

宮城県北部地震活動域における磁気探査

大谷冬彦・本蔵義守

東京工業大学理学部地球惑星科学科

Magnetic Survey in a Seismically Active Area in Northern Miyagi Prefecture

Fuyuhiko OHTANI and Yoshimori HONKURA

Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

We made a survey of the geomagnetic total intensity with a proton precession magnetometer in order to examine whether an anomalous structure can be found in a seismic area in northern Miyagi Prefecture. We first reduced the effect of geomagnetic variation of external origin, such as daily variation, using the data at the Mizusawa Observatory, and constructed a contour map. It appears that the distribution of the total intensity is somewhat indicative of a fault-like structure with which seismic activity is probably associated. In fact, a preliminary analysis indicates that a northwestward dipping dike model can account for the anomalous feature of the total intensity distribution, and such a dike-like structure agrees well with a focal plane inferred from the distribution of small earthquakes.

1. はじめに

日本列島には多くの活断層が認められ、とくに最近盛んになってきたトレンチ調査により、特定の活断層における地震歴が明らかになりつつある。他方、地震が必ずしも活断層沿いに起こるとは限らないこともよく指摘される場所である。後者の場合、何らかの理由により地表では活断層が認められないものの、深部には活断層が存在することが多い。いわゆる潜在断層である。このような潜在断層は地震対策上重要であるにもかかわらず、その調査は容易ではない。

最近の新しい知見として、活断層に沿って発達する磁気異常が注目され始めている (e.g. Honkura *et al.*, 1985; Işikara *et al.*, 1985; Tunçer *et al.*, 1991; Okubo *et al.*, 1993; Honkura *et al.*, 1994)。こうした磁気異常研究の応用として、厚い堆積層などに覆われていて地表にはその特徴がまったく見えないいわゆる潜在活断層の検出が考えられる。ところが、磁気異常の原因にもいろいろあり、活断層との対応が明瞭でない場合も多い。

そこで、地震のデータから推定される潜在活断層に対応する磁気異常が観測されるかどうかについて検討してみる。実は、宮城県北部に地震活動が活発なところがあり、震源分布から潜在断層の存在が推定されている (河野・他, 1993)。表層は堆積層に覆われているため、地形的には断層の存在を示唆するものは認められていない。

Fig. 1 に宮城県北部の地震活動域を示す。この辺りでは、1900 年に M7.0 の地震、1962 年には M6.5 の地震が発生している。Fig. 2 に東北大学の臨時地震観測によって

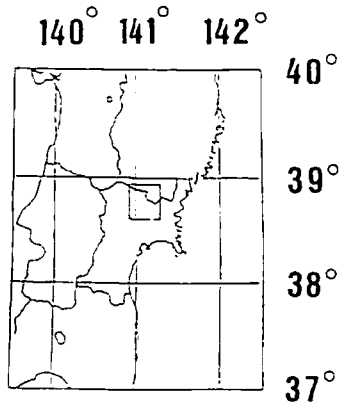


Fig. 1. Area of high seismicity, indicated by a square, in northern Miyagi Prefecture.

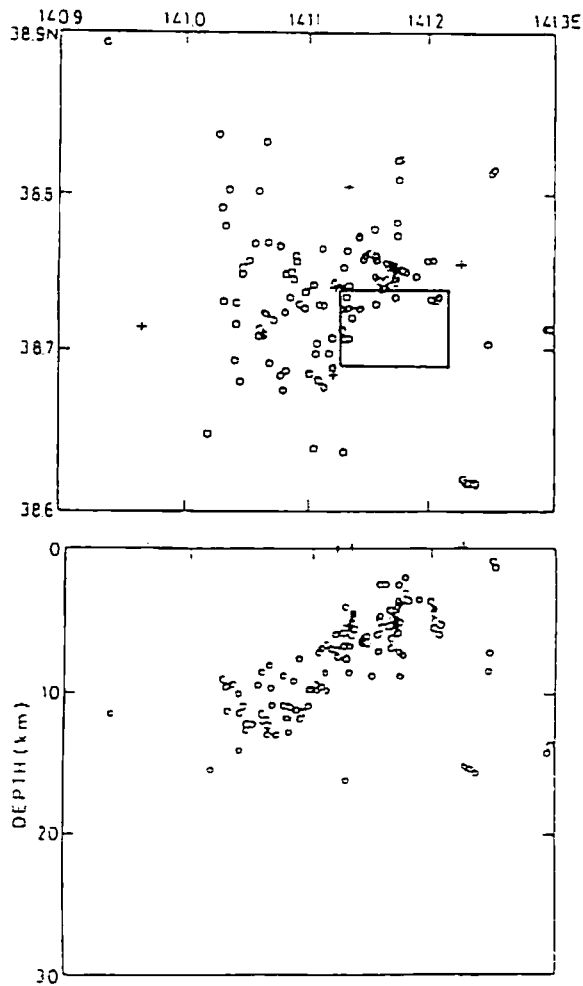


Fig. 2. Epicentral distribution (up) and an east-west cross section of hypocenters (down).

きめられた震央の分布と震源の東西断面が示されている（河野・他，1993）。この東西断面から，西上がりの逆断層の存在が予想される。そうした目で見ると，震央分布も北東-南西方向に延びる断層の存在を示しているように見える。そこで，これらのデータを参考に，潜在断層の延長が地表と交わるであろうと思われる領域で地表磁気測量を行った (Fig. 2)。

2. 磁気測量の概要

Fig. 3 に測点の分布を示す。合計約 600 点ある。この地域は地形的にはほとんど平で，多くは田圃となっている。測線が途切れ途切れとなっているのは，人家や道路など人工擾乱物を避けるためである。地表測量とはいえ，磁場計測の条件はさほど悪くはなく，信頼できるデータが得られている。

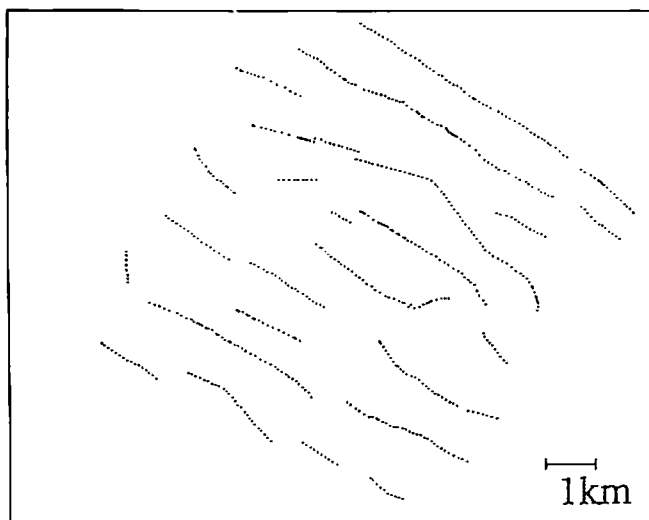


Fig. 3. Distribution of points of total intensity measurement.

Fig. 4 は全磁力のコンター図である。ただし，日変化等の補正を行うために国土地理院水沢観測所との差をとっており，したがってコンターの値は水沢観測所に対する相対的な全磁力値である。観測域の北東部に小規模ながらも強い磁気異常が見られるが，これは近くにある安山岩体によるものである。これらを除くと全般に磁気異常は弱いことがわかる。この図において，弱いながらも南西から北東に延びる正の異常が見られそうである。全磁力のコンター図と震源分布図を比較すると，この正の異常帯が浅い地震の分布とよく一致していることがわかる。

全国磁気図 (e.g. Honkura *et al.*, 1991) を見ると，この付近には南北方向の磁気トレンドが見られるので，よりローカルな磁気異常を抽出するために，そのような南北方向のトレンドを取り去った後の全磁力分布を作成し，Fig. 5 に示した。予想通り正の帯状磁気異常がよりはっきり見られる。

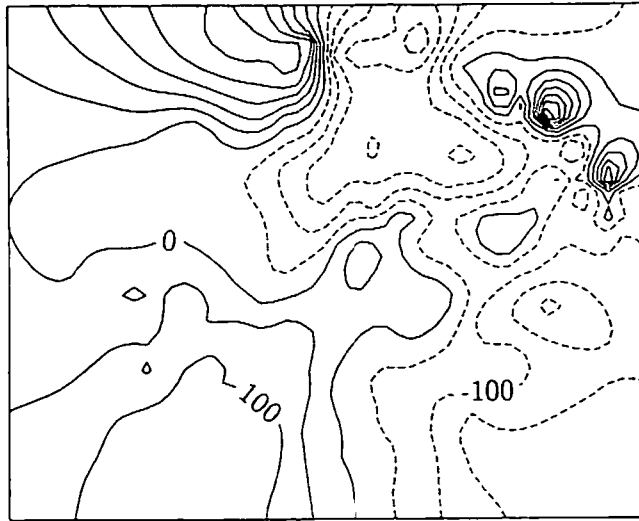


Fig. 4. Contour map of the total intensity relative to the Mizusawa Observatory. The contour interval is 50 nT.

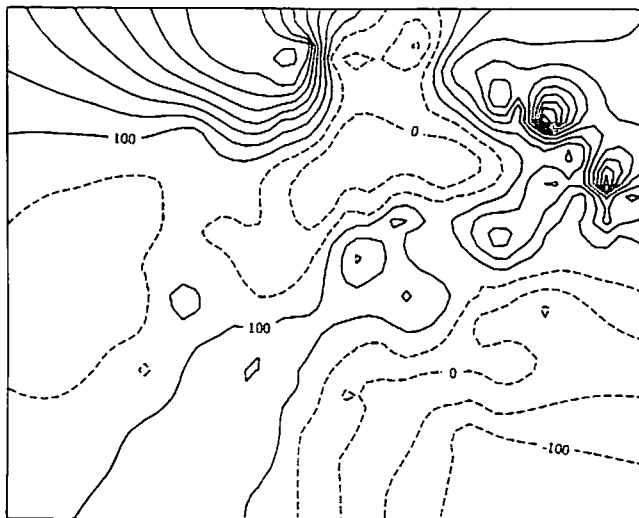


Fig. 5. Contour map after the north-south linear trend is removed. The contour interval is 50 nT.

3. 磁気異常の解釈

ここではダイクモデルを用いた解釈を試みる。まず、Fig. 6 に示すように、正の磁気異常が延びる北東-南西方向に直行するよういくつかの測線を想定し、インバージョンによってダイクモデルのパラメータを求めた。現実には2次元構造ではないので、測線毎に多少異なる結果が得られる。ここではこれらの結果をまとめたいわば平均的な構造のみを示す。

Fig. 7 が平均的2次元構造モデルである。このダイク構造のどちらかの面が断層面

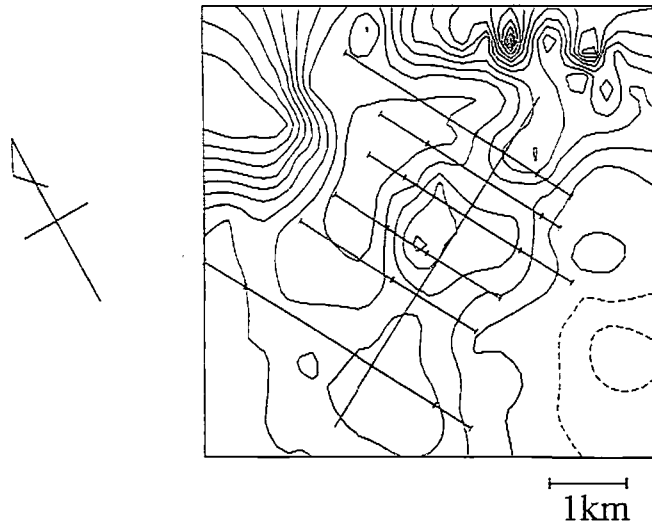


Fig. 6. Profiles to which a two-dimensional dike model is applied.

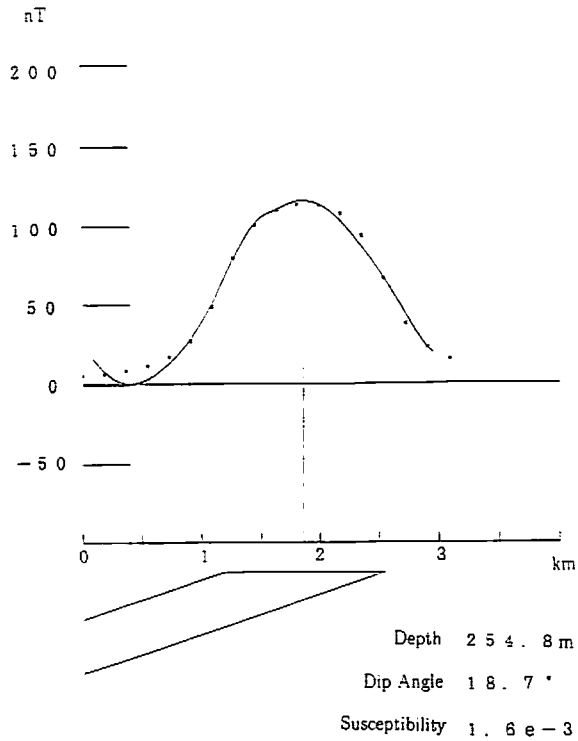


Fig. 7. The distribution of the total intensity averaged for six profiles shown in Fig. 6 and a dike model derived from the data. The dots indicate the observed data and the curve shows the total intensity calculated from the model.

と一致すると考えれば、断層面は北西方向に傾斜していることがわかる。東北地方の応力場からすれば、おそらく逆断層であろう。現に、1962年の地震(M6.5)は逆断層であり、震源メカニズムはこの2次元構造モデルとよく一致する(河野・他, 1993)。

4. おわりに

今回は2次元ダイクモデルを用いてデータの解釈を試みたが、磁気基盤の起伏という観点からのデータ解釈も可能である。この場合、3次元プリズムモデルが適用でき、例えば ABIC 最小化という基準によるインバージョンが適当であろう。現在計算中であり、最適モデルについては適当な機会に報告したい。

ただこの場合、若干の注意を要する。測量域北部にみられる局所的な磁気異常である。これらは明らかに地表に露出する山体によるものであり、深部構造を求めるためには何らかの方法で山体の影響を除去する必要がある。この点も今後の課題である。

REFERENCES

- Honkura, Y., A. M. Işikara, D. Kolçak, N. Orbay, S. Sipahioğlu, N. Ohshiman, and H. Tanaka, Magnetic anomalies and low ground resistivity as possible indicators of active fault location: preliminary results of electric and magnetic observations from the western part of the North Anatolian Fault Zone. *J. Geomag. Geoelectr.*, **37**, 169-187, 1985.
- Honkura, Y., Y. Okubo, K. Nagaya, M. Makino, and S. Oshima, A magnetic anomaly map in the Japanese region with special reference to tectonic implications, *J. Geomag. Geoelectr.*, **43**, 71-76, 1991.
- Honkura, Y., M. Ishihara, K. Shimazaki, and M. Ohno, Local magnetic anomalies associated with active faults in the Beppu bay, southwest Japan, *J. Geomag. Geoelectr.*, **46**, 1994 (in press).
- Işikara, A. M., Y. Honkura, N. Watanabe, N. Orbay, D. Kolçak, N. Ohshiman, O. Gündoğdu, and H. Tanaka, Magnetic anomalies in the western part of the North Anatolian Fault Zone and their implications for active fault structure, *J. Geomag. Geoelectr.*, **37**, 541-560, 1985.
- 河野・仁田・松本・堀内・岡田・開原・長谷川・堀・海野・鈴木, 1962年宮城県北部地震(M6.5)震源域における微小地震活動, *地震*, **46**, 85-93, 1993.
- Okubo, Y., Y. Honkura, and A. Muraoka, Tectonic structure of Tanna active fault derived from detailed gravity and magnetic surveys, *Butsuri-Tansa*, **46**, 552-568, 1993.
- Tunçer, M. K., N. Oshiman, Ş. Barış, Z. Kamaci, M. A. Kaya, A. M. Işikara, and Y. Honkura, Further evidence for anomalous magnetic structure along the active fault in western Turkey, *J. Geomag. Geoelectr.*, **43**, 937-950, 1991.