)이 도착해서 주변의 현장조사를 수행하고 있었다. 우리 나라의 본격적인 南極科學研究는 世宗基地의 건설과 더불어 실질적으로 시작되었다고 해도 지나치지 않으리라 생각된다. 大韓民國南極研究의 목적은 南極自然環境의 理解와 保全研究와 南極賦存資源의 調査 및 開發可能性 研究라고 압축해서 이야기 할 수 있겠다. 이러한 원대한 목적으로 제 1차 南極研究團은 南極科學基地 주변의 환경조사가 그 당면한 목표였다. 世宗基地 주변의 육상, 해양 및 대기환경을 관찰하고 조사, 연구함으로써 基地 주변을 이해하는 것이 주 연구내용이다. 연구항목은 일반해양과학, 육상지질학, 육상식물학, 대기과학 등으로 海洋研究所, 국내대학교 및 한국 동력자원연구소에서 참여했다. 일반해양과학은 해수유동, 해양생물, 해수의 화학적 성분 및 해저퇴적물과 지하구조가 세부연구분야로 되어 있다. 육상지질학은 암석의 구성과 지질구조선의 방향연구가 주 목적이다. 육상식물학은 基地 주변의 식생환경 파악이 주 임무이며 대기과학은 기상현상의 관측과 기재 및 해석이 주 연구목적이다.

하계조사단은 임차한 선박으로 基地 앞 바다인 최대수심 110 m의 “마리안 코브”와 “브랜스필드 해협”으로 열려있는 “맥스웰 만”의 일반해양조사를 수행했다. 조사결과는 흥미로운 것이 많았다. 맥스웰 만 해저의 底濁流현상이 뚜렷이 나타났으며, 南極해저에 흔한 流水運搬 퇴적물이 인지되었다. 基地 주변의 기상은 여름인 경우 0.5~1.0℃로 올라가나 기상은 급변해서 비, 진눈개비, 바람, 안개 등이 예측못하게 발생했다.

현장조사자료는 서울 研究室에서 분석되어 연구보고서로 1988년 6월 발간되었다. 이 보고서

에는 1987년 12월부터 1988년 2월까지 스코티아 해역에서 있었던 주식회사 東邦遠洋開發公社가 출어한 제 7차 크릴조업에 참가한 研究員들의 스코티아 해역의 수온분포, 영양염류, 클로로필 알파 및 생산성의 공간적 분포 등의 연구결과가 실려있다.

제 1차 越冬隊는 13명으로 되어 있었다. 研究員은 지질학자, 생물학자 2명, 기상학자 등 4명으로 되어 있으며 통신, 발전, 기계, 전기, 의료, 통역, 취사 및 야외조사 보조 등으로 되어 있다. 1차 월동대의 임무는 基地 주변의 연간 환경변화를 관찰, 기재하는 것이며 또한 극지에서 1년을 살아보자는 생활경험과 基地 유지 체험을 얻는 것이었다. 그 때까지 우리 나라 사람 가운데 南極에서 1년간을 살아 본 사람은 없었기 때문이었다.

1988년 2월 10일 도착, 1989년 2월 8일 基地를 떠날 때까지, 평균기온은 -1.9℃, 최저온도는 8월 하순에서 -19.9℃, 최고기온은 단순간이기는 하나 12월 중순 10.4℃가, 풍속은 12월 하순 43.3 m/s 에 이르렀으며 평균풍속은 7.3 m/s 이었다. 평균기압은 991.3 mb 로 서울보다 훨씬 낮았으며 기압변화가 심한 날에는 일 15 mb 이상이 되기도 했다. 基地 남쪽 해안에는 켈투 및 쉐스트랩 펭귄 등 2종류가 번식하며 자이언트 페트렐, 바다제비, 갈매기, 도적갈매기 등도 번식한다. 南極에서 꽃피는 식물 2종류 가운데 하나인 南極잔디가 생장하는 것이 발견되었다. 7월 초부터 9월 하순 폭풍에 개어져 나갈 때까지 基地 앞바다가 두께 60 cm 로 얼었다. 이 때를 이용, 얼음에 구멍을 뚫고 해저퇴적물을 채집했으며, 4시간 간격으로 24시간 연속 해수의 수온과 염분을 측정했으며 식물성 및 동물성 플랑크톤을 채집했다. -1.7℃의 수온에서 해빙 아래로 잠수해서 저서생물을 관찰하고 채집했다. 1989년 1월 30일에는 좌초된 아르헨틴 선박 승객 구조차 출동, 南極에서 인류애를 보이기도 했다.

1989년 1월에는 제 2차 大韓民國南科學極研究團이 基地에 도착했다. 基地 주변의 제 2차 환경조사으로써 1차년도 연구사업분야에 高層大氣연구, 빙하연구와 육상포유류 생리조사가 추가되었다. 육상환경연구로는 基地가 위치한 바튼반도 및 북쪽 위버반도 일대의 지질학적 및 암석학

적 연구, 중력측정을 통한 지체구조 이해, 필데스빙원에서의 음이온의 분포, 물개의 분포와 번식생리 등이 연구되었다. 특히 필데스반도에서의 얼음시추에는 Uruguay의 Artigas 基地의 협조가 컸다. 물개연구에서는 기형정자가 23.9%나 되며, 기형의 종류에도 2중두부, 미소두부, 미완성정자, 미숙정자, 미부기형 등이 관찰되었다. 해양환경분야에서는 맥스웰만의 수온, 염분 등 일반해양을 관측했으며, 영양염류, 식물색소량 및 일차생산력을 측정했다. 식물성, 동물성 플랑크톤과 저서생물 및 해산식물의 분포와 현존량을 파악하고 기재했다. 해저지형과 퇴적상 퇴적물내의 포함된 규조류를 조사했으며 얼음시추심에서는 음이온을 분석, 빙하의 성분변화를 연구했으며 해저시추심 내의 공극수의 영양염분포를 측정했다(海洋研究所, 1989).

2차 南極研究에서 특기할 사항은 미국 뉴욕주 알바니에 소개하는 뉴욕주립대 대기과학자인 김재수박사팀과 공동으로 高層大氣物理를 연구한 것이다. 世宗基地는 지리적으로는 남위 62° 13', 서경 58° 45'에 위치하며, 지자기적 위치는 남위 55° 48' 동경 19° 12'으로서 지자기 변화현상과 관련된 高層大氣物理 현상관측에 적합한 장소이다. 高層大氣의 변화는 지상의 기상변화와 직접, 간접으로 관련되어 있다. 高層大氣의 研究를 위하여 世宗基地에서는 첨단장비인 Fabry - Perot 干涉計를 설치했으며, 관측자료를 컴퓨터로 처리했다. 강력한 태양활동과 지자기 폭풍으로 인한 상층대기의 온도상승과 팽창이 관찰되었으며 관측자료와 모델을 이용한 예측값을 비교, 분석했으며 지자기 현상의 평온기와 혼란기의 관측적 특징을 관찰했다. 1989년 2~3월 태양과 지자기 활동이 심한 기간동안 南極上層熱圈의 온도를 측정했다. 측정된 평균온도는 1,390~1,493 K 사이였으며, 이는 1978~82년 사이에 북반구 중위도 뉴욕주 알바니에서 실험적으로 측정된 값보다 114~226 K 정도 항상 높은 값이다. 준경험적 모델인 MSIS-83과 MSIS-86에 의한 계산은 실제 열권온도를 정략적으로 280~465 K 정도 낮게 추정할 뿐 아니라 태양과 지자기 상태의 변화에 의한 열권의 온도변화를 추정하는 데에 부적합하다는 새로운 사실이 이 연구로 밝혀졌다. 이 연구는 세계적 과학진

문지에 기고, 발표를 기다리고 있다.

2차 越冬隊는 연구원 4명과 基地유지인력 10명 등 14명으로 구성되었으며, 1989년 1월 19일 基地도착 이후 Fabry - Perot 干涉計, 중력계, 자력계, 지진계 등을 설치, 자료를 수집했다. 중력측정을 통해, 중력이상값이 基地 주변 기반암의 밀도차이에 따르는 현상과 단층의 존재로 추정하였다. 물론 조사기간의 기상을 관측하고 관측자료를 분석하며 基地 주변의 생물, 특히 저서생물의 관찰과 분석을 했다.

제3차 대한민국 南極科學研究團은 연구지역을 확대해서 Bransfield 해협 일반 해양학적 조사, 퇴적환경 조사와 미생물 연구를 수행했다. 육상조사로는 세종기지 주변의 팽귄을 관찰 기재했으며, 기지주변에서의 유용광물 조사를 수행했다. 바튼 반도에서는 처음으로 규화목을 보고했으며 이는 이 곳의 고환경 연구에 좋은 자료가 될 것이다. 고층대기 연구를 계속하여 多色光度計를 설치했으며 간섭계와 더불어 고층대기 물리 연구를 강화하고 있다.

현재 세종기지에는 제 3차 월동대 14명이 상주하면서 기지 주변의 자연환경을 관찰하며 고층대기 연구자료를 수집하고 있다.

1988년 11월에는 제 1차 國際南極學術會議가 서울에서 개최되어 9개국에서 10명의 과학자와 기십명의 국내학자가 참가, 그 동안 수행된 南極研究의 발표가 있었으며 외국학자들과의 南極에 관한 학문적 교류가 있었다(KORDI, 1989). 表 2에 한국의 南極進出 역사를 간략히 요약하였다.

韓國 南極研究의 方向

1970년대 말 南極에 관심을 갖기 시작해서 이제 체계적이며 본격적인 연구에 돌입한 우리나라 南極研究는 다음 몇 가지에 깊은 관심을 두어야 한다고 생각한다.

첫째는 南極研究의 큰 목적의 하나로 南極環境保護에 중점을 두어야 한다. 南極이 인류의 마지막 남은 미개발지로 무한한 잠재력을 갖고 있으나, 南極의 低溫과 乾燥한 기후로 물질의 循環速度가 대단히 높다. 아울러서 自然環境이

Table 2. Abbreviated Korean involvements in Antarctica

大韓民國 南極進出 略史	
1978/79	南氷洋 크릴어획 및 해양조사 시작
1989/90	9차 南氷洋 크릴어획
1985. 3. 29	南極 해양생물자원 보존협약 (CCAMLR) 가입
1985. 11~12	韓國 南極觀測 탐험: Vinson Massif (5,140 m) 등정
1986. 11. 28	南極條約 가입 (33번째)
1987. 1	南極基地建設 결정
1987. 4~5	南極基地 후보지 답사
1987. 8. 28	韓國 南極研究위원회 (KONCAR) 창립
1987. 12. 16	南極基地 기공식
1988. 12. 17	南極研究科學위원회 (SCAR) 준회원 가입
1988. 1. 20	제 1차 大韓民國南極科學研究團 (KARP) 발단
1988. 2. 17	世宗基地 준공(62° 13', 58° 45' W)
1988. 11. 15	제 1차 國際南極學術會議 (서울)
1989. 1. 7	제 2차 대한민국 南極科學研究團 발단
1989. 10. 18	南極條約協議當事國 (ATCP) 지위 획득 (23번째)
1989. 12. 21	제 3차 大韓民國 南極科學研究團 越冬研究隊 발대

물, 저서생물의 상호관계 및 크릴을 중심으로 한 魚類와 鳥類, 포유류간의 상관관계 등 南極의 생물과 관련된 연구분야는 좋은 연구과제들이다. 환경에 관한 연구는 지상 및 高層大氣 研究를 포함하여야 하며, 이는 문명세계에서의 영향이 南極에 어떠한 변화를 일으키며 어떻게 대응해야 할 것인가를 미리 예고하는 것이기에 예의 주시하는 것도 게을리해서는 안된다.

둘째는 南極의 현재상태와 더불어 과거 지질시대의 古環境을 밝히는 연구도 중요하리라 생각된다. 南極大陸의 형성과 이동, 남극빙상의 형성과 운동, 빙상아래의 남극기반암의 지질, 南極海 해저의 퇴적현상 등 南極의 형성과 변화 및 古氣候, 古海洋등의 연구과제들은 남극 뿐 아니라 지구전체의 地史 및 古環境과 깊은 관계가 있으므로 이 과제들도 좋은 연구분야라 생각한다.

셋째로는 南極이라는 지리적인 특성은 우리나라에 없는 특유한 自然環境이므로 이를 최대한 이용해서 연구를 수행해야겠다. 예를 들면, 지리적인 잇점을 최대한으로 이용, 太陽과 地球磁場간의 상호 연관관계 및 이와 관련된 분야, 즉 南極에서만 관찰, 실험가능한 高層大氣物理와 通信 등 극지방 특유의 자연현상을 심분 이용하는 연구과제를 발굴하여야겠다. 또한, 극한지방에서의 인체생리 및 耐寒性 등 極地醫學, 극지방이라는 격리된 지역에서의 인간의 심리상태, 氷床의 공학적 제 특성, 문명세계에서의 재현하기 힘든 상태하에서의 生命科學 및 極地建築工學 내지는 극지 재료공학의 연구도 중요한 연구분야가 되리라 생각한다.

한번 손상되면 原狀으로 돌아오는 데에 긴 시간이 요구될 것이다. 육상식물학자의 주장에 의하면 인간의 발에 밟힌 이끼가 원상으로 회복하는데에 10년이 걸린다고 하나, 그의 정확 여부는 차치하고라도 타 지역에서 보다는 긴 시간이 필요함은 사실이다. 따라서 아직은 인간의 손길이 많이 닿지 않은 南極의 이 천연의 환경을 보호하는 데에 研究의 초점을 맞춰야 한다. 육상생태계, 호수생태계, 해양생태계, 육지-수계간의 물질과 에너지의 순환과 변환, 부유생물, 유영생

提 案

南極條約에 의하면 南極條約協議當事國의 자격조건중 하나가 “실질적인 科學研究를 수행하는 기간에만” 자격이 있다고 규정되어 있는 바우리 나라는 협의당사국 자격을 유지하기 위해서도 계속적인 南極研究는 필요하다. 더우기 1991년 6월 이후에 있을 수도 있는 南極條約 체제의 검토를 예상할 때 南極研究의 지속은 필수적이다.

이런 관점에서 생각해 볼 때 南極은 자연조건이 가혹하고 따라서 엄청난 연구비용이 들 뿐만 아니라 南極大陸에서의 경험이 부족한 점을 고려할 때 우리의 단독 연구는 물론 國際共同研究에 적극 참여함으로써 외국의 첨단연구시설을 이용한 연구내용과 기술을 배우고, 그들이 南極 생활경험을 습득하고 南極大陸 진출을 위한 극지에 서의 연구능력을 향상시켜야 한다. 특히, 南極氷床 試掘研究, 남극빙상과 기반암 관계 地球物理研究 등은 선박, 비행기, 고성능 시굴장비 및 주변부속장비, 연료 및 정교한 지구물리 측정장비가 필요한 바, 이들 연구를 수행하고 있는 국가와 共同研究를 우선적으로 고려하여야 할 것이다.

연구에 사용되는 조사선의 임차에 애로가 많다. 왜냐하면 南極에서 항해할 수 있는 조사선의 절대수가 적을 뿐 아니라 대부분 모항이 북반구 고위도에 위치하여 임차시 왕복 및 연구소요 운항 등 이의 임차경비가 엄청나므로(일 4~7백만원), 현재의 연구비 규모에서 대폭 수 배 내지 5~10배의 증액이 불가피하다. 사실 연구비의 상당부분은 용선료와 연구원 및 장비의 서울~研究地域까지의 왕복여비 및 운반비에 충당하고 있는 실정이다. 研究地域을 조금만 확장해도 최소한 헬리콥터나 경비행기가 필요하며 이를 운반할 수 있는 규모의 연구선을 임차할 정도로 연구비 증액은 필수적이다. 장기적으로는 조사와 물자수송을 겸할 수 있는 碎氷船 내지는 耐氷船의 건조가 필요하다.

현재는 研究地域이 基地주변에 국한되어 있으나 연구 내용이 많아지고 연구지역이 넓어 짐에 따라 현재 基地에서 支援하는 것은 어려우리라 생각되며 경험과 예산이 허락하는 대로 大陸내에 第2基地의 건설이 필요하다고 믿는 바이다.

南極研究의 지원 및 基地유지에는 앞에서 언급한 여러 분야가 있기에, 가능하면 국내에 가칭 南極研究支援協議會 또는 이와 비슷한 모임을 만들어 정부부처, 연구기관, 국영기업체, 대규모 사기업체 또는 능력있는 개인들이 참여, 南極研究를 지원할 모임이 필요하다고 생각된다.

마지막으로 현재는 韓國海洋研究所를 중심으로 실질적인 한국 南極研究를 수행하나, 韓國海

洋研究所의 기본기능과 南極研究의 특징상 가능한 한 빠른 시일내에 南極研究를 전담할 독자연구기구의 설립이 필요하다고 생각된다.

謝 辭

이 研究는 韓國海洋研究所가 支援했다. 이에 깊이 感謝드린다.

참고문헌

- 海洋研究所, 1988. 南極科學基地주변 환경조사(예비조사), BSPG 00069-190-7, 382 p.
- 海洋研究所, 1989. 南極科學基地주변 환경조사(제2차년도), BSPG 00081-246-7, 485 p.
- Beddington, J. R. and May, R. M., 1982. The harvesting of interacting species in a natural ecosystem. *Scientific American*, Vol.247(5), p.42-49.
- Behrendt, J. C., 1983. Are there petroleum resources in Antarctica? In: Behrendt, J. C. (Ed.), *Petroleum and mineral resources of Antarctica*. U. S. Geological Survey Circular 909. p.3-24.
- Davey, F. J., 1985. The Antarctic margin and its possible hydrocarbon potential. *Tectonophysics*. Vol.114, p.443-470.
- Ford, A. B., 1983. The Dufek intrusion of Antarctica and a survey of its minor metals and possible resources. In: Behrendt, J. C. (Ed.), *Petroleum and mineral resources of Antarctica*. U. S. Geological Survey Circular 909, p.51-75.
- KORDI, 1989. *Antarctic Science: Geology & Biology*, H. T. Huh, B. K. Park, and S. H. Lee (Eds.), *Proceedings of the First International Symposium on Antarctic Science*, November 4-5, 1988, Seoul, Korea. 254 p.
- Laws, R. M., 1977. Seals and whales of the Southern Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Part B, Vol.279, p.81-96.
- Laws, R. M., 1985 a. The ecology of the Southern Ocean. *American Scientist*. Vol.73, p.26-40.
- Laws, R. M., 1985 b. Animal conservation in the Antarctic. *Zoological Symposium No.54*, p.3-23.
- Phillpot, H. R., 1985. *Physical geography - Climate*

- , In: Bonner, W. N. and Walton, W. H. (Eds.), Key Environments. Antarctica. Pergamon Press, p.23-38
- Rowley, P. D., Ford, A. B., Williams, P. L. and Pride, D. E., 1983 a. Metallogenic provinces of Antarctica. In: Oliver, R. L., James, P. R. and Jago, J. B. (Eds.), Antarctic Earth Science, Proceedings of the Fourth International Symposium on Antarctic Earth Sciences, held at the University of Adelaide, South Australia, 16 to 20, Aug. 1982, p.414-419.
- Rowley, P. D., Williams, P. L. and Pride, D. E., 1983 b. Mineral occurrence of Antarctica. In: Behrendt, J. C. (Ed.), Petroleum and mineral resources of Antarctica. U.S. Geological Survey Circular 909, p.25-49.
- Zumberge, J. H., 1979 a. Possible environmental effects of mineral exploration and exploitation in Antarctica: SCAR, Cambridge, 59 p.
- Zumberge, J. H., 1979 b. Mineral resources and geopolitics in Antarctica. American Scientist, Vol. 67, p.68-77.