

非一様薄層導体近似を用いた九州西方異常のG A インバージョン

Genetic algorithm inversion of induction vectors observed around the Kyushu island using non-uniform thin sheet approximation

藤 浩明[1], 本間 佐和子[2], 藤原 智[3], 半田 駿[4], 茂木 透[5]

Hiroaki Toh[1], Sawako Homma[2], Satoshi Fujiwara[3], Shun Handa[4], Toru Mogi[5]

[1] 富山大・理, [2] 富山大・理工学・地球, [3] 文部科学省研究開発局, [4] 佐賀大・農, [5] 北大・理・地震火山センター

[1] Dept Earth Sciences, Toyama Univ, [2] Earth Sci., Toyama Univ., [3] MEXT, [4] Agricult. Sci., Saga Univ, [5] ISV, Hokkaido Univ.

<http://www.toyama-u.ac.jp/~toh>

地磁気の短周期時間変化異常を表すインダクション・ベクトルは、離島効果や海岸線効果に代表される海陸分布の影響を強く受ける事が知られている。しかし、周期数十分から数時間の帯域では、非一様薄層導体で海陸分布を非常に良く近似できる(Sasai, 1969)。この事を利用して本研究では、非一様薄層導体近似に遺伝的アルゴリズムを応用したインバージョン法により、西南日本に卓越するインダクション・ベクトルの西向き異常を説明する薄層内コンダクタンス分布を求めたので、それを報告する。

Fujiwara and Toh (1996)による日本全国の100点に及ぶ一等磁気点でのインダクション・ベクトルの分布から、既知の水深データから予測される地形効果を差し引くと、残差ベクトルの振幅が大きく残る地域が3つある事が分かった。北から、北海道周辺、中部日本から伊豆小笠原弧北部、九州及び中国地方西部、がそれである。北海道周辺の異常には石狩平野の伝導異常(Nishida, 1976)と東北日本異常が含まれており、2番目の異常からは、古くから知られている中部日本異常(力武他, 1953)が伊豆小笠原弧北部にまで伸びている事が示唆される。3つ目の異常域をここでは九州西方異常と呼ぶ事にし、この異常と九州背弧に存在するとされるマントル上昇流(瀬野, 1999)との関係を明らかにする事を本研究の目的とした。

瀬野(1999)によれば、九州付近の広域応力場は東北日本や西南日本のそれとは異なりスラブ応力がdown dip tensionであるにも関わらず背弧側で伸張となっている。これを説明するため瀬野は、九州の乗る上盤側プレート下部に西北西から東南東に向かうマントル流を仮定し、この水平流は東シナ海に存在するマントル上昇流によって作られたとした。また、Shimoizumi et al. (1997)による九州地方のインダクション・ベクトルの2次元構造解析結果から、このマントル上昇流に対応すると考えられる高電気伝導度異常が九州西方沖に存在する事が明らかになり、この異常域はSadeghi et al. (2000)による地震波速度トモグラフィでもP波の低速度異常として確認されている。本研究では、九州西方異常の3次元的空间分布と周期依存性を説明するコンダクタンス・マップが得られれば、マントル上昇流の水平分布が見積もれるのではないかと考え、非一様薄層導体近似を用いたジェネティック・アルゴリズム・インバージョンを行った。

遺伝的アルゴリズムは、インバージョンで最小化しようとするオブジェクト関数のモデルパラメータ空間内における勾配情報を使用しないインバージョン法、すなわち、極小値に停留しないグローバル・インバージョン、の1つに分類され、モンテカルロ法その他の同種のグローバル・インバージョン法と比べ最適モデルの探知能力が高い事で知られている(Sambridge and Drijkoningen, 1992)。本研究では、McKirby et al. (1985)による非一様薄層導体近似を用いたbimodalな電磁誘導計算法をフォワードモデルとして使用し、薄層内のコンダクタンス分布をモデルパラメータとしてインバージョンを行った。表層から深さ10km迄の構造を薄層で近似し、東経115~135度、北緯21.5~41.5度の範囲を41x41メッシュでグリッド化した。モデルの水平分解能は約50kmである。グリッド内の観測点は44点、各観測点には実部ベクトル・虚部ベクトルの計4成分があるのでデータの自由度は1周期当たり176である。データの自由度に合わせ、九州西方海域の100セルを選び、このうち陸地を除く90セルを可変とした。

図1に結果の1例を示す。使用した周期は64分である。この図には、水深に加えてどれだけ余剰なコンダクタンスをどこに与えれば観測値が説明できるか、が示されている。図2上段に地形効果だけを差し引いた残差ベクトルを、下段には地形に加えて図1のコンダクタンス異常から計算される地磁気誘導効果を差し引いた残差ベクトルを、各々示す。図1のコンダクタンス異常を上乗せする事によって、残差をほぼ消せる事が分かる。図1に示したモデルから、九州西方のマントル上昇流は九州のすぐ西から済州島にかけ広範囲に分布しているが対馬海峡をその北限とする事や、上昇流が一固まりになっているのではなく幾つかに分かれている、すなわち、上昇流は細かい内部構造を持つ事等が明らかになった。

本研究により、九州西方異常を説明するコンダクタンスモデルを得る事ができた。地震波トモグラフィにおけるチェッカーボードテストに対応する解像度検定法の確立や、残る北海道周辺と中部日本の二大異常への応用、が今後の課題として挙げられる。

Conductance map [gene 112]

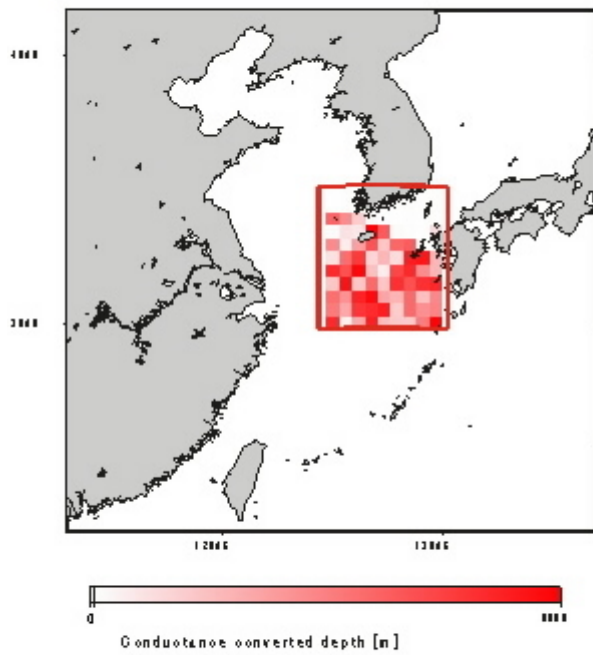


Fig.1 Final conductance map.

Difference Induction Vector (64min)

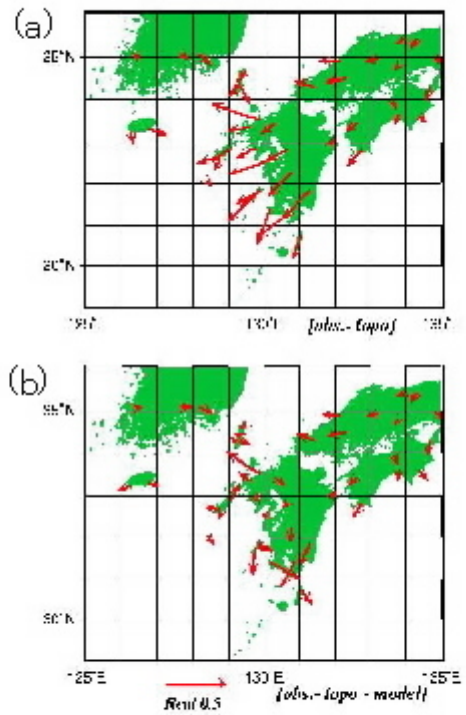


Fig.2 (a) Observed vectors.
(b) Final residuals.

* topographic effects are subtracted from both models