

## 2004年新潟県中越地震 (M 6.8) 発生域の不均質構造

## Heterogeneous crustal structure in and around the source region of the 2004 mid-Niigata Prefecture earthquake

# 平田 直 [1]

# Naoshi Hirata[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/hirata/>

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震 (M 6.8) では、死者49名、重軽傷者4,794人、住家被害は120,391棟 (平成17年9月16日現在) など、中山間部に大きな被害をもたらされた。この地震では、本震が発生した後40分の内に、M 6.5の最大余震を含む3個のM 6以上の余震が起き、4日後にはM 6.1の3番目に大きな余震が発生した。有感となった余震数は、1995年兵庫県南部地震の余震の約2倍で、最近発生した日本周辺の地震のなかでも突出して多かった。

地震発生直後から始められた余震観測によって、この地震の本震と余震の特徴が明らかになった。本震では地下12kmで破壊が開始して北北東に進み、最終的には、長さ約30km、深さ方向の幅15kmの西北西に高角度 (60度) で傾斜する震源断層が形成された。最大余震は、本震の震源断層の東南東約5km、本震の震源断層とほぼ平行な震源断層で発生した。さらに、本震の4日目に発生し3番に大きな余震の震源断層は、東南東に傾き下がる低角度の断層で、本震の震源断層とはほぼ直交していた。これらの震源断層の他にも、2番目に大きな余震やその他の大きな余震はそれぞれ別の震源断層で発生していることが分かった。この地震では、大きな余震が複数の震源断層で発生し、それぞれの断層周辺で余震が発生したため全体として余震の数が多くなったのである (Aoki et al., EPS 57, 2005)。

この地震の直後に、余震観測のために全国の機関が合計約150台の地震観測点を設置して、これまでにない稠密な地震観測を行った。さらに、制御震源による構造探査、自然地磁気・地電流による地殻電気抵抗構造の調査、GPSによる地殻変動調査が実施された。活断層との関連を調べるための地形・地質調査も行われた。これらの調査を総合すると、この地域の地下の構造は、少なくとも地震の発生する深さ15km程度まで、水平方向に大きく変化していることが分かった。

この地域には5kmを越える極めて厚い堆積層が存在し、地表付近には活断層・活褶曲が発達している。堆積盆地の東縁は、地質境界 (新発田 - 小出線) で、その東側には基盤岩が露出して越後山地が広がっている (平田直・佐藤比呂志・東京大学地震研究所緊急余震観測グループ, 2005, 科学, 75, 2)。余震観測によるデータを用いた地震波速度分布の推定 (地震波トモグラフィ; e.g., Kato et al., GRL, 32, L07307, 2005) によると、堆積層の厚い魚沼丘陵の下には、深さ15kmまで、周辺より地震波速度の遅い領域が広がっている。東側の速度の速い領域と西側の速度の遅い領域の境界は地表では新発田 - 小出線であるが、深さが増すと西側に張り出している。つまり、この地域は、これまでの調査で知られていた堆積層だけでなく、深さ15kmの地震発生領域の深さまで、速度が水平方向に大きく変化している。この地震は、速度の変化の大きい場所 (高速度領域と低速度領域の境界部) で発生したといえる。地殻の不均質性が複数の震源断層が形成された理由の一つである。

震源域で行われた地殻電気抵抗調査によって、地震波の低速度領域では電気抵抗が低く、高速度領域では電気抵抗が高いことがわかった (Uyeshima, et al., EPS 57, 2005)。地下の電気抵抗が低くなるのは、岩石の粒子の間に流体が充填されているためであると考えられる。抵抗の小さな領域は、地震発生領域と、さらにそれより深い地殻下部にも見つけられた。

本震の震源断層の傾きは約60度と高角であることは、断層として滑る面が地震前に予め弱面であったことを示している。トモグラフィ解析で見出された高速度・低速度の境界が、この弱面に対応する。最大余震の震源断層も、高速度領域の中の低速度域に対応する。新潟県中越地方を含む日本海東縁地域は、日本海拡大時に東西の引伸応力場となり、正断層運動をともなって地表が沈降した歴史がある。地質学的には、堆積盆地の底部と周辺に正断層が発達して地溝が形成されたと考えられているが、この地震を発生させた深さ10から15kmの地殻内の弱面も、日本海拡大時に形成された正断層と考えることができる。かつての正断層が応力場の反転によって逆方向に運動することは東北地域で知られている (逆転テクトニクス)。複数の大きな余震が別々の震源断層で発生したのは、地震を発生させるべき弱面 (かつての正断層で、現在は逆断層) が地殻内に複数形成されていたからとだと言える。

本地震の調査によって、このような地域の地震発生ポテンシャルを評価するには、地表の活断層調査だけでは不十分であって、地下深部の総合的な構造調査が不可欠であることが示された。