

쪽빛 하늘에 담긴 비밀

최원석 과학칼럼니스트

끝날 것 같지 않던 폭염도 물러가고 하얀 구름 사이로 청명한 파란 하늘이 등산객들의 마음을 사로잡는 가을이 왔다. 질고 푸른 가을 하늘은 그야말로 쪽빛이다. 하지만 아쉽게도 도심에서는 쪽빛 하늘을 볼 있는 날은 많지 않고 대체로 푸르스름한 하늘이 보인다. 비록 오염되기는 했지만 도시의 하늘도 다양한 빛깔을 품고 있어 도시민의 마음을 어루만져 주기도 한다. 바쁜 도시 생활 속에도 가을 하늘을 한번 올려다보며 그 속에 담긴 과학을 찾아보자.

신의 마음으로 상징되는 변화무쌍한 하늘의 모습은 오랜 세월 동안 경외의 대상이었다. 유달리 붉은색 저녁놀은 전쟁이나 국가적 불행을 알리는 신의 암시였고, 먹구름과 천둥·번개는 노여워하는 신의 목소리로 해석되었다. 그래서 종종 영화 속에서 회오리치는 먹구름과 함께 천둥·번개 치는 장면은 불길한 징조를 알리는 복선 역할을 했던 것이다. 다양한 하늘의 모습을 신의 뜻이 아니라 인간의 탐구 대상으로 여긴 것은 탈레스나 아리스토텔레스와 같은 고대 그리스의 자연철학자들이었다. 특히 아리스토텔레스는 비나 바람, 구름과 하늘을 기상학(Meteorology)에 포함시켜 학문으로 연구하기 시작했다.

신성한 천상계에 내려온 하늘을 탐구하기 시작한 과학자들은 대기의 존재나 성분, 구름의 생성 원리에 대한 비밀을 조금씩 풀어나갔다. 하지만 하늘 빛이 푸른 것이나 저녁놀이 붉은 이유는 쉽게 알아내지 못했다. 하늘빛을 이해하는 것이 단순하게 보이지만 사실은 생리학, 광학, 기상학 등을 알아야 하는 복잡한 일이기 때문이다. 그래서 우리 눈이 하늘을 파랗게 보기 때문이라는 단순한 사실을 이해하기 위해 2천 년이 넘는 시간이 걸렸다. 파란 하늘의 비밀을 푸는 첫 번째 단서는 무지개의 비밀을 알

아낸 뉴턴이 찾아냈다. 뉴턴은 세상 모든 색의 비밀은 빛 속에 담겨 있다는 것을 프리즘 실험을 통해 알아냈다. 뉴턴은 프리즘을 통해 무지개의 색은 태양에서 오는 백색광 속에 모두 담겨 있다는 증명했던 것이다. 무지개에서 꽃잎에 이르기까지 세상의 모든 색의 비밀은 물체에 있는 것이 아니라 바로 빛 속에 있었다. 즉 우리가 볼 수 있는 모든 색은 파장이 400~720나노미터인 가시광선 속에 있으며, 색은 단지 파장이 다른 전자기파에 불과했다.

그렇다면 색은 어떻게 볼 수 있는 것일까? 영국의 물리학자이자 의사였던 영(Thomas Young)은 자연에 존재하는 수많은 색을 감지하기 위해 우리 눈에 그에 상응하는 수많은 감각세포를 지니고 있다는 것은 상상하기 어렵다고 생각했다. 그래서 영은 빨간색, 파란색, 노란색을 감지하는 세포가 있어 모든 색을 감지한다고 주장했고, 그의 이론은 헬름홀츠에 의해 빨간색, 파란색, 초록색으로 수정되면서 ‘영-헬름홀츠의 3원색설’로 널리 알려지게 된다. 즉 수많은 색이 존재하지만, 우리 눈은 각각 다른 빛을 받아들이는 3가지 원뿔세포에 의해 색을 감지하게 된다는 것이다. 하늘이 파란 것은 475나노미터 파장의 전자기파가 망막의 파란색 원추세포에 감지되어 뇌에서 파랗게 인식하는 것이다. 따라서 인간과 다른 감각 수용기를 가진 생물에게는 하늘이 다른 색으로 보이게 된다.

이제 남은 문제는 왜 하늘에서 파란색 파장의 빛을 내놓는가 하는 것이었다. 이것은 영국의 물리학자 레일리(John William Strutt Rayleigh)가 의문을 풀었다. 공기 분자에 의해 파란색 빛이 더 많이 산란되기 때문에 하늘이 파랗다는 것이다. 빛의 파장에 비해 공기 분자의 크기는 매우 작기 때문에 빛의 파장에 4제곱에 반비례해 사방으로 산란이 일어난다. 즉 레일리 산란(Rayleigh scattering)에 따르면 파장이 긴 붉은색 보다 파란색이 더 산란이 잘 일어나 하늘이 파랗게 보이는 것이다. 물론 레일리 산란에 의

하면 파란색보다 보라색이 더 많이 산란되지만 우리 눈이 파란색에 더 민감해 우리 눈에 하늘은 파랗게 인식된다. 마찬가지로 저녁놀이 붉은 것도 빛의 산란에 의한 것이다. 저녁에는 태양광선이 더 긴 대기층을 통과해야 하고, 이때 파란색은 대부분 산란되고 남은 것이 붉은색이기 때문에 새벽과 저녁에는 붉은 놀이 보인다.

재미있는 것은 화성에서는 지구와 달리 파란색 노을이 보인다는 것이다. 화성은 지구와 대기 성분과 밀도가 다르다. 그래서 레일리 산란이 아니라 미이 산란(Mie scattering)이 일어난다. 미이 산란에 의하면 레일리 산란을 일으키는 입자보다 크기가 큰 입자는 붉은빛을 더 많이 산란시킨다. 그래서 화성에서는 미이 산란이 일어나 붉은빛이 산란되고 파란색이 남아 푸른색 놀이 보이는 것이다. 미세한 먼지가 미이 산란을 일으키는데, 이보다 입자가 큰 물방울의 경우에는 모든 빛을 산란시켜 하얗게 보인다. 비행기에서 구름을 내려다보면 눈부시도록 하얗게 빛나는 것은 이 때문이다. 그래서 대기 중에 먼지나 물방울이 그 많이 적은 우리나라의 가을 하늘은 유달리 짙은 파란색으로 보인다.

아름다운 하늘빛을 담아 선조들은 쪽물을 들였고, 컨스터블이나 윌리엄 터너와 같은 서양화가들은 그림의 중요한 배경으로 사용했다. 프랑스 화가 뒤르메는 하늘빛에 물들어 온통 파란색이 지배하는 아름다운 레만 호수의 모습이 그리기도 했다. 하지만 가장 유명한 하늘은 노르웨이 화가 에드바르트 뭉크의 <절규> 속의 배경에 등장한다. 뭉크는 1883년 다른 때보다 더욱 붉은 핏빛의 저녁놀을 봤고, 그림에 속에 비명을 지르듯 절규하는 사람의 배경에 붉은 놀을 그려 넣었다. 이 핏빛 저녁놀의 원인은 인도네시아의 크라카타우 화산폭발로 인해 대기 중의 먼지가 증가해 발생한 현상이었다. 아름답고 다양한 하늘빛 속에 이렇게 다양한 과학적 원리가 들어 있다는 것이 놀랍지 않은가? TTA