

二つの異なる時間スケールでのグローバル磁場変動の比較

Comparison of the variations of the geomagnetic field at two different time periods

浜野 洋三[1]

Yozo Hamano[1]

[1] 東大・理・地球惑星物理

[1] Dept. Earth & Planetary Physics, Univ. of Tokyo

グローバル磁場変動を最近30年間及び1500年間の2つの異なった時間スケールで解析し、表層でのこれらの磁場変動の様相を比較する。解析の方法は球面調和解析を用い、求められたガウス係数から、コア表面の磁場を計算する。最近30年間の短周期磁場変動の解析は地磁気観測所の年平均値データを用い、78観測点により1972年から1998年の期間について行った。最近1500年間の長期変動の解析は、湖底堆積物、歴史溶岩等の古地磁気測定データを用い、西暦500年から現在までの期間について行った。長期変動では磁場の西方移動として知られた東西方向の変動が卓越するが、短周期の変動では南北方向の移動が卓越する。

コア起源の磁場変動の観測は、コア内の流体運動やコア-マントル境界の状態についての手がかりを与えるものである。しかし、これまで磁場のグローバルスケールの変動が求められているのは、装置観測によるデータが手に入る最近数100年間のみであり、コア起源の磁場変動としてほぼ確立しているのは地磁気西方移動と数10年程度の周期をもつ変動ぐらいである。地磁気西方移動にしても、一周するのに2000年程度の時間を要する変動に対して数100年の観測期間は、移動が定常的なものか過渡的なものであるかは明らかでない。短い周期のコア起源の変動が確立していないのは、この時間スケールでは地球表面で観測する外部起源と内部起源の磁場変動の変動振幅が同程度であり、観測点分布の不均質性のために、内外磁場の分離が十分に行えないためである。長周期の磁場変動の解析には古地磁気データを用いることになり、グローバルな解析を行うにたただけの、同時性が保証された連続磁場変動記録が得られ十分にないことが、長周期磁場変動解析の妨げとなっている。海半球ネットワーク計画では、特に数年程度の短い時間スケールのコア起源の磁場変動を確実に捕捉することを目的として、これまで観測点の少ない太平洋地域の島と海底に地磁気観測点の展開が進められている。

本研究では今後蓄積するであろう海半球地磁気観測データを活用するために、これまで欠けていた、数年スケールの磁場変動と、1000年スケールのコア起源の磁場変動を解析し、その変動の様相を比較する。短周期変動については地磁気観測所の年平均値データを用い、解析方法を工夫することによって、外部起源磁場を分離し、内部磁場変動の短周期成分を抽出する。コア起源の短周期内部磁場変動を確立するためには、特に分離された外部磁場変動の妥当性の吟味が重要となる。一方、より長期のグローバル磁場変動に関しては、湖底堆積物、歴史溶岩、考古地磁気学等の古地磁気測定に基づく磁場変動記録を用いて、グローバルな磁場変動パターンを求めた。

最近30年間の磁場変動

短周期磁場変動の解析には地磁気観測所の年平均値データを用いた。現在は地磁気観測所は世界中で200ヶ所以上が稼働しているが、ほとんどの観測所は北半球中緯度にあり南半球の観測点は少ない。今回の解析期間は、比較的均一な観測点分布が得られる1972年から1998年の期間とし、78観測点を選んで解析を行った。この解析期間では磁場変動成分は内部起源と外部起源の磁場変動が同程度の振幅を持つため、球面調和解析によって、内外磁場の分離を行うことが重要となる。内外磁場の分離はX, Y, Zの磁場三成分の年平均値データを用いて行った。球面調和解析により求められる内部起源及び外部起源のガウス係数の時間変化からコア表面の磁場変動パターンを計算した。球面調和解析の展開次数については3次から8次までの次数で計算を行ったが、6次以上になってもフィットエラーの改善が認められなかったため、6次までの展開係数を最終モデルとして採用した。

この時間スケールの変動では、極近傍の高緯度で顕著に見られる軸対称成分の振動的な変動が最も顕著である。この変動は北極近傍では振幅が100nT程度であるが、南極近傍の変動はその数分の1となっている。変動の位相は自転速度の時間変化とほぼ調和的であり、自転速度変動が磁場変動の原因となると考えられるが、南北半球の非対象性はこれだけでは説明できない。この非対称性の原因としては、コア-マントル境界の電気伝導度の不均質が考えられる。中低緯度での変動としては、赤道付近での磁気異常の目玉の発生と消滅と、磁気異常の南北方向の動きが見られる。この時間スケールの変動の中で特筆すべきなのは、良く知られた地磁気西方移動が見られないことである。

最近1500年間の磁場変動

装置による磁場観測は16世紀以降のことであり、この時期以前のグローバルな磁場変動の解析は行われていない。ここでは湖底堆積物、考古地磁気学試料及び歴史溶岩などの古地磁気測定データを用いて、グローバルな磁場変動パターンの様相を調べた。解析には17地点で得られた連続記録を用い、球面調和解析を行って、グローバ

ルな磁場変動を求めた。観測点数が少ないことから、展開次数は4次までとし、外部起源磁場変動の存在は無視した。古地磁気データは主に偏角と伏角という磁場の方向に関するものであるので、これからガウス係数の相対値の時間変化を求め、グローバルな磁場パターンの変動を計算した。この時間スケールでは、地磁気の西方移動は顕著に見られるが、これまでの数100年の解析では明らかでなかったこととして、西方移動が解析期間(1500年)にわたって定常的に起こっているのではなく、500年程度の周期で移動と停滞を繰り返すという間歇的な動きが見られた。