

# 2004年新潟県中越地震震源域周辺の3次元密度・磁化構造

## Three-dimensional density and magnetic structures around the hypocentral region of 2004 Chuetsu Earthquake

# 中山 英二[1]; 野崎 京三[2]

# Eiji Nakayama[1]; Kyozo Nozaki[2]

[1] AeroGRAV; [2] 応用地質

[1] AeroGRAV; [2] OYO

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震(M6.8)の震源域周辺を対象に、重力異常・磁気異常データを用いた3次元逆解析を実施し、地表から上部地殻までの領域での密度・磁化強度の3次元分布の推定を試みた。震源分布や地質構造との関連で、その特徴を報告する。

### 1. 解析方法

使用した重力異常・磁気異常のデータは、工業技術院地質調査所(2000)の「日本の重力CD-ROM」に収録されているブーゲー異常(2.67g/cm<sup>3</sup>)値と、国土地理院が実施した航空磁気測量により得られたIGRF残差値(測定高度5,000m, [http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geomag/data/gmag\\_data.pl/jpn\\_5000](http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geomag/data/gmag_data.pl/jpn_5000)参照)である。前者には最高標高点以上の高度2,500mまでの上方接続を、後者には地形補正を施して、逆解析の入力値とした。

3次元逆解析のアルゴリズムとして、確率論的組合せ最適化法の一つであるシミュレーテッド・アニーリング(simulated annealing, SA)を採用した。実際の計算では、地殻構造を直方体ブロックの集合体(ブロックモデル)で近似し、観測値を最も良く再現できる各ブロックの密度・磁化強度を求めている。ここでは、5km×5km×4km、4層(1層は地殻表層を、残り3層は上部地殻に対応する)のブロックモデルを用いた。得られる結果は、ブーゲー密度や地形補正に用いた平均磁化強度からの偏差で、密度異常・磁化強度異常と呼べるものである。

重力・磁気逆解析で常に問題となる「解の非一意性」問題を軽減するように、SAアルゴリズムに、ブロック間の感度の違いを補正する感度制御の導入、既存情報に基づくモデル依存型逆解析への拡張、深度・重み関数による深度による探索空間制御の導入、などの修正を加えている。重力逆解析では、地震波トモグラフィーの結果を参考にして上部地殻における平均密度、密度変化幅を与えている。

### 2. 解析結果

3次元逆解析より上部地殻までの密度・磁化強度の3次元分布が得られ、これを本震余震の震源データを考慮してみると、以下に示すいくつかの顕著な特徴が求められた。

1) 震源域は、低密度異常/高磁化強度異常で特徴づけられる。

2) 密度異常分布では、地殻表層から深度12kmまでは、新発田-小出構造線や他の活断層で特徴づけられる北北東-南南西の方向性を有する構造が顕著である。深度12km以深では、震源域を通る東北東-西南西の方向性を有する低密度異常の帯状の領域が顕著になり、これより震源分布が限定される傾向が見られる。

3) 地殻表層では鮮新世火山岩類や第四紀火山に対応する高磁化強度異常域が存在し、深度が増すにつれ減衰し不明瞭になる。震源域付近は、地表地質から予想される以上の顕著な高磁化強度異常であり、若干の減衰はあるが、深度12km以深でも明瞭に認められる。これは北東-南西ないしは南北の方向性を有する。

震源域付近の密度異常分布は、地震波トモグラフィーの結果とも整合的で、震源域付近が高破碎帯に関連する可能性を示唆している。また、深度12km以深での低密度異常域は、産業技術総合研究所地質調査総合センター(2004)が示した越後山地隆起帯の東方延長にほぼ一致し、越後山地の隆起・沈降運動の結果が、今回の震源域の広がりを規制している可能性がある。これに対して、本地域のキュリー点深度が10~12km程度であり(大久保, 1984)、震源付近は消磁条件に近いことを考慮すると、震源域の高磁化強度異常は、周囲より低温であることを示している可能性がある。これ例外に、例えば蛇紋岩の存在など構成岩石の違いがその要因として考えられるが、この深度条件で高磁化強度・低密度となる岩石の特定は現状として難しい。

### 3. まとめ

シミュレーテッド・アニーリング(SA)法による3次元重力・磁気逆解析より、2004年新潟県中越地震の震源域の構造や物性を考える上で興味深い結果が得られた。これに基づいて地震発生のメカニズムの解明に寄与するには、今後この深度条件下で密度・磁化強度の変化がどのような要因によるものかを理解する必要があり、地球物理学的・地質学的・実験岩石学的研究成果との比較検討が重要である。