

물과 얼음은 무색이 아니다

글_진정일 고려대 대학원장 jjin@korea.ac.kr

새삼 물의 색깔을 묻는다면 분명 어리석게 들릴게다. 얼음의 색깔도 마찬가지다. 시원스레 눈앞에 펼쳐있는 청록색 바닷물. 컵 속에 있는 물은 항상 무색인데... 배달부 아저씨 자전거에 실린 얼음덩이는 그 크기에 따라 무색투명해 보이기도 하고, 퍼렇게 보이기도 하고, 어둡게 보이기도 한다.

우선 물의 색깔부터 다루어 보자. 비록 학교에서는 물의 색깔을 무색으로 배우지만 엄격히 말하면 틀린 이야기다. 실제로 물은 매우 옅은 청록색이기 때문이다. 양끝이 투명한 금속파이프에 물을 채우고 한쪽에서 백색광을 비추어보면 물의 색깔을 알 수 있다. 파이프의 길이가 1m만 되어도 청록색을 알아볼 수 있고, 파이프가 길어질수록 색깔이 짙어진다. 무색 플라스틱이나 실리카 튜브를 사용해도 같은 결과를 얻는다. 그러나 파이렉스 유리 튜브에서는 녹색의 이온성 불순물 때문에 물의 색이 짙게 보이게 된다. 정제하지 않은 천연수는 옅은 녹색 유기체 불순물 때문에 지나치게 짙은 색깔로 보일 수도 있다.

그러면 왜 정제한 물도 옅은 청록색일까? 과학자들은 이를 어떻게 설명하나? 물에 가시광선을 통과시키면 황색과 적색 부분의 일부는 흡수되고 청색과 녹색은 그대로 통과된다. 그러나 적색 부분이 흡수되는 정도는 아주 약해서 빛이 물속을 통과하는 거리가 충분히 커야만 그 효과를 알아볼 수 있다. 그래서 긴 파이프에 들어있는 물에서는 청록색 빛의 투과가 상대적으로 크기 때문에 청록색이 뚜렷하게 나타나게 된다. 과학자들은 흡수분광분석법으로 이같은 연구를 수행한다.

물보다 얼음의 흡광을 조사하기는 더욱 어렵다. 아무리 조심스럽게 물을 얼려도 결합이 없는 하나의 얼음결정을 만들기는 매우 힘들다. 얼음이 만들어 지는 과정에서 기포

가 생기기도 쉽고, 큰 얼음덩이 속에 생기는 작은 결정들의 표면에서 산란된 빛 때문에 빛의 투과가 어려워지며, 또한 빛을 흡수할 수 있는 불순물을 완전히 제거하기도 어렵다.

물보다 얼음이 장파장쪽 적색광을 더 잘 흡수하는 것은 흔히 얼음 속에서 물분자들 사이에 만들어지는 수소결합 때문이다. 어찌 되었든 얼음은 물처럼 두께가 얇을 때는 무색으로 보이지만, 두께가 두꺼워지면 청록색 빛의 투과가 뚜렷해져 청록색으로 보인다. 그러나 두께가 더 증가되면 청록색에서 암청색, 어두운 색으로 변한다. 얼음 속의 구조적 결함 때문에 빛의 투과를 막는 산란현상과 빛의 흡수가 커지기 때문이다.

물과 얼음이 빛을 흡수하는 특성은 물과 얼음의 구조에 관한 중요한 정보를 제공해줄 뿐만 아니라, 물 속에 사는 생물이 얼마나 많은 빛을 받고, 어떤 광화학 반응을 통해 생명을 유지하는가를 이해하는데 매우 중요하다. 지구 표면의 7할이나 차지하고 있는 물과 얼음의 흡광 및 광산란 특성은 지구 기후 변화를 이해하기 위해서도 꼭 필요한 지식이다. 대기, 바다, 얼음 밑 하천, 호수 및 바다간의 광에너지 전달 및 이동이 지구 기후에 지대한 영향을 미치기 때문이다.

하늘이 파랗게 보이는 것도 물 때문이다. 광물리학에 의하면 빛의 파장보다 작은 알갱이들은 장파장보다 단파장의 빛을 더 많이 산란시킨다. 다시 말해서 대기 중에 떠있는 작은 수증기 방울들이 레일리 산란을 일으키기 때문에 하늘이 에메랄드 색으로 보이게 한다. 더욱이 대기 중의 산소 분자는 붉은 빛을 선택적으로 흡수하기 때문에 하늘은 더욱 푸르게 된다. 물 속에 녹아있는 산소도 물이 푸르게 보이게 만들지만 그 기여도는 무시할 정도다. 물은 결코 무색이 아니다. 5D