7천만년 전 지구는 일찍이 없었던 좋은 기후를 즐겼다. 공룡들이 쿵쾅거리면서 그린랜드를 가로지르는가 하면 야자나무들은 캐나다의 따뜻한 산들바람에 흔들리고 있었다. 시베리아 북부의 바다는 벌거벗고 헤엄치기에 알맞을 정도로 따뜻했다. 두세번의 비교적 찬 기후가 엄습한 것을 제외하면 5억년간이나 지구는 높은 습도와 온도로 덮여 있었다. 그런데 무슨 이유 때문인지 지구의 기온은 떨어지기 시작했다. 기온이 내리면서 곧 남극에는 빙상(오랜 세월에 걸쳐 넓은 층에 덮여있는 얼음층)이 형성되기 시작하고 '신생대 빙하시대'로 들어가게 되었는데 지구는 아직도 그 고통을 벗어나지 못하고 있다. 과학자들은 오래 전부터 거대한 빙상에 관해 알고 있었고 멀지 않은 과거에 빙하들이 유럽과 북미를 되풀이해서 훑었다는 사실을 알고 있었다. 그러나 해양지질학자, 대기화학자, 해양학자들의 노력에도 불구하고 무엇이 빙하시대를 발생시켰는가를 아는 사람은 아무도 없다.

문제는 이런 사건들이 수천만년이나 수억년 전에 발생했다는 것이다. 오늘날 지구의 기온은 신생대 이전보다 불과 10도 정도 춥다. 이런 냉각은 지구의 기상시스템과는 거의 관련이 없는 요인으로 발생했을지 모른다. 그래서 빙하시대의 원인에 대한 최선의 설명은 매우 복잡하되 믿을 수 없을 정도로 간단할 수도

빙하가 생기는 이유는 무엇인가?

6천만년 전부터 지구의 기온이 냉각한 것은 대기 속의 이산화탄소가 줄어들었기 때문이라는 데는 대부분의 과학자들의 의견이 일치한다. 무슨 이유로 이산화탄소의 수준이 떨어졌느냐에는 해석이 다양하다. 2백50만년 전부터 유럽과 北美지역에서 시작된 국지적인 빙하의 원인은 지구의 궤도가 천천히 바뀌면서 햇빛의 패턴에 변화가 생겼기 때문이라는 「밀란코비치 모델」이 널리 받아들여지고 있다. 그러나 빙하시대의 기상데이터를 정확히 알 수 없기 때문에 빙하시대를 일으킨 원인에 대한 해답을 얻을 수 없다는 비관론도 있다.

있다. 과학자들은 그 원인과 방법에 대해서는 알지 못할지 모르나 6천만년 전 지구의 기온이 냉각하기 시작한 사실은 알고 있다. 남극이 두꺼운 얼음판 밑에 묻혔고 1천8백만년 전 빙하가 그린랜드를 덮쳤으며 마지막으로 빙상이 북미와 유럽을 침범하여 후퇴와 전진을 되풀이했다. 오늘날 지구는 빙하가 남북극으로 후퇴할 때 약간 따뜻해지는 이른바 간빙기(間氷期)를 즐기고 있다.

온실가스와 기상변화

빙하시대의 원인에 대해서 과학계의 의견은 놀라울 정도로 다양하지만 대부분의 과학자들은 한가지 점에 대해서는 뜻을 같이 하고 있다. 즉, 6천만년 전에 시작된 냉각은 대기 속의 이산화탄소가 줄어들었기 때문이라는 것이다. 이른바 온실가스로 불리는 이산화탄소는 지구와 가까운 공간에서 햇빛을 가둬 지구의 온도를 끌어 올린다. 대기 속의 이산화탄소의 양이 적으면 기후는 차가워진다.

그렇다면 무슨 이유로 이산화탄소의 수준이 떨어졌을까? 좀 별나기는 하지만 지배적인 이론은 지구의 지각(地殼) 판중에서 두개가 충돌하여 히말라야를 형성했기 때문이라는 주장이다. 현재 미국 매서추세츠공대(MIT)에 재직하고 있는 해양물리학자 모린 레이모가 아직도 대학원 학생이던 시절에 작성한 시나리오는 현재 과학문헌에서 찬성하거나 반대하는데 널리 인용되고 있다. 레이모는 이 시나리오에서 히밀라야는 지구의 다른 어떤 산맥보다 높은데 빙하시대가 시작하던 것과 거의 같은 시기에 형성되었다고 지적했다. 과학자들은 대기 속의 이산화탄소가 비와 합쳐서 산(酸)을 만들어 바위를 침식하는데 이 과정에서 규산칼슘과 같은 광물은 이산화탄소와 반응하기 때문에 대기중에서 이 가스가 제거된다는 것을 알고 있다. 따라서 히말라야와 같은 광대한 경사의 침식으로 빙하시대를 충분히 일으킬 정도로 이산화탄소 수준을 줄일 수 있었다는 것이 레이모의 주장이다.

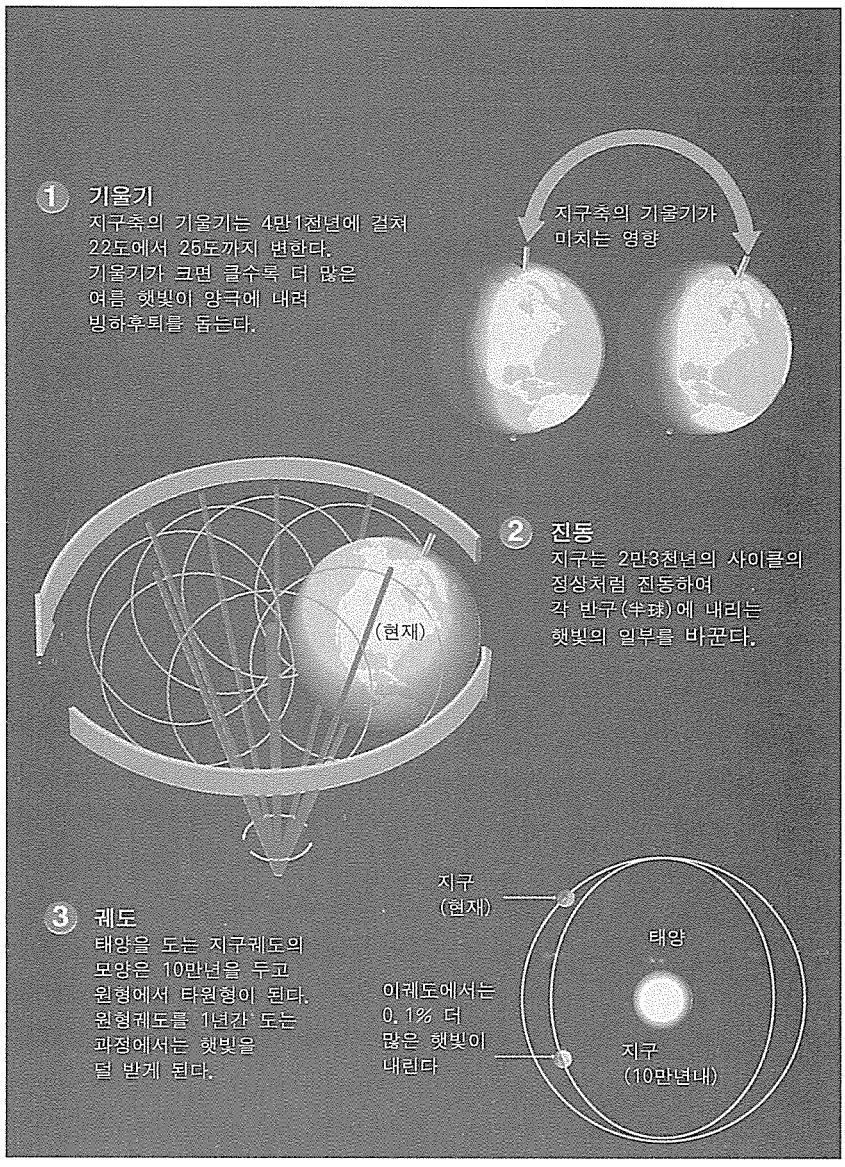
▲ 히말라야산맥이 빙하시대의 원인을 제공했다는 주장도 있다.

레이모는 자기 이론을 실증할 증거를 갖고 있으나 자기 구상에 구멍이 있다는 사실도 시인하고 있다. 그녀의 이론이 내세운 규모의 풍화(風化)가 그렇게 많은 이산화탄소를 없앴다면 전혀 남지 말아야 한다는 것이다. 그러나 다른 과학자들은 히말라야의 바위속 광물은 침식할 때 이산화탄소를 소모하는 일이 거의 없다는 사실을 지적하고 있다. 최근 발표된 논문은 히말라야와 관련되었으나 풍화가 아니라 주요 요인은 해마다 이 산에 배출하는 많은 퇴적물이라고 주장하고 있다. 이 퇴적물은 인도양으로 흘러 들어가서 많은 양의 해양 플랑크톤과 다른 식물을 묻어 버린다. 이때 식물과 함께 매장되는 것은 이산화탄소이며 대기중의 이산화탄소가 줄어들어 기온을 내린다는 주장이다. 이밖에도 대량의 풀들이 이 무렵 발생하여 대량의 이산화탄소를 땅 속에 저장한다는 주장도 있고 또 뉴기니아나 시베리아 산맥의 풍화를 들고 나오는 주장도 있다.

빙하의 수수께끼

신생대 빙하시대의 대부분 얼음의 침범으로 고통을 받은 곳은 극지방뿐이었다. 그러나 2백50만년 전 빙하는 유럽과 북미로 이동해 들어왔다. 마침내 1.6km 두께의 얼음덩어리가 미국의 뉴저지주에서 인디애나주와 시애틀까지 뻗어나가 그 엄청난 무게로 지구껍데기는 내려 앉게 되었다. 그때부터 빙하는 수만년의 주기를 두고 정기적으로 찾아 왔다.

오늘날 과학자들은 이런 국지적인 빙하시대가 발생한 시기에 대해 설명할 수 있게 된 것에 만족하고 있



▲ 지구의 작은 궤도변화가 빙하시대를 가져왔다는 이론의 설명

다. 당초 1860년대에 스코틀랜드인이 제창하고 1920년대에 유고슬라비아의 천문학자·수학자가 발전시킨 이른바 '밀란코비치 모델'에 따르면 지구의 궤도가 천천히 바뀌면서 지상의 어떤 주어진 지점에 내리는 햇빛의 패턴에 변화가 생긴다. 햇빛의 변화는 빙하의 전진과 후퇴를 부추긴다. 그 증거로 오랫동안 지구의 얼음의 양은 궤도변화로 생기는 햇빛 변화 기록과 신통하게 일치한다는 것이다.

밀란코비치 모델은 지금까지 널리 받아 들여지고 있는 것은 사실이지만 문제는 궤도변화가 충분히 빙상을 만들거나 녹일 정도가 되지 못한다는 점이다. 궤도변화가 빙하의 속도조절역할은 하고 있으나 해류의 변화가 열을 지구전체에 재분배하면서 역할을 분담할 수도 있다. 다른 하나의 이론은 빙하가 지각에 상처를 주는 효과 때문이라는 주장이다. 빙하의 무게로 대륙이 가라앉으면 빙하 꼭대기 높이가 낮아지기 때문에 얼음이 녹으면서 해빙을 더욱 부추긴다. 빙하의 침하는 햇빛패턴의 변화와 함께 빙하기간을 종식시킬 수 있는 하나의 요인이다.

빙하시대를 이해하려고 노력하고 있는 과학자들은 상상의 나래를 마음껏 펼치고 있다. 그러나 빙하시대 과학자들이 알고 싶은 자료는 얻기 어려운 형편이다. 예컨대 20만년 이전의 대기의 이산화탄소를 직접 측정할 길이 없다. 그래서 이산화탄소가 대냉각시대 이전보다 높았다는 가정은 모델링과 희망에 바탕을 둔 것이라고 미국 컬럼비아대학 부설 라몬트 도허티 지국관측소의 정상급 기상전문가인 윌리스 브뢰커는 말하고 있다. 최근의 이산화탄소 수준은 남극에서 추출한 긴 얼음기둥으로 밝혀졌다. 그러나 수백만년 전 대기의 조성(組成)을 밝힐 수 있을 정도로 오래된 얼음은 없어 과학자들은 좋은 대안도 갖고 있지 않다.

더욱이 데이터를 더 많이 갖고 있다고 해도 이런 수수께끼를 풀 수 없을지 모른다. 이런 가운데 빙하시대를 일으킨 원인이 무엇인가라는 질문은 해답을 얻을 수 없다고 주장하는 과학자들도 있다. 만약에 이런 비관론자들의 생각이 옳고 과학자들이 과거의 지구기상변화를 설명할 수 없다면 미래의 기상을 자신있게 예측하는 일도 쉽지 않을 것이다. 화석연료를 태워서 생기는 이산화탄소가 축적되면 지구의 기온을 끌어올릴 것은 의심할 여지가 없으나 지난 날의 지구의 기상을 설명할 수 없다면 이런 인공적인 온난현상을 막거나 또는 부추길 수 있는 요인들이 있다고 해도 그대로 넘어갈 수 있는 것이다. ST 〈春堂人〉