

マントル電気伝導度に関連した地磁気ジャークの特性パラメータ

Characteristic parameters of geomagnetic jerks related to mantle conductivity

長尾 大道 [1]; 清水 久芳 [2]; 歌田 久司 [2]

Hiromichi Nagao[1]; Hisayoshi Shimizu[2]; Hisashi Utada[2]

[1] JAMSTEC/IFREE; [2] 東大・地震研

[1] JAMSTEC/IFREE; [2] ERI, Univ. of Tokyo

<http://www.jamstec.go.jp/>

1969年、1978年、および1991年に汎地球規模で起こったことが知られている地磁気ジャークは、地上に現れた地磁気現象の中で、最も短い時間スケールを持つコア起源のイベントであると考えられている。ジャークは特に深部マントルの電気伝導度構造の影響を強く受けて地上に現れると考えられ、我々はジャークを詳しく解析することによって、最終的には深部マントルの3次元電気伝導度構造を解明することを目指している。Backus [1983] は、コア - マントル境界 (CMB) から入力されたジャークが、球対称な電気伝導度構造を持つマントルを透過する際に受ける影響について理論的に考察し、マントル電気伝導度を特徴づける代表的なパラメータとして、ジャークの振幅、ジャークが地上に現れるまでの遅延時間 (delay time)、およびジャークの急峻さを示す緩和時間 (smoothing time) を球面調和関数の各次数ごとに導いた。ただし、実際の地磁気データから求められるものは、これらの特性パラメータを次数間で重ね合わせた見掛けの量であり、各次数ごとにパラメータを直接決定することは難しい。3次元マントル電気伝導度構造を推定するためには、CMBにおけるジャークに対応する磁場分布およびマントル電気伝導度構造を仮定し、ジャークが地上にどのように現れるかについての forward modeling を行なって、実際のデータ解析から求められた見掛けの特性パラメータの空間分布との比較が必要となる。

我々は、地磁気時系列データから特性パラメータを決定するために、カルマンフィルタを用いたジャーク解析ツールの開発を行なっている。これを地磁気時系列データに適用すれば、年周変動成分や太陽の11年周期変動成分の分離を行ないながら、上記の見掛けパラメータを自動的かつ客観的に求めることが可能である。本ツールのベースは Nagao et al. [2003] が開発したものであるが、Nagao et al. ではモデルパラメータ数をなるべく抑えるために、緩和時間内における磁場変動をわずか1個のシステムノイズ成分によって簡潔に表現していた。この場合、求めた緩和時間はジャークの急峻さの目安にはなるが、マントル電気伝導度と具体的にどのように結びついているかを解釈することが難しかった。そこで今回は、Backus の理論に合うように緩和時間内の磁場変動を2次スプライン関数と Gauss 関数の畳み込み積分で表現し、求めた緩和時間からマントル電気伝導度についての物理的解釈が容易になるように、解析ツールを改良した。また、最適化されたパラメータ値の誤差を Jackknife 法によって求められる機能も付加した。改良されたツールを各地磁気観測所で得られた地磁気東向き成分の月平均値に適用し、1969年および1978年のジャークの特性パラメータの空間分布を求めたところ、南アフリカにおいては他の地域よりも常にジャークが3年程度遅れて現れることはこれまでも指摘されていたが、このことが統計的に有意であることを確認することができた。また、1969年、1978年のジャークのいずれについても、振幅の空間分布は球面調和関数の (2, 2) 成分が卓越していることを確認した。この空間分布は、マントルの電気伝導度構造を反映している可能性がある。

今後は、地磁気データの他の成分についても同様の解析を行なうほか、コア起源のジャークについて forward modeling を実行し、実際の地磁気データから求められた特性パラメータと比較しながら、マントル電気伝導度モデルを構築することを目指す。本講演においては、forward modeling との比較についての初期結果も示す予定である。