



북극 기후변화 기작 알면 지구 전체 기후변화 예측



글 **김성중** 극지연구소
극지기후연구부장
seongkim@kopri.re.kr
글쓴이는 충남대학교 해양학과 졸업 후 텍사스 A & M 대학교에서 석사·박사학위를 받았으며, 미국 듀크대학교 선임연구원 등을 지냈다.

북극은 북위 66.3도 이상의 지역을 통칭하는 북극권 지역이며, 산림성장 한계선, 빙하 남하 한계선, 영구 동토선 등으로 지칭하기도 하지만, 일반적으로 7월 평균기온이 10℃인 등온선 이북 지역을 뜻한다. 대륙인 남극과는 달리 북미와 유라시아 대륙으로 둘러싸인 해양으로 중심지역은 대부분이 두꺼운 얼음으로 덮여 있다.

전세계 바다의 3% 차지, 광물·수산자원 풍부

북극해는 면적이 1천200만km²로 지중해의 4배이고 전 세계 바다의 3%를 차지하며, 전체

면적의 70%를 차지하는 대륙붕에는 광물자원이 풍부하고 주변 해역에는 전세계의 주요 수산어장이 위치하고 있다. 북극해의 평균수심은 1천200m이고 연중 두꺼운 얼음으로 덮여 있다. 북극의 얼음은 정지해 있지 않고 조류, 바람, 그리고 해류에 의해 끊임없이 이동하고 있으며, 여러 가지 크기로 부서져 떠 있는 얼음, 즉 부빙으로 형성되어 있다. 북극해의 해빙은 남극에 비해 두꺼운데 약 1~5m의 두께를 보인다. 1월 평균온도는 약 영하 30℃ 정도이며 7월에는 대부분 지역에서 0℃ 이상의 기온을 유지한다.

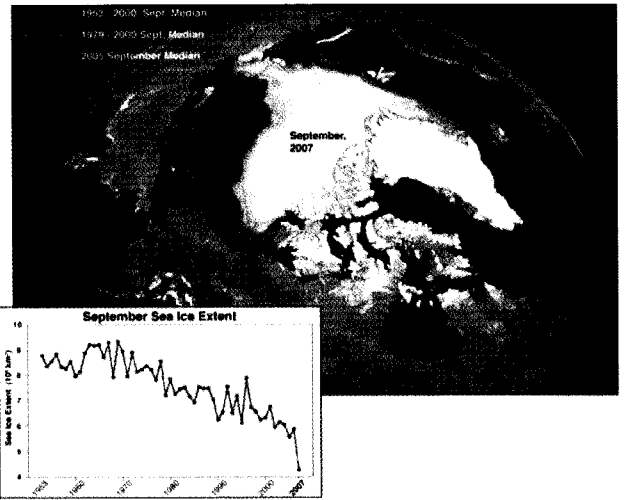
북극해에는 물고기가 20~30종(전 세계 2만3천종), 플랑크톤처럼 작은 물벼룩종류 40종(전 세계 1천500종 이상), 모악동물 2종(전 세계 30종) 등 매우 적은 종류의 동식물 군이 형성돼 있다. 북극의 여름에 기온이 상승하면 여러 종류의 꽃이 피며, 곤충과 새, 그리고 내발동물들의 활동이 시작된다. 북극에 서식하고 있는 종들 가운데 북극곰이 있으며, 바다생활에 적응한 포유류 중 고래는 남극해와 북극해에 모두 서식하는 종류도 있다. 해표류 가운데 물개와 해표는 남극과 북극에 모두 사는데 길이 40~60cm의 두 개의 무서운 어금니가 위턱에 난 윌러스는 북극에만 있다. 윌러스는 '바다의 말'이라는 뜻으로 '해마'라고도 부르나 외모가 말보다는 코끼리에 가깝다. 그리고 북극에는 흔히 에스키모라고 부르는 이누이트 족이 있다. 그들은 사냥을 하면서 살아가며 자신들의 고유하고 독특한 문화와 역사가 있는 북극의 원주민이다.

지난 50년간 북극 지표 온도 15℃ 상승

남극에서는 겨울철 기온이 영하 50℃ 이하로 매우 낮은 반면 북극에서는 겨울철 기온이 영하 20℃ 이상으로 남극에 비해 대체로 높게 나타난다. 이와 같은 차이는 남북극의 지형적·물리적 환경이 다르기 때문이다. 남극은 고도가 높은 대륙이 해양으로 둘러싸여 있는데 반해 북극은 대륙이 해양을 싸고 있는 형태를 보인다. 해양은 육지에 비해 100배 정도 높은 열용량을 가지기 때문에 여름철 받은 열을 보관하고 있다가 가을과 겨울에 대기로 방출하면서 연중 대체로 높은 온도를 유지하는 역할을 한다.

북극의 또 다른 특징으로는 저위도와 해양을 통한 교류가 남극에 비해 활발하다는 점이다. 남극은 남극대륙을 순환하는 거대한 남극순환류가 서에서 동쪽으로 끊임없이 순환하면서 저위도로부터 유입되는 해류를 차단하고 있어 남극으로의 열전달이 많이 저해되는데 반해, 북극은 북대서양과 북태평양이 북극과 통해있기 때문에 저위도로부터의 많은 열이 북극으로 공급되고 있다. 특히, 북대서양은 적도의 따뜻한 물이 북유럽을 지나 유라시아 부분의 북극해로 전달되기 때문에 남극에 비해 연중 높은 온도를 유지한다.

북극해와 주변 대륙은 해빙이나 눈으로 덮여있다. 해양



▶ 북극 해빙의 변화 경향

은 태양에너지의 약 90%를 흡수하고 약 10%를 반사시키는데 반해 눈과 얼음은 태양에너지의 70% 이상을 반사시키는 물리적 특성을 갖는다. 이와 같은 특징 때문에, 외부의 작은 환경 변화에도 북극은 크게 영향을 받는데, 한 예로 한 지역에서 눈이나 얼음이 녹게 되면 많은 양의 에너지가 흡수되기 때문에 더 많은 눈과 얼음을 녹이게 되고, 이와 같은 양의 되먹임 과정이 반복되어 다른 지역보다 급격한 온난화가 나타날 수 있다.

실제로 지난 50년간 북극에서 관측된 겨울철 평균 기온의 변화를 보면 지표 온도의 경우 무려 10~15℃나 상승했다. 이와 같은 급격한 온난화 현상은 정도의 차이는 있지만 지표뿐만이 아니라 대류권 전반에 걸쳐 관측되었다. 또한 최근의 북극관련 연구결과를 보면 1970년대 초반부터 북극해 중앙부의 바다 얼음의 두께가 30% 이상 감소되었으며, 북극 얼음의 면적은 매 10년간 4%씩 감소하고 있다고 한다. 이것은 지구의 전반적인 온난화 현상이 북극지역에서 증폭되어 나타나고 있다는 것을 의미하는데, 이는 북극에서의 온난화에 따른 눈과 얼음의 감소가 태양열의 지표 반사율을 감소시킴으로써 온난화를 더욱 부추기기 때문에 나타는 것으로 여겨진다. 또한 북극 툰드라 지역의 기온이 상승하면 그 곳에 매장된 온실효과가 이산화탄소보다 큰 메탄이 공기 중으로 방출되어 온실효과를 증대시키게 된다.

북극해는 대륙으로 둘러 싸여있고 매킨지, 예니세이, 오비, 레나강 같은 거대한 강들을 통해 지구상에서 바다로 유입되는 모든 강물의 10%를 차지하는 많은 양의 담수가 북극해로 흘러들기 때문에 다른 해역에 비해 염분이 매우 낮은 특징을 보인다. 최근에는 북극의 급격한 온난화에 따라서 그린란드 주변의 빙하가 녹아 북극해로 흘러들기 때문에 전 지구 열 공급에 중요한 역할을 하는 심층 해양순환의 세기에 영향을 미치고 있다.

전 지구 심층 해양은 북극 연안과 남극 주변에서 가라앉은 물들로 채워지는데, 이중 북극해에서 가라앉은 물은 태평양과 인도양을 거쳐 다시 북대서양 북부의 북극으로 돌아가는 큰 컨베이어 형태의 순환을 하면서 지구 곳곳에 열을 전달해주고 지역의 기후 변화에 중요한 역할을 한다. 온난화에 의해 북극 연안의 표층 수온이 상승하고 빙하가 녹음에 따라 담수가 주변 해수로 흘러들어가게 되면 해양 표층수의 염분이 낮아지게 되어 표층수의 무게가 아래층의 물보다 가벼워져서 위층과 아래층의 혼합이 잘 이루어지지 않기 때문에 결과적으로 심층수의 생성이 둔화될 수 있다. 해양 심층수 생성이 둔화되면 북대서양 북부로의 열전달이 차단되어 북대서양을 중심으로 한 북반구 지역이 냉각될 수 있다.

지구 전체 기후변화에 미치는 영향 커

앞에서 언급한 바와 같이 북극은 전 지구 기후변화에 매우 중요한 역할을 하기 때문에 최근 선진국들을 중심으로 북극의 기후변화관련 연구가 활발히 진행 중이다. 극지연구소에서도 북극의 기후변화 정도가 어느 정도 크게 일어나는지 파악하고, 급격한 온난화의 원인이 무엇인지 밝히며, 온난화에 따른 북극대기 순환과 한반도 한파에 미치는 영향을 파악하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다.

전 지구 기후변화의 정확한 예측을 위해서는 온난화의 정도가 큰 북극의 기후변화 기작을 정확히 이해할 필요가 있다. 기후변화의 기작을 파악하기 위해서는 과거의 기후변화를 이해해야 하는데, 이를 위해 해양퇴적물과 빙하퇴적물 자료를 이용하여 과거의 해양과 대기의 기후변화 기록을 복원하고 과거 기후변화의 원인을 밝히는 연구가 진행 중이다. 쇄빙선 아라온호를 이용하여 북극해의 태평양

부분의 해양 퇴적물로부터 과거의 해양순환과 북극기후 변화 기록을 복원하는 연구가 진행 중이며, 빙하 탐사는 많은 비용과 고도의 기술이 필요하기 때문에 선진국들에서 주관하는 그린란드 빙하시추사업에 일정부분 지분을 가지고 참여하는 사업을 진행 중이다.

과거의 기후변화기록뿐 아니라 현재의 기후변화 감지 및 급격한 북극의 온난화가 해양과 육상 생태계 변화에 미치는 영향을 파악하기 위한 연구가 진행 중인데, 특히 북태평양에서 북극해로 유입되는 물의 특성을 파악하고, 또한 서북극해 해양 순환의 변화가 나타나는 지 등을 조사하고 있으며, 나아가 북극 해빙의 변화 특성을 파악하고 온난화에 따른 해양 생태계 반응 등을 밝히기 위한 연구가 진행되고 있다. 그동안 북극해 탐사연구는 부분적인 연구에 그쳤었는데, 쇄빙 연구선 아라온의 건조와 함께 북극해 탐사연구가 활발해지고 있으며 외국과의 공동연구도 활발히 진행 중이다.

북극 대륙 주변에서는 최근 급격한 온난화에 따른 동토층 변화를 감지하고 온실가스의 이동을 파악하기 위한 연구가 진행 중이고, 동토층이 식생으로 변하면서 기후변화에 미치는 영향을 파악하는 연구도 진행 중이다. 온난화에 따른 북극해 동토의 변화 및 식생의 반응을 파악하기 위하여 극지연구소에서 운영 중인 북극다산과학기지뿐만 아니라, 미국 알래스카의 놉과 케임브리지 만에서 관측활동이 진행 중이며, 캐나다 레졸루트 만에서도 관측을 확대할 계획을 갖고 있다.

지금까지 북극은 우리에게서 멀리 떨어져 우리와 별로 관련이 없는 지역으로 인식되고 있었으나, 실제 북극의 차가운 공기가 우리나라가 위치한 중위도 지역까지 밀려 내려옴으로써 간헐적으로 겨울철 한파를 일으키고 있음이 밝혀지고 있고, 최근 들어 겨울철 한파의 강도가 강해지고 전보다 더 자주 한파가 나타나는 것으로 보고되고 있다.

극지연구소에서는 최근 급격히 감소추세에 있는 해빙의 양과 그에 따른 시베리아 강설량의 증가가 북극대기 순환에 미치는 영향을 파악하고, 나아가 한반도 한파에 미치는 영향을 파악하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. ㉔