

POLAR WAVE

2014-01호

세상과 떨어질 수 없는 남극과 북극

남극과 북극이 지구의 외딴 모퉁이가 아니라는 것은 이미 알고 있는 사실이었지만, 지구의 여러 곳과 연결되어 있음을 체계적으로 보여주는 연구결과는 계속 나오고 있다.

수천만 킬로미터가 넘게 떨어진 북반구 대서양 수온의 장주기 변화를 보고 남극반도 해빙의 상태를 짐작하는 연구 결과가 발표되었다. 또, 거침없이 녹는 남극빙하도 알고 보면 그 녹는 속도가 불규칙한데 그 속도를 좌우하는 남극바다의 열 에너지 변화는 적도 부근의 라니냐(La Nina)와 비슷한 타이밍이라는 것을 밝혀냈다. 이것은 우리나라 극지 연구소가 소위 극지연구 선진국들과 함께 참여한 국제 공동연구의 성과이다. 지구의 미래를 내다보기 위해 세상의 끝으로 가는 것이다.

반면 세상 끝에서 사건과 사고는 끊이지 않았다. 소중한 목숨을 잃을 뻔한 헬기사고 소식을 지난 호에 전한 것에 이어, 이번에는 해양 시료를 채취하기 위하여 남극 로스해에서 잠수를 하던 중년의 이탈리아 과학자가 사고로 목숨을 잃었다. 또한 탐사선이 얼음에 갇히는 조난 사고도 있었다. 이번 조난 사고는 국책 연구 프로그램의 신세를 지지않고 민간이 독자적으로 조직한 남극 과학 탐사활동 중에 일어났는데, 남극에서의 조난은 구조 과정에서 엄청난 비용이 발생하고 오랫동안 준비한 과학연구에 큰 차질을 빚을 수 있다는 사실을 일깨워 주었다.

남극과 북극은 세상과 통해 있다. 또 남극과 북극으로 가고 다시 돌아오는 여정이 안전하려면 문명세계에서 잘 준비할 수 밖에 없다.

2014 ARCTIC FRONTIERS

- 2014 Arctic Frontiers, 우리나라의 북극정책을 알리다

정책동향



- 대서양이 따뜻해지면 남극의 겨울바다가 녹는다?
- 남극 빙하녹는 속도, 느려지기도 빨라지기도 하는 것은 바다의 열에너지 변화 탓?
- 녹아 사라지는 남극바다 얼음, 빙붕(ice shelf)으로 밀려나는 황제펭귄
- 남극 얼음 밑에 거꾸로 매달려 자라는 말미잘 신종 발견
- 그린란드 빙상(ice sheet)이 품고있는 융빙수, 계속 흘러나온다

연구동향



- 러시아, 북극연안에서 원유 생산 시동 걸어
- 노르웨이 대륙붕(shelf)에서 상당한 규모의 광물자원 매장 가능성 제시
- 남극에서 다이아몬드 함유 암석 발견

자원개발동향



그 외 소식

- 남극을 떠들썩하게 했던 구조 사태
- 중국, 4번째 남극과학기지(Taishan) 건설하고 5번째 기지 후보지 조사 나서
- 일본의 과학 포경을 둘러싸고 계속되는 논란
- 이탈리아 과학자, 남극 수중조사 활동 중 사망

주요 행사

- 북극 스발바르종합관측망구축사업 기획연구(SIOS-PP) 운영위원회
02.25~26 / 이탈리아 볼로냐(Bologna)
- The Economist meeting: The Arctic Summit
03.04 / 영국 런던(London)
- Senior Arctic Officials(SAO) meeting
03.25~27 / 캐나다 옐로나이프(Yellowknife)
- 2014 Arctic Science Summit Week
04.05~08 / 핀란드 헬싱키(Helsinki)
- 2014 Arctic Observing Summit
04.09~11 / 핀란드 헬싱키(Helsinki)

2014 Arctic Frontiers, 우리나라의 북극정책을 알리다



Arctic Frontiers는 지난 2007년부터 매년 1월 마지막 주, 5일간 노르웨이 트롬소에서 개최되는 북극관련 회의이다. 올해로 8회째를 맞은 이번 회의는 1월 20일~25일 동안 'Humans in the Arctic'을 주제로 정책·과학 2개 분과로 나뉘어 개최되었다. 우리나라를 비롯하여 노르웨이, 러시아, 미국, 덴마크 등 각국 정부·학계·기업·언론 관계자 약 1,000여명이 참석, 증대되는 북극에서의 인간 활동에 따른 제반 문제를 해결하기 위한 정책 및 연구활동에 대하여 논의하였다.

특히 우리나라는 해양수산부 지희진 해양정책관, 외교부 이병화 주노르웨이 대사, 한국해양수산개발원(KMI) 임진수 부원장 및 김종덕 미래전략본부장, 극지연구소의 한승우 미래전략실장이 참석하여 우리나라의 북극이사회 옵저버 지위 획득 이후의 북극정책에 대하여 국제적으로 알리는 자리가 되었다.

■ 정책분과 - 북극항로에 대한 관심 고조, 북극이사회의 역할 강화

북극활동의 증가에 따른 자원개발 및 북극항로 개방 이슈에 관한 각국의 발표가 활발하게 이루어졌다. 일본·노르웨이 등은 북극항로의 중요성에 대해서, 러시아는 향후 3~4년 내에 북극항로 인프라를 구축할 계획에 대해서 발표하였다. 이와 관련하여 안정적 관리와 지속 가능발전을 위해서 국제협력이 무엇보다 중요하며, 북극이사회 옵저버 국가들의 실질적 기여를 통해 북극이사회가 협의체로서 지속적인 역할을 강화할 필요성이 있다는 논의가 진행되었다.

한편, Erna Solberg 노르웨이 총리는 국제협력의 좋은 사례로써 러시아 쇄빙선의 항로지원, 핀란드의 기후기술과 더불어 우리나라의 첨단 쇄빙연구선 건조 기술을 예로 들었다.

■ 과학분과 - 북극환경과 건강문제의 관계, 국제 수색구조조약(SAR) 관련 제반 문제들 논의

북극지역의 고립된 환경 및 추위, 북극개발에 따른 수은·PCB·POP등의 유해물질 증가, 인간의 호흡과 수산물 섭취 등이 기대수명의 축소, 유아 사망률 증가, 정신병 및 자살문제 등과 밀접한 관계가 있음을 논하였다. 따라서 이에 대한 연구 및 원격의료체계 구축의 중요성에 대해서 발표가 이어졌다.

한편, 북극연구·크루즈 관광이 증가하면서 북극해에서 수색구조 기술의 중요성도 커지고 있다. 이에, 긴급구조체계 확충 및 구명장비 강화, 무인항공 및 위성을 활용한 해빙분포 및 운항선박 모니터링을 통해 안전강화 방안을 구축하자는 내용의 발표가 진행되었다.

■ 시사점 - 과학연구와 정책영역은 불가분의 관계

2014 Arctic Frontiers에서는 과학연구 외에도 환경, 의료, 재난구조 등 상당히 광범위한 영역에 걸쳐 논의가 이루어졌다. 과학 영역과는 별반 관련이 없는 듯 하지만 실상은 이런 논의들이 결국 북극연구에 영향을 미칠 것이라는 점에서 지속적인 동향 파악이 필요할 것으로 판단된다. (미래전략실장, 한승우)



대서양이 따뜻해지면 남극의 겨울바다가 녹는다?



남극반도는 지구상 어디보다도 빠른 속도로 온난화가 진행되는 곳이고 남극 육상의 얼음은 녹아내리고 있다. 그러나 남극 해빙(sea ice)의 반응은 남극 전체로 보면 크게 감소했다기보다 재배치되는 것처럼 보이는데 이는 북극의 해빙이 급격하게 녹아내리는 것과는 크게 다르다. 그 배경은 여전히 수수께끼였는데 남극으로부터 멀리 떨어진 대서양에서 일어나는 변화가 남극 해빙에 큰 영향을 미친다는 연구결과가 보고되어 흥미를 자아내고 있다.

남극 기후가 복사에너지 변화의 영향을 받고 태평양에서 일어나는 엘니뇨 같은 비교적 짧은 주기 변화와 상관이 있다는 것은 이미 알고 있는 사실이었지만, 대서양에서 일어나는 수십년 장주기 변화가 남극의 해빙변화와 연계되어 있다는 것이다.

뉴욕대학의 연구진은 30년 동안 북대서양 해양표층 수온 자료를 분석하고 대서양 표층 수온이 상승하면 남극 아문젠해의 해면기압의 낮아진다는 것을 확인했다. 이 변화는 로스해와 아문젠해, 벨링스하우젠해, 웨델해에서 해빙(sea ice)의 재배치와도 상관관계를 갖고 있었다. 상관관계가 곧 인과관계라고 할 수 없기 때문에 연구진은 모델링을 통한 가상 실험을 진행하였다. 모델 속에서 북대서양에 온난화의 조건을 주었을 때 관측자료에서 보는 것처럼 남극의 변화를 재현할 수 있었다.

대서양에서 일어나는 변화가 남극에서 앞으로 일어날 기후변화를 예측하는데 중요할 뿐더러 잠재적으로는 전 지구 열염분 순환(수온과 염분 차이에 의한 해양순환)과 해수면 높이 변화에도 영향을 끼칠 것을 시사한다고 결론을 맺었다.

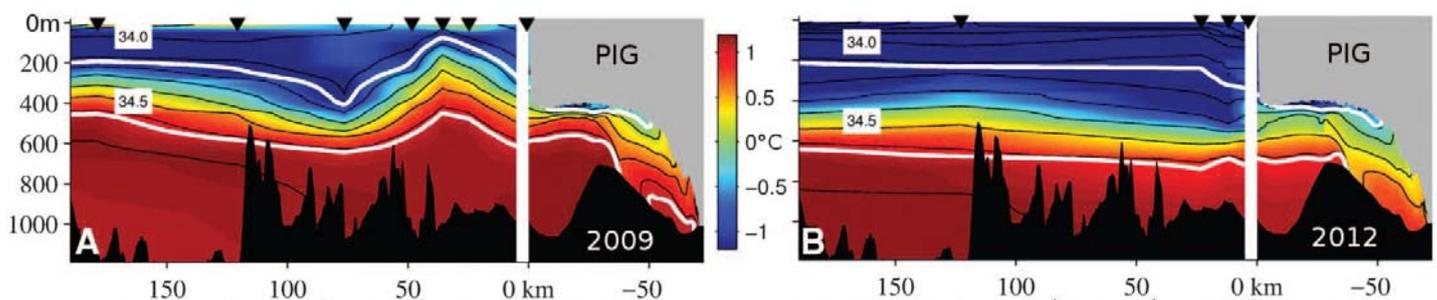
이 논문은 네이처 1월 24일자에 출판되었다. (Nature, DOI : 10.1038/nature12945)

남극 빙하 녹는 속도, 느려지기도 하고 빨라지기도 하는 것은 바다의 열에너지 변화 탓?

세계에서 가장 빨리 녹는 서남극 파인아일랜드 빙하가 지난 2년 동안 녹는 속도가 절반 가까이 느려지며 주춤했다. 이 지역 바다 표층의 찬물층이 두꺼워지고 심층에서 올라오는 미지근한 물의 기세가 약해진 것이 그 배경이라고 한다.

파인아일랜드 부근 남극해의 수온을 표면부터 해저까지 관측한 결과, 2012년 남극해의 수온약층 위치가 2009년과 비교해 250m 아래로 내려간 것으로 나타났다. 수온약층은 바닷물 온도가 급격히 변하는 층으로, 남극 바다의 수온약층이 내려가면 그만큼 바다 표면의 찬물층이 두꺼워지고 따뜻한 물 층은 상승하지 못한다는 말이다. 다시 말해 빙하를 녹일 열에너지가 줄면서 빙하의 녹는 속도가 느려졌다는 말과 같다. 해저지형도 여기 한 몫 했는데, 바다 바닥에서 불거져 나온 산마루가 문턱 역할을 해서 바닥을 따라 올라오는 따뜻한 심층수의 공급을 방해한 것이다. 뿐만 아니라 이 때는 적도 지역에서 '라니냐'가 강하게 발생한 시기와 맞아떨어졌다고 한다. 이 시기 적도 지역에 동풍이 강하게 부는 라니냐 현상으로 서태평양의 수온이 올라가고 동태평양의 수온이 내려가며 남극해역으로 들어오는 따뜻한 해류의 유입이 줄었다는 설명이다. 기후변화의 영향으로 빙하가 계속 녹기만 하는 것이 아니라 속도가 빨라지기도 느려지기도 하는 불규칙한 패턴을 보인다는 것, 남극의 변화는 지구 전체의 변화와 맞물려있다는 것을 보여준 것이다.

이번 연구결과는 극지연구소 해양환경연구부 이상훈 박사팀과 영국 남극연구소, 독일 극지해양연구소, 미국 워싱턴대학 등이 참여한 국제공동연구로 얻은 성과이며, 과학학술지 사이언스(Science) 1월 10일자에 실렸다. (Science, DOI : 10.1126/science.1244341)



연구동향

녹아 사라지는 남극바다 얼음, 빙봉으로 밀려나는 황제펭귄



황제펭귄의 서식지 46곳 중 44곳이 해빙(sea ice) 위에, 2곳이 대륙 위에 위치해 있을 정도로 황제펭귄은 해빙(sea ice) 위에서 번식기를 지내는 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 위성과 항공관측 자료에 따르면 추가로 발견된 두 곳을 포함하여 서식지 4곳의 빙봉(ice shelf)에서 황제펭귄이 번식기를 지내는 것으로 확인되었다.

원인을 분석한 결과 해빙이 늦게 형성되는 시기에는 빙봉으로 서식지를 옮기거나, 최근 지역적인 온도상승으로 해빙이 녹으면서 해빙이 더 이상 황제펭귄의 최적 서식지가 아닌 것으로 추정된다. 이는 해빙유실로 인해 황제펭귄의 개체수가 감소하여 세계자연보전연맹(IUCN)이 정한 '위기 근접종'의 멸종위기 등급에 처한 것과도 문맥이 일치한다. 현재 기후모델은 남극해안의 해빙유실이 계속될 경우 황제 펭귄의 개체수가 2052년엔 반으로 줄어든 것으로 예상된다.

이번 황제펭귄의 번식습성 변화의 발견으로 해빙유실이 일시적인 것인지 그렇지 않은 지를 충분히 고려하고 그에 따른 결과에 미리 대처할 수 있도록 해야 할 것이다. (PLoS One, DOI : 10.1371/journal.pone.0085285)

남극 얼음 밑에 거꾸로 매달려 자라는 말미잘 신종 발견

로스해 빙봉을 탐사하던 잠수정이 250-260 m 두께의 얼음 밑에 거꾸로 매달린 채 서식하고 있는 말미잘 신종을 촬영하였다.

이 성과는 다국적 남극지질시추프로그램인 ANDRILL (ANtarctic geologic DRILLing)의 일부로 빙봉의 얼음을 뚫고 원격조정이 가능한 잠수정을 얼음 밑에 넣어 탐사하던 중 카메라에 포착되었다. Edwardsiella andrillae라는 학명이 붙여진 이 종은 몸통의 대부분을 얼음속에 박고 거꾸로 매달린 상태로 축수부분만 물 속에 내놓고 있는데 100m²되는 지역에 2-3 cm에 불과한 이 작은 말미잘이 수 만 마리가 자라고 있는 것으로 확인되었다. Edwardsiella 속은 심해나 염도 변화가 심한 하구역 등 극한환경에 주로 서식하는 것으로 알려져 있으나, 얼음 속에서 몸의 일부를 박고 살고 있는 경우는 처음으로 보고된 것이다. 축수의 형태나 자포낭의 크기 및 위치가 다른 종들과 매우 다른 것으로 나타났으나, 신체 구조나 조직의 형태에서는 이 말미잘이 어떻게 이와 같이 특이한 환경에 적응할 수 있었는지 아무런 단초도 발견하지 못했다. (Geological Society of America Bulletin, DOI : 10.1130/B30794.1)



그린란드 빙상이 품고 있는 용빙수, 계속 흘러나온다



그린란드의 빙상(ice sheet)은 오랫동안 눈이 쌓이고 압축되어 형성된 것인데, 이 빙상 사이사이에 물 또는 언 상태의 물이 존재할 수 있는 공간이 있는 것으로 확인되었다. 최근 그린란드에서 용빙이 가속화되고 있으며 2012년도에는 빙상이 녹아 지표면과 지하를 통해 흘러나간 물의 유출량이 최고치를 기록하였다. 이 사실이 중요한 이유는 유출된 물이 그린란드 빙상의 질량 감소분의 반을 차지 하기 때문이다. 이러한 중요성에도 불구하고 해빙된 물이 어떤 경로와 속도로 바다로 유입되는 지는 최근에 밝혀졌다. 지상 및 기상 레이더 관측자료와 지역기후모델로 추정된 결과 빙상 사이에 면적이 70,000km²이고 해면으로부터 5-50m 깊이에 걸쳐 분포하는 대수층(지하수를 품고 있는 지층)을 발견했다고 2013년 12월 22일자 네이처 지오사이언스지를 통해 밝혔다.

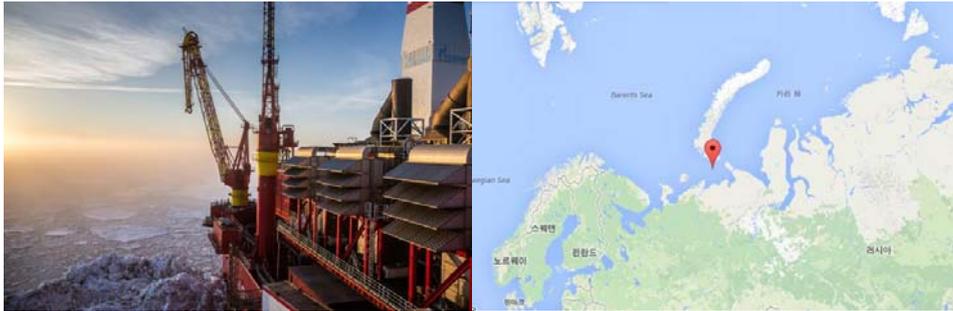
이 대수층에 물과 언 형태의 물이 존재하여 유출되는 속도를 조절함으로써 해수면 상승을 늦추는데 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

한편 이번에 발견된 대수층은 빙상의 질량 측정과 에너지 수지 조절에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. (Nature Geoscience, DOI: 10.1038/ngeo2043)

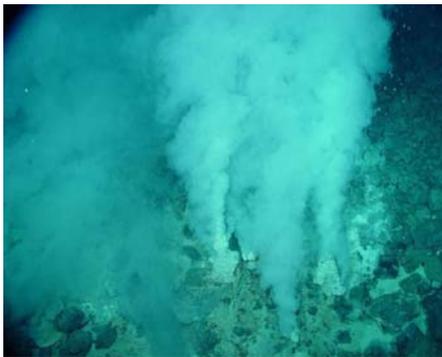
자원개발 동향

러시아, 북극연안에서 원유 생산 시동 걸어

러시아 국영회사 가스프롬(Gazprom)은 프리라즈롬나야 유전에서 원유생산을 시작하였다. 프리라즈롬나야 유전은 러시아의 북극 자원개발을 위한 첫 프로젝트로서, 가스프롬은 이번 원유생산이 북극권 자원 개발을 위한 중요한 시발점이 될 것이라고 밝혔다. 또한 가스프롬은 이 유전의 매장량을 7천 200만톤으로 추정하면서, 2021년까지 하루 12만 배럴, 연 600만톤의 원유를 생산할 계획이라고 밝혔다. (SBS, 2013년 12월 21일)



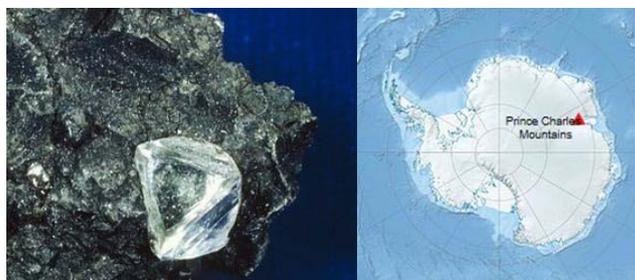
노르웨이 대륙붕(shelf)에서 상당한 규모의 광물자원 매장 가능성 제시



지난 12월 17일, 노르웨이 과학기술대학(Norwegian University of Science and Technology: NTNU)은 스타트오일(Statoil) 등 에너지자원개발업체와 함께, 노르웨이의 배타적 경제수역내에 위치한 대서양 중앙해령(Mid-Atlantic Ridge)의 북쪽 해저면을 대상으로 한 연구결과를 발표하였다.

이 연구에서는 해저 화산활동으로 인해 해저면에서 분출되는 뜨거운 해수와 차가운 바닷물의 상호작용으로 해당지역에 상당한 규모의 구리, 납, 은, 금속산화물 등 광물자원의 침전 가능성을 제시하고 있다. 또한 이 연구에서는 광물자원의 추정 매장량을 경제적 가치로 환산할 때 약 1조 크로네(NOK 1,000 billion / 1,185억 유로)에 달하는 것으로 추정하고 있다. (Barents Observer, 2013년 12월 17일)

남극에서 다이아몬드 함유 암석 발견



최근 영국 연구진의 연구결과에 따르면, 동남극에 위치한 프린스 찰스 산맥에서 다이아몬드 매장 가능성을 나타내는 킴벌라이트(Kimberlite)가 최초로 발견되었다고 발표하였다. 이번 연구에서는 다이아몬드가 직접 발견된 것은 아니지만, 킴벌라이트 암석이 호주, 시베리아, 아프리카 등 세계각국의 다이아몬드 매장지에서 발견된다는 점에서 남극에 다이아몬드 매장 가능성이 높은 것을 암시하고 있다. 하지만 이러한 연구결과에도 불구하고 남극에서의 다이아몬드 러시(rush)로 이어지기에는 많은 장애물이 존재한다. 남극은 남극조약 환경보호의정서(CEP)에 따라 과학적 목적 이외에 광물자원 개발을 금하고 있다. 또한 남극대륙을 덮고 있는 2-3km 두께의 빙하, 혹한의 자연환경으로 인한 채산성 등 여러가지 장애요인 때문에 실제로 다이아몬드 채광 가능성은 낮은 것으로 보인다. (BBC 뉴스, 조선Biz, 2013년 12월 18일)

남극을 떠들썩하게 했던 구조 사태



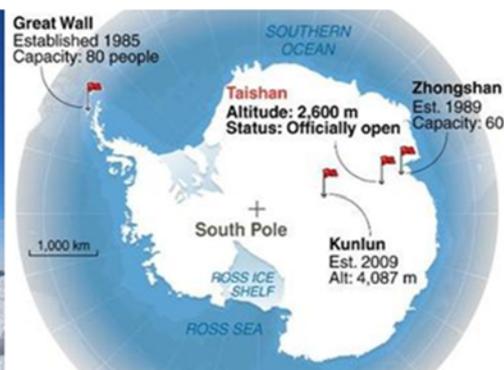
호주 New South Wales대학 기후변화연구센터의 Chris Turney 교수는 호주의 극지탐험가 더글라스 모슨 (Douglas Mawson)의 남극탐사 100주년을 기념하고 모슨의 항해궤적을 따라 기후변화의 영향을 조사하는 탐사를 기획했다. 과학자를 포함해서 74명의 탑승객과 임차한 러시아 과학탐사선 쇼칼스키호에 몸을 싣고 남극으로 떠났다. 하지만 항해 15일 만인 12월 24일, 강한 남동풍으로 인해 Commonwealth Bay 근방에서 3m 두께의 유빙 사이에 갇혀 조난당하고 중국의 쇄빙

연구선 설롱호와 호주의 쇄빙연구선 Aurora Australis 호가 구조작업에 급하게 동원되었다. 설롱호가 헬리콥터로 52명의 여행객 및 과학자들을 실어 Aurora Australis 호에 대피시켰으나 이번엔 설롱호와 쇼칼스키호 모두 유빙에 갇혀 빠져나오지 못하게 되었다. 한편 맥머도 기지로 향하던 미국 쇄빙선 Polar Star호도 요청을 받고 구조작업에 나섰지만, Polar Star호가 도착하기 전에 풍향이 바뀌어 유빙 사이에 틈이 생기고 설롱호와 쇼칼스키호 모두 자력으로 빠져나오면서 이번 사건은 끝이 났다.

이 해프닝이 일어나고, Turney교수와 연구팀에 그들 탐사활동의 정당성에 대한 의문과 돌변하기 쉬운 남극 상황에 안이하게 대처하지 않았는지 비난이 이어지고 심지어 온난화 연구 탐사 중 해빙에 갇혔으니 빙하기의 시작을 보여준 것이라는 엉뚱한 비아냥까지 있었다. Turney는 네이처에 기고해서 관계당국의 허가를 받았으며, 관광이 아니고 연구였으며 성과도 있었고 이를 대중들과 공유한 것이라 주장했으나 호주남극연구소(Australian Antarctic Division) 연구부소장 Nick Gales는 호주남극연구소는 이 연구과제를 평가하거나 승인하지 않았으며, 보여주기 위한 연구와 탐험이었다고 반박했다.

이번 사태는 남극에서 발생하는 재난과 구조 때문에 얼마나 큰 비용이 발생하는지, 또 오랜 시간 공들여 계획한 연구에도 수습하기 어려운 큰 혼란과 타격을 입힐 수 있는지 되새기는 계기가 되었고 어떤 형태로든 다양한 후속조치와 파장이 있을 것으로 예상된다. (Nature, DOI : 10.1038/505133a)

중국, 4번째 남극과학기지(Taishan) 건설하고 5번째 기지 후보지 조사 나서



중국은 지난 12월 19일 언론보도를 통해, 동남극 Princess Elizabeth Land에서 4번째 과학기지인 태산(Taishan)기지 건설에 착수한다고 밝혔다. 중국 극지연구국(CAA)의 Qu Tanzhou에 따르면, 태산(Taishan)기지는 남극하계기지로 자국의 남극 중산(Zhongshan)과학기지와 쿤룬(Kunlun)과학기지의 중간지점에 위치할 예정이며, 본관동(main building) 건설은 2014년 2월에 마칠 예정이라고 언급하였다. 이와 더불어 중국 측 연구자들은 2013/2014 남극하계기간 중에 남극 로스해 지역에서 5번째 과학기지 건설 후보지 조사를 실시할 예정이라고 밝혔다. (China Daily, 2013년 12월 19일 / Science, 2014년 1월 3일)

그 외 소식

일본의 과학 포경을 둘러싸고 계속되는 논란



포경에 반대하는 환경운동단체 시세퍼드(Sea Shepherd)와 일본 포경선들이 남극해에서의 고래잡이 활동을 놓고 또 신경전을 벌이고 있다. 1월 6일 호주 국영 ABC방송에 따르면 시세퍼드는 남극해에서 5척의 포경선으로 구성된 일본 포경선단이 다수의 밍크고래를 불법적으로 포획했으며, 4마리의 죽은 밍크고래가 한 포경선의 갑판 위에 나란히 놓여 있는 장면을 항공사진으로 포착했다고 주장했다. 일본 포경선들은 주로 남반구의 여름철인 1~2월에 남극해 인근에서 과학포경의 이름으로 고래를 잡아왔으며 포경 반대 입장인 시세퍼드는 거의 매년 다양한 방식으로 일본 포경선들의 조업을 방해하고 있다. 한편 호주 정부는 남극해에서의 일본 포경선의 소위 과학포경은 상업적 포경을 금지하고 있는 국제법을 위반한 것이라며 지난해 네덜란드 헤이그의 국제사법재판소(ICJ)에 일본을 제소했고, ICJ에서는 관련 재판이 진행 중이다. (연합뉴스, 2014년 1월 6일)

이탈리아 과학자, 남극 수중조사 활동 중 사망



지난 1월 16일, 남극 마리오 쥬켈리 기지 인근, 물속에서 남극 박테리아 샘플채취를 하던 Luigi Michaud 연구원이 숨지는 사고가 있었다고 Research Italy는 밝혔다.

이탈리아 메시나 대학(University of Messina) 소속인 Luigi Michaud 연구원은 제 24차 이탈리아 남극 과학연구 탐사를 위해 1월 9일 남극 마리오 쥬켈리 기지에 도착하였으며, 이탈리아 남극 연구 프로그램의 일환으로 남포성 섬유증 치료를 위한 항생물질 연구 프로젝트를 진행하고 있었다고 전하였다.

이탈리아 교육연구부(Ministry of Education, Universities and Research) 장관과 국립연구위원회(Consiglio Nazionale delle Ricerche) 회장은 사망자의 유가족들에게 애도를 표시하였다. (Research Italy Homepage, 2014년 1월 20일)