

福岡沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図 (全磁力異常) 説明書

Explanatory Note of 1:200,000 Aeromagnetic map of the coastal zone of Fukuoka (Total Magnetic Intensity)

大熊茂雄¹・中塚 正¹・金谷 弘²

Shigeo Okuma¹, Tadashi Nakatsuka¹ and Hiroshi Kanaya²

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

² 元地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation), 故人 (deceased)

Abstract: An aeromagnetic map of the coastal zone of Fukuoka Prefecture (total magnetic intensity, 1:200,000) has been made for a compilation of the Digital Geoscience Map of the area. The total magnetic intensity anomalies within the area have been extracted from the aeromagnetic anomaly database on a smoothed surface 1,500 m above terrain. The reduced to the pole anomalies have been also calculated from the total magnetic intensity anomalies on the surface and compared to the geology (Ozaki et al., 2013) and rock magnetic properties (Petrophysical Database of Basement rocks in Japan for the 21st Century (PB-Rock 21), <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/pb-rock21/index.html>) of the area.

In general, the aeromagnetic anomalies seem to be associated with the outcrops of basement rocks such as late Cretaceous granitic rocks and Paleozoic ultramafic rocks. As for magnetic susceptibilities of the late Cretaceous granitic rocks, there are obvious differences among them: older and younger members of late Cretaceous granitic rocks show magnetic susceptibilities equal and higher than 10^{-3} (SI) and lower than 10^{-3} (SI), respectively. Exceptions are older late Cretaceous granitic rocks east of the Tagawa-Kokura fault, which show magnetic susceptibilities lower than 10^{-3} (SI). Magnetic highs lie mainly over the older late Cretaceous granitic rocks and reflect their high magnetic susceptibilities.

The most obvious magnetic anomaly of 400 nT is distributed with a wavelength of about 50km in the E-W direction over the Seburi Mountains southwest of Fukuoka. To better understand the subsurface structure of the area, 3D imaging with source volume minimization (Nakatsuka and Okuma, 2009) was applied to the aeromagnetic anomalies. An E-W cross-section of the 3D magnetic model shows the magnetization high area of 1.0 A/m occupies the Seburi Mountains with a thickness of 20km. According to the seismic activity of the area from 1923 to 2008, major earthquakes with magnitudes larger than 3.0 seem to have occurred only at the boundary of the magnetization high area but not inside. This suggests the magnetization high area indicates the distribution of the granitic body of the Seburi Mountains.

Keywords: aeromagnetic map, magnetic anomaly, active fault, epicenter, Fukuoka

要 旨

本邦沿岸域の地質・地下構造の理解を目的とした多面的な地質情報集作成のため, 今回, 既存の空中磁気データを編集して, 「福岡沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図 (全磁力異常)」を作成した。

対地 1,500m の滑らかな高度での空中磁気データ (中塚・大熊, 2009) から, 図面作成範囲のデータを抽出し, 福岡沿岸域の空中磁気図 (全磁力異常) を編集した。また, 磁気異常分布の説明のために, 全磁力異常から極磁力異常への変換を行った。極磁力異常と地質図 (尾崎ほか, 2013) との詳細な比較検討の結果, 福岡沿岸域では, 背振山地で代表され

る後期白亜紀の花崗岩露出地域で高磁気異常が分布することが分かった。詳細な解析地域での岩石磁気の検討の結果, 後期白亜紀花崗岩体のうち高磁化率を示すものは, 一般に旧期岩体であり, 新期岩体は低磁化率である。これらの結果は, 磁気異常図において, それぞれ高磁気異常と低磁気異常に対応している。花崗岩体とは別に, 三郡山地に露出する超塩基性岩体に対応しても顕著な磁気異常が分布する。本地域の重力図 (駒澤・大熊, 2013) を参照すると, 三郡山地の超塩基性岩体で代表される古生層に対応して高重力異常が分布するが, 後期白亜紀花崗岩体ではそれほど高重力異常を示すわけではない。これは, 磁気異常と重力異常とを比較検討することに

よって、当該地域の地質構造を議論できる可能性を示唆している。

1. はじめに

本磁気図は、産業技術総合研究所の政策予算研究「沿岸域の地質・活断層調査－陸海接合の物理探査」において、海陸シームレス地質情報に関わる数値地質図整備の一環として、福岡沿岸域の空中磁気図として作成されたものである。

本磁気図は、対地高度 1,500m の面上での空中磁気データ（中塚・大熊，2009）を利用して、図面作成範囲についてデータの切り出しを行い、図化したものである。空中磁気図に図化された磁気異常は、地下を構成する岩石の磁性や地下構造の変化に対応して変動するため、逆に磁気異常から地下地質構造を推定することができる。

本論では、空中磁気図作成の過程について説明するとともに、作成された空中磁気図から読み取れる磁気異常の特徴について報告する。

2. 空中磁気データ

今回の空中磁気図作成に使用したデータは、対地高度 1,500m の面上での空中磁気データ（中塚・大熊，2009）である。これは、「日本空中磁気データベース」（地質調査総合センター，2005）に収録された磁気異常分布データを用いて、統一的に設定した滑らかな高度面での磁気異常分布を求める処理を行い、日本全国をカバーする緯経度メッシュ（0.1 分メッシュ）における磁気異常値分布データを作成したものである。

「日本空中磁気データベース」では、原調査の生に近いデータ（中塚ほか，2005）が収録されているため、各調査の仕様の相違・特徴に対応して特性の若干異なるデータとなっており、接合磁気図においても飛行高度の相違などの影響が反映されている。中塚・大熊（2009）では、地下構造に対する特性がなるべく揃うように、平滑化した地形面から 1,500m 上方の高度面を基準に選び、等価ソースを利用した上方接続操作に相当するデータ処理を行っている。

3. 空中磁気図の作成

対地高度 1,500m の面上での空中磁気データ（中塚・大熊，2009）は、緯経度 0.1 分毎のグリッドデータとなっている。これを WGS84 系の UTM 座標値（ゾーン 54）に変換し、図面の作成範囲（ $130^{\circ} 00' E \sim 131^{\circ} 00' E$ 、 $33^{\circ} 20' N \sim 34^{\circ} 40' N$ ）を含む若干広い範囲（X（南北方向）：3688 ～ 3838 km，Y（東西方向）：591 ～ 687 km）の南北 150km，東西 96km のデータを 200m 間隔で切り出

した。したがって、格子点数は、南北 751 点，東西 481 点である。切り出した範囲の地形図を第 1 図に、磁気異常の作成面高度を第 2 図に、全磁力異常を第 3 図に示す。

次に、磁気異常分布と磁気異常源との対応付けを容易にするために、全磁力異常から極磁力異常への変換を行った。極磁力異常とは、北磁極で観測した場合の磁気異常分布を示すもので、全磁力異常が単一の異常岩体に対して日本周辺の中緯度地方では、正負一對の異常分布を示すのに対し、単一の正異常分布を示すため、異常源との対比がつけやすくなる。

全磁力異常データ（第 3 図）から地形モデル（上面：地形，下面：海水準下 3,000m）の磁化分布を求め、その磁化方向と外部磁場方向の回転に相当する演算を行って、極磁力異常分布（第 4 図）を計算した。なお、磁化分布を求める際は、磁化は外部磁場方向（伏角 47.0° ，偏角： -6.0° ）を向き、その大きさは鉛直方向に一樣で水平方向にのみ変化するものと仮定した。

4. 磁気異常分布の特徴

極磁力異常図（第 4 図）と当該地域の地質図（尾崎ほか，2013）とを比較して、当該地域の磁気異常分布の特徴について述べる（大熊ほか，2013a, b；大熊ほか，2013）。

山口県の日本海沿岸域に高磁気異常が分布する (a)。付近には角島などに後期中新世の玄武岩が分布するが、一対一に対応するものではない。これは、玄武岩の磁化方位が現在の地球磁場方向とは異なるためか、その他の地質構造が原因かもしれない。菊川断層の北東側には後期白亜紀塩基性岩類（Ga）が露出する地域に対応して、高磁気異常が断層沿いに分布する (b)。西側を福知山断層に、東側を田川－小倉断層で挟まれた地域中の、下関市、北九州市 (c) と香春町付近 (d) には、後期白亜紀花崗岩類（Gr₂）に対応して、高磁気異常が分布する。

宗像市付近には高磁気異常が分布する (e)。付近には後期白亜紀花崗岩類（Gr₂）が露出するが、磁気異常源としては、南方の三郡山地に露出する超塩基性岩体に相当する岩体が伏在する可能性もある。西山断層系西方の三郡山地に露出する超塩基性岩体に対応して高磁気異常が分布する (f)。一方、当該岩体で代表される古生層に対応して高重力異常が分布する（駒澤・大熊，2013）が、後期白亜紀花崗岩体ではそれほど高重力異常を示すわけではなく、必ずしも磁気構造と密度構造が一致するわけではないことを示している。これは逆に言うと、磁気異常と重力異常とを比較検討することによって、当該地域の地質構造を議論できる可能性を示唆している。また、飯塚市付近に NE-SW 方向の高磁気異常が分布し (g)、付近に分布する後期白亜紀花崗岩類（Gr₃）

に対応する可能性がある。

海の中道に対応してその伸張方向にまた能古島にかけて、高磁気異常が分布する (h)。能古島に露出する後期中新世—更新世の玄武岩が磁気異常源の可能性はある。背振山地において、大振幅・長波長の高磁気異常が分布する (i)。背振山地に露出する後期白亜紀花崗岩類 (G_{r1}) に対応すると考えられる。背振山地東方の君ヶ原地域においても、露出する後期白亜紀花崗岩類 (G_{r1}) に対応してほぼ東西方向に高磁気異常が分布する (j)。

5. 磁気異常と岩石磁気との関係

磁気異常と白亜紀花崗岩類の分布が良い一致を示すことから、詳細な解析範囲 (第 1 図参照) の花崗岩の磁化率分布 (日本列島基盤岩類物性 DB (PB-Rock 21), <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/pb-rock21/index.html>; Okuma *et al.*, 2011) を、シームレス地質図 (脇田ほか, 2009) と活断層分布 (活断層研究会, 1991) とに重ねて、第 5 図に示す。

第 5 図を参照すると、白亜紀花崗岩類の磁化率は、一般に旧期花崗岩類が新期花崗岩類よりも高いことが分かる。また、旧期花崗岩類でも小倉東断層の東側では、磁化率が弱い。背振山地には旧期と新期の花崗岩類の双方が分布するが、 10^{-3} (SI) 以上の高磁化率を示すのは、旧期の花崗岩類である。

詳細な解析範囲の極磁力異常を、第 5 図と同様に活断層分布 (活断層研究会, 1991) と 1923 年～2008 年に発生した地震 (Mj 2.0 以上) の震央分布 (気象庁一元化処理データ) とに重ねて、第 6 図に示す。一般に高磁気異常分布域の花崗岩は 10^{-3} (SI) 以上の高磁化率を示すことが分かる。2005 年の福岡県西方沖地震の震源域の南東延長部は、背振山地と東方の君ヶ原地域の両高磁気異常の鞍部に相当し、広い意味での基盤構造の境界域の可能性はある。

6. 磁気異常の 3 次元イメージング解析

背振山地では、顕著な磁気異常が分布することから、当該地域の地下構造を明らかにする目的で、磁気異常の 3 次元イメージング解析 (Nakatsuka and Okuma, 2009) を行った。その際、磁化方向を当該地域付近の現在の地球磁場方向 (伏角: 47.0° 、偏角: -6.0°) と仮定した。これは、白亜紀花崗岩類の Q 比 (残留磁化/誘導磁化) の平均値が 0.4 程度と小さく、解析に際し誘導磁化のみを考慮しても差し支えないためである。

磁化強度分布に関し、背振山地を横断する鉛直断面図を第 7 図に示す。1.0A/m を超える高磁化強度域が背振山地直下に分布し、その底部深度は 20km を超える。地震活動をみると、高磁化強度域では、Mj が 3.0 を超えるものは縁辺部に認められるもの

のみである。これは、花崗岩体の内部では地震活動が活発でないことを示している。

7. まとめ

今回、既往の空中磁気データを使用して、対地 1,500 m の滑らかな高度での、福岡沿岸域の空中磁気図を作成した。その結果、当該地域では、旧期の後期白亜紀花崗岩類に対応して高磁気異常が分布することが分かった。このうち背振山地付近には大振幅・長波長の顕著な磁気異常が存在し、磁気異常の 3 次元イメージングを行ったところ、東西約 40km、厚さ約 20km におよぶ大規模な高磁性岩体が解析され、背振山地を構成する複合花崗岩体の分布を示すものと思われる。

文 献

- 地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース。数値地質図, P-6, 産総研地質調査総合センター。
- 活断層研究会 (1991) [新編] 日本の活断層—分布図と資料。437p, 東京大学出版会。
- 岸本清行 (2000) 海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan250m.grd。地質調査所研究資料集, no. 353, 5p. + CD-ROM 2 枚。
- 駒澤正夫・大熊茂雄 (2013) 福岡沿岸域 20 万分の 1 重力図 (ブーゲー異常) 及び説明書。海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3, 産総研地質調査総合センター。
- Nakatsuka, T. and Okuma, S., (2009) Aeromagnetic 3D subsurface imaging with source volume minimization, Extended abstracts of the 9th SEGJ international symposium, Airborne Studies, 6, CD-ROM.
- 中塚 正・大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気 DB による対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集。地質調査総合センター研究資料集, no. 516, 24p. + CD-ROM 1 枚, 産総研地質調査総合センター。
- 中塚 正・大熊茂雄・牧野雅彦・森尻理恵 (2005) 日本空中磁気探査データベース。数値地質図, P-6, 産総研地質調査総合センター。
- Okuma, S., Kanaya, H. and Nakatsuka, T. (2011) Physical properties and magnetic anomalies of Cretaceous to Paleogene granitic rocks in Japan, IUGG 2011 General Assembly, Melbourne.
- 大熊茂雄・中塚 正・金谷 弘・尾崎正紀 (2013a) 福岡沿岸域 20 万分の 1 陸域地質—空中磁気図。海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3, 産総研地質調査総合センター。
- 大熊茂雄・中塚 正・金谷 弘・尾崎正紀 (2013b)

福岡沿岸域 20 万分の 1 基盤地質－空中磁気図.
海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」, 数
値地質図 S-3, 産総研地質調査総合センター.

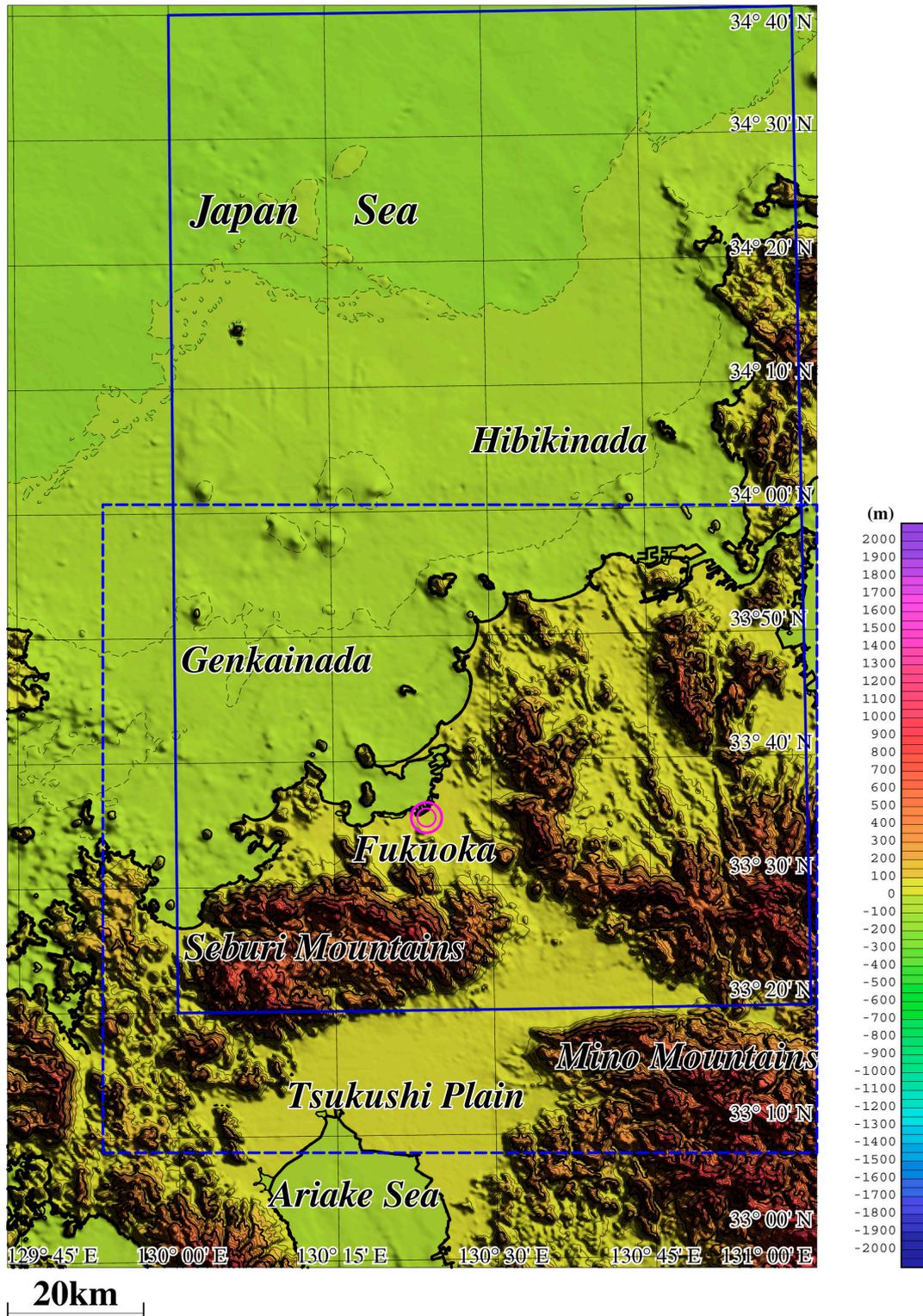
大熊茂雄・中塚 正・金谷 弘・尾崎正紀・松本
弾・中村洋介・水野清秀 (2013) 福岡沿岸域
20 万分の 1 活断層－空中磁気図. 海陸シーム
レス地質情報集「福岡沿岸域」, 数値地質図
S-3, 産総研地質調査総合センター.

尾崎正紀・松本 弾・中村洋介・水野清秀 (2013)
福岡沿岸域 20 万分の 1 活断層図, 海陸シーム
レス地質情報集「福岡沿岸域」. 数値地質図
S-3, 産総研地質調査総合センター.

尾崎正紀・水野清秀・中村洋介 (2013) 福岡沿岸域
20 万分の 1 地質図及び説明書. 海陸シームレ
ス地質情報集「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3,
産総研地質調査総合センター.

脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治 (編) (2009) 20 万
分の 1 シームレス地質図 DVD 版, 数値地質図
G-16, 産総研地質調査総合センター.

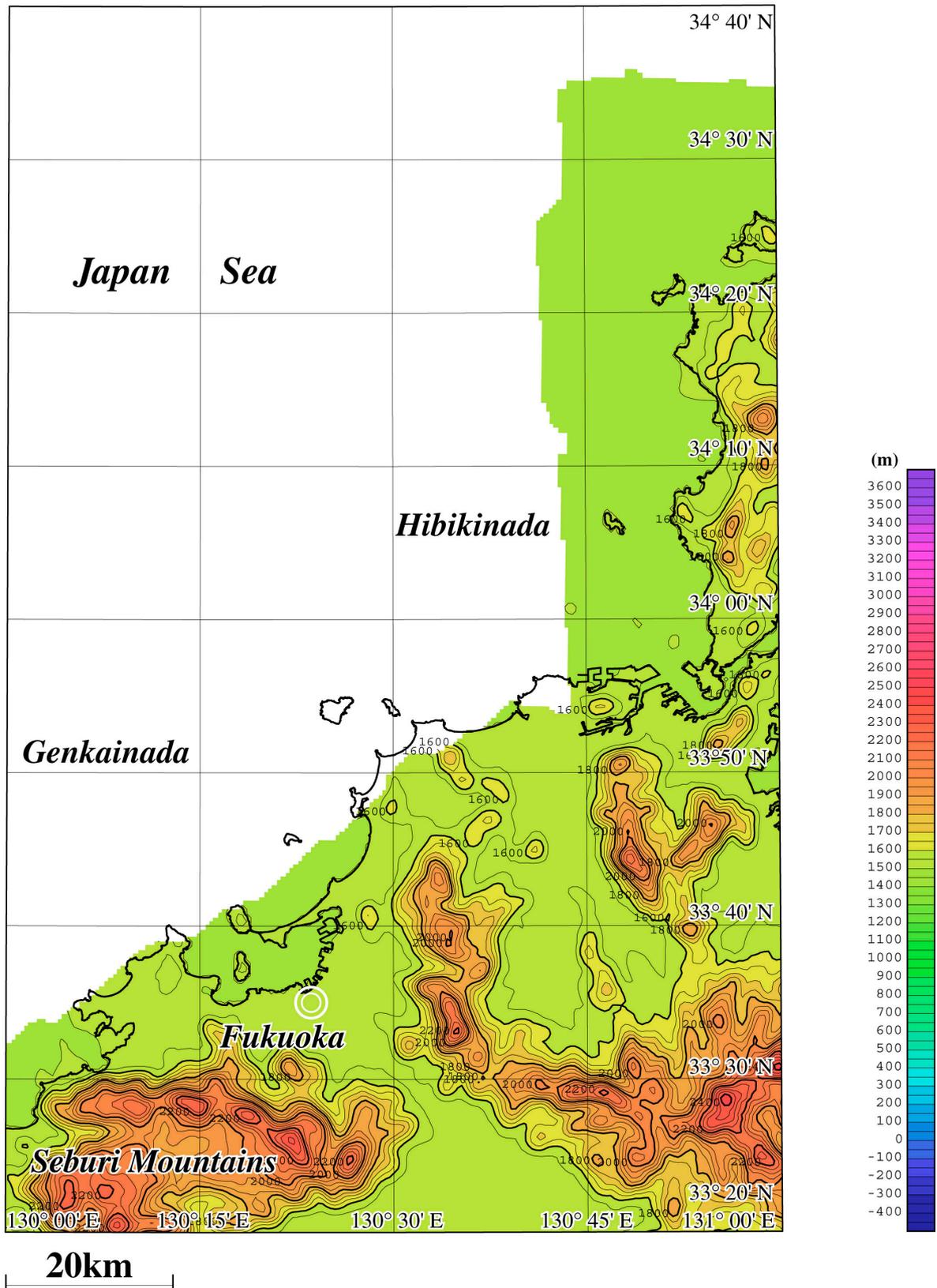
(受付: 2012 年 2 月 21 日, 受理 2012 年 10 月 9 日)



第 1 図 福岡沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図作成範囲の地形図。

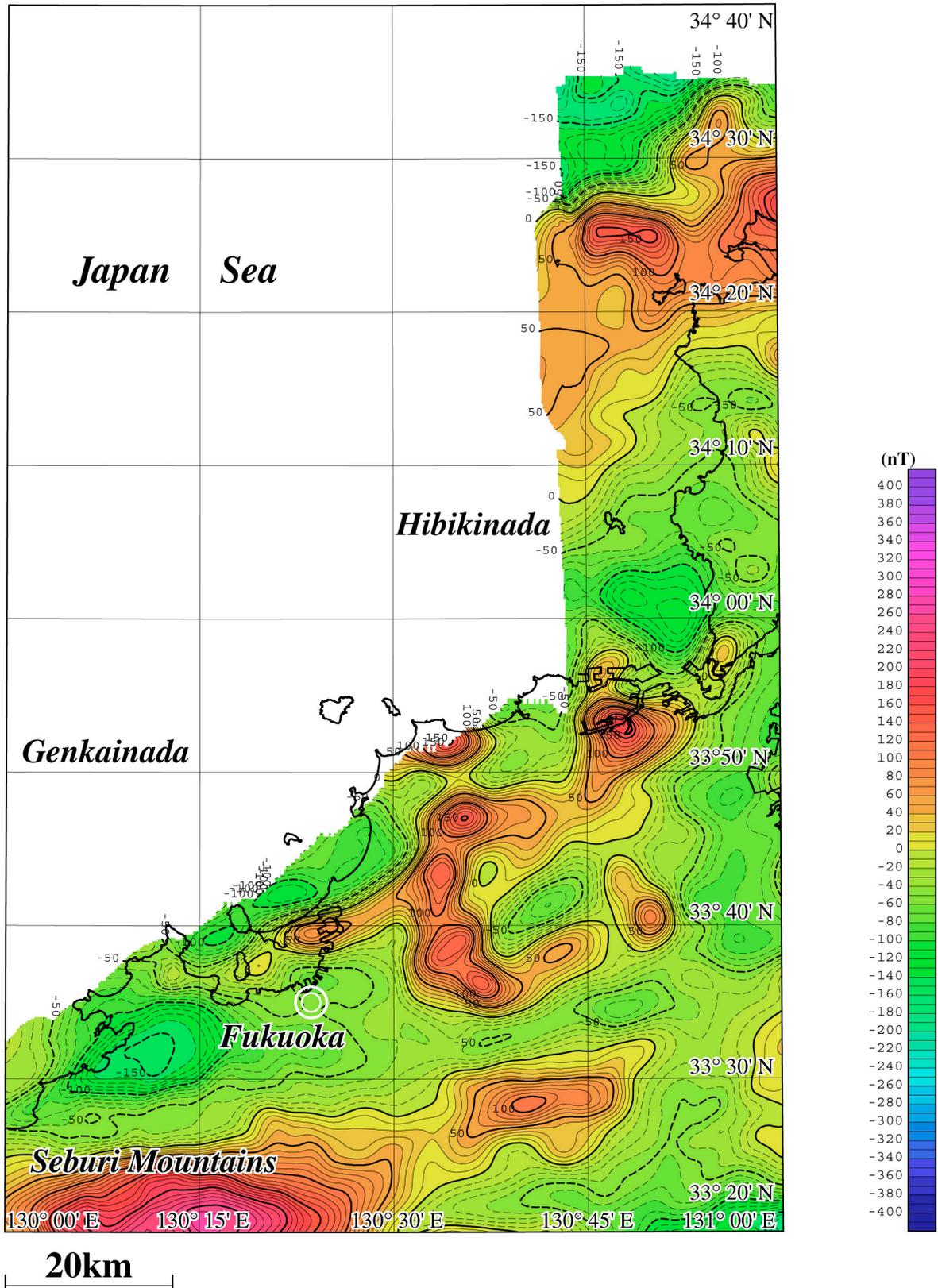
岸本（2000）の地形データを使用して作成。地形陰影を重ねた。コンター間隔：50m。破線のコンターは負値を示す。実線および破線で囲まれた矩形は、各々福岡沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図作成範囲と詳細な解析範囲を示す。

Fig. 1 Topographic map of the area for the 1:200,000 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone of Fukuoka (Total Magnetic Intensity). Rectangles bounded by blue solid and dotted lines indicate the area for the 1:200,000 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone of Fukuoka (Total Magnetic Intensity) and the detailed study area, respectively. Topographic data (Kisimoto, 2000) was used. Topographic shading was superimposed. Contour interval is 50m. Broken lines indicate negative values.



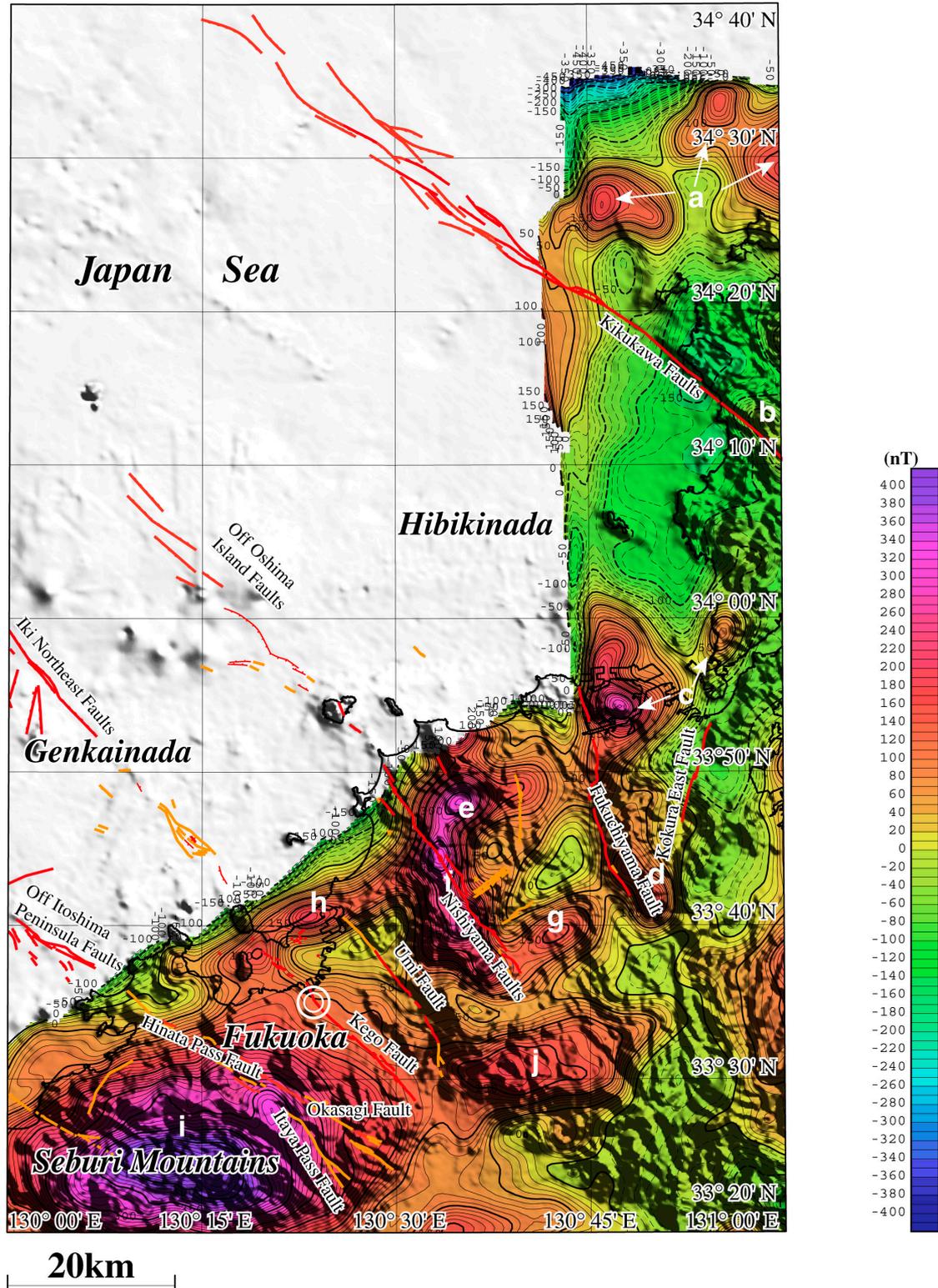
第2図 福岡沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図の作成面高度。
 コンター間隔：50m。 第1図参照。

Fig. 2 Reduction surface of the 1:200,000 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone of Fukuoka (Total Magnetic Intensity).
 Contour interval is 50m. See also Fig. 1.



第 3 図 福岡沿岸域空中磁気図 (全磁力異常).
コンター間隔 : 10nT. 第 1 図参照.

Fig. 3 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone of Fukuoka (Total Magnetic Intensity).
Contour interval is 10nT. See also Fig. 1.

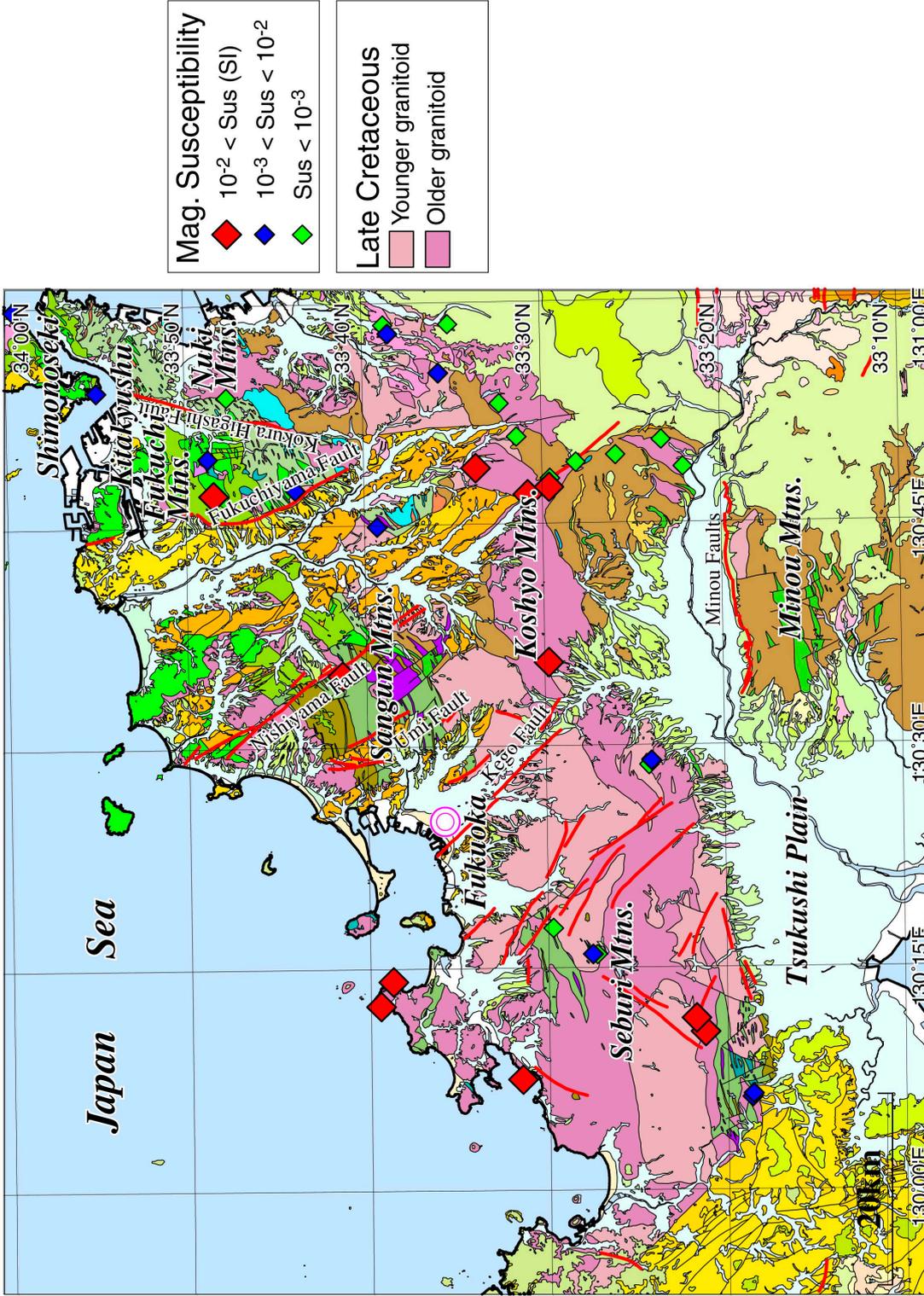


第 4 図 福岡沿岸域空中磁気図（極磁力異常）。

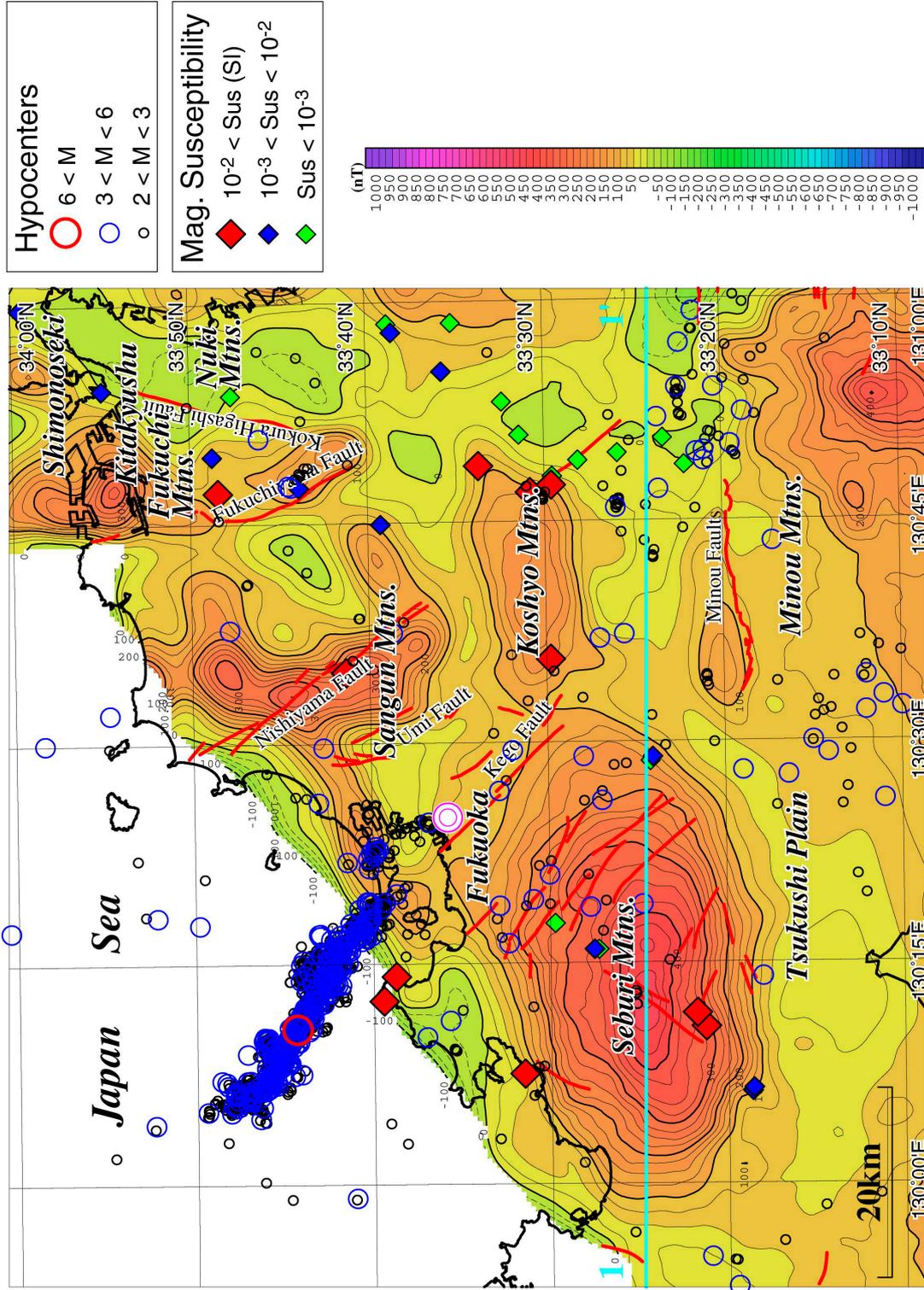
コンター間隔：10nT。地形の陰影を重ねた。a～jは磁気異常の特徴（本文参照）を示す。第1図参照。赤とオレンジの実線は各々活断層と推定活断層分布（尾崎ほか，2013）を示す。

Fig. 4 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone of Fukuoka (Reduction to the Pole).

Contour interval is 10nT. See also Fig. 1. Topographic shading was superimposed. The a – j indicate characteristics of magnetic anomalies (See also the main text). Solid red and orange lines indicate active and assumed active faults, respectively (Ozaki *et al.*, 2013).

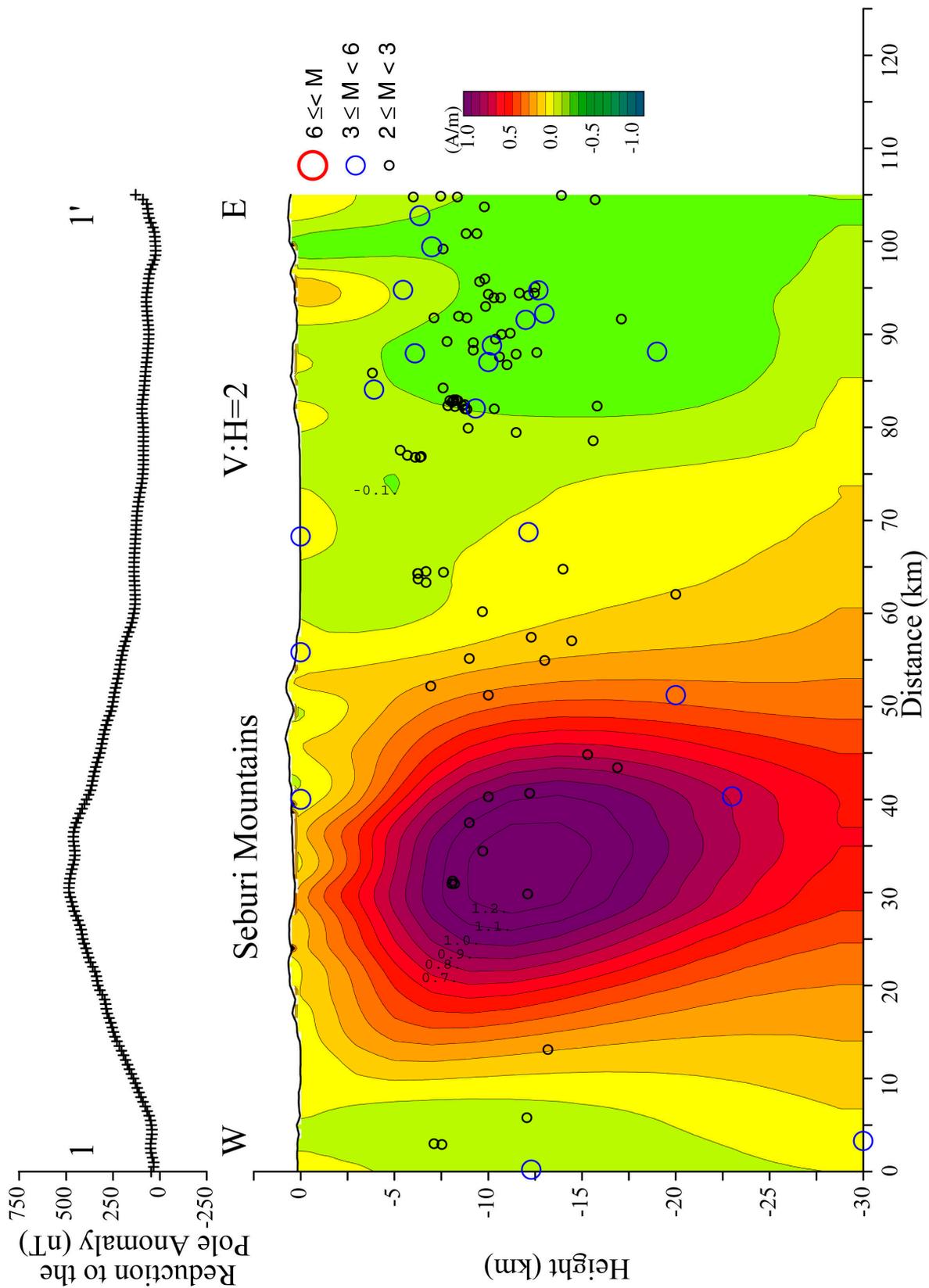


第 5 図 詳細解析範囲における白亜紀花崗岩類の磁化率分布。
 背景はシームレス地質図 (脇田ほか, 2009) を一部修正。赤線は活断層分布 (活断層研究会, 1991) を示す。第 1 図参照。
 Fig. 5 Magnetic susceptibility distribution map of Cretaceous granitic rocks for the detailed study area.
 The background is a seamless geologic map (modified from Wakita *et al.* (2009)). Red solid lines show active faults (Research Group for Active
 Faults of Japan, 1991). Refer to the map location on Fig. 1.



第6図 詳細解析範囲の空中磁気異常図 (極磁力異常).
 コンタール間隔: 10nT. 水色の実線 (1-1') は3Dイメージング結果の断面図位置を示す. 1923年~2008年の震央分布 (気象庁一元化処理データ) を色分けした丸印で示す. 第5図参照.

Fig. 6 Aeromagnetic map of the detailed study area of the Coastal Zone of Fukuoka (Reduction to the Pole).
 Contour interval is 10nT. The light blue line indicates the location of a cross-section of 3D magnetic imaging. Hypocenters (1923-2008) were superimposed as colored circles classified according to their magnitudes on the map. See also Fig. 5.



第 7 図 3D イメージング解析結果断面図。
 コンタール間隔：10nT. 水色の実線 (1-1') は 3D イメージング結果の断面図位置を示す。第 6 図参照。
 Fig. 7 Cross-section of 3D imaging of magnetic anomalies of the detailed study area. Contour interval is 0.1A/m. See also Fig. 6.