

反射法地震探査・余震観測・地殻変動から見た2007年能登半島地震の特徴について

Geophysical and geological characterization of the 2007 Noto Hanto earthquake, central Japan

佐藤 比呂志 [1]; 岩崎 貴哉 [2]; 金沢 敏彦 [3]; 宮崎 真一 [4]; 阿部 進 [5]; 斉藤 秀雄 [6]; 川崎 慎治 [7]; 伊藤 谷生 [8]; 宮内 崇裕 [9]; 平田 直 [1]; 川中 卓 [6]; 野口 猛雄 [10]; 穴田 文浩 [10]; 吉田 進 [10]; 片川 秀基 [10]
Hiroshi Sato[1]; Takaya Iwasaki[2]; Toshihiko Kanazawa[3]; Shin'ichi Miyazaki[4]; Susumu Abe[5]; Hideo Saito[6]; Shinji Kawasaki[7]; Tanio Ito[8]; Takahiro Miyauchi[9]; Naoshi Hirata[1]; Taku Kawanaka[6]; Takeo Noguchi[10]; Fumihiro Anada[10]; Susumu Yoshida[10]; Hideki Katagawa[10]

[1] 東大・地震研; [2] 東大・地震研; [3] 地震研; [4] 地震研; [5] 地科研; [6] 地科研; [7] 地科研; [8] 千葉大・理・地球科学; [9] 千葉大・理学研究科・地球科学コース; [10] 陸電・土木

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] ERI, Tokyo Univ.; [3] ERI, Tokyo Univ.; [4] ERI; [5] JGI, Inc.; [6] JGI; [7] JGI, Inc.; [8] Dept. Earth Sciences, Fac. Sci., Chiba Univ.; [9] Earth Sci., Chiba Univ.; [10] Civil Eng., Rikuden

1. はじめに

どのような内陸被害地震が発生するかを事前に予測するためには、現時点では活断層や地質構造の特徴から推定するのが最も有効な方法である。こうした方法による予測精度を向上させるためには、実際の被害地震の震源域の地質構造と発生した地震の震源断層との関係を明らかにすることが重要である。こうした背景から、2007年能登半島地震の震源域において反射法地震探査を行い、震源域の地殻（地質）構造を明らかにした。さらに余震観測のデータと比較・検討して、震源断層の位置と形状を総合的に検討した。これらの検討から得られた震源断層と、レーザープロファイラや海底音響測深の地震前後のデータ比較などによって求めた地震時の地殻変動（野口ほか、2008 連合学会）をもとに震源断層面上のすべり量分布を求めた。ここでは、一連の研究によって明らかになった2007年能登半島地震の特徴について述べる。

2. 反射法地震探査と余震分布による震源断層の特徴

2007年能登半島地震震源域の海域については、より深い構造を明らかにするために二船式の反射法地震探査によるデータ取得を行った（阿部ほか、2008 連合学会）。とくに本震周辺を NNW-SSE 方向に横切る海陸にまたがる測線を設定し、7 測線に渡って共通反射点重合法によるデータ取得を行った。この中で、本震周辺を横切る 20km 区間では陸域に受振器を展開し、最大地下 4km 程度までの地下構造のイメージングに成功した。また、陸上においても西海岸沿いに震源域を横切る 10km の測線で反射法地震探査を実施した。海上の反射法地震探査から得られた断面は、すでに報告されている海底活断層トレース（片川ほか、2005; 海上保安庁、2007; 井上ほか、2008 連合学会）に一致する断層が確認される。2007年能登半島地震に関連した断層は、南傾斜で南側に反射面群が卓越する堆積層が厚く分布する。速度構造や堆積層の特徴から、初期中新世にリフトを充填して堆積した地層と判断される。この断層はより上位の堆積層の変形から、新期には南傾斜の逆断層成分を有する運動をしたことが明らかである。震源域では、この断層の深部延長に面状に余震が分布し、海陸統合探査を行った本震域を横切る測線では、深さ 4km 程度まで反射断面でイメージングされる断層面上に余震が配列することが確認できた。陸域では震源域の北部に厚いリフト期の堆積層が分布することが明らかになり、震源域北西の海上では北傾斜のリフト期の正断層が顕著である。震源断層の東部では北傾斜と南傾斜のリフト期の正断層が交錯し、南傾斜の正断層の逆断層としての再活動が顕著である。こうした複雑な断層の形状は余震分布にも現れていて、余震分布からは北傾斜の断層面も明らかになっている（Kato et al., EPS in press）。すなわち、今回の地震は中新世に形成された ENE 走向、南傾斜の正断層が、右横ずれ成分を持った逆断層運動を行うことによって発生した。断層の東端は陸域におよび、地層の分布、トモグラフィーによる速度構造（Kato et al., in press）、非抵抗構造（Yoshimura et al., in press）によって示される NNW-SSE 方向の構造的な不連続と一致している。震源域の西方にも震源断層の延長に相当する断層は延長される。本震から 8 時間後最大余震までの余震分布からは推定される本震でのすべり領域の西端では、海底の断層トレースが屈曲し、地下の震源断層も屈曲した形状を示している。

3. 地震に伴う地殻変動と断層面上のすべり量分布

反射法地震探査断面から浅部（4-2 km 以浅）の断層形状を求め、深部について余震分布から震源断層の形状を推定した。地震前の調査で得られていたレーザー計測や海底音響測深の記録と地震後、新たに実施した調査による同様の計測との比較により、地震にともなう垂直地殻変動量を求めた（野口ほか、2008 連合学会）。これらの値と、反射法地震探査・余震観測から得られた詳細な断層モデルを利用して、断層面上のすべり量分布を求めた。これらはすでに報告されている InSAR などの解析による結果（国土地理院、2007）とほぼ一致する。

また、海域の地殻変動と音波探査記録から明らかになった累積変位から、ほぼ 1,700 年（1,300-2,000 年）の活動間隔が推定されている（野口ほか、2008 連合学会）。

4. まとめ

2007年能登半島地震震源域において、内陸地震の事前予測精度の向上を目的とした地殻構造調査を含む総合的な研究を行った。その結果、今回の地震は日本海形成時に形成された正断層の右横ずれ運動を伴う逆断層運動によって発生し、震源域の水平方向の広がりも断層形成当時の強い構造規制を受けていることが明らかになった。