

東北地方の虚部インダクションベクトルの因果律の検証と海底地形及び海岸線効果の影響について

#市來 雅啓¹⁾, 海田 俊輝²⁾, 小川 康雄³⁾, 臼井 嘉哉⁴⁾

(¹⁾ 東北大院理, (²⁾ 東北大院・理, (³⁾ 東工大・火山流体, (⁴⁾ 東大地震研

Quadrature phase induction vector in NE Japan: Consistency of causality, and contribution of coastline and oceanic effects

#Masahiro Ichiki¹⁾, Toshiki Kaida²⁾, Yasuo Ogawa³⁾, Yoshiya Usui⁴⁾

(¹⁾ Grad. School of Sci, Tohoku Univ., (²⁾ Grad. Sci., Tohoku Univ., (³⁾ VFRC, Titech, (⁴⁾ ERI,

Quadrature phase induction vector (QIV) observed on island is likely less affected by the induction of sea water, and directly indicate a resistivity characteristic in the earth. Assuming the nature, we hypothesized that there would be a conductor in the deep crust or uppermost mantle beneath north of Tsugaru Strait, NE Japan on the basis of the observed QIVs in the period range of 20 to 10000 s (Ichiki et al., 2021 SGEPPSS Fall Meeting). On the process of elimination, we simulated QIVs of NE Japan using models composed of uniform-earth and sea water distribution. In this study, we show that QIVs of NE Japan calculated from models with realistic coastline and ocean bathymetry using three-dimensional finite element modeling with tetrahedral elements (Usui, 2015 GJI), and that the coastline and oceanic (bathymetric) effects cannot explain the observed QIVs. We also test quality of the observed QIVs using causality relation between in and quadrature phase geomagnetic transfer functions (Fischer and Schnegg, 1980 Geophys. J. Roy. astr. Soc.; Marchello et al., 2005 GJI).

In the calculation of causality relation, we used the formulation in terms of logarithmic period by Fischer and Schnegg (1980). Marchello et al. (2005) recommended the formulation of 0th order differentiation in terms of logarithmic angular frequency to diminish calculation error. We used both 0th and first-order differentiation formulae, and confirmed that the first-order formula yielded bias errors in the calculated QIVs. The observed QIVs are consistent with those calculated from the 0th order differentiation formula, and are of good quality.

In the QIVs simulation of coastline and oceanic effects, we fixed the horizontal center of model domain in Mutsu Bay and constrained the tetrahedral element edge length to be less than 5 km within 100 km of the center. We used coastline data of GSHHS Fine (Bessel & Smith, 1996 JGR). As a result, the QIVs simulated from the coastline effect do not differ considerably from those calculated from a simple island model. On the other hand, the oceanic effect makes QIV amplitudes in Iwate prefecture diminished. However, neither coastline nor oceanic effects explain the observed QIV attitudes.

日本列島やブリテン島などの島嶼陸上で観測される虚部のインダクションベクトル (Quadrature phase Induction Vector; QIV) は海水の影響が小さく地球内部の構造を反映するという仮定の下, 東北地方の周期 20~10000 秒の QIV の傾向から津軽海峡を含む北側の地殻深部からマントル最上部に高伝導体があるのではないかと仮説を我々は立てた (市來 他, 2021 SGEPPSS 秋季講演会). その上で海水の分布で QIV の傾向が説明できないことを示す為, 簡単な離島モデルでの QIV を 3 次元差分法モデリング (Siripunvaraporn & Egbert, 2009) で計算した. 本発表は, 4 面体要素 3 次元有限要素法モデリング (Usui, 2015) を用いて, 海底深度を一定にして現実の海岸線に近い分布をモデルに組み込んだ場合 (海岸線効果) の QIV の振る舞いと海岸線に海底地形もモデルに組み込んだ場合 (海洋効果) の QIV の振る舞いをシミュレーションにより計算し, それらの影響の度合いと観測された QIV の傾向が海岸線効果や海洋効果で説明できないことを示す. また観測で得られている QIV の信頼性を確認する為, 実部と虚部の地磁気変換関数の因果律 (Fischer and Schnegg, 1980; Marchello et al., 2005) に基づいて実部の地磁気変換関数から虚部の地磁気変換関数を計算し, 観測された虚部の地磁気変換関数と比較した.

因果律の計算では, Fischer and Schnegg (1980) の対数周期を変数とした定式化を用いた. Marchello et al. (2005) は, 実部の地磁気変換関数の対数周波数に対する 0 階微分の計算式を推奨した. 我々は対数周期に対する 0 階微分の計算式と 1 階微分の計算式それぞれを用いて計算し, 1 階微分の計算式では計算される虚部の地磁気変換関数が観測値に比べるとバイアスエラーを持つことを確認し, Marchello et al. (2005) の示唆を確認した. 因果律の 0 階微分の式によって計算した虚部の地磁気変換関数は, 東北地方のほぼすべての観測点で観測値と概ね一致しており, QIV の信頼性を確認した.

4 面体要素 3 次元有限要素法による海岸線効果と海洋効果のシミュレーションでは, 陸奥湾を中心にして半径 100 km の領域は 4 面体要素 1 辺の長さが 5 km 以下に設定した. 海岸線データは GSHHS Fine (Bessel & Smith, 1996) を用いた. 計算の結果, 海岸線は余り大きな効果が無く, 市來他 (2021) の単純な離島モデルと類似の結果が得られた. 一方海洋効果については, 日本海溝の影響で岩手県内の QIV は単純な離島モデルと比較すると著しく振幅が小さくなることが分かった. しかしながら海岸線効果, 海洋効果を取り入れた何れのモデルでも, 観測した QIV とは大きく異なることが分かった.