

観測値と理論値の比較により推定される東海地方の地殻の応力磁化係数

山崎 健一 [1]; 上嶋 誠 [2]; 小河 勉 [2]; 小山 茂 [3]
[1] 東大・地震研; [2] 東大・地震研; [3] 東大・地震研

In situ stress sensitivity of the piezomagnetic effect estimated by a comparison between observation and simulation

Ken'ichi Yamazaki[1]; Makoto Uyeshima[2]; Tsutomu Ogawa[2]; Shigeru Koyama[3]
[1] ERI, Univ. of Tokyo; [2] ERI, Univ. Tokyo; [3] ERI, Tokyo Univ.

The stress changes within the Earth's crust accompany the magnetization changes of the ferromagnetic minerals via the mechanism of the piezomagnetic effect, which yield changes in the geomagnetic field on the ground surface. However, whether or not they can be detected by observations is not clear because it relies on the stress sensitivity, which is the proportional coefficient between applied stress and magnetization changes. It is thought that the stress sensitivity is not a constant but it depends on components and size of the minerals. The objective of the present study is to estimate in-situ stress sensitivity of the crust in the Tokai area.

In case that a certain distribution of stress change is given, the spatial pattern of changes in the geomagnetic field due to the piezomagnetic effect can be calculated. In such a case, therefore, we can estimate the stress sensitivity by comparing the theoretical and observed values. If they correlated each other, the stress sensitivity is given as the proportional coefficient. If not, on the other hand, we can obtain the upper limit of the stress sensitivity depending on the accuracy of the data. In the present study, we have conducted the comparison at four geomagnetic observation sites in the Tokai area.

Tokai area is located near the plate boundary where the Philippine Sea Plate is subducting beneath the Eurasian Plate. Usually, the subduction causes a continuous stress accumulation. During the period from 2000 through 2005, however, some of the stress had been released through an aseismic slip on the plate boundary, the Tokai Slow Slip Event(SSE). We have conducted the comparison between theoretical and observational geomagnetic variations in two periods with and without the SSE. By using the data from these two different phases, we can expect that the reliability of the result increases.

In calculation of the theoretical values, we have used the back-slip estimation based on the GPS data given by Ohta et al.(2004) and analytical expression of the piezomagnetic field due to inclined rectangular fault given by Utsugi et al.(2000). On the other hand, we have used night-time means of the geomagnetic field intensity records as observed values. In order to remove the effect of the main field variation and to extract the local features which are originated from the crust, correction by using the regional geomagnetic reference field which represents the spatial gradient of the secular changes in the geomagnetic field variation has been applied to the data.

The comparison between the theoretical and the observed values exhibits a good correlation, which suggests that the piezomagnetic field is a main cause of the local features in the geomagnetic secular changes in the Tokai area. By the proportional coefficients, in-situ stress sensitivity is estimated to be approximately $8.0 \times 10^{-8} \text{Pa}^{-1}$, which is larger than those obtained by the earlier studies at other areas (e.g., Nishida et al., 2004). This result implies that the magnetic observation can be one of the effective ways to monitor stress changes in the Tokai area.

磁化をもった岩石に作用する応力が変化すると、ピエゾ磁気効果によって磁化も変化する。その結果、地殻内部の応力変化は地表にも地磁気変化を生じる。だが、実際に地表で地磁気観測による応力直接観測が可能か否かは、応力変化と磁化係数の比例定数(応力磁化係数)の値に依存する。応力磁化係数は、岩石の種類・サイズ等に依存すると考えられるが、明らかではない。そこで、東海地域における応力磁化係数を見積もることが本研究の目的である。

応力磁化係数を見積もるには、別の方法によって応力分布がある程度わかった状況において、観測値と理論値を比較すればよい。もし両者に相関が認められれば、その比例係数から応力磁化係数が推定できる。また、もし相関が認められなければ、観測精度の範囲内で応力磁化係数の上限を与えることができる。本研究では、東海地域の4観測点を対象として、応力磁化係数決定のための観測値と理論値の比較を行った。

東海地域では、フィリピン海プレートの沈み込みにより応力蓄積が進行していると考えられるが、2000年から2005年にかけて、プレート境界でのスロースリップによって、応力の一部が解放されたと考えられる。理論値と観測値の比較は、これら二つの期間のそれぞれについて行った。応力変化の傾向が異なる二つの期間を用いることにより、比較すべきデータ数が増えるので、信頼度を高めることができる。

理論値の算出は、GPSデータを用いて推定された沈み込み及びスロースリップそれぞれに対するバックスリップ分布(Ohta et al., 2004)を、傾斜矩形断層の変位にともなうピエゾ磁場の理論式(Utsugi et al., 2000)にあてはめることで行った。一方、観測値として、各観測点における地磁気全磁力連続観測記録の日ごとの夜間平均値を用いた。ここには主磁場変動の影響が含まれているため、主磁場変動の緯度・経度依存性を考慮した補正を施すことにより、地殻周辺に起因すると考えられる局所的な変化のみを抽出した。

比較の結果、理論値と観測値の間には高い相関が認められた。このことから、東海地域の局所的な地磁気変化の原因が、応力の蓄積・解放にともなうピエゾ磁気効果であることが推定される。また、理論値と観測値の比例係数から、この地域における応力磁化係数の値は $8 \times 10^{-8} \text{Pa}^{-1}$ 程度と見積もられる。これは、他地域を対象とした先行研究(e.g., Nishida et al., 2004)と比較して大きな値であり、東海地域における応力変化監視を目的とした地磁気観測の有効性を示す結果である。