

## 新潟沿岸域 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 around Niigata (Total magnetic Intensity)

大熊茂雄<sup>1</sup>・中塚 正<sup>1</sup>

Shigeo Okuma<sup>1</sup> and Tadashi Nakatsuka<sup>1</sup>

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

**Abstract:** An aeromagnetic map of the coastal zone around Niigata 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 (Nakatsuka and Okuma, 2009). The reduction to the pole anomalies have been also calculated from the total magnetic intensity anomalies on the surface.

The characteristics of the reduction to the pole anomalies are summarized as follows:

Magnetic highs are dominant over the partially exposed areas of dolerite - basaltic volcanic rocks in Miocene age. A magnetic high with a peak NNW of Awa Shima in the Japan Sea is present offshore of Niigata City in a direction of NNE and corresponds to outcrops of dolerite in middle Miocene age. Magnetic highs lie over the Kakuda Mountains and extend both north and southwest to offshore areas and are associated with outcrops of basaltic rocks in middle Miocene age. Magnetic highs are also distributed over the Niitsu and Uonuma Hills and correspond to partial outcrops of Miocene andesitic - basaltic rocks. A local magnetic high also lies over the southern flank of Yone-yama and is associated with some exposures of andesitic - dacitic volcanic rocks in Pliocene age. Epicenters of earthquakes with a magnitude of 6.0 or larger since 1923 seem to lie along the margins of these magnetic highs and to have occurred along the old tectonic lines which caused volcanic eruptions in Miocene age.

**Keywords :** aeromagnetic map, magnetic anomaly, active fault, epicenter, Niigata

#### 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、「新潟沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図 (全磁力異常)」を作成した。

対地 1,500 m 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、新潟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。その結果、新潟沿岸域では、北東-南西方向に 2 列 (粟島-弥彦山-米山および鼠ヶ関-新津丘陵-魚沼丘陵) の高磁気異常が断続的に分布し、地質図との詳細な比較検討の結果、それらは新第三紀中新世のいわゆるグリーンタフ期の火山岩類の分布域のうち、特に玄武岩のような苦鉄質火山岩類の分布域に対応することが分かった。次に、磁気異常と主な地震の震央分布および活断層分布とを比較したところ、1923 年以降発生したマグニチュード 6 以上の大地震が、前述の高磁気異常の縁辺部で発生していることがわかった。これらの震源域では、必ずしも地表で活断

層が認められていないが、磁気異常からは中新世の火山岩分布の境界域と考えられ、これらの火山岩をもたらした火山活動を規制した古い時代の地質構造を再利用して地震が発生した可能性を示唆する。

#### 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、新潟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 1,500 m 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 1,500 m 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 1,500 m 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 1,500 m 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 (138°00'E ~ 139°40'E, 37°00'N ~ 38°35'N) を含む若干広い範囲 (X (南北方向): 4095 ~ 4275 km, Y (東西方向): 233 ~ 384 km) の南北 180 km, 東西 151 km のデータを 200 m 間隔で切り出した。したがって、格子点数は、南北 901 点, 東西 756 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、正負一対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 2,500 m) 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 51.5 度, 偏角: -7.25 度) 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) をもとに、当該地域の磁

気異常分布の特徴について述べる。

粟島北方付近 (第 4 図中 a, 以下同様) を中心として高磁気異常が分布し、粟島から南方の新潟市沖に向けて南南西方向に延長して分布している。また、日本海を挟んで沿岸部の鼠ヶ関付近 (b) でも高磁気異常が分布する。これら地域では、中期中新世のドレライトが一部露出しており、高磁気異常は伏在域も含めた当該火山岩類の分布域を示していると考えられる。

佐渡島の南東海岸沿岸部 (c) において、海岸線に沿うように顕著な低磁気異常が分布する。当該地域は、磁気異常図の境界部であるため詳細は不明なもの、逆帯磁の火山岩類の分布を示している可能性がある。

佐渡島小木半島北西沖 (d) を中心として、高磁気異常が分布する。小木半島に露出する中期中新世の小木玄武岩部層 (竹内ほか, 2007) が磁気異常源と考えられる。

佐渡島南西沖 (e) でも高磁気異常が分布し、海底で認められる火成岩 (竹内ほか, 2007) が磁気異常源と考えられる。

柏崎北西沖 (f) の大陸棚から上越海盆にかけての境界域で、かつ東側を小木海脚と佐渡堆に境される地域において、長波長の高磁気異常が分布する。小川・石和田 (1976) は深部に伏在する深成岩が磁気異常源と考えたが、詳細は不明である。

弥彦山地 (g) を中心として、顕著な高磁気異常が分布する。北は角田山より北方沖, 南は弥彦山より南西方の沿岸海域にも連続している。弥彦山付近に一部露出する中期中新世の海底火山活動により噴出した玄武岩溶岩等 (竹内ほか, 2007) が主たる磁気異常源と考えられる。

越後平野を挟んで東側の新津丘陵 (h) 付近でも、顕著な高磁気異常が分布し、北東の新潟市方向にも振幅を減ずるものの伸長している。新津丘陵に一部露出する中期中新世の玄武岩類 (角ほか, 1985) の伏在域を示していると考えられる。

魚沼丘陵付近 (i) においても、高磁気異常が分布し、地表に露出する後期中新世の安山岩類 (竹内ほか, 2007) との対応が考えられるが、その振幅の大きさからより苦鉄質な火山岩類が伏在している可能性を示唆している。

米山南方の鮮新世前期~後期の安山岩~デイサイト火山岩類分布域 (j) でも高磁気異常が分布し、これら岩石との対応が示唆されるが、高磁気異常の中心は谷筋にあり、より苦鉄質な火山岩類が伏在している可能性を示唆している。

魚沼丘陵東方の南蒲原, 北魚沼, 南会津地域 (k) において高磁気異常が分布し、付近に一部露出する中新世前期の玄武岩溶岩との対応が示唆される。

図画東端中央の飯豊山地 (l) において、高磁気異常が分布し、当該地域に分布する飯豊花崗閃緑岩の

磁性の強い部分との対応が考えられる。

福島県西会津町 (m) から新潟県津川町付近に、低磁気異常が分布している。福島県沼沢湖西方 (n) において局所的な低磁気異常が分布し、低重力異常も分布し、沼沢カルデラ (山元, 1992) に対応する。

福島県南会津町付近 (o) に北西-南東方向の高磁気異常が分布している。付近に一部露出する前期中新世の玄武岩-安山岩溶岩の伏在域を示していると考えられる。

福島県奥会津 (p<sub>1</sub>) から福島県と新潟県の県境 (p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub>) にかけて、局所的な低磁気異常が複数分布し、各々木賊カルデラ、奥只見カルデラおよび荒沢岳カルデラ (山元ほか, 2000) に対応する。

六日町盆地東縁 (q) において、低磁気異常が分布している。付近には二畳紀の中ノ岳変はんれい岩類が分布する。付近では低重力異常 (竹内ほか, 1994) が分布することから、カルデラ構造の可能性もある。

## 5. 磁気異常と活断層および震源分布との関係

本地域で、1923 年以降発生した大地震 (M<sub>j</sub> 6.0 以上) の震央分布 (気象庁一元化処理データ) を活断層分布 (活断層研究会, 1991) とともに磁気異常を重ねて、第 4 図に示す。

新潟地震 (1964 年, M<sub>j</sub> 7.5, 深さ 34 km), 新潟県中越地震 (2004 年, M<sub>j</sub> 6.8, 深さ 13 km) および新潟県中越沖地震 (2007 年, M<sub>j</sub> 6.8, 深さ 16.7 km) のいずれも高磁気異常の縁辺部に位置していることがわかる。これらの震源域では、必ずしも地表で活断層が認められていないが、磁気異常からは中新世の火山岩分布の境界域と考えられ、これらの火山岩をもたらした火山活動を規制した古い時代の地質構造を利用して地震が発生した可能性を示唆する。

既述のとおり、弥彦山地では顕著な高磁気異常が分布する。同山塊の東麓部では角田・弥彦断層 (仲川, 1985) が分布するが、高磁気異常が角田山のほぼ北方に延伸することから、当該断層もこの方向に伸張する可能性がある。付近には、西へ緩傾斜、東へ急傾斜の非対称な背斜構造が存在し、海岸近傍から沖合へほぼ南北方向に約 25 km 連続している (岡村ほか, 1995)。

## 6. まとめ

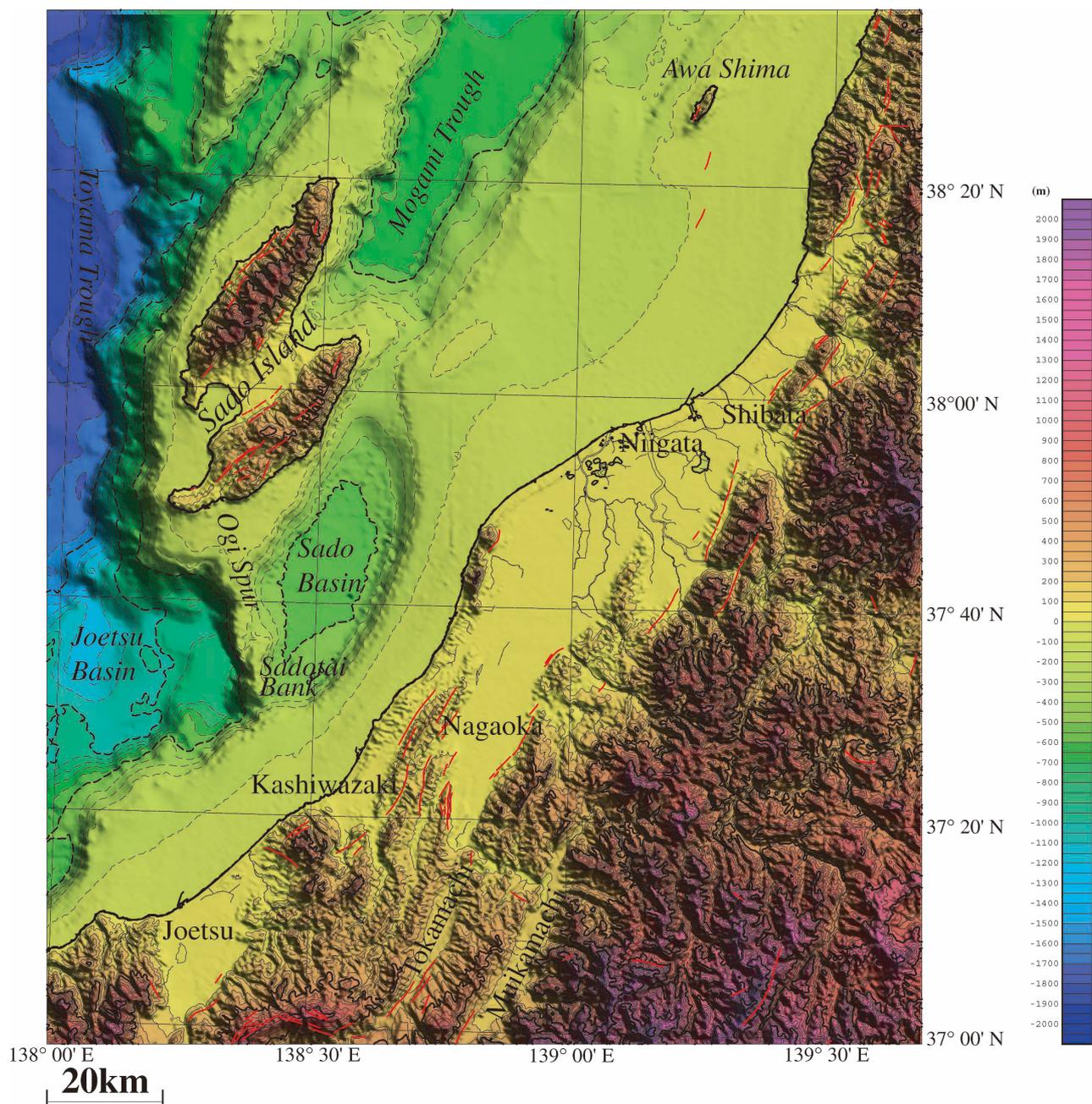
今回、既往の空中磁気データを使用して、対地 1,500 m の滑らかな高度での、新潟沿岸域の空中磁気図を作成した。その結果、新潟沿岸域では、北東-

南西方向に 2 列 (粟島-弥彦山-米山および鼠ヶ関-新津丘陵-魚沼丘陵) の高磁気異常が断続的に分布し、地質図との比較検討の結果、それらは中期中新世の玄武岩類を主体とする火山岩類の分布域に対応することが分かった。

## 文 献

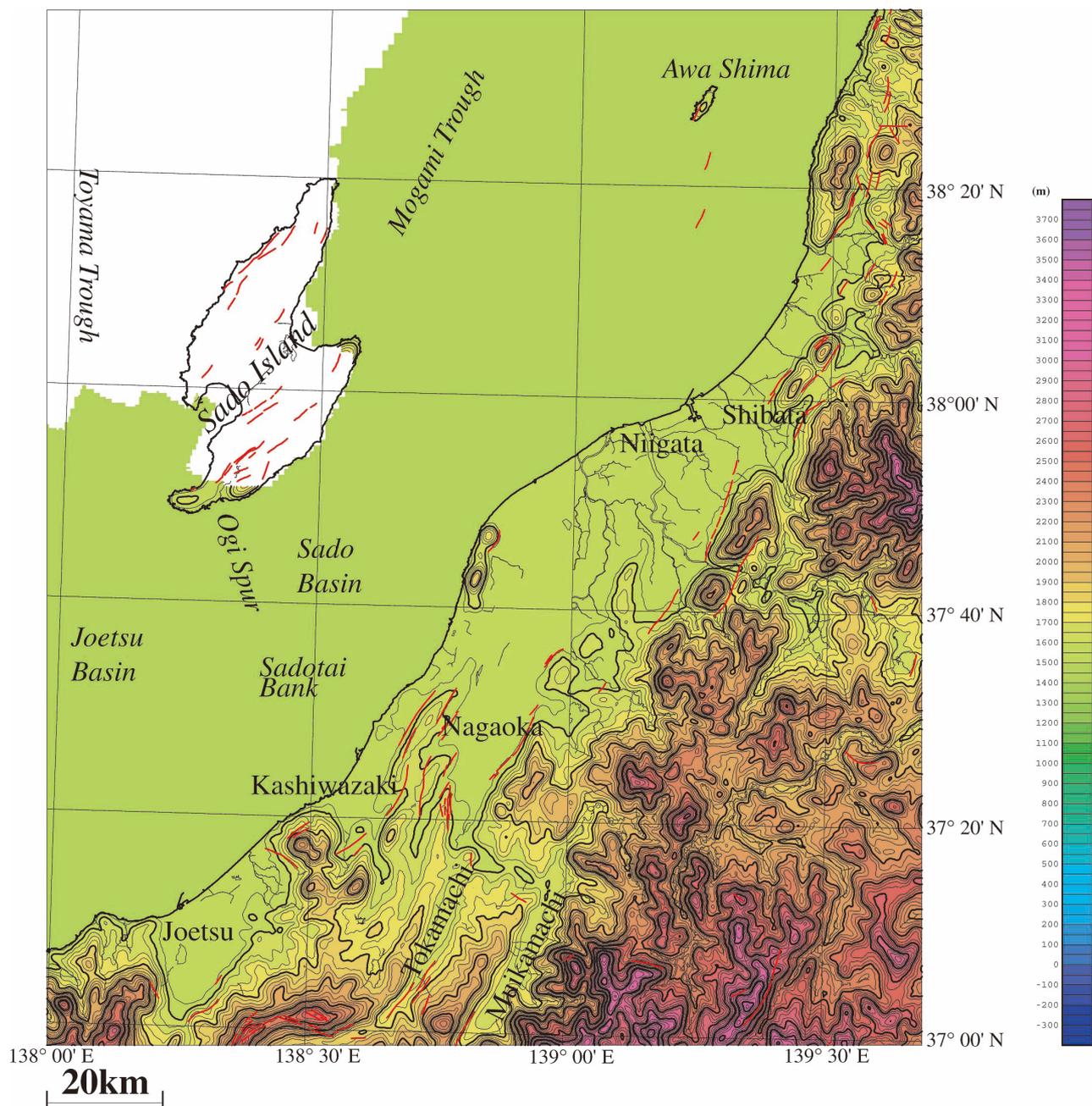
- 地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース. 数値地質図, P-6, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 活断層研究会 (1991) [新編] 日本の活断層-分布図と資料. 東京大学出版会, 437p.
- 岸本清行 (2000) 海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan250m.grd. 地質調査所研究資料集, no.353, 5p. + CD-ROM 2 枚.
- 仲川隆夫 (1985) 新潟平野の上部更新統・完新統-とくに沈降現象との関係について-. 地質学雑誌, 91, 619-635.
- 中塚 正・大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気 DB による対地 1,500 m 平面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, 産業技術総合研究所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, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 小川克郎・石和田靖章 (1976) 大陸棚におけるフォッサ・マグナの延長. 海洋科学, 83, 47-54.
- 岡村行信・竹内圭史・上嶋正人・佐藤幹夫 (1995) 20 万分の 1「佐渡島北方海底地質図及び説明書」. 海洋地質図シリーズ, no.46, 地質調査所.
- 角 靖夫・笹田政克・広島俊男・駒澤正夫 (1985) 20 万分の 1 地質図「新潟」, 地質調査所.
- 竹内圭史・加藤碩一・柳沢幸夫・広島俊男 (1994) 20 万分の 1 地質図「高田」, 地質調査所.
- 竹内圭史・小松原 琢・村上浩康・駒澤正夫 (2007) 20 万分の 1 地質図幅「長岡 (第 2 版)」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 山元孝広 (1992) 会津地域の後期中新世-更新世カルデラ火山群. 地質学雑誌, 98, 21-38.
- 山元孝広・滝沢文教・高橋 浩・久保和也・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 (2000) 20 万分の 1 地質図幅「日光」, 地質調査所.

(受付: 2010 年 8 月 25 日, 受理: 2010 年 12 月 13 日)



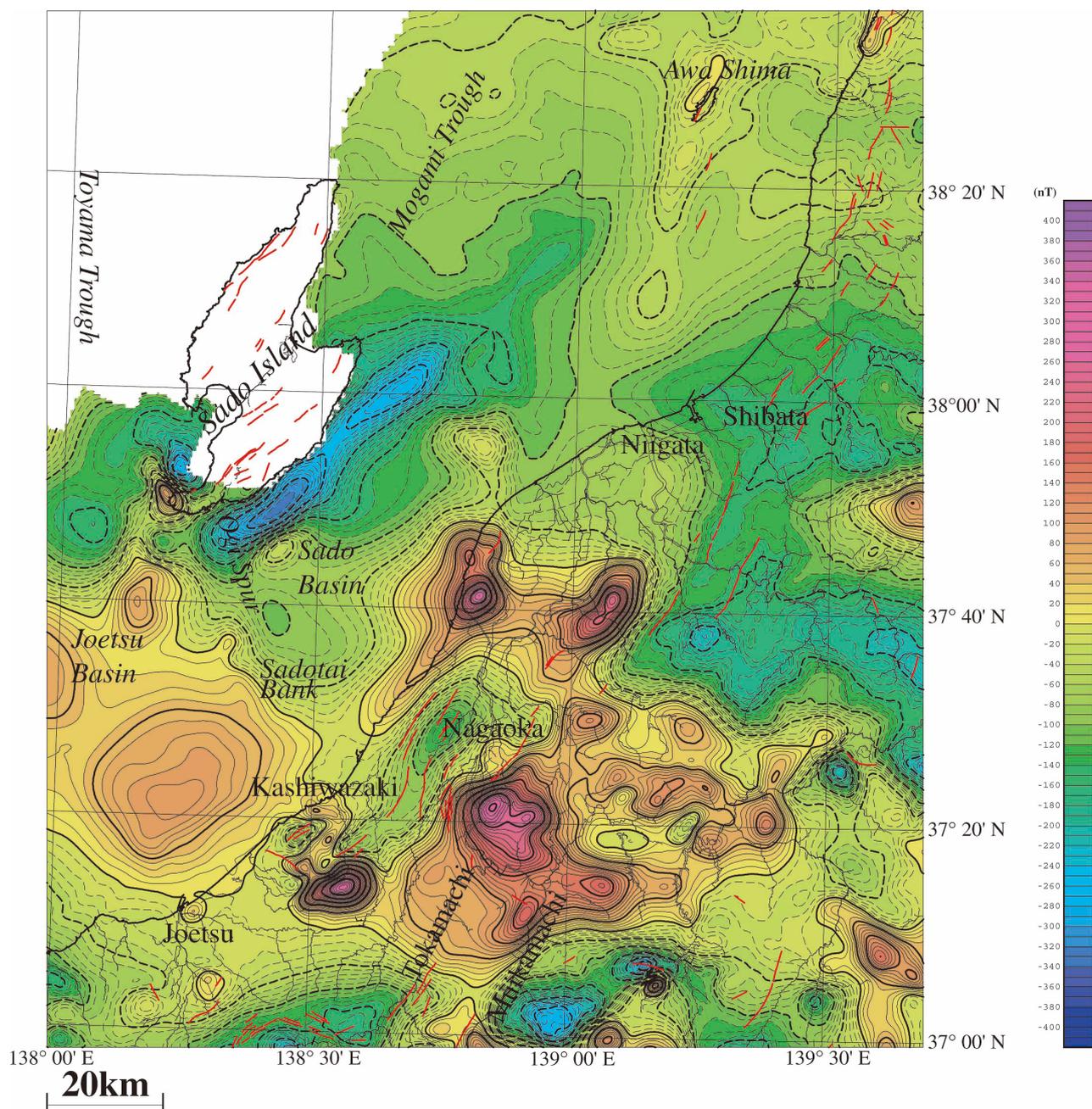
第1図 新潟沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図作成範囲の地形図。岸本 (2000) の地形データを使用して作成。地形陰影を重ねた。コンター間隔 : 50 m。破線のコンターは負値を示す。赤線は活断層分布 (活断層研究会, 1991) を示す。

Fig. 1 Topographic map of the area for the 1:200,000 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone around Niigata (Total Magnetic Intensity). Topographic data (Kisimoto, 2000) was used. Topographic shading was superimposed. Contour interval is 50 m. Broken lines indicate negative values. Red solid lines show active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991)



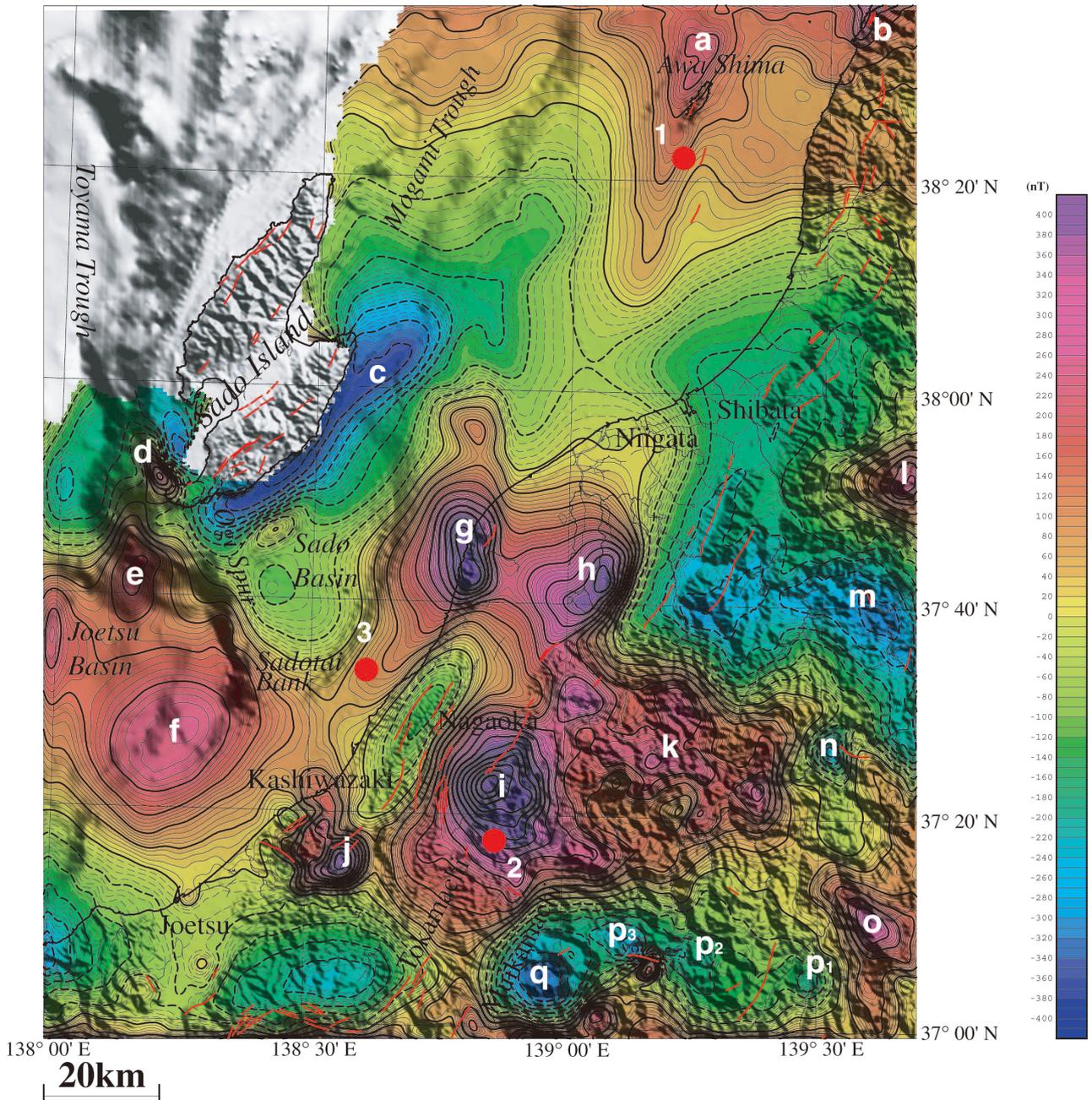
第 2 図 新潟沿岸域 20 万分の 1 空中磁気図の作成面高度. コンター間隔 : 50 m. 第 1 図参照.

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



第3図 新潟沿岸域空中磁気図 (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 around Niigata (Total Magnetic Intensity). Contour interval is 10nT. See also Fig. 1.



第 4 図 新潟沿岸域空中磁気図 (極磁力異常). コンター間隔: 10nT. 地形の陰影を重ねた. a~q は磁気異常の特徴 (本文参照) を示す. 数字付きの赤丸は以下の地震の震央分布 (気象庁一元化処理) を示す. 1: 1964 年新潟地震 ( $M_j 7.5$ ), 2: 2004 年新潟県中越地震 ( $M_j 6.8$ ), 3: 2007 年新潟県中越沖地震 ( $M_j 6.8$ ). 第 1 図参照.

Fig. 4 Aeromagnetic Map of the Coastal Zone around Niigata (Reduction to the Pole). Contour interval is 10nT. See also Fig. 1. Topographic shading was superimposed. The a-g indicate characteristics of magnetic anomalies (See also the main text). Red solid circles show epicenters of the following earthquakes. 1: 1964 Niigata Earthquake ( $M_j 7.5$ ), 2: Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004 ( $M_j 6.8$ ), 3: Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007 ( $M_j 6.8$ ).