



No.6 (제6호)

Polar Brief

제6호 2015년 10월 31일 | 발행 : 극지연구소 미래전략실

(21990) 인천광역시 연수구 송도미래로 26 | Tel. 032-770-8400 | www.kopri.re.kr

Snapshot



○ 북극권 원주민과 자결권 (정수현/한양대학교 에너지거버넌스센터 연구원) 3면

1989년 국제노동기구 협약과 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언에서 명시된 자결권(self-determinism)은 원주민들의 자치권을 국제법적으로 명시한다. 이러한 자결권에 근거해 덴마크, 노르웨이, 캐나다의 이누이트와 사미족들은 그린란드, 핀마르크, 누나부트 등에서 지역정책과 천연자원 개발정책 결정과정에 전적으로 혹은 부분적으로 간여하고 있다. 하지만 국제법에 명시된 자결권이 원주민들에게 분리, 독립의 권리나 외교적 주체로서의 자율성을 보장하는 것은 아니며 자신들의 거주지에 관한 정책을 결정할 수 있는 자율성 혹은 자치정부의 권한을 부여한 것 정도로 해석할 수 있다.

○ 제8차 극지법심포지엄(Polar Law Symposium)의 논의 동향 (진동민/극지연구소 미래전략실장 & 서원상/극지연구소 책임연구원) 7면

극지법심포지엄은 세계 극지법전문가들이 모이는 유일한 극지법 국제학술포럼으로, 남·북극에 관한 법·제도적 이슈는 물론 각국의 연구동향을 파악할 수 있다. 올해 개최된 제8차 극지법심포지엄의 논의 내용 중에 ① 극지에 관한 과학자와 법률가의 공동의제, ② 제3극지(Third Polar)의 등장과 거버넌스, ③ 그린란드의 독립추진과 이누이트의 보호 등 몇 가지 흥미로운 주제를 소개한다.

○ 남극 장보고 과학기지 기반의 멜번화산 지구물리 관측망 구축과 지진학적 연구 (박용철/극지연구소 책임연구원) 11면

장보고 기지를 기반으로 극지지구물리팀에서 멜번화산을 중심으로 설치-운영하고 있는 지진관측망을 소개하고, 본 관측망에서 관측된 지진 자료를 활용하여 수행되고 있는 연구들을 소개하려고 한다. 대표적인 지진학적 연구는 장보고 기지와 멜번화산 주변의 지각과 맨틀의 3차원 속도구조, 장보고 기지 주변의 지진발생도 분석 및 발생 특성, 그리고 화산활동으로 인한 지진과 빙하 운동으로 발생하는 지진의 특성 연구 등이 있다.



북극권 원주민과 자결권

정 수 현 (한양대학교 에너지거버넌스센터 연구원)

I. 머리말

2000년대 이후 유가상승과 기후변화로 인해 북극권 지역의 유전개발 가능성이 커지면서 이 지역 원주민들의 정치적, 경제적 권한에 대한 관심이 높아지고 있다. 북극권 원주민이란 기원전부터 그린란드, 시베리아, 알래스카, 캐나다 북부 지역과 스칸디나비아 북부에 살고 있는 이누이트(Inuit)와 사미족(Sami People) 등을 지칭하는 말로서 아래 <표 1>에 보듯이 덴마크(그린란드), 캐나다, 러시아에 약 150,000명의 이누이트가, 노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 러시아에 약 60,000명에서 100,000명의 사미족이 거주하는 것으로 추정된다(Dubreuil 2011).

1970년대 전후로 북극권 원주민들은 자신의 고유한 문화와 정체성을 보호하기 위해 중앙정부에 이를 위한 정책을 강력히 요구했으며 그 결과 덴마크(그린란드), 노르웨이, 캐나다의 이누이트와 사미족들은 지역 입법이나 행정에 있어서 어느 정도의 자율성을 얻어낸다. 1980년대 이후 북극권 원주민들은 한층 더 나아가 아시아, 아프리카, 남아메리카 지역의 원주민들과의 국제적으로 연대함으로써 원주민의 자결권(self-determinism)을 명시한 1989년 국제노동기구 협약 169호(International Labour Organization Convention No. 169)와 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언(The United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples)을 체결시킨다. 이러한 자결권은 원주민 자치정부의 정당성을 인정받을 수 있는 중요한 법적 근거가 된다.

본 글에서는 원주민의 자결권이 국제법적으로 무엇인지 간략히 소개한 후, 덴마크, 노르웨이, 캐나다 등의 주요 북극 이사회 국가들에서 어떻게 이러한 자결권이 실제로 행사되는지

검토함으로써 북극권 원주민들의 정치적 권한과 자원개발 결정과정에서의 영향력을 살펴해보도록 하겠다.

(단위: 명)

	이누이트	사미족
노르웨이	-	40,000 ~ 60,000
덴마크 (그린란드)	50,000	-
미국	45,000	-
러시아	2,000	2,000
스웨덴	-	15,000 ~ 25,000
캐나다	50,000	-
핀란드	-	6,000 ~ 9,000

<표 1> 북극권 원주민의 국가별 거주인구

* 출처: Antonie Dubreuil, 2011. "The Arctic of the Regions: Between Indigenous Peoples and Subnational Entities-Which Perspectives?" *International Journal* 66(4): 923-938.

II. 자결권과 국제법

국제법적으로 자결권은 북극권 원주민의 권리와 자치(혹은 분리 독립)를 뒷받침하고 있다. 자결권이 무엇인지에 대해서는 학자들마다 다양한 의견이 있는데, 귀베르나우(Monserrat Guibernau)에 따르면 다음과 같이 크게 세 가지로 정의내릴 수 있다고 한다. 첫째, 특정한 인종, 언어, 문화 혹은 종교를 가진 공동체가 자신들의 국가를 만들고 관리할 수 있는 집단적 권리이다. 둘째, 국민들이 어떻게 통치를 받고 누가 정부에서 자신들을 대표할지를 선택할 수 있는 권리이다. 즉, 국민주권을 기반으로 하는 민주주의의 근간이 되는 것이다.

셋째, 모든 민족국가가 자신들의 정치적 운명과 경제적, 사회적 제도를 선택할 수 있는 권리이다(Guibernau 2015, 540).

자결권이 국제정치에서 본격적으로 논의되기 시작한 것은 19세기 유럽에서 독일이나 이탈리아처럼 자신들의 고유한 언어와 문화를 가진 민족들이 다민족 제국주의 국가에서 벗어나 민족국가를 설립하고자 시도하면서 부터였다. 그 이후 제1차 세계대전과 제2차 세계대전을 걸쳐 많은 식민지 국가들이 신생국으로 독립하였을 때, 자결권은 이들의 독립을 정당화하는 주요 국제법적 근거로 인용되었다. 국제연합 역시 1945년 발효된 국제연합헌장(The Charter of the United Nations) 제1조 2항에서 인민의 자결권 원칙을 존중한다고 밝혔으며 1960년 총회에서 결의된 식민지 및 인민에 대한 독립부여에 관한 선언(Declaration on the Granting of Independence to Colonial Countries and Peoples)에서는 “모든 인민들이 자결권을 가지고 있으며 이 권리에 따라 인민들이 자신들의 정치적 지위를 자유로이 결정하고 자신들의 경제적, 사회적, 문화적 발전을 자유로이 추구할 수 있다”고 밝히고 있다(Daes 1993, 2).

1980년대 들어서는 인디언이나 이누이트 등의 원주민들이 다국적으로 원주민 단체를 조직하여 자결권을 원주민들의 권리를 보장하는 국제법적 근거로 내세웠다. 1982년 원주민 인구를 위한 국제연합 실무그룹(The UN Working Group on Indigenous Populations)이 결성되었고 이를 중심으로 1989년 국제노동기구 협약 169호와 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언을 체결시킴으로써 원주민들의 권리를 보장하는 국제법적인 장치를 마련하였다. 1989년 국제노동기구 협약 169호는 원주민의 법적 지위, 영토, 국내적 조직과 환경 안정에 대한 지배권을 보장하였고 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언은 제3조와 제4조에서 원주민이 결정을 행사할 권리에 대해서 명시하였다(Wiessner 2008).

하지만 최근 국제법에서 명시된 원주민들의 자결권은 원주민들이 기존의 국가로부터 분리 및 독립하거나 외교적 주체로서의 자율성을 보장받았다는 것을 의미하는 것은 아니며 자신들이 거주하는 지역에 대한 정책을 결정할 수 있는 자율성 혹은 자치정부의 권한을 부여받았다는 것으로 주로 해석된다. 이런 측면에서 국제법 학자들은 현재 논의되는 원주민들의 자결권을 ‘내부적 자결권(internal self-determination)’이라고 규정함으로써 제1차 세계대전과 제2차 세계대전 이후 많은 신생국들의 분리 독립을 이끌어냈던 ‘외부적 자결권(external self-determination)’과 구분시키고 있다(Daes 1993; Guibernau 2015).

III. 북극권 원주민들의 자치정부

북극이사회 국가들마다 원주민들의 자결권을 인정하는 여부는 다르다. 가령, 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언에 대한 총회 표결에서 노르웨이, 덴마크, 스웨덴, 핀란드는 찬성표를 던졌지만 미국과 캐나다는 뉴질랜드, 오스트레일리아와 함께 반대표를 행사하였고, 러시아는 기타 10개국과 함께 기권하였다(Kolas 2013, 500). 덴마크(그린란드), 노르웨이, 캐나다는 북극권 원주민들의 자치권을 상대적으로 잘 보장하는 국가들로서 다음에서는 어떻게 이들 국가들에서 원주민들의 내적 자결권이 실현되고 있는지 구체적으로 살펴보겠다.

① 그린란드

제2차 세계대전과 냉전은 그린란드의 지정학적 중요성을 부각시켰다. 1940년 덴마크가 독일군에게 점령당하자 1941년 미국은 그린란드에 주둔하여 공군기지를 세움으로써 나치로부터 침략을 방어하였다. 종전 이후 미국은 그린란드가 가지는 군사적 가치 때문에 덴마크로부터 그린란드를 구입하려고 했지만 덴마크는 이를 거부하였고 1953년 식민지였던 그린란드를 독립시키는 대신 자국의 영토로 복속시켰다(Auchet 2011, 960).

하지만 1970년대 들어 그린란드에서 민족주의 운동이 활발하게 전개되면서 그린란드의 독립과 자치를 요구하는 정치적 요구가 이누이트 정당들¹⁾을 중심으로 거세게 일어났다. 그 결과 덴마크는 1979년 그린란드 자치법(Greenland Home Rule Act)을 통해 그린란드를 특수지역으로 인정하고 입법과 행정에 관한 많은 국내적 권한을 그린란드 자치정부에 이양하였다. 또한 1985년에는 그린란드 자치정부가 자신들의 어업권을 지키기 위해서 유럽경제공동체를 탈퇴하였고 자신들의 독자적 국기(flag)를 채택하였다(Auchet 2011; Kolas 2013).

2008년 주민투표의 압도적인 찬성과 함께 2009년부터 시행된 그린란드 자치정부법(Act on Greenland Self-Government)은 그린란드 자치정부의 국내외적 권한을 한층 더 확대시켰다. 법률의 서문에서 밝히듯이 그린란드 주민들의 국제법에 따른 자결권을 인정하였고 사법과 치안업무에 대한 덴마크 정부로부터 자치정부로의 점진적 이양을 규정하고 있다.

1) 그린란드의 자치를 강하게 주장한 정당들은 “앞으로”라는 의미를 지닌 *Siumut*와 “인민의 공동체”라는 의미를 지닌 *Inuuit Ataqatigiit*가 있다(Auchet 2011, 960).

또한 그린란드 자치정부가 그린란드 영토와 영해의 천연자원과 석유의 관할권을 보유하고 있음을 명시하였다. 하지만 이런 조항들이 그린란드가 주권국가의 위치에 있다는 것을 의미하는 것은 아니다. 덴마크 정부는 여전히 그린란드에 대한 외교권과 군사권을 가지고 있으며 그린란드의 독립을 위해서는 그린란드 주민과 의회의 찬성뿐만 아니라 덴마크 의회의 동의가 필요하다(Auchet 2011; Kolas 2013; Ackrén and Jakobsen 2015).

② 노르웨이의 사미족

사미족은 기원전부터 노르웨이, 스웨덴, 핀란드 북부지역과 러시아의 콜라반도(Kola Peninsula)에서 유목생활을 하던 원주민들을 지칭한다. 앞의 <표 1>에서 보듯이 노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 러시아에 각각 40,000–60,000명, 15,000–25,000명, 6,000–9,000명, 2000명의 사미족이 거주하는 것으로 알려져 있다.²⁾ 이들 국가에는 1980년대 말부터 사미 의회(Sami parliament)가 구성되어 사미족 문화의 보존을 목적으로 하는 자문기관의 역할을 맡고 있다. 사미 의회는 사미족에게 정치적 자치권을 부여한 권력기관은 아니다(Dubreuil 2011, 930).³⁾

1989년 처음으로 개최한 노르웨이의 사미 의회는 노르웨이 사미족을 대표하는 정치체로서 사미족의 언어, 문화, 생활방식을 보존하고 발전시키는 것을 목적으로 하였다. 사미 의회의 권한은 매우 제한적이었으며 사미족의 경제권과 직결된 순록사육(reindeer husbandry)이나 초원의 손실을 관리할 법적권한을 가지지 못했다(Kolas 2013, 501).

이런 문제점을 해결하고 사미족과 사미 의회의 권한을 확대하기 위해 2005년 핀마르크법(Finmark Act)이 제정되었다. 핀마르크법의 목적은 제1조 1항에서 밝혔듯이 핀마르크 지역민의 이익, 특히 사미족의 문화와 순록사육 등을 고려하여 핀마르크의 토지와 천연자원을 균형 있고 생태적으로 관리하는 것이다(Fizmaurice 2009, 100). 이를 위해서, 이 지역에 있던 노르웨이의 국유지는 새롭게 조직된 핀마르크 이스테이트(Finmark Estate)에 의해서 관리, 감독하게 되었으며 핀마르크 카운티 의회와 사미 의회에서 선출된 각각 3명

의 대표인으로 구성된 핀마르크 이스테이트의 6인 이사회는 토지의 소유권이나 천연개발 관련 사항을 조사하거나 제한할 수 있는 권한을 가지게 되었다. 또한, 핀마르크법은 관련 법안을 개정하여 사미 의회는 핀마르크 지역의 자원 개발에 대해서 반대 의견을 내거나 거부권을 행사할 수 있도록 하였다. 즉, 핀마르크 관할에 대한 사미족의 영향력이 그만큼 커지게 된 것이다(Kolas 2013, pp 501–502). 마지막으로 핀마르크법 제3조는 1989년 국제노동기구 협약 169호의 원주민에 관한 조항을 준수한다고 명시함으로써 비록 제한적이지만 사미족의 자결권을 인정하고 있다(Fizmaurice 2009, 107; Broderstad 2011, 906–907).

③ 캐나다의 이누이트

캐나다는 중앙정부가 주정부의 지역 통치에 대한 주권을 인정하는 연방주의 국가이다. 중앙정부가 외교와 국방정책에 대한 권한을 가지고 있지만 건강, 문화, 교육 혹은 공공안전 등에 관한 정책권한은 주정부에게 속해 있는 것이다(Dubreuil 2011, 934–935). 비록 캐나다는 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언에 대한 반대를 표명함으로써 북극권 원주민의 자결권을 공식적으로 인정하지 않지만, 캐나다 이누이트들은 1980년대부터 중앙정부와 주정부의 협상을 통해 자신들의 거주지에 대한 자치권을 상당 부분 확보하고 있다.

현재 캐나다 이누이트의 거주 지역은 누나부트(Nunavut), 누나빅(Nunavik), 누나트시아부트(Nunatsiavut), 이누비알루이트(Innuvialuit)의 크게 네 지역으로 나누어진다. 우선, 누나부트에는 약 25,000명의 이누이트가 살고 있으며 1993년 누나부트 토지 권리 협정(Nanavut Land Claims Agreement)이 이누이트와 중앙정부, 주정부 간의 합의 하에 체결되었다. 이 협정으로 인해 이누이트는 누나부트 지역의 정책결정에 참여할 권한이 주어졌으며 누나부트의 자원관리와 환경보존에 영향력을 행사할 수 있게 되었다. 다음으로 퀴백(Quibec)의 누나빅에는 약 10,000명의 이누이트가 거주한다. 누나빅은 1975년 제임스 베이와 노던 퀴백 협정(James Bay and Northern Quebec Agreement)에 의해 생겨났으며 크리(Cree)와 카티빅(Kativik) 지방정부가 지역 업무를 담당하고 있다. 또한, 마키빅 조합(Makivik Corporation)이 협정에 의해

2) 사미족 인구수의 편차가 높은 이유는 기존의 인구조사로는 사미족 인구를 정확히 파악하기 어려운 데다가 사미족을 분류하는 기준에 따라 인구가 변화할 수 있기 때문이다. 가령, 사미족 언어를 사용하는 사람들만 사미족으로 분류한다면 실제 사미족 언어를 사용하는 사람들은 적기 때문에 인구 추정치가 낮아질 수밖에 없다.

3) 1989년 노르웨이에서 최초로 사미 의회가 개최했으며 1993년에 스웨덴의 사미 의회가, 1996년에 핀란드의 사미 의회가, 2010년에 러시아의 사미 의회가 설립되었다. 러시아의 사미 의회는 노르웨이, 스웨덴, 핀란드의 사미 의회에 의해서 인정받고 있지만 러시아 정부로부터는 공식적인 기관으로 인정받지 못하고 있다(Dubreuil 2011, 931).

설립되어 퀘벡 이누이트를 법적으로 대표하는 기관으로서 이누이트의 권리와 재정문제를 관리한다. 누나빅 지역에서 이누이트의 자치권이라는 것은 주로 문화적인 것에 국한되는데, 2011년 4월 이누이트는 주민투표를 통해 새로운 누나빅 지방정부의 설립을 거부하였다. 누나트시아부트에는 2,000명 이상의 이누이트들이 거주하고 있으며 이들은 2005년 래브라도 이누이트 토지 권한 협정(Labrador Inuit Lands Claims Agreement) 체결을 통해 자치정부의 권한을 부여받았다. 의회와 행정위원회로 구성된 누나트시아부트 정부가 수립되어 뉴파운드랜드(Newfoundland)와 래브라도 정부의 협의 하에서 이 지역의 정책을 결정하고 실행하게 된 것이다. 마지막으로 1984년 이누비알루이트 최종 협정(Innuvialuit Final Agreement)에 생겨난 이누비알루이트에는 약 3,000명의 이누이트가 거주하고 있으며 이누발루이트 지역조합(Innuvialuit regional corporation)이 6개의 이누이트 공동체를 관리하고 있다(Dubreuil 2011, 935-936; Ford et al. 2010).

IV. 맺음말

국제연합헌장과 식민지 및 인민에 대한 독립부여에 관한 선언에 규정된 자결권은 북극권 원주민들의 권한을 뒷받침하는 국제법적 원칙으로 인정되고 있다. 이러한 자결권에 근거해 1989년 국제노동기구 협약과 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언은 원주민들이 자신들이 거주하는 영토와 환경에 대한 권한을 가진다고 명시하고 있다. 하지만 이러한 원주민들의 자결권은 원주민이 기존의 국가로부터 분리 및 독립할 수 있는 권한이나 외교적 주권을 인정받았다는 것을 의미하는 것은 아니며 원주민들이 자신들이 거주하는 지역의 정책을 결정할 수 있는 '자치' 권한을 부여받은 정도로 해석된다. 또한 미국, 캐나다, 러시아 등은 원주민들의 자결권을 공식적으로 인정하지 않고 있다.

덴마크, 노르웨이, 캐나다의 이누이트와 사미족들은 다른 북극이사회 국가들의 원주민들보다 그들의 자치권을 상대적으로 잘 보장받고 있으며 그린란드, 핀마르크, 누나부트 등에서 지역정책과 천연자원 개발정책 결정과정에 전적으로 혹은 부분적으로 간여하고 있다. 특히, 그린란드 자치정부는 1979년 그린란드 자치법과 2009년부터 그린란드 자치정부법을 통해 덴마크 정부로부터 독립적인 입법, 행정, 사법권을 가지게 되었으며 이에 따라 외교와 국방을 제외한 모든 정책결정에 있어서 거의 전적인 자율권을 행사할 수 있다. 반면에 미국이나 러시아 같은 국가들에서 원주민들의 자치권은 상대적으로 약한 편이며 러시아와 같은 경우 푸틴 정부 들어서 중앙집권화가

가속화되면서 북극권 지방정부의 자치 권한이 점차 축소되고 있다(Dubreuil 2011, 924-928).

참고문헌

- Ackrén, Maria and Uffe Jakobsen. 2015. "Greenland as a Self-Governing Sub-National Territory in International Relations: Past, Current and Future Perspectives." *Polar Records* 51(259): 404-412.
- Auchet, Marc. 2011. "Greenland at the Crossroads: What Strategy for the Arctic?" *International Journal* 66(4): 957-970.
- Brodestad, Else Grete. 2011. "The Promise and Challenges of Indigenous Self-Determination: The Sami Case." *International Journal* 66(4): 893-907.
- Daes, Erica-Irene A. 1993. "Some Consideration on the Right of Indigenous Peoples to Self-Determination." *Transnational Law & Contemporary Problems* 3(1): 1-11.
- Dubreuil, Antonie. 2011. "The Arctic of the Regions: Between Indigenous Peoples and Subnational Entities—Which Perspectives?" *International Journal* 66(4): 923-938.
- Fitzmaurice, Malgosia. 2009. "The New Developments Regarding the Saami Peoples of the North." *International Journal on Minority and Group Rights* 16: 67-156.
- Guibernau, Montserrat. 2015. "Self-Determination in the Twenty-First Century." *Ethnopolitics* 14(5): 540-546.
- Ford, James D., Tristan Pearce, Frank Durden, Chris Furgal, Barry Smit. 2010. "Climate Change Policy Response for Canada's Inuit Population: The Importance of and Opportunities for Adaptation." *Global Environmental Change* 20: 177-191.
- Kolas, Ashild. 2013. "Indigenous Rights, Sovereignty and Resource Governance in the Arctic." *Strategic Analysis* 37(4): 499-504.
- Wiessner, Siegfried. 2008. "Indigenous Sovereignty: A Reassessment in the Light of the UN Declaration on the Rights of Indigenous Peoples." *Vanderbilt Journal of Transnational Law* 41: 1141-1176.



제8차 극지법심포지엄(Polar Law Symposium)의 논의 동향 진 동 민 (극지연구소 미래전략실장) / 서 원 상 (극지연구소 책임연구원)

I. 세계 유일의 극지법 국제학술모임 : Polar Law Symposium

우리나라에서 극지법(Polar Law)은 극지·해양·우주 등 국제 공역을 다루는 국제법 분야에서조차 생소한 단어다. 그러나 세계 각국의 전문가들은 지난 2008년 9월의 극지법 심포지엄(Polar Law Symposium)을 계기로 매년 남·북극 관련 국제법, 국내법, 거버넌스에 관한 학술모임을 개최하여 극지 현안을 논의하고 적절한 권고안을 찾기 위해 노력하고 있다. 극지법 심포지엄은 아이슬란드 아쿠레이리 대학교에 극지법 석사과정이 개설됨을 기념하여 시작되었는데, 현재로서는 극지 전문가가 한자리에 모여 법률이슈를 토의하는 유일한 국제학술모임이라 할 수 있다. 올해 제8회 극지법심포지엄은 미국 알래스카대학이 주관하여 페어뱅크스 및 앵커리지 캠퍼스에서 “THE SCIENCE, SCHOLARSHIP AND PRACTICE OF POLAR LAW: STRENGTHENING ARCTIC PEOPLES AND PLACES” 라는 주제로 9월 23~26일 나흘간 개최되었다.

아래에서는 제8차 극지법심포지엄의 내용 중 흥미로웠던 몇 가지 꼭지를 필자의 부연설명을 담아 소개한다.

II. 극지에 관한 과학자와 법률가¹⁾의 공동의제

이 주제는 올해 극지법심포지엄을 대변하는 것으로, 전체 회의(plenary session)의 첫 번째 주제이기도 하였다. Hajo Eicken(UAF, IARC Interim Director), Olivia Lee(UAF), Karin Barentsen(Kaisa Consulting), Becca Robbins Gisclair

(Ocean Conservancy Arctic Policy Manager) 등의 각 연사들은 ① 법·제도가 과학연구를 지원하는 순기능과 지나친 규제를 통한 과학연구를 저해하는 역기능을 동시에 가진다는 점, ② 과학연구의 결과가 조약 및 국내법의 제·개정을 견인함으로써 법·제도의 발전에 기여한다는 점, 그리고 ③ 북극원주민의 전통지식 보호 등 다양한 북극이슈 해결을 위하여 과학연구자와 법률가의 동시적 접근이 필요하다는 점을 강조하였다.

특히 북극과 관련하여 과학연구가 기후변화 및 환경보호, 북극주민의 삶과 지식발전에 상당한 기여를 하였지만, 과학지식 자체가 정치적 행동을 보증하거나 지역의 급속한 변화에 대응하는 권위 있는 결정을 생성할 수 없다. 이에 연사들은 북극의 핵심이슈인 원주민 문제를 조화롭게 해결하기 위해서는 북극의 맥락에서 인간 존엄성을 정의하고 과학자와 국제법 전문가의 학제 간 교류와 협력이 필요하며, 소위 ‘글로벌 북극(Global Arctic)’이라는 공유비전에 터 잡아 북극 거버넌스의 올바른 의사결정을 위하여 과학자와 법률가의 기여 방안이 무엇인지에 대한 협의가 필요함을 강조하였다.

이 세션은 과학자와 법률가의 협력필요성을 강조하였지만, 상호간 공동이슈 또는 연구주제를 구체적으로 적시해 내지 못한 점이 아쉬웠다. 굳이 극지에 초점을 맞추지 않는다 할지라도, 과학과 법은 이미 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 과학은 법에 필요한 ‘사실의 입증’을 제공해 주고, 법은 과학에 그 진흥의 제도적 기반을 제공하기도 하고 역으로 과학 활동의 한계를 설정하기도 한다. 이러한 상호작용의 대표적인 예를 소개한다.

사전주의 원칙(Precautionary Principle)은 “환경에 심각한 위협이나 돌이킬 수 없는 손상이 발행하는 경우, 과학적 확실성(scientific certainty)이 충분하지 않다는 이유로

1) 이 글에서 법률가(lawyer)란 법조인, 법학자, 법 실무자를 총칭하는 의미로 사용한다.

환경훼손을 방지하는 경제적 효율성이 있는 조치를 연기할 수 없다”는 내용이다.²⁾사전주의 원칙이 국제관습법(customary international law)으로 확립된 것인가에 대하여 이견이 있으나, 다수의 국제조약, 국가관행, 그리고 국제재판소의 판례를 통하여 거듭 강조·확인되고 있다(Sands and Peel, 2012). 특정 행위와 환경손상 또는 위협 간의 인과관계가 과학적으로 검증되었다면 해당 행위를 법으로써 금지할 수 있는 환경손상의 방지(prevention)의 원칙이 적용되는 반면, 국제법상 금지되지 아니한 행위와 관련하여 심각하고 중대한 환경손상 또는 위협이 존재하는 경우에는 사전주의 원칙에 따라 과학적 불확실성에도 불구하고 해당 행위를 피해야 할 것이므로, 과학은 조약 및 법률 적용의 경계를 설정해 준다.

1959년에 채택된 남극조약은 남극대륙과 남빙양의 평화적 이용 및 과학 활동의 자유를 선언하고 있다. 그러나 과학연구를 포함한 남극 활동의 범위와 빈도의 증가에 비례하여 남극환경보호에 대한 우려 또한 커지면서, 남극활동과 관련한 다양한 법 이슈가 제기되고 있다. 남극조약, 환경보호의정서 및 부속서는 남극의 과학 활동에 앞서 환경영향평가를 포함하는 허가절차를 의무화하였다. 최근에는 생물자원탐사(bio-prospecting), 남극기지 등에서의 형사관할권, 과학연구를 포함하는 남극활동 운영자(operator)의 환경비상사태에 대한 배상책임(liability), 과학연구에 사용되는 무인항공기 및 원격조정항공기의 규제 등 과학 활동과 관련된 다양한 국제법 이슈가 제기되고 있다.

III. 제3극지(Third Pole)의 등장과 거버넌스

일반적으로 극지(polar region)란 지구의 자전축이 지표와 교차하여 생기는 북극점 및 남극점을 중심으로 하여 퍼지는 고위도 지역을 가리킨다. 즉 극지는 남극(the Antarctic)과 북극(the Arctic)으로 나눌 수 있다. 그러나 Simon Marsden(Flinders Law School) 교수는 남극을 제1극지로, 북극을 제2극지로, 그리고 히말라야를 중심으로 하는 고산지대를 제3의 극지라 칭하면서 제3극지의 거버넌스를 소개하였다.

Marsden은 남극, 북극, 그리고 히말라야가 모두 고위도 및 고고도에 위치한다는 점, 기후변화에 심각한 영향을 받고 있다는 점, 물 관리와 자원문제가 현안이라는 점, 원주민 또는 소수민족의 인권문제가 야기된다는 점, 활동 인원의 안전과 수색·구조를 위한 국가 간 협력이 필요하다는 점 등을 3개 극지의 유사점으로 꼽았다.

반면에 Marsden은 남극과 북극은 현안의 해결을 위하여 남극조약체제와 북극이사회 등 거버넌스 체제를 구축하였지만, 히말라야는 그 지역의 거버넌스를 위한 일원화된 협의체가 존재하지 않는바 그 준비가 필요하다고 지적하였다. 그러나 남아시아 지역협력연합(SAARC, 1985)이 히말라야 문제의 논의에 가장 근접한 협의체인데, 인도, 파키스탄, 방글라데시, 스리랑카, 네팔, 부탄, 몰디브, 아프가니스탄 등 8개 회원국 외에 옵서버 중 하나인 중국의 역할이 중요하다.

남극대륙은 7개국의 영유권 주장이 있었으나 남극조약에 따라 분쟁방지를 위해 영유권 주장 및 부정이 동결되었고, 북극해의 경우 연안국들이 UN해양법협약에 근거하여 공해에 대한 200해리 이원의 대륙붕을 주장함에 따라 공해마저도 점차 연안국의 관할수역으로 편입될 가능성이 크다. 남극과 북극에 적용되는 조약과 거버넌스체제가 다르다 할지라도, 그 질서가 국제법에 따라 유지되고 있다는 점은 동일하다. 그러나 히말라야는 영토주권을 향유하는 국가들이 존재하나 그들의 주권만으로 해결되지 않는 이슈가 존재하며, 이를 총괄적으로 규율할 수 있는 국제법이 존재하지 아니한다. 실제로 히말라야를 둘러싸고 중국-인도, 인도-파키스탄 간의 영토분쟁이 존재하며, 중국의 대외정책인 ‘일대일로(The Silk Road Economic Belt and the 21st-century Maritime Silk Road)’ 정책³⁾에 대한 주변국의 우려 등 다양한 현안이 산재되어 있다.

IV. 그린란드의 독립추진과 이누잇의 보호

Bent O.G. Mortensen(Univ. of Southern Denmark) 교수는 “그린란드는 덴마크의 식민지가 아닌 덴마크의 일부이며, 현재 분리·독립에 관한 논의가 있다”는 말로 발표를 시작하였다. 혹은 “덴마크 국제법 학자가 그린란드 독립을 지지하려는 것인가?”라는 필자의 의문은 발표가 계속되면서 “역시 나...”로 해소되었다.



2) 1992 리우선언, 원칙15.

3) 이 정책은 시진핑(習近平) 중국 국가주석이 2013년 9~10월 중앙아시아 및 동남아시아 순방에서 처음 제시한 전략으로, 일대(One Belt)란 중국에서부터 중앙아시아를 거쳐 유럽으로 뻗는 육상실크로드 경제벨트를 말하며, 일로(One Road)란 동남아를 경유해 아프리카와 유럽으로 이어지는 21세기 해양 실크로드를 말한다(Wikipedia 참조). 다만, 중국이 중심이 되고 주변국으로 뻗어나가는 형태의 일대일로 전략이 중화주의(中華主義)의 부활이라는 우려도 있다.

Mortensen은 우선 그린란드 및 그린란드에 거주하는 이누잇(Inuit)의 법적 성격에 대하여 검토하였다. 그린란드는 덴마크 법제에 따라 덴마크왕국의 일부였으나 'Home-rule Act'와 'Self-Government Act'를 통해 자치정부로서의 지위를 갖게 되었다. 한편 그린란드에 살던 역사적 원주민은 Kallallit Nunaat이라는 종족인데, 이들은 이누잇이 그린란드에 정착하기 전에 그린란드에 살았으나, 이제는 거의 찾아볼 수 없다. Mortensen은 현재의 그린란드인의 대부분을 차지하는 이누잇이 과연 북극 원주민인가에 대한 의문을 제기하였다.

국제법상 원주민(Indigenous people)의 정의에 관하여 1989년 국제노동기구 협약 169호(International Labour Organization Convention No. 169)와 2007년 원주민 권리에 대한 국제연합선언(The United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples) 등에 언급이 있으나, 확립된 정의는 없다. Mortensen은 북극권 국가들이 원주민의 구별기준으로 언어, 인종, 거주기간, 문화동일성 등을 고려하고 있지만 항목 간의 우선순위를 부여하기도 쉽지 않고, 그린란드인의 대부분이 이미 현대화된 사람들(modernized people)이라는 점에서 그들이 과연 보호대상의 원주민에 해당하는지 의문이라고 강조하였다. 필자가 이해하기로는 Mortensen이 그린란드 이누잇은 덴마크의 국민이고, 진정한 북극 원주민이라 할 수 없지만 북극이사회 체제에 따라 원주민으로 보호받게 된 것일 뿐임을 강조하려는 것으로 보인다.

Mortensen은 그린란드가 독립을 원한다면 국제법상 민족자결의 주체로 볼 수 있다고 하였다. 자결(self-determination)의 원칙 또는 민족자결의 원칙은 UN이 헌장 제1조 2항에서 UN의 목적으로 명시할 만큼 현대 국제법의 중요한 원칙이다. 과거 전통국제법의 영토주권은 국가가 자국 영토에 대하여 완전한 지배권과 처분권을 가지는 것으로 이해되었다(Cassese, 2005). 그러나 제1차, 제2차 세계대전을 거치면서 과거 식민지의 독립을 위한 법적 근거로서 자결권이 등장한 이후, 현재는 본국의 일부 지역을 근거로 하는 자치권 주장의 근거로서 자결권이 원용되기도 한다.

G. Jellinek 이후 국제법상 국가 성립을 위하여 국민(people), 영토(territory), 정부(Government) 또는 주권(sovereignty) 등의 세 가지 요건을 요구하고 있는바, 그린란드는 이미 독립 국가의 요건을 갖추고 있다. 그러나 요건을 갖추었다 해서 모든 국가적 실체가 국가로서 독립하는 것은 아니다. 특히 그린란드와 같이 덴마크로부터 분리·독립을 원하는 경우에는 제3국은 그린란드의 국가승인에 앞서 덴마크와의 외교관계를 고려하지 않을 수 없다.

마지막으로 Mortensen은 그린란드의 독립에 대하여 두 가지 장애를 지적하였다. 첫째는 그린란드인의 입장에서는 국제법상 민족자결 주체에 대한 보호보다 북극 원주민에 대한 보호가 훨씬 큰 혜택일 것인데, 굳이 독립을 위하여 원주민 지위를 포기하고 민족자결단체를 선택할 것인가의 문제이고, 둘째는 그린란드가 독립국가로서의 정치적·법적 요건과 자격을 갖추었다할지라도 실질적으로 경제적 독립성을 확보하고 있는가의 문제이다.

개념상 민족자결권은 한 민족(people)이 타 민족이나 국가의 간섭을 받지 아니하고 자신의 정치적 운명을 스스로 결정할 수 있는 권리로 이해할 수 있는데, 그린란드가 민족자결의 주체라면 그린란드의 이누잇에 대한 보호책임 역시 덴마크 정부로부터 그린란드 자치정부에 이전된다. 이 경우 그린란드의 열악한 경제상황을 고려할 때 그린란드 이누잇의 복지혜택과 삶의 질은 저하될 것으로 예상된다. 결론적으로 덴마크 학자 Mortensen은 그린란드가 독립을 선택하기 보다는 덴마크의 일원으로서 지위를 유지하는 것이 실리적이라는 주장을 피력한 것이다.

V. 맺음말

앞에서 소개한 주제 외에도 이번 심포지엄에서는 환경보호에 관한 남극조약체제와 UN해양법협약간의 관계, 남빙양 항행 선박에 대한 기국책임, 극지 해양환경보호에 관한 국제법 및 관련 기구(협의체)의 파편화 문제, 북극권의 에너지 및 자원 문제, 국제노동기구협약 제169호에 따라 사미족의 권리를 신장한 노르웨이 사례를 비롯하여 미국, 핀란드, 아이슬란드 등 북극권 국가들의 원주민 거버넌스 이슈 등 다양한 주제가 다루어졌다.

극지법 심포지엄의 목적은 남·북극에 관한 국제법 이슈를 다루기 위한 것이지만, 호주에서 개최된 제7차 심포지엄을 제외하면 7차례의 심포지엄 발표주제들의 대부분이 북극에 편향되어 있다. 그 이유는 남극의 경우 남극조약체제라는 단일화된 국제조약의 해석 및 적용에 대한 보편적인(universal) 접근이 필요한 터라 제한된 이슈에 대한 깊이 있는 연구가 필요한 반면에, 북극의 경우에는 UN해양법협약과 같은 보편적 조약, 그리고 스발바르조약, 북극항공해상수색구조협정, 북극유류오염대응대비협정 등 지역적 조약에 더하여, 북극권 각 국가마다 가지고 있는 유사하면서도 독특한 차이를 띠는 다양한 현안들에 대하여 긴급한 논의가 필요하기 때문일 것이다.

우리나라에도 2013년부터 소수의 극지법 전문가와 정부 실무자로 구성된 극지법연구회(극지연구소 후원)를 중심으로 극지관련 법 이슈와 국제회의동향의 분석이 이루어지고 있으나, 폭발적으로 쏟아져 나오는 극지이슈를 다루고 이에 대응하기 위해서는 정부적 차원의 관심과 지원이 필요하다. 또한 지난해부터 청자(聽者)에서 화자(話者)로 전환한 중국, 일본과 같이 우리나라의 극지법 전문가들의 적극적인 참여 역시 필요하다.

참고문헌

김대순, 「국제법론」, 제17판, 삼영사, 2013.

김정균 · 성재호, 「국제법」, 제5개정판, 박영사, 2006.

정인섭, 「신 국제법강의」, 제5판, 박영사, 2014.

Antonio Cassese, *International Law*, 2nd ed., Oxford Univ. Press, 2005.

ATCM, Final Report of the Thirty-seventh Antarctic Treaty consultative Meeting, 2014.

ATCM, Final Report of the Thirty-eighth Antarctic Treaty consultative Meeting, 2015.

Donald R. Rothwell, *The Polar Regions and the Development of International Law*, Cambridge Univ. Press, 1996.

Michael Byers, *International Law and the Arctic*, Cambridge Univ. Press, 2013.

Phillipe Sands and Jacqueline Peel, *Principles of International Environmental Law*, Cambridge Univ. Press, 2012.





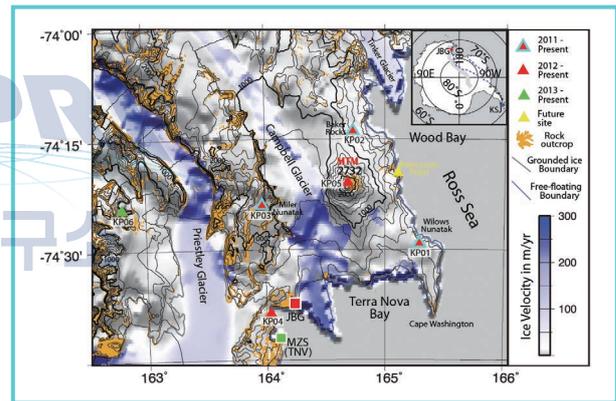
남극 장보고 과학기지 기반의 멜번화산 지구물리 관측망 구축과 지진학적 연구 박 용 철 (극지연구소 책임연구원)

I. 머리말

대한민국 최초의 남극 과학기지인 세종기지는 1988년에 북 남극 반도 끝자락에 위치해 있는 킹 조지섬(King George Island)에서 세워졌다. 하지만 세종기지는 섬에 위치하고 있기 때문에 남극 대륙 안에서 수행되는 연구를 지원하는 것은 불가능한 현실이었다. 이러한 지리적인 제한으로 남극 대륙 내에서 본격적인 연구를 수행하기 위해서는 남극 대륙기지의 필요성이 2004년에 제안되었고(Hong et al., 2005), 2007년에 남극 북 빅토리아랜드의 테라노바 만(Terra Nova Bay: TNB)을 포함한 6곳의 남극 대륙기지 후보지가 선정되었다. 최종 대륙기지의 건설 부지를 결정하기 위하여 극지연구소 과학자를 포함한 전문가 그룹은 2007년부터 2010년까지 6개의 후보지를 방문하였고(Lee et al., 2012), 건설에 따른 최소한의 잠정적인 환경 변화, 물자보급의 편의성, 현재 수행되고 있는 국제 공동 협력 방안 등을 고려한 부지 조사와 세 번의 공청회를 통하여 마침내 북 빅토리아 지역의 테라노바 만(TNB; 74° 37.4' S, 164° 13.7' E)을 대륙기지의 장소로 결정하였다 <그림 1>.

대한민국 제2 남극 기지는 '장보고'로 명명되고, 테라노바 만에는 이태리의 하계 연구기지인 마리오 주켈리(Mario Zucchelli)가 장보고기지에서 남쪽으로 약 10km 정도 떨어진 곳에 위치하고 있다(MZS: 그림 1). 장보고기지 건설 부지가 결정된 후 기지 건설과 운영에 따른 환경영향의 최소화를 위하여 포괄적인 환경영향평가(comprehensive environmental evaluation)가 2011년부터 2012년 사이에 수행되었고, 이 기간에 극지연구소 극한지 지구물리팀(the Extreme Geophysics Group: EGG)이 대한민국 최초의 극 지역 광대역 지진관측망을 설치하였다. 2011년 1월에 4대의 광대역 지진계를 이용하여 멜번 화산(Mt. Melbourne, MTM: 그림 1)을 중심으로 마름모 형태의 관측망이 구축되었고

(KP01~KP04: 그림 1), 관측망 이름은 Korea Polar Seismic Network at TNB(KPSN@TNB)로 명명되었다.



<그림 1> Map of the Mt. Melbourne area showing the seismic stations, topography, and ice velocity. The digital elevation model from Bamber et al. (2009) overlies the ice velocity data from Rignot et al. (2011). The boundary of grounded ice (grey line) and free-floating boundary (blue line) are extracted from Bindschadler et al. (2011). The seismic stations are represented by triangles with different colours according to the year of installation. Inset map: dotted lines indicate the boundaries of the West Antarctic rift system, and the grey line represents the Transantarctic Mountains (TAM).

* KSJ=King Sejong Station, JBG=Jang Bogo station, MZS=Mario Zucchelli Station, and TNV=Italian broadband seismic station in MZS.

II. 테라노바 베이 지역의 지체구조

장보고과학기지는 중생대 백악기에서 신생대 기간 동안 발달된 서남극 열개구조(West Antarctic Rift System, <그림 1>에 삽입된 지도 중 파란색 점선)의 일부분인 로스 해 열개의

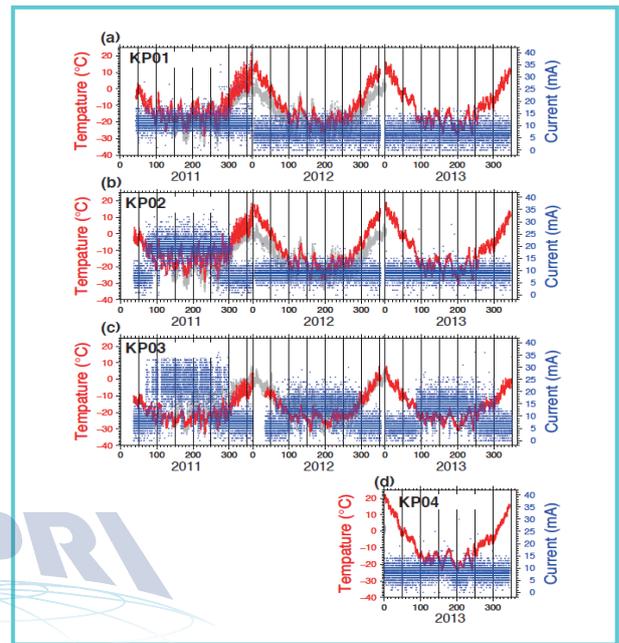
동쪽 사면에 위치한 빅토리아 랜드에 있다. 서남극과 동남극으로 구분하는 형태적/지리적 경계인 남극 종단 산맥(Tranantarctic Mountains, <그림 1>에 삽입된 지도 중 두꺼운 회색 실선)이 서남극 열개구조의 경계에 위치하고 있기 때문에 남극 종단 산맥과 서남극 열개구조의 생성은 상호간 깊은 관계가 있을 것이라고 보고되었다(Behrendt and Cooper, 1991; Rocchi et al., 2002). 남극 종단 산맥의 형성 원인을 규명하기 위하여 많은 이론이 제안되었고, 그 이론들은 크게 다음과 같이 두 개의 모델로 설명할 수 있다. 하나는 지구 내부에서 상대적으로 뜨거운 서남극의 맨틀 물질이 차가운 동남극쪽으로 열의 전도와 대류에 의해 순환하면서 남극 종단 산맥과 서남극 열개 구조가 형성되었다는 모델(e.g., Berg et al., 1989; Danesi and Morelli, 2001; Faccenna et al., 2008; Lawrence et al., 2006; Smith and Drewry, 1984)과, 다른 하나는 굴곡에 의하여 동남극 대륙의 지각 끝단이 융기했다는 모델이다(ten Brink and Stern, 1992; ten Brink et al., 1997). 여러 모델들이 서남극 열개 구조의 활동성과 관련하여 남극 종단 산맥의 융기를 설명하고 있으나 아직까지 명확한 발생원인은 규명되지 않고 있다.

장보고기지 주변에는 이 밖에도 캠벨 빙하(Campbell Glacier), 프리슬리 빙하(Priestley Glacier), 그리고 멜번 화산과 같은 다양한 지질/지구물리학적 활동성이 있다. 특히 멜번 화산은 신생대에 형성된 판 내부의 화산(intraplate volcano)으로 장보고 기지에서는 불과 30km 정도 떨어진 곳에 위치한다. 화산의 높이는 약 2,732m로 백두산과 비슷한 크기를 가지고 있고, 정상에서의 표면 온도는 섭씨 25° 이상이며 어떤 곳은 너무 뜨거워서 손을 댈 수 없는 지역도 있다고 알려져 있다(Nathan and Schulte, 1967). 화산재가 포함된 층의 깊이와 강설량을 기초로 계산된 멜번 화산의 마지막 분화는 1862년과 1922년 사이로 추정되고 있다.

III. 지구물리 관측망 자료

남극에서 독립전원으로 일 년 동안 안정적으로 지진관측망을 운영하는 것은 매우 힘든 일이다. 왜냐하면 겨울동안은 태양이 거의 없기 때문에 태양광을 이용한 전원 공급 시스템을 사용할 수 없고, 영하 30° C 이하의 극한의 추위로 지진계 센서와 기록계의 정상적인 작동이 어렵기 때문이다. 2010년부터 극지연구소 극한지 지구물리팀은 진공 단열재를 이용한 장비 단열 상자와 해가 뜨지 않는 겨울 동안은 리튬전지를, 해가 뜨는 여름에는 태양광 발전을 이용하여 일 년 이상 안정적인 전원을 공급할 수 있는 장비를 개발하여 왔다. 남극의 특성상 아직까진 실시간으로 임시 지진관측망에서 관측된

지진자료를 전송할 수 없기 때문에 매년 남극 하계 탐사 기간 동안 (11월~2월) 각 관측소에 방문하여 기록된 연속 지진자료를 취득하고 배터리 교환과 정상적으로 작동하고 있지 않는 장비를 교체하는 등, 각 관측소가 다시 일 년 동안 관측할 수 있도록 정비하고 있다.



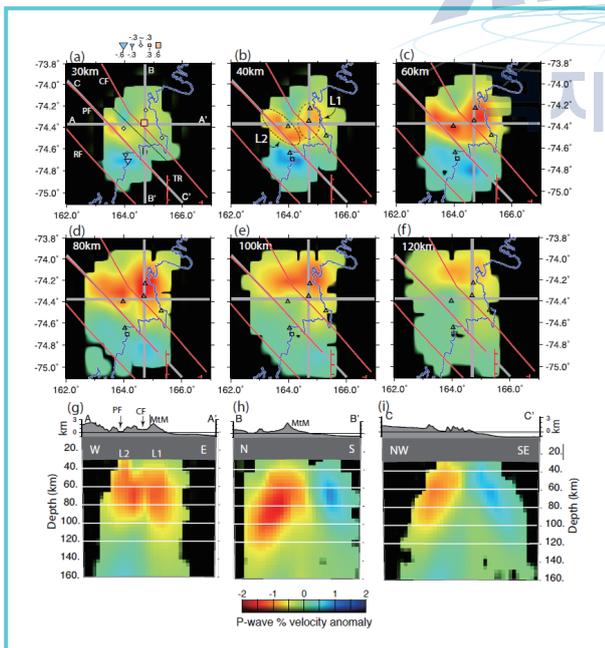
<그림 2> Temperature and sensor-current variations for (a) KP01, (b) KP02, (c) KP03, and (d) KP04. The temperature variation is presented with red dots in degrees Celsius, and the sensor-current variation is indicated by blue dots in milliamperes.

<그림 2>는 각 관측소의 장비내부 온도와 지진계 센서에 공급되는 전류의 세기를 보여주고 있다. 가로축은 각 년도의 1일부터 365일을 나타내고 좌축의 세로축은 지진기록계의 온도(붉은색 점), 즉 관측소의 단열상자 내의 온도를 나타내고, 좌축의 세로축은 지진계 센서의 전류량(파란색 점)을 나타낸다. 특이한 사항은 KP02 관측소의 지진기록계가 2011년도에, 그리고 KP03 관측소의 지진기록계가 2011년부터 2013년도까지 기록계의 온도가 -20° C 이하로 내려 갈 경우 센서 전류량이 비정상적으로 높은 것을 보여주고 있다. KPSN@TNB 관측망에 사용된 지진기록계는 캐나다의 나노메트릭스(Nanometrics) 사의 토러스(Taurus)란 모델로 기록계의 제작 년도에 따라서 어떤 제품은 -20° C 이하에서 지진계 센서에 비정상적인 전류량을 공급하는 것으로 확인 되었다. KP02와 KP03 관측소의 기록계들은 다른 제품으로 교체하여 -20° C 이하의 극저온 환경에서도 정상적으로 작동되고 있으며, 2012년 이후 멜번 화산 정상과 에드몬슨 포인트(Edmonson Point) 등에 꾸준히 관측소를 신설하여 관측망의 관측 범위를 늘리고 있다.

IV. 지진 자료를 이용한 연구들

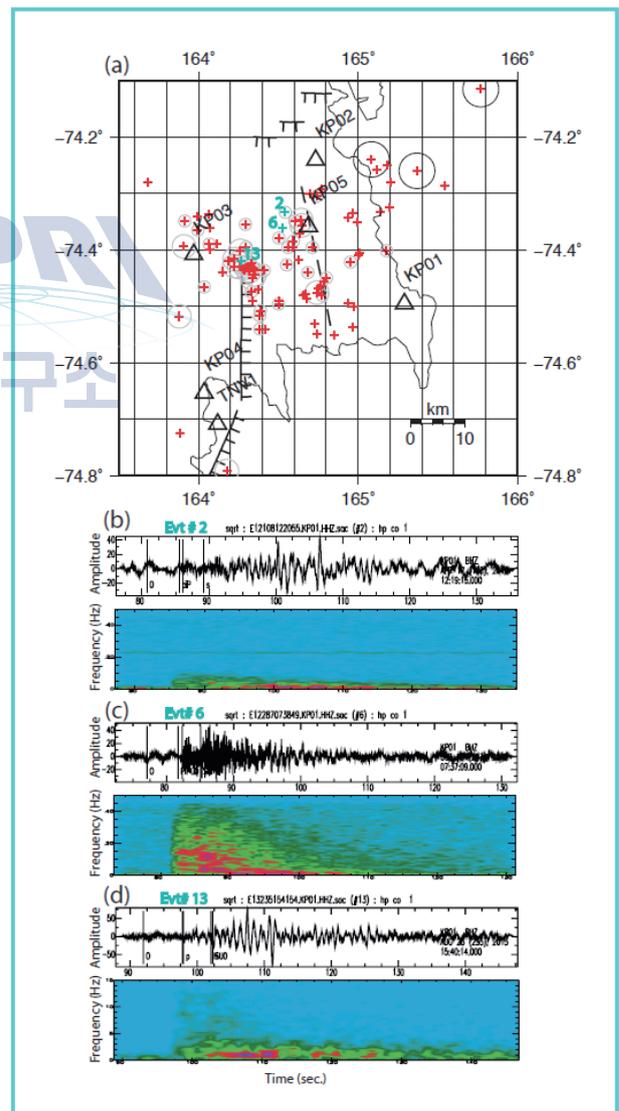
극지연구소 극한지 지구물리연구팀은 극저온 환경에서 성공적으로 취득된 연속 지진자료를 이용하여 여러 연구를 진행하고 있고 있다. 그 중에서 대표적인 연구는 원격 지진을 이용하여 지구 내부의 속도구조를 모델링하는 것과 장보고 기지 주변에서 발생하는 지진의 위치와 크기, 그리고 그 특성을 연구하는 것이다.

지구 내부 속도구조 모델링을 위하여 KPSN@TNB에서 관측된 연속 지진자료에서 원격지진을 추출하고, 추출된 원격지진의 도달 시간을 역산하여 멜번 화산 지역의 3차원 속도 구조를 모델링 수행하고 있다. 여기서 원격지진이란 어떠한 지진이 관측지점인 KPSN@TNB로부터 3,336km 이상 떨어진 지역에서 발생한 것을 말한다. 관측지점과 지진이 발생한 위치(진앙: epicenter)와의 거리(진앙거리, epicentral distance)가 멀기 때문에 남극에서 발생한 지진이 아니라 남미, 일본, 그리고 필리핀 지역 등에서 발생한 규모 5.5 이상의 지진을 사용하여 연구를 진행하고 있다.



〈그림 3〉 P-wave tomography image. (a)~(f) Horizontal cross-sections through the model for depths of 20, 40, 60, 80, 100, and 120km. (g)~(i) Vertical cross-sections for each line in Fig. 2a. Areas with a hit count of <5 are darkened. The faults are shown as red lines. RF: Reeves Fault; PF: Priestley Fault; CF: Campbell Fault; TR: Terror Rift; MtM: Mt. Melbourne. The grey lines represent the locations of vertical cross-section profiles, and the C-C' vertical cross-section profile is overlaid with PF.

〈그림 3〉은 원격지진을 이용한 멜번 화산 지역 내부의 3차원 속도구조를 보여주고 있다. (a)~(f)는 30, 40, 60, 80, 100, 그리고 120km 깊이의 속도 모델 단면을 (g)~(i)는 그림 4(a)에 나타나 있는 A-A', B-B', 그리고 C-C' 지역의 수직 단면을 보여준다. 그림에서 붉은색과 파란색의 색상 변화는 모델의 속도 구조가 평균보다 느린 경우(붉은색)와 평균보다 빠른 경우(파란색)를 나타낸다. 〈그림 3(b)〉를 보면 평균보다 느린 구조가 L1과 L2로 표시되어 있고, L1은 멜번 화산 하부에 존재하고 있음을 알 수 있다. 지진파 속도가 평균보다 느린 경우는 그 지역이 주변보다 뜨겁기 때문이고, 이 모델을 통하여 L1이 멜번 화산의 열원이 되고 화산이 용기한 원인 것으로 유추된다.



〈그림 4〉 Seismicity observed on KPSN@TNB. (a) Locations of events (+) and seismic stations (Δ). Dashed and hatched lines indicate fault lines. (b)~(d) Waveforms and spectrograms (colored) for each event #2, #6, and #13 observed on KP01.

KPSN@TNB에서 관측된 연속 지진 자료에서 장보고기지와 멜번 화산 지역에서 발생하는 지진을 찾는 것은 매우 많은 시간과 노력이 필요한 작업이다. 1TB 이상의 디지털 자료에서 작은 규모의 지진을 눈으로 하나하나 확인하여 2011년부터 2013년 동안 발생한 지진의 위치와 발생시간을 결정하여 목록을 만들고 있다. <그림 4>는 현재까지 분석된 소규모 지진의 발생 위치와 관측된 지진의 특성을 분석한 것이다. <그림 4a>는 진원이 결정된 지진이 붉은색 십자(+)로 표시되어 있고, 하늘색으로 표시된 십자와 숫자는 지진의 위치와 목록에서 정해진 지진의 번호를 나타낸다. <그림 4b~d>는 <그림 4a>에서 하늘색으로 표시된 지진에 대하여 KP01 관측소의 수직성분에서 기록된 파형과 그 파형의 주파수 특성을 보여준다. 지진 #2는 멜번 화산 정상 근처에서 발생한 지진으로 단층의 움직임으로 발생하는 일반적인 지진으로 보이는 지진(지진 #6; 그림 4(c))과 다르게 5Hz 이하에서 많은 에너지가 있고, 이는 아마도 마그마의 움직임으로 발생하는 지진으로 사료된다(그림 4(b)). 지진 #13은 캠벨 빙하가 빠르게 움직이는 지역에서 발생하는 것으로, 빙하에 의한 지진이란 뜻으로 빙진(ice-quake)라 부른다. 이 지진 또한 에너지가 5Hz이하에 집중되어 있고, 이는 캠벨 빙하의 하부가 바닥을 긁으면서 이동하여 발생하는 지진으로 보여 진다.

V. 맺음말

남극 대륙은 대부분 눈과 얼음으로 덮여 있고, 아직까지도 남극 종단 산맥과 서남극 열개구조의 생성 원인은 확실하게 밝혀지지 않고 있다. 또한 해수면 상승의 직접적인 원인이 되는 남극 대륙 빙하의 운동과 유실은 지구온난화의 영향 뿐 아니라 지구 내부의 지각과 맨틀의 열원에 대하여 많은 영향을 받고 있다. 극지연구소 극지역 지구물리팀(EGG)은 장보고기지 건설 원년인 2011년부터 꾸준히 남극 대륙 내에 지진관측망 뿐만 아니라 GPS 관측소, 초저주파 음파 관측망 등 종합 지구물리 관측망을 구축하여 본격적인 남극 대륙기반 연구를 수행하고 있다. 지구물리 관측망은 안정적인 전원공급과 기록 매체를 교체하기 위하여 해마다 태양전지와 태양광 발전판, 그리고 메모리 카드를 교체해야만 하며, 이러한 현장 탐사는 장보고기지의 지원이 없으면 불가능한 일이다. 앞으로의 극지역 지구물리팀(EGG)의 계획은 현재까지 설치된 지구물리 종합 관측망의 자료를 무선 통신 방법을 이용하여 장보고 기지에 실시간으로 송신하여 멜번화산과 주변 빙하에서 발생하는 빙진을 실시간으로 관측하고 분석하는 것을 목표로 하고 있다.

참고문헌

Behrendt, J. C., and A. Cooper (1991). Evidence of rapid Cenozoic uplift of the shoulder escarpment of the Cenozoic West Antarctic rift system and a speculation on possible climate forcing, *Geology* 19, 315-319.

Berg, J. H., R. J. Moscati, and D. L. Herz (1989). A petrologic geotherm from a continental rift in Antarctica, *Earth Planet. Sci. Lett.* 93, 98-108.

Danesi, S., and A. Morelli (2001). Structure of the upper mantle under the Antarctic Plate from surface wave tomography, *Geophys. Res. Lett.* 28, 4395-4398.

Faccenna, C., F. Rossetti, T. W. Becker, S. Danesi, and A. Morelli (2008). Recent extension driven by mantle upwelling beneath the Admiralty Mountains (East Antarctica), *Tectonics* 27, doi: 10.1029/2007TC002197.

Hong, J. K., S. Nam, J. Lee, B. Lee, H. Jung, J. Jung, H. Shin, H. Yoon, S. Jang, M. Park, Y. Kang, H. Lee, S. Huh, C. Kang, J. Lee, H. Yoo, and C. Hong (2005). Feasibility study for the construction of the new Antarctic station, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 172 pp.

Lawrence, J. F., D. A. Wiens, A. A. Nyblade, S. Anandakrishnan, P. J. Shore, and D. Voigt (2006). Rayleigh wave phase velocity analysis of the Ross Sea, Transantarctic Mountains, and East Antarctica from a temporary seismograph array, *J. Geophys. Res.* 111, doi: 10.1029/2005JB003812.

Lee, Y. J., N. Moon, T. H. Ro, D. J. Chun, Y. H. Kwon, J. Y. Kim, J. Choi, Y. Kim, J. H. Kim, and J. Lee (2012). Final Comprehensive Environmental Evaluation, Construction and operation of the Jang Bogo Antarctic Research Station, Terra Nova Bay, Antarctica, 153 pp., available at http://eng.kopri.re.kr/home/contents/images/contents/e_5310000/Final_CEE_Jang_Bogo_ROK.pdf (last accessed January 2014).

Nathan, S., and F. J. Schulte (1967). Recent thermal and volcanic activity on Mount Melbourne, northern Victoria Land, Antarctica, *New Zeal. J. Geol. Geophys.* 10, 422-430.

Rocchi, S., P. Armienti, M. D'Orazio, S. Tonarini, J. R. Wijbrans, and G. Di Vincenzo (2002). Cenozoic magmatism in the western Ross Embayment: Role of mantle plume versus plate dynamics in the development of the West Antarctic rift system, *J. Geophys. Res.* 107, 2195.

Smith, A. G., and D. J. Drewry (1984). Delayed phase change due to hot asthenosphere causes Transantarctic uplift? *Nature* 309, 536-538.

ten Brink, U. S., R. I. Hackney, S. Bannister, T. A. Stern, and Y. Makovsky (1997). Uplift of the Transantarctic Mountains and the bedrock beneath the East Antarctic ice sheet, *J. Geophys. Res.* 102, 27,603-27,621.

ten Brink, U., and T. Stern (1992). Rift flank uplifts and Hinterland basins: Comparison of the Transantarctic Mountains with the Great Escarpment of southern Africa, *J. Geophys. Res.* 97, 569-585.



No. 6 (제6호)

Polar Brief

ISSN 2384-2946