



물의 과학, 과학 속의 물

글 · 박방주 _ 중앙일보 과학전문 기자

물은 생물의 필수 물질이자 과학 발전에도 결정적인 역할을 하고 있다. 자연의 질서를 유지하게 하는 데도 물의 신비는 작용한다.

물의 비중이 가장 높을 때의 온도는 섭씨 4도다. 호수가 얼기 시작한다고 치자. 호수 표면의 섭씨 4도의 물은 무겁기 때문에 밑으로 가라앉고 상대적으로 가벼운 차가운 물은 표면으로 올라온다. 결국 물은 섭씨 영하 0도에서 얼기 시작한다. 그래서 호수 표면부터 얼음이 얼기 시작하는 것이다. 만일 섭씨 4도의 물이 더 가볍다면 표면으로 떠오르고 섭씨 0도의 물은 가라앉아 호수 밑바닥부터 얼기 시작할 것이다. 그러면 호수 속 어류는 모두 얼어 죽을 것이다. 섭씨 4도의 물의 신비는 바로 호수나 강의 어류가 한 겨울을 얼어 죽지 않고 살아나게 한다.

남극대륙은 대부분이 얼음으로 뒤덮여 있다. 수십만 년 동안 얼어 썩어 썩어 쌓인 얼음들이다. 그 속에는 아주 작은 기포가 들어 있다. 눈으로는 보기 어려운 것들이다.

그 기포는 얼음이 얼던 때의 대기 성분을 그대로 간직하고 있으며, 공기방울로 존재하지 않고 오랜 세월 동안 고압에 의해 압축돼 고체가 돼 있다.

1998년 1월 동남극에 있는 러시아 보스토크 기지에서는 3623m 깊이까지 얼음을 뚫어 원통형 얼음을 파냈다. 이를 분석한 결과 42만년 동안의 기후 변화를 한눈에 알 수 있었다. 빙하시대의 100년 동안에 지구 온도가 섭씨 15도나 급속하게 높아진 것을 밝혀냈다. 이 정도 기후 변화가 지금 일어난다면 온 세상은 발칵 뒤집힐 것이다.

해수 온도가 섭씨 1도만 변해도 각종 기상이변으로 천재지변이 지구촌 곳곳에서 일어나고 있을 정도로 지구 온도 변화는 기후 변화에 결정적인 역할을 한다. 얼음 속 기포는 지구 기후 변화의 '지문' 역할을 하고 있는 셈이다.

물의 비밀을 푸는 과학자들

과학자들은 얼음에서 고대 기후를 어떻게 알아냈을까. 물을 연구한 덕분이다. 자연에 존재하는 순수한 물(H₂O)의 종류는 산소를 기준으로 볼 때 세 종류가 있다. H₂¹⁶O, H₂¹⁷O, H₂¹⁸O 등 산소에 붙은 숫자가 하나씩 늘어난다. 산소의 번호는 질량은 나타내며, 클수록 무겁다는 뜻이다. H₂¹⁶O는 99.76%, H₂¹⁷O는 0.04%, H₂¹⁸O 0.2%의 비율로 섞여 있다. 가벼운 물은 무거운 물에 비해 증발 속도가 10배나 빠르다. 이런 점을 감안해 얼음을 녹여 분석해 보면 얼음물에 무거운 물이 많으면 그 당시 온도가 높았고, 그렇지 않으면 낮았다는 것을 알 수 있다. 물 종류의 비율에 따라 비교적 정확한 온도 변화까지도 산출할 수 있다.

H₂¹⁸O는 암 진단에 탁월한 성능을 발휘하고 있는 양전자방출단층촬영장치(PET)에도 사용된다. 이 물은 암 진단용 약 원료를 만드는 데 필요하다. 이 물에 가속기로 양성자를 쏘여주면 불소(¹⁸F)가 만들어진다. 가격은 1g에 25만원 선이다. 금의 두서너 배에 해당한다. 보통의 물에서 이런 한 종류의 물을 골라내기가 아주 어렵기 때문이다.

물의 종류 중에는 수소(H)에 중성자가 보통의 물 분자보다 하나 또는 두 개가 더 있는 것이 있다. 하나 더 있





는 중수, 두 개 더 있는 것은 삼중수소라고 한다. 이 물은 원자로에서 원자핵분열을 조절하는 데 사용한다. 즉, 우라늄의 핵분열을 일으키기 위해 핵에 충돌하도록 중성자를 쏠 때의 속도는 시속 2만km나 된다. 그러나 중수를 거치게 되면 시속 2.2km로 줄어든다.

물을 이용한 생활 과학

물은 절삭, 가공기계에도 중요하다. 이른바 물감의 용도로 개발과 응용이 급속도로 이뤄지고 있다. 물의 압력을 높여 쏘면 총알보다 더 가공할 위력을 지니는 특성을 이용한다. 낙수물이 바위를 뚫는 것은 수만 년이 흘러야 하지만 그런 힘을 한 순간에 모아 발산하는 게 물칼이다.

물칼은 물총을 쏘는 것과 비슷한 원리다. 물칼이 물총에 비해 단지 물이 빠져 나오는 구멍이 작고 압력이 높다는 것이 다를 뿐이다. 물칼은 지름 1~2mm의 작은 구멍으로 물이 뿜어져 나오는 물의 힘으로 급속을 자른다. 이 때 나오는 물의 세기는 1cm²의 면적에 4,000kg의 무게를 올려놓은 것과 같다. 이는 물 속 40,000m 깊이의 수압에 해당한다. 그러면 그 물은 단순한 물이 아니라 쇠와 나무, 돌을 가리지 않고 자르고 구멍을 뚫을 수 있는 강력한 도구로 바뀐다. 15cm 두께의 쇠, 45cm 두께의 구리판 등도 무 자르듯 한다. 물칼로 쇠나 구리 등을 자를 때는 아주 미세한 돌가루를 물에 섞어 쓴다. 물의 절삭력을 높이기 위한 것이다.

물칼의 장점은 자를 때 열이 나지 않는다는 것이다. 이는 자르는 물체가 열에 의해 변형이 생기는 것을 막는다. 레이저나 그라인더 등은 자르는 물건에 열이 생겨

변형이 생기는 것을 막을 수 없다. 물칼은 다양한 분야에서 응용되고 있다. 정밀가공을 해야 하고, 열에 의한 변형이 치명적인 제품의 결함을 가져오는 자동차 대시보드제작, 항공기 내부 치장물 가공, 원자력발전소 해체 등에 응용된다.

물칼의 노즐을 크게 하고 수압을 적절히 조절하면 배에 붙은 패류 등을 떼어 내는 데도 그만이다. 배 걸 철판에는 전혀 손상을 주지 않으면서 패류만 떼어 내는 것이다.

미국 펜실베이니아주립대 등에서는 최근 중수와 H₂¹⁸O 등을 시골 노인들에게 매일 일정량을 마시게 한 뒤 그 배설량과 흡수량을 계산해 일일 소모 열량을 정확하게 산출하기도 했다. 신약을 개발할 때 병의 원인이 되는 단백질의 어느 부위에 물이 많이 있는지를 아는 것이 중요하기 때문이다. 물이 없는 곳에 물과 섞어야 하는 약물을 넣어보아야 약이 들어가기 어렵기 때문에 좋은 약효를 기대하기는 어렵다. 최근에야 단백질 내부의 정밀한 물 분포가 연구용 원자로인 '하나로' 나 양성자 가속기로 밝혀지기도 하였다.

아직도 풀리지 않은 물의 신비

현대 과학은 기름과 물도 어렵지 않게 섞으며, 그 원리도 알아냈다. 두 물질이 서로 섞이지 않는 것은 기름 분자의 크기가 물 분자보다 10배나 커 물 분자 틈새를 비집고 들어가지 못하는 데다, 물이 서로 뭉쳐 있으려는 성질이 워낙 강하기 때문이다. 그러나 물과 기름을 한데 넣고 섭씨 950도 이상으로 끓이면 서로 구분이 안 되게 섞인다.

현대 과학으로도 아직 밝혀내지 못한 물의 신비가 있다.
물이 얼음이나 눈이 될 때 어떻게 해서 수없이 다양한 형태로 변하는지가 그것이다.
2,400여 가지의 물 분자의 모양은 1936년에 카메라에 담겼다.
그 신비가 풀리려면 앞으로도 꽤 많은 시일이 걸릴 것 같다.

그렇게 높은 온도가 되면 기름이나 물이 같은 것끼리 서로 뭉쳐 있으려는 성질이 파괴되기 때문이다. 현대 과학으로도 아직 밝혀내지 못한 물의 신비가 있다. 물이 얼음이나 눈이 될 때 어떻게 해서 수없이 다양한 형태로 변하는지가 그것이다. 2,400여 가지의 물 분자의 모양은 1936년에 카메라에 담겼다.

그 신비가 풀리려면 앞으로도 꽤 많은 시일이 걸릴 것 같다. 어느 서적에 보면 물의 종류와 오염 정도에 따라 물 분자의 모양이 다르다며 다양한 사진이 공개된 적이 있다. 그러나 그 사진은 물을 얼린 뒤 찍은 것이다. 액체 상태의 물은 그런 결정을 이루지 않기 때문에 사진을 찍을 수 없다.

우주과학에서도 물은 중요한 역할을 하고 있다. 우주의 입자 중 중성미자라는 것이 있다. 이것은 우주의 빅뱅 때, 태양과 같은 별의 핵융합, 방사성 물질의 붕괴 때 나오는 입자다. 태양이 만들어내는 중성미자만 해도 어른 엄지손톱만 한 지구 표면에 1초에 500억 개 정도가 쏟아져 내린다. 물론 사람의 몸이나 물체를 관통하지만 영향을 미치지 않는다. 눈에도 보이지 않는다.

그런 중성미자를 검출할 수 있게 하는 방법 중 하나가 물을 이용하는 것이다. 일본의 가미오칸테 중성미자 검출 장치에는 5만톤에 이르는 물이 작은 통에 담겨 지하 검출실 벽을 도배하듯 덮고 있다. 중성미자는 수백조개 중 한두 개가 물통 속의 물 분자와 부딪치면서 푸른빛을 띤 섬광을 낸다. 그 섬광을 아주 민감한 검출 장치가 잡아내는 것이다. 이 덕에 중성미자를 검출하고, 중성미자가 질량을 가지고 있는 사실을 밝혀냈다.

이런 연구 결과는 빅뱅 초기의 우주의 모습을 밝혀내는 데 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대하고 있다. 물은 앞으로도 과학 발전에 중요한 한 축을 담당할 것이다. 그 신비도 속속 밝혀질 것으로 기대하고 있다. ☺

