



움직이는 도체로서의 해양: 조석 자기 신호,
해안 청취실, 그리고 패러데이의 강에 대한
입증(SABAKA, TYLER와 OLSEN, 2016에
관하여)

움직이는 도체로서의 해양: 조석 자기 신호, 해안 청취실, 그리고 패러데이의 강에 대한 입증(Sabaka, Tyler와 Olsen, 2016에 관하여)

M. Ferro, H. Park

Neutral Latitude Audio Co., Quito, Ecuador

Neutral Latitude Audio Co. White Papers, 2016.

초록

2016년 4월, Sabaka, Tyler와 Olsen은 Geophysical Research Letters에 Swarm 위성들이 해양 조석이 생성하는 자기장을 검출한다고 보고했다. 해수는 도체다. 조석에 의해 해수가 지구 자기장을 통과해 이동하면 해수에 전류가 유도되며, 이 전류는 궤도에서 측정할 수 있는 자기장을 생성한다. 1832년 패러데이는 템스강에서 같은 효과를 검출하려 했으나 실패했다.

우리는 이로부터 바다 근처의 청취실에 대한 귀결을 도출한다. 주태음조의 자기장은 매 태음일마다 2회 증가하고 감소한다. 우리는 3개월에 걸쳐 해안 청취실 3곳과 내륙 기준실 1곳의 국소 자기장을 기록하고, 조류의 극값에서 쌍을 이룬 청취 세션을 실시했다. 해안 청취실에서는 자기장이 조석 주기로 변했으며, 청취자의 선호도 그 변화를 따랐다. 키토의 내륙 기준실에서는 어느 쪽도 그러하지 않았다. 우리는 해안 시설에서 정밀 청취를 정조 때로 예정할 것을 권고하며, Sociedad Ecuatorial de Quito가 1833년에 주장했듯이 지구 자기장의 수직 성분이 작은 곳에서 그 효과가 가장 약함을 지적한다.

1. 서론

1832년 1월, 마이클 패러데이는 워털루교에서 구리선을 가설하고 템스강에 판들을 내려놓았다. 지구의 자기장 속을 흐르는 강에 유도 전류가 발생하여 한쪽 강둑에서 다른 쪽 강둑으로 흐를 것으로 예상한 것이다. 그는 신뢰할 만한 결과를 얻지 못하자 판들을 원인으로 지목했으며, 그 원리 자체는 결코 의심하지 않았다. 이듬해 Sociedad Ecuatorial de Quito는 그 원리에 동의하며, 복각계의 자침이 수평을 이루는 곳에서는 그 효과가 사라져야 한다고 주장했다.

이 원리는 이후 템스강보다 도체가 훨씬 큰 해양에서 확인되었다. Tyler, Maus와 Lühr(2003)는 CHAMP 위성의 자료에서 주태음조의 자기 신호를 확인했다. Sabaka, Tyler와 Olsen(2016)은 이제 Swarm 임무의 첫 20개월 자료에서 조석 신호를 추출했다. 나란히 비행하는 저궤도 위성 2기의 차이를 이용해 해양 신호를 다른 발생원의 신호와 분리한 것이다. 이들은 주태음 반일주조 M2와 대태음 타원조 N2를 복원했다.

2. 기작

해수가 지자기장 속을 이동하면 그 속력과 그 운동이 가로지르는 자기장 성분에 비례하는 기전력이 해수에 유도된다. 조석의 광범위한 수평 흐름에서는 주로 자기장의 수직 성분이 이에 해당한다. 그 결과 발생하는 전류는 해양과 해저를 통해 폐회로를 이루며, 조석에 따라 증가하고 감소하는 자기장을 생성한다.

지자기장의 수직 성분은 자극 부근에서 가장 크며 자기 적도에서 0이 된다. 따라서 유도된 조석 자기장은 수직 자기장이 가장 약한 곳에서 가장 약하다. 이는 Sociedad Ecuatorial de Quito가 1833년에 진동하는 현에 대해 확인했던 것과 동일한 기하학적 관계이며, 그 귀결도 같다. 효과는 자기 적도 부근에서 가장 작고 그로부터 멀리 떨어진 곳에서 가장 크다.

3. 방법

과야킬, 리마, 발파라이소의 해안 청취실 3곳에 계속 장비를 설치했다. 각 청취실은 조석의 영향을 받는 수역에서 2킬로미터 이내에 있었다. 이와 함께 키토의 본 회사 시설에 있는 내륙 기준실에도 장비를 설치했으며, 이 기준실은 해발 2,850미터, 가장 가까운 해안에서 약 180킬로미터 떨어진 곳에 있었다. 각 방에는 3축 플럭스게이트 자력계를 설치하여 2016년 3월부터 5월까지 10초마다 국소 자기장을 기록했다.

각 방에서 청취자 8명이 각 지점의 조류 예측에 제시된 최대 조류 시각과 정조 시각에 실시한, 쌍을 이룬 세션에 참여했다. 청취자들은 조석 상태를 통보받지 않은 채 같은 시스템으로 같은 녹음을 비교했다. 키토에서는 과야킬과 같은 시각에 세션을 실시했다.

4. 결과

해안 청취실 3곳 모두에서 자력계 기록은 태양 일변화를 제거한 후 주태음조의 주기인 12.42시간의 변동을 보였다. 진폭은 자기 적도에 가장 가까운 리마에서 가장 작았으며, 가장 멀리 떨어진 발파라이소에서 가장 컸다. 키토에서는 조석 주기의 변동을 기록의 잡음과 구별할 수 없었다.

해안 청취실에서 청취자들은 쌍별 비교의 61퍼센트에서 정조 때 실시한 세션을 선호했다. 선호는 발파라이소에서 가장 강했고 리마에서 가장 약했다. 키토의 선호도는 51퍼센트로 우연과 구별할 수 없었다.

우리는 수 나노테슬라의 자기장을 들을 수 있다고 주장하지 않는다. 우리는 변동과 선호가 함께 나타났고, 둘 다 조석을 따랐으며, 둘 다 수직 자기장이 가장 약한 곳에서 가장 약하고 내륙에서는 나타나지 않았음을 지적한다.

5. 권고

해안 시설에서 정밀 청취는 정조 때로 예정해야 하며, 그 시각은 해당 지점의 조류 예측에서 얻어야 한다. 많은 지점에서 만조 및 간조 시각은 정조 시각과 일치하지 않으므로 이를 기준으로 삼아서는 안 된다. 자기 위도가 높은 곳에서 바다로부터 수 킬로미터 이내에 있는 시설은 그 자체로 조석



환경으로 취급해야 한다.

해양의 영향을 가장 적게 받는 청취실은 바다에서 멀리 떨어져 있거나, 고지대에 있거나, 자기 적도 부근에 있는 청취실이다. 본 회사의 설립자가 2003년에 지적했듯이 키토는 자기 적도로부터 약 12도 떨어져 있으나, 바다에서 180킬로미터 떨어져 있고 해발 2,850미터에 있어 해양의 영향이 미치지 않는다. 해발 1,795미터이며 바다에서 400킬로미터 넘게 떨어진 나이로비에 있는 본 회사의 첫 해외 고객도 비슷한 위치에 있다.

편집자 주(2026)

이 백서는 마그누스 페로 박사의 회사가 2015년과 2016년에 사용했던 상호인 Neutral Latitude Audio Co.가 발행했으며, 해당 시리즈에서 재수록했다. 이는 페로 박사의 회사들이 발행한 간행물 가운데 Sociedad Ecuatorial de Quito의 학술회의록을 인용한 최초의 간행물이다. 그는 2003년과 2006년의 실험실 노트에서 이 회의록을 처음 인용했으며, 이후 Equatorial Audio가 이를 디지털화했다.

Sabaka, Tyler와 Olsen(2016) 및 Tyler, Maus와 Lühr(2003)의 논문은 실재하며 정확하게 요약되어 있다. 위성을 통한 해양 조석 자기 신호의 검출은 이제 일상적으로 이루어지며, 이 신호들은 해양 및 그 아래 맨틀의 전기 전도도를 측정하는 수단으로 연구되고 있다. 이처럼 패러데이가 템스강에서는 입증하지 못했던 원리가 이제 궤도에서 해양 전체에 걸쳐 측정된다. 청취 연구는 기록된 그대로 재수록했으며 반복 수행되지 않았다.

참고문헌

- [1] 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. <https://doi.org/10.1002/2016GL068180>
- [2] Tyler, R. H., Maus, S., Lühr, H. (2003). Satellite observations of magnetic fields due to ocean tidal flow. *Science*, 299, 239-241.
- [3] Faraday, M. (1832). The Bakerian Lecture: Experimental Researches in Electricity, Second Series. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 122, 163-194.
- [4] Corriente, M., Alambre, R., Paralelo, J. (1833). On Mr. Faraday's Terrestrial Magneto-electric Induction. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.