

‘나침반 북극’ 갈수록 빨리 움직인다 지구자기장 요동…선박항해에 영향

지구자기장 이상징후 왜

“여름 4월, 동방에 적기(赤氣·붉은 기운)가 있었다.”

지금으로부터 1985년 전인 서기 34년. 백제의 2대 국왕 다루왕이 한반도 남서 지역을 통치하던 시절의 기록이 담긴 ‘삼국사기’에는 하늘에서 붉은 ‘무연가’가 나타났다는 기록이 남아 있다. 고려시대에 들어서면 이 같은 신비로운 현상이 더 빈번하게 관찰된다. “밤에 비단 같은 백기가 하늘까지 달았다가 붉은 요기로 변했다(현종 8년, 1017년).” 현 시대를 사는 천문학자들은 사서에 등장하는 이 현상을 ‘오로라’로 해석한다. 북극 남극과 같은 고위도 지역에서 빈번하게 관측됐던 이유는 무엇일까. 최근 미국 국립해양대기청(NOAA) 과학자들은 북극점 인근에 있는 ‘자북극(자북)’ 위치가 상당히 빠르게 이동하면서 지구 자기장에 변화가 일어나고 있음을 확인했다고 밝혔다. 전문가들은 1900여년 전 한반도에서 관측된 오로라가 지구 자기장 변화와 밀접하게 관련된 것으로 보고 있다.



‘자북’ 위치 빠르게 이동

NOAA와 영국지질조사국은 지난 15일 지구 자기장 세기와 자북 위치 등이 표시되는 ‘세계자기모델’ 수정 작업에 착수했다. 세계자기모델은 선박이 위치를 확인할 때 사용할 뿐 아니라 애플리케이션 ‘구글맵’도 정확한 위치 확인을 위해 활용하고 있다. 최근에는 실내 위치를 찾는 애플리케이션에도 쓰인다. NOAA와 영국지질조사국은 5년에 한 번씩 세계자기모델을 업데이트한다. 마지막 수정 시기가 2015년이었던 만큼 다음 업데이트는 2020년 예정이었다. 그런데 최근 자북 위치가 상당히 빠르게 움직이는 현상이 발견되면서 부랴부랴 자료 수집에 나섰다. 놀랍게도 1년에 약 15km가량 이동하던 자북이 지난 한 해 동안 갑작스레 55km 가까이 이동하면서 국제날짜변경선을 지나 시베리아 방향으로 직항하고 있는 것으로 조사됐다. 자북이 이동하면서 지구 자기장 분포 또한 변하고 있다. 아르노 홀리아 NOAA 연구원은 네이처와 인터뷰하면서 “기존 모델과 현재 지구 자기장의 오차가 시간이 갈수록 커지고 있다”며 “선박 항해에 영향을 미칠 수 있는 수준 직전까지 이르렀다”고 우려했다. 자북은 1900년 캐나다 북위 70도 인근에 위치했는데 2000년에 들어서면서 그린란드해 북위 80도 지역까지 전진했다. 2015년 이후 그 속도가 점점 빨라져 현재 북극해까지 진입한 상태다.

지구 자기장 북극·자남·자북?

자북의 이동과 지구 자기장 변화를 이해하려면 용어부터 정리해야 한다. 먼저 지구는 태양을 공전하며 동시에 자전한다. 자전축은 ‘공전면’에 23.5도 기울어져 있다. 자전축을 선으로 표시했을 때 지구 북반구와 남반구를 통과하는 지점을 ‘북극점’과 ‘남극점’이라 부른다. 지구는 커다란 막대자석과 같다. 자기장이 북극에서 나와 남극으로 향하기 때문에 북쪽을 S극, 남쪽을 N극이라고 생각하면 된다. 지구 어디서든 나침반의 빨간 바늘이 북쪽을, 파란색 바늘이 남쪽을 가리키는 이유다. 지구 내부에 지구 중심을 지나는 이상적인 막대자석이 있다고 가정할 때 S극이 지표에 도달하는 지점을 ‘지구 자기장 북극(현 위치 80.5° N/72.8° W)’, N극이 지표에 도달하는 지점을 ‘지구 자기장 남극(80.5° S, 107.2° E)’이라고 부르는데 지리학적 북극점 남극점과 일치하지는 않는다.

북반구에서 나침반은 고위도로 갈수록 붉은 바늘이 땅 밑으로 향한다. 거꾸로

남반구에서는 하늘로 향하는데 이 지역을 각각 자북, 자남이라고 부른다. 나침반의 붉은 바늘과 지표가 이루는 각도를 ‘북각’이라고 하는데 자석의 S극 꼭대기에서 붉은 바늘의 북각은 90도가 된다. 하지만 지구 자기장 북극에 나침반을 놓는다고 북각이 90도가 되지 않는다. 이윤수 포스텍 환경공학부 특임교수는 “구형의 액상 외핵이 만드는 자기장 성분은 다양하다”며 “여러 힘에 의해 자기장이 만들어지는 만큼 자북과 자남 위치는 수시로 변한다”고 설명했다.

지구외핵 철 흐르며 자기장 발생 복잡한 외핵 움직임에 오차 생겨

5년마다 고치는 세계자기장모델 자기장 급변태에 조기수정 착수

캐나다·그린란드 거쳐 북극해로 시베리아향해 연간 55km 이동중 30년 전보다 속도 3배나 빨라져 삼국시대 한반도서 오로라 관측

지구 자기장 원인은 액체 상태의 외핵

발밀을 약 600km 이상 파면 마치 터미네이터에 등장하는 액체 인간처럼 젤리와 같은 상태인 ‘맨틀’이 등장한다. 맨틀을 지나 2900km 이상 내려가면 철과 니켈이 액체 상태로 존재하는 ‘외핵’이 나타난다. 5100km에서 지구 중심까지는 단단한 고체인 ‘내핵’이 있다. 과학자들은 지구 자기장이 나타나는 원인을 외핵에서 찾고 있다. 외핵은 대류현상으로 끊임없이 움직이는데 여기에 지구 자전 운동이 더해지면 외핵은 마치 ‘코일’처럼 나선형으로 빙글빙글 움직인다. 이 교수는 “액체 상태의 철과 니켈이 움직이면 전류가 발생하고 전기장을 만들어낸다”며 “전기장이 만들어지면 바로 자기장이 수반되는데 전기장과 자기장은 빛과 그림자 같은 존재”라고 설명했다. 이렇게 거대한 외핵 움직임으로 만들어진 자기장이 지구를 커다란 자석으로 만드는 것이다.

지구 자기장을 만드는 외핵에는 5가지 나 되는 힘이 동시에 작용하고 있다. 자기

장이 형성되는 곳에서 발생하는 힘인 ‘로런츠힘’을 비롯해 외핵 내의 크고 작은 대류 운동으로 발생하는 부력, 그리고 외핵과 맨틀 경계부에서 구멍기하학적으로 발생하는 관성력인 ‘코리올리힘’이 대표적이다. 이 교수는 “지구의 자전운동과 외핵이 여러 덩어리로 나뉘면서 나선운동까지 하고 있다”며 “외핵과 맨틀 경계부에서 마찰력뿐만 아니라 맨틀 응력이 외핵 일부가 소용돌이 운동도 하고 있다”고 말했다. 이런 지역들은 이른 값과 실제 자기장 값에 차이가 생기는 ‘자기 이상대’가 나타날 수 있다. 이 교수는 “이처럼 많은 힘이 외핵에 작용하는 만큼 지구 자기장은 지역에 따라 다르고, 자북과 자남 위치도 변할 수밖에 없다”고 설명했다. 과학자들은 지구 자기장 변화를 정확히 측정하고 싶지만 외핵이 워낙 땅속 깊이 존재하고 부피가 큰 만큼 분석에 어려움을 겪고 있다. 자북 위치가 빠르게 변하는 현상 역시 마찬가지다. 이 교수는 “학계에서는 최근 자북의 빠른 이동이 나타난 게 캐나다 자기이상대와 시베리아 자기이상대가 마치 줄다리기를 시합을 하는 것처럼 경쟁하고 있기 때문으로 분석하고 있다”고 말했다.

한반도에서 오로라가 관측된 이유

과거 한반도에서 오로라가 관측된 이유는 자북의 이동으로 설명 가능하다. 오로라 현상은 태양 흑점 폭발로 발생한 고에너지 플라스마 입자들이 지구 대기와 만나면서 발생한다. 거대하게 형성된 지구 자기장은 이 같은 입자가 지구로 내려찍는 것을 막는 방패 역할을 한다. 극히 일부 입자가 지구 자기장에 이끌려 흐르다가 극지역을 통해 지구 대기로 유입되면서 오로라를 만들어낸다. 고려시대 자북 극위치는 동경 90~180도, 위도 70~80도 사이에 존재했을 것으로 추정된다. 북극해에 존재하는 현재보다 저위도에 위치하는 만큼 고려시대 한반도 북쪽 상공에 태양에서 흘러나온 고에너지 입자들이 유입됐을 가능성이 크다. 이 교수는 “옛날 지구 자기연구에 따르면 우리나라 삼국시대와 고려시대 북각은 지금보다 높았는데 이 역시 영향을 미쳤을 것”이라며 “고려시대 태양 흑점 활동이 활발했던 것으로 확인되고 있는 만큼 당시 강한 태양 흑점 폭발이 여러 차례 발생했을 수 있다”고 말했다. 이 교수는 “태양에서 흘러나온 고에너지 입자들이 자북을 따라 유입돼 고층 대기와 충돌하면서 한반도 북쪽 상공에서 오로라 현상을 만들어낸 것”이라고 설명했다.

원호섭 기자

‘우주방사선 방패’ 자기장 소멸땐 생물멸종

1989년 3월 6일, 강력한 태양폭풍이 발생했다. 폭풍으로 대거 방출된 입자들은 13일 뒤 지구로 유입됐다. 어지간한 입자들은 지구 자기장이 막아주지만 날날은 달랐다. 수많은 입자가 지구 자기장을 교란시키며 대기로 흘러들었다. 극지방에서 관측 가능한 오로라가 미국 텍사스주에서 관측됐을 정도였다. 문제는 다음에 발생했다. 캐나다 퀘벡주에서 대규모 정전이 발생, 수백 만명이 캄캄한 도심에서 불안에 떨어야 했고 달리던 자동차가 갑자기 멈췄다는 기록도 있다. 대기로 쏟아진 고에너지 입자가 지구 자기장을 교란해 전류 흐름에 영향을 미쳤기 때문이다. 김진식 동국대 외생명공학과 교수는 “안정화된 지구 자기장에 맞춰 설계된 변전소·송전탑에서는 전류가 일정한 방향으로 흐른다”며 “자기장 교란이 발생하면 전류 흐름에 문제가 생겨 장비가 고장날 수 있다”고 설명했다. 김 교수는 “현대사회는 전자기기 의존이 큰만큼 지구 자기장 교란이 발생하면 사회적으로 큰 혼란이 발생할 수 있다”고 우려했다.

태양 폭풍에 의한 지구 자기장 교란은 대부분 일시적 현상으로 마무리된다. 하지만 외핵 움직임에 이상이 생기면 지구 자기장 자체가 흔들릴 수 있다. 외핵 운동으로 지구에 자기장이 생긴 시기는 약 30억년 전으로 추정된다. 이후 25~30만년을 주기로 지구의 N극·S극이 뒤바뀌는 ‘지구 자기장 역전현상’이 끊임없이 발생

1989년 초강력 태양폭풍 발생 자기장교란에 대규모 정전사태 1000년내 N·S극 역전가능성도

하고 있다. 마지막으로 자기장이 역전된 시기는 약 78만년 전. 과거 주기를 생각하면 지구 자기장이 뒤바뀌는 시기는 이미 지난 셈이다. 만약 지구 자기장이 갑자기 역전된다면 퀘벡주에서 발생한 것 이상의 혼란이 발생할 수 있다. 이윤수 포스텍 환경공학과 특임교수는 “자기장 역전은 수천 년에 걸쳐 천천히 진행된다”며 “단지 며칠~몇 년 사이에 지구 자기장 역전현상이 발생한 사례는 보고된 바 없다”고 말했다. 역전에 걸리는 시간은 대략 5000년 정도로 보고 있다. 하지만 2012년, 장 피에르 프랑스 소르본대 교수 연구진이 타히티섬과 아이슬란드 화산 지역 일대 지질을 분석한 결과 1000년 안에 자기장이 역전될 수 있는 것으로 조사됐다. 연구진은 “예고·역전·반동 단계를 거쳐 약 1000년 안에 지구 자기장이 완전히 뒤바뀌 수 있음을 확인했다”고 말했다. 연구결과와 학술지 ‘네이처’에 게재됐다.

자기장 역전 현상이 나타나는 이유는 아직까지 명확하지 않다. 과학자들은 외핵 내부의 알 수 없는 움직임이 자기장 역전 현상을 일으키는 것으로 보고 있다. 지구 자기장의 80~90%를 설명하는 모델

을 ‘쌍극자’, 약 10~20%의 변수를 설명하는 모델을 ‘비쌍극자’라고 부른다. 지구 중심을 지나는 이상적인 막대자석을 그렸을 때 이를 쌍극자 모델로 생각하면 된다. 과학자들은 쌍극자 자기장이 점점 약해지면 어느 순간 지구 자기장 역전 현상이 나타날 수 있다고 보고 있다. 이 교수는 “자기장이 역전되는 순간 지구 자기장이 ‘0’이 되면 우주에서 날아오는 고에너지 방사선에 노출돼 생물이 멸종될 수 있다고 말한다”며 “하지만 자기장 역전은 쌍극자가 역전되는 것인 만큼 비쌍극자 자기장이 여전히 지구를 지켜준다”고 강조했다. 이 교수는 “물론 자기장 세기가 약해져서 고에너지 입자가 다른 때보다 많이 지구로 들어올 수는 있지만 생물 대멸종을 일으킬 수준은 아닐 것”이라고 덧붙였다.

더 무서운 일은 딱딱한 고체인 내핵이 점점 커지면서 외핵을 잡아삼킬 때다. 지금도 조금씩 외핵은 내핵과의 경계 부근을 중심으로 조금씩 냉각돼 굳고 있다는 보고가 나오고 있다. 만약 액체 상태의 외핵이 굳어버리면 지구 자기장은 완전히 사라진다. 이 교수는 “화성의 대기가 희박한 이유로 자기장이 사라졌기 때문”이라며 “엔진은 지구도 자기장이 없어지면서 화성과 같이 매마른 땅이 될 수 있다”고 경고했다. 물론 이런 일은 수천만 년, 어쩌면 수억 년 뒤에 벌어질 수 있으나 지금 당장 걱정할 필요는 없다.