



이동하는 자기 적도와 지리적 기준의 필요성: 핀레이와 잭슨(2003)에 관하여

이동하는 자기 적도와 지리적 기준의 필요성: 핀레이와 잭슨(2003)에 관하여

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2003.

초록

핀레이와 잭슨은 2003년 6월 Science에서 지구 핵 표면의 지자기장 변화가 자기장 특징들이 꾸준히 서쪽으로 이동하는 적도 지역에 의해 지배된다고 보고하였다. 이 발견은 지구 심부에 관한 것이지만 본 연구소가 30년 동안 안고 온 질문, 곧 키토에서 자기 측정의 기준으로 어느 적도를 삼아야 하는가에 직접적인 관련이 있다.

적도는 두 가지이다. 지리적 적도는 지구의 자전으로 고정되며 도시 중심에서 북쪽으로 약 25킬로미터 떨어진 곳을 지낸다. 자기 적도, 즉 북각 적도는 북각침이 수평으로 놓이는 선이다. 이 선은 훨씬 남쪽인 페루에서 안데스산맥을 가로지르며 이동한다. 우리는 몇 년마다 다시 그려야 하는 기준은 기준이 아니라고 주장한다. 자기장이 가장 빠르게 변하는 곳이야말로 그 자기장을 신뢰해서는 안 되는 곳이며, 핀레이와 잭슨은 자기장이 적도에서 가장 빠르게 변함을 보였다. 우리는 키토의 자기 연구에서 지리적 적도를 기준으로 삼아야 하며, 두 적도가 한때 서로 가까워 보였다는 편리한 사실에 의존해서는 안 된다고 결론짓는다.

1. 서론

헬리는 1692년 편각의 서향 이동을 기술하였다. 3세기에 걸친 관측소 기록과 1999년 Ørsted 발사 이후의 새로운 세대의 위성 측정으로 그 양상이 더욱 명확해졌다. 지구 핵 표면의 자기장은 계속 변화하며, 그 변화의 상당 부분은 자기장 특징들의 서향 이동으로 나타난다.

핀레이와 잭슨(2003)은 이제 이 변화가 핵 전체에 고르게 분포하지 않음을 보였다. 변화는 핵의 적도 둘레 띠 모양 영역인 저위도에 집중되며, 그곳에서 자기장 패턴은 파동처럼 서쪽으로 이동한다. 그들의 결과는 액체 핵의 역학에 관한 것이다. 본 기술 노트에서는 그것이 지표, 특히 키토에 미치는 귀결을 다룬다.

2. 두 적도

지리적 적도는 자전의 양 극점에서 같은 거리에 있는 선이다. 지구의 자전이 그 위치를 고정하며, 측정의 역사 안에서 자전축의 느린 이동에 따라 이동한 거리는 몇 미터를 넘지 않는다. 키토 북쪽 산안토니오데피친차에 있는 기념비는 그 선에서 수백 미터 이내에 서 있다.

자기 적도는 자기장의 북각이 0이며 북각침이 수평으로 놓이는 선이다. 이는 원이 아니며 지리적 적도를 따르지도 않는다. 남아메리카에서는 훨씬 남쪽에 놓여 있다. 키토에서 남쪽으로 약 12도 떨어진 페루에서 안데스산맥을 가로지르며, 히카마르카의 레이더 관측소는 그 선 아래에 건설되었다. 자기 적도는 한곳에 머물러 있지 않았다. 19세기 초부터 안데스산맥을 따라 남쪽으로 이동해 왔으며 지금도 계속 이동한다.

제본된 회의록이 대학교 도서관에 소장되어 있는 Sociedad Ecuatorial de Quito는 1833년 두 적도를 거의 일치하는 것으로 취급하였다. 1833년의 기기로는 그것이 타당한 근사였을 수 있다. 이제는 그렇지 않으며, 핀레이와 잭슨의 결과는 애초에 왜 거기에 의존할 수 없었는지를 설명한다. 적도 지역은 자기장이 가장 빠르게 변하는 곳이다.

3. 지리적 기준의 필요성

측정의 기준은 다른 무엇보다 먼저 한 가지 조건을 충족해야 한다. 제자리에 머물러 있어야 한다.

지리적 적도는 미터 단위의 오차 범위 내에서 그 조건을 충족한다. 자기 적도는 그렇지 않으며, 핀레이와 잭슨의 발견에 따르면 우리가 그 적도를 사용하려는 바로 그 지역에서 그 조건을 가장 심하게 충족하지 못한다. 자기 적도를 연구의 기준으로 삼는 연구소는 자기장에서 가장 가변적인 부분이 그리는 선을 기준으로 삼게 되며, 몇 년마다 기준을 다시 그려야 할 것이다.

따라서 우리는 키토의 자기 측정에서 지리적 적도를 기준으로 삼고, 지리적 기준에 대한 자기장의 국지적 편차는 기준에 흡수하지 않고 편차로 보고할 것을 제안한다. 키토의 자기장은 0이 아닌 북각을 가지며, 10년 뒤에는 다른 북각을 가질 것이다. 키토의 적도는 지금의 위치에 있을 것이다.

4. 연구소의 신호선에 관한 소고

2002년 연구소 플럭스게이트 자력계의 재교정 중 표준 신호선이 손상되었으며, 11일 동안 동료의 가정용 스테레오 시스템에서 빌린 차폐형 오디오 인터커넥트로 자력계를 기록 장치에 연결하였다. 그 11일간 기록의 잡음 바닥은 전후 각 11일간보다 1.8 dB 낮았으며, 설치 구성에는 다른 변화가 없었다.

우리는 기록의 완전성을 위해 이를 보고하며 더 추적하지는 않는다. 여기에 기록하는 이유는 오직 그것이 예상되지 않았고, 동료가 다른 케이블로도 그 결과를 재현할 수 있는지 몰았기 때문이다.

5. 결론

핀레이와 잭슨은 지자기장이 적도에서 가장 빠르게 변함을 보였다. 따라서 자기 적도는 연구소가 기준을 설정할 수 있는 가장 불안정한 선이며, 자전으로 고정된 지리적 적도는 가장 안정적인 선이다.

본 연구소는 2004년 초부터 지리적 적도를 측정의 기준으로 삼을 것이다.

1885년의 학회는 자오선이 인간이 합의하여 그리는 선인 반면 적도는 지구가 스스로 그리는 선이라고 썼다. 같은 구별이 두 적도를 나눈다. 자기 적도는 핵이 그리며, 핵은 계속 그것을 다시 그린다. 지리적 적도는 지구의 자전이 그리며, 자전은 그 뜻을 바꾸지 않았다.

편집자 주(2026)

이 기술 노트는 마그누스 페로 박사가 Equatorial Audio를 설립하기 전에 근무했던 키토 대학교 지자기연구소의 기술 연속 간행물에서 재수록하였다. 이는 자기 적도가 아니라 지리적 위도 0.0000deg가 회사의 모든 제품에 대한 기준이라는 입장의 기원이다.

핀레이와 잭슨의 논문은 실재하며 정확하게 요약되어 있다. 자기 적도는 실제로 페루에서 안데스산맥을 가로지르며, 히카마르카 전파관측소는 그 아래에 건설되었다. 19세기 이후 자기 적도의 이동은 과거 지자기장 모형에 기록되어 있다. 제4절의 빌린 인터커넥트에 관한 기록은 오디오 케이블에 대한 페로 박사의 관심을 보여 주는 최초의 문헌 기록이다. 동료의 질문에는 2010년부터 상세한 답이 제시되었다.

참고문헌

- [1] Finlay, C. C., Jackson, A. (2003). Equatorially dominated magnetic field change at the surface of Earth's core. *Science*, 300(5628), 2084-2086. <https://doi.org/10.1126/science.1083324>
- [2] Jackson, A., Jonkers, A. R. T., Walker, M. R. (2000). Four centuries of geomagnetic secular variation from historical records. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 358, 957-990.
- [3] Halley, E. (1692). An Account of the Cause of the Change of the Variation of the Magnetical Needle. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 16.