

## 지구의 기후를 조절하는 바다, 북극해

북극해는 5대양 가운데 가장 작지만 지구 전체의 기후를 조절하기 때문에 사람의 심장 같은 곳이다. 북대서양과 북태평양 사이의 고위도에 위치하며 두 대양과 해수를 교환한다. 북극해는 지금 바다를 덮고 있던 얼음이 지구온난화로 빠르게 녹고 있어 기후 변화에 민감하게 반응하고 있다.

북극은 겨울철에 해가 잠시 떴다 지거나 밤이 계속되는 극야 현상이 나타나고 여름철에는 태양이 거의 지지 않는 백야 현상이 나타나는 곳이다. 북극의 기후는 지구 전체의 기후 변화와 여러 요인들이 상호 반응하는 복잡한 시스템으로 되어 있다.

눈과 얼음, 빙하와 대륙 빙상 그리고 영구동토층\*으로 덮여 있는 북극의 빙권은 온도 변화에도 큰 영향을 받는다. 또한 수온이 낮은 북극 바다는 염분의 작은 변화에도 영향을 받는다. 이렇듯 자연 현상의 작은 변화에도 민감하게 반응하는 북극은 최근 지구온난화로 예측하기 어려울 만큼 엄청난 기후 변화를 겪고 있다.

북극은 지구 전체의 기후 변화를 조절하는 역할도 하고 있다. 북극에서 한번 기후 변화가 일어나면 대기 중의 온실가스 농도가 안정

\*영구동토층 : 땅속의 온도가 연중 0도 이하로 항상 얼어 있는 층. 여름에 녹고 겨울에 어는 것을 반복하는 표층을 활성층이라고 한다.



북극해의 표층 순환 모식도

북대서양의 따뜻하고 염분도가 높은 표층수가 프람 해협과 바렌츠 해를 통해 북극해로 유입되고, 북태평양의 따뜻하고 염분도가 낮으면서 염양염류 함량이 높은 표층수는 베링 해협을 통해 북극해로 유입되어 북극해 해양 환경에 영향을 미친다.

될 때까지 수세기 동안 지속되게 된다. 북극의 장기적인 기후 변화는 대륙의 빙하를 녹아내리게 하고 지구 전체의 해류 순환 시스템뿐만 아니라 해수면 상승에도 영향을 미친다.

북극해는 북반구의 가장 북쪽인 고위도에 위치하며 평균수심은 1,320미터 정도로 다른 대양에 비해 낮다. 면적은 1,400만 제곱킬로미터 정도로 대양 전체의 2.6퍼센트 수준이고 바닷물의 양은 1퍼센트에 불과하다. 북극해는 유라시아와 북미 대륙 그리고 그린란드로 둘러싸였으며 해저 지형은 로모노소프 해령을 기준으로 크게 서쪽의 아메라시안 분지와 동쪽의 유라시안 분지로 나뉜다.

북극해의 표층수는 해류 순환 시스템에 중요한 역할을 하는 보퍼트 환류와 북극 횡단 해류(TPD)에 의해 순환한다. 보퍼트 환류는 아메리칸 분지를 차지하는 표층수이며 시계 방향으로 순환하기 때문에 염분 농도가 낮고 차가운 표층수를 가두어 놓는 역할을 한다. 반대로 유라시안 분지의 북극 횡단 해류는 동시베리아 대륙붕과 랍테프 해에서 북극해 중앙을 가로질러 흐르면서 북극해에서 염분도가 낮고 차가운 표층수와 함께 얼음을 프람 해협을 통해 북대서양으로 내보내는 역할을 한다.

### 북극해의 해수 순환

북극해 동쪽은 프람 해협과 바렌츠 해를 통해 북대서양과 연결되고, 서쪽은 베링 해협을 통해 북태평양과 연결된다. 프람 해협과 베링 해협은 북극해를 다른 두 대양과 연결시킴으로써 북극해의 해수 순환뿐만 아니라 지구 전체의 해수 순환을 돕는다.

수심이 깊은 프람 해협은 그린란드와 스발바르 군도 사이에 위치하며 북극해의 심층수를 북대서양과 연결시키는 유일한 관문이다. 또한 북대서양 해류의 지류인 노르웨이 해류도 프람 해협과 바렌츠 해를 통해 북극해로 유입된다. 노르웨이 해류는 따뜻하고 염분 농도가 비교적 높은 표층수이며 북극 고위도에 열과 에너지를 전달하는 역할을 한다.

북극해로 올라가는 북대서양 표층수는 열과 에너지를 잃으면서 점점 차가워지고 밀도가 높아진다. 겨울철에 동부 그린란드 바다에서 바닷물이 얼면서 염분이 빠져나와 표층수의 밀도가 높아진다. 밀



북극해는 3월 중순에 가장 넓은 면적(파란색)으로 얼음이 덮이고, 9월 중순에는 얼음이 녹아 가장 적은 면적(하얀색)으로 덮이게 된다.



도가 높아진 표층수는 아래로 하강하여 북대서양 심층수를 형성해 전 대양을 순환한다. 즉 저위도의 따뜻한 물은 고위도로 이동해 바다 아래로 하강하고 고위도의 찬 물은 저위도로 이동해 다시 상승하면서 순환한다. 이렇듯 수괴\*의 수온과 염분의 밀도 차에 의한 해양 순환을 열염분 순환이라고 한다. 해양 열염분 순환은 지구의 열수지\*\*를 유지시켜 현재와 같은 기후 시스템을 유지한다.

베링 해협은 프람 해협과 달리 수심이 낮고 수로가 좁다. 북태평양과 북극해 사이에서 표층수를 교환시켜 서북극해뿐만 아니라 북극해 전체의 해양 순환 시스템에 영향을 미친다.

\*수괴 : 바다에서 물리적, 화학적 성질이 비슷한 해수의 덩어리.

\*\* 지구의 열수지 : 지구에 들어온 열과 다시 지구 밖으로 나가는 열의 관계.

## 북극해의 얼음

북극은 대기의 순환, 태양 입사량, 대기와 해양의 열류량, 해양 순환에 민감하게 반응한다. 이러한 북극 시스템에서 가장 중요한 요소는 1년 내내 해역의 대부분을 덮고 있는 얼음이다. 바다 얼음은 알베도\*가 크기 때문에 대기와 해양 사이의 열 교환을 상당히 감소시킨다. 얼음이 없는 바다의 알베도는 0.1로 낮은데, 얼음의 알베도는 0.5~0.7로 높다. 얼음 표면의 알베도가 높기 때문에 입사된 태양열은 대부분 대기 중으로 반사되어 북극해의 표층 수온이 매우 낮아진다. 또한 바다의 표층에서 두꺼운 얼음이 얼면 표층수로 태양이 들어오지 못하기 때문에 일차 생산\*\*에 커다란 영향을 준다.

북극해에서 얼음은 대륙붕의 퇴적물을 깊은 바다로 운반하는 중요한 역할을 한다. 북극해의 평균 얼음 두께는 대략 2.6~3미터이며 얼음 분포 면적은 계절에 따라 다르다. 겨울철에는 북극해 대부분이 얼음으로 덮여 있으며, 3월 중순에 얼음 면적이 가장 커진다. 반대로 여름철인 9월 중순에는 얼음 면적이 최소 크기로 줄어든다.

‘미국의 국가 강설과 얼음 자료센터NSIDC’의 위성 자료에 따르면 북극해의 얼음은 여름철에 50퍼센트나 감소한다. 이렇게 북극해의 얼음이 얼고 녹기 때문에 수온과 염분 농도가 계절마다 변화한다.

## 북극해 염분 농도

북극해 표층수의 염분 농도는 다른 대양의 평균값에 견주면 낮은 편

\* 알베도 : 태양에서 들어오는 입사광 에너지에 대한 반사광 에너지의 비율.

\*\* 일차 생산 : 생산자인 광합성 생물이 무기물에서 유기물을 만들어내는 일.

이다. 특히 베링 해협을 통해 북서태평양과 연결되는 북극해 서쪽의 표층수 염분 농도는 매우 낮다. 이렇게 염분 농도가 낮은 까닭은 증발량이 적고 주변 대륙의 강에서 대규모의 담수가 지속적으로 유입되기 때문이다. 또한 북극해 서쪽 해수 순환에 영향을 미치는 보퍼트 환류가 시계 방향으로 돌면서 염분 농도가 낮은 표층수를 가두어 놓는다. 다른 대양과 제한적으로 연결되어 있기 때문에 염분 농도가 낮은 해수의 유출이 적은 것도 원인이다.

## 북극해의 대표적인 특징

북극해의 해양학적 특징은 다음의 여섯 가지로 정리할 수 있다.

1. 주변을 둘러싸고 있는 대륙의 대규모 강에서 많은 양의 담수가 유입되어 큰 수괴가 형성된다.
2. 남쪽의 태평양과 대서양에 제한적으로 연결되어 있다.
3. 지구자전에 따른 코리올리Coriolis 효과로 경계류가 유지된다.
4. 북극해 전체의 53퍼센트 정도를 차지하는 매우 넓은 대륙붕이 분포한다.
5. 계절에 따라 얼음의 결빙과 해빙이 변화한다.
6. 계절적 지배력 혹은 힘(담수 유입, 결빙, 햇빛 등)이 강력하다.

북극해의 이러한 독특한 특징들은 서로 깊게 연관되어 있으며, 퇴적물과 유기탄소의 운반과 관련된 생지화학적 순환의 토대가 된다.

\_\_극지연구소 남승일