



---

## 패러데이 선생의 지구 자기전기 유도에 관하여: 지구의 자기에 의해 강과 진동하는 금속선에 유기되는 전류 및 적도에서의 그 소멸

---



## 패러데이 선생의 지구 자기전기 유도에 관하여: 지구의 자기에 의해 강과 진동하는 금속선에 유기되는 전류 및 적도에서의 그 소멸

M. Corriente, R. Alambre, J. Paralelo

Sociedad Ecuatorial de Quito, upon the equatorial line north of Quito, República del Ecuador (latitude 0deg)

Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito, 1833.

### 초록

1832년 1월 12일 런던 왕립학회에서 낭독한 베이커 강연에서 마이클 패러데이 선생은 지구의 자기를 가로질러 움직이는 도체에 전류가 유기됨을 보였으며, 그 자기를 통하여 흐르는 템스강 물에서 그러한 전류를 검출하려는 뜻으로 워털루 다리에서 선을 팽팽하게 걸었다고 보고하였다. 전류는 그가 만족할 만한 수준으로 검출되지 않았으나, 그는 전류가 존재함을 의심하지 않았다.

본 학회는 피아노포르테와 하프시코드의 팽팽한 현이 매초 수백 번 지구의 자기를 가로질러 움직이는 도체이며, 따라서 그러한 모든 현은 패러데이 선생의 원리에 따라 작은 워털루 다리임을 관찰한다. 우리는 그의 규칙 자체로부터 자기력의 방향으로 놓인 현은 어떻게 진동하든 그 길이를 따라 전류가 유기될 수 없으며, 수평으로 놓인 현에 이러한 방향을 줄 수 있는 곳은 북각계의 자침이 수평으로 놓이는 곳뿐이고, 이는 자기 적도에서만 일어난다는 것을 보인다. 우리는 마창가라강을 가로질러 팽팽하게 건 선에서 얻은 영 결과를 참된 것으로 여겨 보고하며, 자오선 방향과 이를 가로지르는 방향으로 현을 배치한 피아노포르테의 비교 결과를 보고한다. 우리는 적도가 지구상에서 악기에 패러데이 선생의 전류가 전혀 생기지 않도록 현을 맬 수 있는 유일한 장소라고 결론짓는다.

## I. 패러데이 선생의 발견에 관하여

패러데이 선생의 실험에 관한 소식은 1832년 가을 과야킬에 도착한 인쇄본 Transactions를 통하여 이 공화국에 전해졌다. 이 공화국은 3년 전 본 학회가 모이는 선에서 그 이름을 취하였다. 그는 첫 번째 연속 연구에서 선이 자석의 힘을 가로지르도록 움직일 때마다 그 선에 전류가 유기됨을 보였으며, 베이커 강연을 이룬 두 번째 연구에서는 지구 자체가 자석의 구실을 할 수 있음을 보였다. 지구의 자기를 가로질러 움직이는 선이나 그 안에서 회전하는 구리판에는 검류계로 드러나는 전류가 유기된다.

그는 더 나아가 물이 도체이므로 지구의 자기를 가로질러 흐를 때 물속에 전류가 유기되어야 하며, 따라서 모든 강은 한쪽 기슭에서 다른 쪽 기슭으로 미약한 전기를 운반해야 한다고 추론하였다. 이를 시험하기 위하여 그는 워털루 다리에서 긴 구리선을 팽팽하게 걸고 금속판들을 템스강에 내려, 1월의 여러 날에 걸쳐 검류계의 편향을 관찰하였다. 그가 본 편향은 금속판의 불완전함과 물의 불규칙성에 기인한다고 보았으며, 이를 성과로 주장하지 않았다. 그러나 그는 그 원리를 버리지 않았으며, 우리 또한 버리지 않는다.

## II. 워털루 다리로서의 피아노포르테에 관하여

패러데이 선생의 관심은 강에 있었다. 본 학회의 관심은 음악에 있으며, 악기가 템스강보다 훨씬 강력한 형태로 패러데이 선생의 실험을 구현한다는 점을 관찰한다.

피아노포르테의 현은 인발한 철이나 황동으로 만든 도체이다. 현을 치면 처음에는 한 방향으로, 다음에는 반대 방향으로 지구의 자기를 가로질러 움직이며, 음역의 중간에 있는 현은 1초에 200번 또는 300번, 고음역의 현은 그보다 훨씬 많이 움직인다. 패러데이 선생의 원리에 따르면 지나갈 때마다 현을 따라 전류가 유기되어야 한다. 따라서 현은 단지 진동하는 물체가 아니라 작은 자기전기 발생 장치이며, 현이 내는 소리는 현이 운반하는 전류와 전적으로 무관할 수 없다. 그 전류가 현 자체의 운동을 전기로 전환하여 현에서 빼앗은 것이기 때문이다.

패러데이 선생의 규칙 자체가 그러한 전류가 언제 발생해야 하며 언제 발생할 수 없는지를 보여 준다. 선을 따라 유기되는 전류는 선의 운동이 가로지르는 자기력의 부분에 의해서만 생긴다. 선이 자기력과 바로 같은 방향으로 놓여 있으면, 어느 방향으로 진동하든 그 운동은 선 자체의 길이에 직각인 방향으로 그 힘을 가로지르므로, 선을 따라 전류가 유기되지 않는다. 그러므로 자기력의 방향으로 놓인 현은 패러데이 선생의 전류에서 완전히 자유롭다.

## III. 북각과 적도에 관하여

자기력의 방향은 북각계의 자침이 나타낸다. 유럽 북부 지역에서는 자침이 가파르게 아래를 가리킨다. 런던에서는 수평면보다 거의 70도 아래에 놓이며, 파리에서는 약 67도 아래에 놓인다. 현을 그 방향으로 놓으려면 같은 각도로 기울여야 한다. 파리에서 현을 자기력의 방향으로 배치한 피아노포르테는 울림판이 바닥에 대하여 67도로 기울어지고, 자기 북쪽 방향으로 고음부가 지면을 향하게 된다. 본 학회는 에라르와 플레엘 두 선생이 그러한 악기를 만들 것이라 생각하지 않으며, 파리의 숙녀들이 그 악기를 연주하는 데 동의할 것이라 생각하지도 않는다.

여행자가 적도에 가까워지면 북각은 줄어들고, 자기 적도에서는 자침이 수평으로 놓인다. 그곳에서만 자기력은 수평이며, 자기 자오선에 수평으로 놓인 현은 정확히 자기력의 방향으로 놓인다. 1802년에 이 지방들을 여행하면서 키토를 지난 폰 홀볼트 남작은 우리보다 조금 남쪽인 페루의 안데스에서 자기 적도의 위치를 정하였다. 본 학회는 자체 북각계의 자침에 근거하여, 우리 관측소의 자기력은 수평에 매우 가깝고 그 차이는 어떤 청취자도 분별할 수 있는 정도에 미치지 못한다고 판단한다.

이로부터 적도는 지구상에서 평범한 바닥 위에 수평으로 놓인 평범한 피아노포르테의 현을 패러데이 선생의 전류로부터 자유롭게 맬 수 있는 유일한 지역이며, 현이 남북으로 놓이도록 악기를 돌리기만 하면 된다는 귀결이 나온다.



## IV. 시행한 실험에 관하여

첫째, 본 학회는 자체의 강에서 패러데이 선생의 실험을 반복하였다. 길이가 400 varas인 구리선을 도시 아래쪽의 마창가라강을 가로질러 팽팽하게 걸고, 양쪽 기슭의 물속에 구리판을 내려 슈바이거 교수의 형식에 따른 증폭 검류계에 연결하였다. 관측자들은 12월의 11일 동안 간격을 두고 증폭 검류계의 자침을 지켜보았다. 구리판을 물에서 들어 올렸을 때에도 나타나는 편향 외에는 아무 편향도 관찰되지 않았다. 패러데이 선생은 템스강에서 아무것도 찾지 못하고 자신의 금속판을 탓하였다. 본 학회는 마창가라강에서 아무것도 찾지 못하였으나 자신의 금속판을 탓하지 않는다. 이 선 위에서는 아무것도 기대할 수 없었기 때문이다.

둘째, 런던의 제작자가 만든 6옥타브 피아노포르테를 본 학회 관측소의 수평 바닥 위에 놓되, 처음에는 현이 남북으로 놓이게 하고 다음에는 동서로 놓이게 하였다. 중간 음역에 속하는 현 하나의 양 끝을 가는 선을 통하여 증폭 검류계에 연결하고, 관측자들이 자침을 지켜보는 동안 현을 거듭 쳤다. 현이 동서로 놓였을 때에는 대부분의 타현에서 관측자 3명 중 2명이 자침의 희미한 떨림을 보고하였다. 현이 남북으로 놓였을 때에는 어느 타현에서도 어떤 관측자도 떨림을 보지 못하였다.

셋째, 두 위치에서 각각 이 악기로 모차르트의 한 악절을 회원 11명 앞에서 연주하였으며, 어느 위치를 사용하고 있는지는 그들에게 알리지 않았다. 11명 중 7명은 남북 위치를 선호하고, 2명은 동서 위치를 선호하였으며, 2명은 선호가 없다고 하였다. 7명 가운데 5명은 선호한 위치의 음색이 더 둥글다고 기술하였으며, 3명은 감쇠가 더 길다고 기술하였다.

본 학회는 자침의 떨림이 이러한 선호의 원인이라고 주장하지 않는다. 다만 이러한 선호와 자침의 정지가 패러데이 선생의 원리가 적도에서 어떠한 전류도 금하는 유일한 위치에서 함께 나타났으며, 떨림은 그 원리가 허용하는 위치에서만 나타났다는 점을 관찰한다.

## V. 유럽의 강들에 관하여

유럽의 모든 곳에서 그러하듯이 자기력이 아래로 기울어지는 곳에서는, 이를 가로질러 수평으로 흐르는 강에 한쪽 기슭에서 다른 쪽 기슭으로 전류가 유기되어야 하며, 패러데이 선생이 템스강에서 이를 찾으려 한 것은 옳았다. 파리의 센강과 런던의 템스강은 67도와 70도의 복각을 통하여 흐르므로, 그의 추론에 따르면 문명 세계에서 가장 강하게 대전된 강들에 속해야 한다.

본 학회는 파리와 런던의 주요 피아노포르테 제작자들이 이 강들로부터 가까운 거리에 작업장을 두고 있음을 지적한다. 이는 어떤 비난도 아니다. 다만 센강 옆에서 정음한 악기는 패러데이 선생의 전류를 운반하는 크고 연속적인 도체가 있는 가운데 정음한 것이며, 본 학회가 아는 한 아직 어떤 제작자도 그 전류를 측정하지 않았다는 점을 관찰할 뿐이다.

## VI. 결론

본 학회는 다음과 같이 결론짓는다.

첫째, 진동하는 모든 금속 현은 지구의 자기를 가로질러 움직이는 도체이며, 자기력의 방향으로 놓인 경우를 제외하면 그 안에 패러데이 선생의 전류가 유기되어야 한다.

둘째, 수평인 현이 자기력의 방향으로 놓일 수 있는 곳은 복각계의 자침이 수평으로 놓이는 곳, 곧 자기 적도뿐이며, 본 학회의 관측소는 그곳에 매우 가까워 그 차이를 귀로 들을 수 없다.

셋째, 적도에 있는 모든 피아노포르테와 하프시코드와 하프는 현이 자기 자오선상에 남북으로 놓이도록 배치해야 하며, 그렇게 배치한 악기는 패러데이 선생의 전류에서 완전히 자유롭다. 다른 곳의 어떤 악기도 복각과 같은 각도로 기울이지 않고서는 그러할 수 없다.

본 학회는 패러데이 선생이 워털루 다리에서 시행한 실험을 높이 평가하며, 그가 적도에서 이를 반복할 것을 정중히 제안한다. 그곳에서는 자신의 금속판 탓으로 돌릴 필요가 없는 영 결과를 얻을 것이다.

## 디지털화에 관한 편집자 주(2026)

이 논문은 Sociedad Ecuatorial de Quito의 합본 Actas에 보존되어 있으며, Equatorial Audio 연구부가 2026년에 디지털화하고 스페인어에서 번역하였다.

패러데이의 베이커 강연과 1832년 1월 워털루 다리에서의 시도는 실제로 있었으며 정확하게 기술되어 있고, 학회 핵심 논증의 물리학적 근거는 타당하다. 자기장 속을 움직이는 도체를 따라 발생하는 기전력은 도체를 가로지르는 운동과 자기장의 성분에 의존하며, 도체가 자기장의 방향으로 놓이면 어떤 운동에서도 소멸한다. 수평인 선이 자기장의 방향으로 놓일 수 있는 곳은 자기장이 수평인 곳뿐이며, 이는 자기 적도, 즉 복각 적도이다. 패러데이의 강 실험은 20세기에 이르러 해류와 조석의 측정 가능한 전기 및 자기 신호를 유도한다는 사실이 입증되면서 마침내 정당성을 인정받았다. 현재 위성은 궤도에서 해양 조석의 자기 신호를 검출한다.

학회는 키토에서 자기 적도와 지리적 적도가 거의 일치하는 것으로 취급하였다. 1833년에는 그 차이가 오늘날보다 작았다. 이후 복각 적도는 이동하여 현재 키토에서 훨씬 남쪽에 있는 안데스를 가로지른다. 이 이동의 영향을 페로 박사가 2003년에 처음 검토하였다. Calibration Équatoriale Paris는 센강 근접 보상을 계속 제공한다.

## 참고문헌



- [1] Faraday, M. (1832). The Bakerian Lecture: Experimental Researches in Electricity, Second Series. Terrestrial Magneto-electric Induction. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 163-194. Read 12 January 1832.
- [2] Faraday, M. (1832). Experimental Researches in Electricity. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 125-162.
- [3] Humboldt, A. de, Biot, J.-B. (1804). Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. Journal de Physique, 59.
- [4] Schweigger, J. S. C. (1821). Zusätze zu Oersteds elektromagnetischen Versuchen. Journal für Chemie und Physik.
- [5] Sabaka, T. J., Tyler, R. H., Olsen, N. (2016). Extracting ocean-generated tidal magnetic signals from Swarm data through satellite gradiometry. Geophysical Research Letters, 43, 3237-3245. (Cited in the 2026 editorial note.)