

2004年新潟県中越地震震源域南部における地震活動と断層構造

Seismicity and fault structures in the southern end of the source region of the 2004 Mid Niigata prefecture earthquake

今西 和俊[1]; 桑原 保人[2]; 武田 哲也[3]; 針生 義勝[4]

Kazutoshi Imanishi[1]; Yasuto Kuwahara[2]; Tetsuya Takeda[3]; Yoshikatsu Haryu[4]

[1] 産総研; [2] 産総研; [3] 産総研; [4] 防災科研

[1] GSJ, AIST; [2] GSJ, AIST; [3] AIST; [4] NIED

2004年新潟県中越地震は、新潟県南部の魚沼丘陵の北部から東山丘陵の南部にかけての地下5-15kmで発生した。この震源域の北部隣接域では1828年三条地震(M6.9)により一定の応力が解放されており、すぐに大地震が発生するとは考えにくい。一方、南側では今回の震源域と1847年善光寺地震(M7.4)の震源域に挟まれた約40kmの地域が未破壊領域として残されており、近い将来、M7級の地震が発生する可能性が高い地域として指摘されている(大竹, 2004)。震源域南部の東側には六日町断層が南方に伸び、西側には十日町断層が存在する。六日町断層は南北に比較的直線性の良い長さ約30kmの西側隆起の逆断層で、その平均垂直変位速度はおよそ2mm/年で、A級活断層に属する(金, 2004)。十日町断層については、その平均垂直変位速度は0.2-1.4mm/年で活動度A~Bの活断層とされている(田中, 2000)。

我々は新潟県中越地震により震源域南部が今後どのような活動推移をするのかを調査する目的で、震源域南部で臨時観測を行った。対象とする領域は主に新第三紀と第四紀の地層が数kmの厚さで分布し、比較的高周波まで観測する必要がある微小地震観測にとっては地盤がやや軟弱すぎるくらいがある。一方、この地域は地すべり地帯として有名であり多くの砂防ダムが建設されている。砂防ダムは比較的深部の固い岩盤に固定されていることが想定され、今回は主にダムの堰堤に地震計を設置固定することとした。臨時観測では、およそ20×20km²の領域に12カ所観測点を配置した。地震計は固有周波数2Hzの3成分速度型を用い、データ収録は100Hzの連続観測で現地収録とした。地震観測は2004年11月下旬から開始し、2005年春まで継続の予定である。データは12月23-24日に一度回収し、良好な観測状態を確認した。観測データには30Hz程度の高い周波数も含まれ、また地盤の共鳴もほとんど見られないなど、微小地震の解析にも耐えられる良質の記録が得られている。

この領域における地震活動と断層構造の特徴を調べるために、2002年6月から2004年12月末までの震源決定とメカニズム解決定を行った。解析した地震は、気象庁の1元化カタログに含まれる地震と臨時観測点の設置により新たに検出できた地震を合わせた124個である。速度構造は新発田-小出構造線を境に東西で大きく異なるため、我々は東西で異なる速度構造を仮定して震源決定を行った。メカニズム解はP波初動の極性に加えてP波とSH波の振幅値を使って求めた。決定された震源分布を見ると、いくつかのクラスターや面的な分布が確認できる。より詳細にクラスターを識別するために、得られた震源を初期震源としてdouble difference法により震源を再決定した。その結果、3つの明瞭なクラスターを同定できた。一つ目は十日町断層の直下のおよそ10~15kmの範囲に存在する、西側に約60度で傾斜したクラスターである。ここでは2002年3月28日に群発的に活動が開始し、M4.1を上限としてM3.5以上の地震が6個発生した。その後も継続的に地震活動が活発である。クラスター内で発生している地震のメカニズム解は北西-南東方向にP軸を持つ逆断層タイプである。このクラスターの断層面をそのまま地表に延長すると、交線は六日町断層の地表トレースに必ずしも一致しないが、途中で傾斜が緩やかになると考えると、六日町断層の最深部でのすべりであることになる。この場合、飯尾・小林(1997)が指摘している断層深部延長部での非地震性すべりによる応力集中との関係が示唆される。二つ目は東側に約45度で傾斜した深さ5~10kmの範囲に分布するクラスターである。この面を地表まで延長すると十日町断層の地表トレースにつながることから、十日町断層の活動と考えられる。このクラスター内で発生した地震のメカニズム解は北西-南東方向にP軸を持つ逆断層タイプである。注目すべき点は、この活動は新潟県中越地震発生後から活発化していることである。なぜこのクラスターのみが活発化したのかは現在得られている情報のみで原因を特定することはできない。三つ目として六日町断層南端で深さ5~10kmの範囲に西傾斜したクラスターが確認できる。ここでは2001年1月4日にM5.1の地震が発生しており、この地震活動の一部はその余震と考えられる。ここで発生する地震には横ずれ成分を含む解が得られており、上記2つのクラスターとは応力場が異なっているようである。

新潟県中越地震の震源域と同様、震源域の南部においても西傾斜と東傾斜の両方の断層が存在し、非常に複雑な構造であることが明らかになった。今後の活動推移を調べるためには、それぞれの相互作用も考慮に入れながら検討していく必要がある。

謝辞：解析には防災科学技術研究所、気象庁、東大地震研究所、京大防災研究所、東北大学のデータを利用させていただきました。