

## 柿岡・鹿屋・女満別の超広帯域 MT レスポンスについて

藤井郁子（気象大学校）、大川隆志、長町信吾、大和田毅（気象庁地磁気観測所）

### Wide Range MT Response at Kakioka, Kanoya and Memambetsu

Ikuko Fujii (Meteorological College, JMA), Takashi Ookawa, Shingo Nagamachi, and Takeshi Owada (Kakioka Magnetic Observatory, JMA)

#### 要旨

気象庁地磁気観測所では、柿岡、鹿屋、女満別の3地点で50年以上にわたって地電位差連続観測を行っている。このうち、2000年1月～2011年2月の約11年間の地電位差データを用いて、超広帯域のMT応答関数を計算する試みを報告する。

3地点ともに、周期 $10^5$ 秒以下では地電位差は同地点の地磁気データと高い相関を示しており、磁気圏・電離圏の地磁気変動によって誘導されたものと考えられる。周期 $10^5$ 秒以上では、観測システムの不安定さに起因すると見られるトレンド変化が顕著となる。

MT応答関数の計算においては、周期 $10^4$ 秒以下では、観測された0.1秒値、1秒値、1分値をBIRRP(Chave and Thomson, 2004)で解析した。周期6秒～ $10^4$ 秒で、観測システム応答などの影響を除いたMT応答関数を得ることができた。

周期 $10^4$ 秒以上では、MT応答関数の計算より先に、Sq・潮汐とトレンドを除去する必要があったので、Fujii and Kanda (2008)のカルマンフィルター手法を改良し、階段状変化やパルス状変化などの異常値に対応できるようにした。改良カルマンフィルターにより、柿岡・女満別の地電位差1時間値のトレンドを見積もったところ、周期2日以上の変化の大部分がトレンドとみなされ、地電位差1時間値からトレンドを除去したものと地磁気の相関は周期10日以上まで0.8～0.9に回復した。鹿屋については、まだトレンドを計算していない。トレンド除去済みの地電位差1時間値に対し、Sqの8次までの高調波と主要海洋潮汐成分を正弦波近似して見積もり、地電位差から除去した。Sqとトレンドを除去した地電位差に対し、BIRRPを用いてMT応答関数を計算したところ、柿岡・女満別ともに周期約 $10^7$ 秒までの値が得られた。しかし、最長周期帯では位相に急激な変化が見られるなど理解しづらい挙動があるため、今のところ信頼できるのは周期 $10^6$ 秒程度までと思われる。異常なMT応答関数が得られたのは、トレンドの見積もりにおいて小振幅の階段状変化が見逃されるなど、異常値の影響が残っているためではないかと考えている。

現時点でもかなり広帯域のMT応答関数が得られており、逆FFTして時間領域での地磁気変化に対するフィルター化を行えば、観測地点に誘導される地電場の見積もりに利用できる。しかし、地磁気誘導電流(Geomagnetically Induced Current, GIC)の見積もりに利用するためには、送電線の長さスケール(～数十km)の代表的な地電場が必要であり、局所的な構造等の影響によるdistortionを見積もってMT応答関数から除去する必要がある。

柿岡・女満別・鹿屋のMT応答関数の場合、周辺に他の観測点がなく、地域の代表的な構造が2次元あるいは1次元であることも保証できないので、通常のdistortionの見積もり手法の適用は難しい。ここでは、東向き電場のdistortionの大きさの概算にとどめることとし、周期 $10^5$ 秒以上の

MT 応答関数が得られた柿岡と女満別について、同地点の C 応答関数 (Fujii and Schultz, 2002) と比較した。柿岡と女満別の C 応答関数は周期 5~100 日で得られており、赤道環電流ソースと 1 次元成層構造の仮定下では MT 応答関数の  $Z_{yx}$  に相当する (例えば、Schultz and Larsen, 1987)。我々が計算した MT 応答関数は地理座標、C 応答関数は地磁気座標を用いているため、C 応答関数を観測点の偏角だけ回転し地理座標上の値にして、MT 応答関数と比較した。その結果、柿岡の東向き電場は約 10 倍に増幅されていることが示唆された。柿岡の東向き電場における非常に大きな distortion は、先行研究 (例えば、柳原&横内、1965) とも大きくは矛盾しない。柿岡の東向き電場を約 10 分の 1 の大きさにすると、MT 応答関数 4 成分の大きさはほぼ  $10\Omega_m$  のオーダーになる。一方、女満別の  $Z_{yx}$  と C 応答関数はほぼ重なっており、女満別の東向き電場は distortion によって増幅されていないことが示唆された。しかしながら、女満別の場合は北向き電場の振幅が大きく、北向き電場の distortion の見積もりが必要であることが強く示唆されている。

#### 参考文献

Chave A D, Thomson D J (2004) Bounded influence magnetotelluric response function estimation. *Geophys J Inter* 157(3):988-1006

Fujii I, Kanda W (2008) New Procedures to Decompose Geomagnetic Field Variations and Application to Volcanic Activities. *Geophys J Inter* 175:400-414. doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03870.x

Fujii I, Schultz A (2002) The three-dimensional electromagnetic response of the Earth to ring current and auroral oval excitation. *Geophys J Inter* 151:689-709

Schultz A, Larsen J C (1987) On the electrical conductivity of the mid-mantle – I. Calculation of equivalent scalar magnetotelluric response functions. *Geophys. J. R. astr. Soc.* 88:733-761

柳原一夫, 横内恒雄 (1965) 地電流の地方異常と大地比抵抗. *地磁気観測所要報* 12(1):105-113