

# 新潟県中越地震の震源隣接域における 微小地震観測

桑原 保人<sup>1)</sup>・今西 和俊<sup>1)</sup>・武田 哲也<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

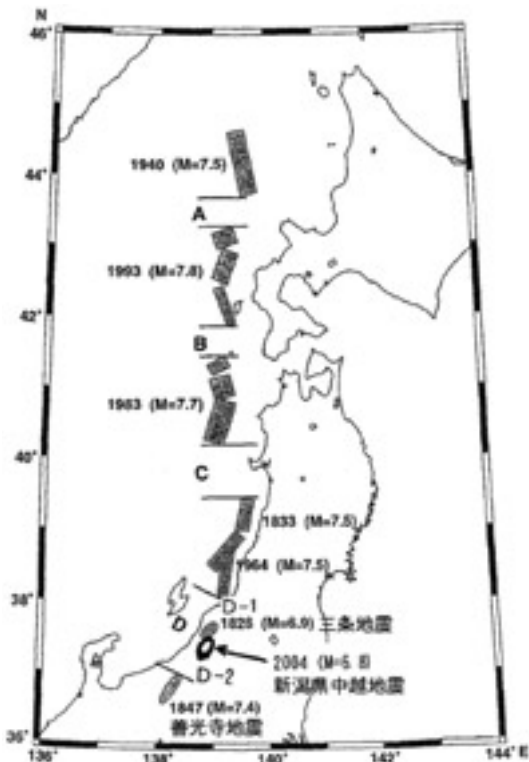
2004年10月23日の新潟県中越地震は、つくば在住の筆者の一人も周期数秒の非常に大きな揺れとして感じた。その後も約1時間のうちに、似たような大きな揺れを3度感じ、これまでに筆者が経験したことがないような地震活動が起こっていると想像した。手元の時計で地震動のP波とS波のおよその到着時間差をはかり、震源距離が200-300kmと

推定し、どの辺りで起きた地震かと思いを巡らせた。その後これが新潟県内の内陸の地震とわかり、テレビやWEB等で情報の収集をしつつ我々は地震発生機構の研究の立場から何をすべきか検討した。周辺の地質構造や過去の地震履歴のデータを揃え、1) 今回の地震はいかなる地震であったか、2) 今後の活動推移予測は行なえるか、の2つの立場での研究について考えた。1)については、a) 周辺の活構造、地下構造の詳細と今回の地震の震源断層の関係はいかなるものか、b) 今回の活動域への応力集中に関する情報は得られるか、c) 今回の地震で地表に活断層が現れなかったとすれば、なぜそうなったか、を解明するための研究をすべきである。2)については、今回の地震の南北両端は今後どのような活動推移をするのか。特に、a) 南側で1847年に発生した善光寺地震(M7.4)と今回の地震発生域の間の領域は応力が解放されているのか、高まっているのか、b) 北側で1828年に発生した三条地震(M6.9)との関係はどのようなものであり、今後どのような推移をするのか、の疑問に答える調査研究が必要であると考えた。

他機関の調査動向や我々の研究資源(桑原, 2004)を検討の上、今回はまず、中越地震の南側隣接域の活動推移予測を目的として、この地域の地下構造、応力場の情報を得るための臨時の余震観測を行うこととした。本報告では臨時観測の背景、観測状況、解析の途中経過等を述べる。

## 2. 背景と目的

新潟県中越地震はいわゆる新潟-神戸歪集中帯(Sagiya et al., 2000)の中で発生した。第1図に示



第1図 新潟-神戸歪集中帯から日本海東縁に沿った地域で認められる地震空白域(A-D)。大竹(2004)に加筆。

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 新潟県中越地震, 活断層, 六日町断層, 余震観測, 地下構造, 応力場, 微小地震活動

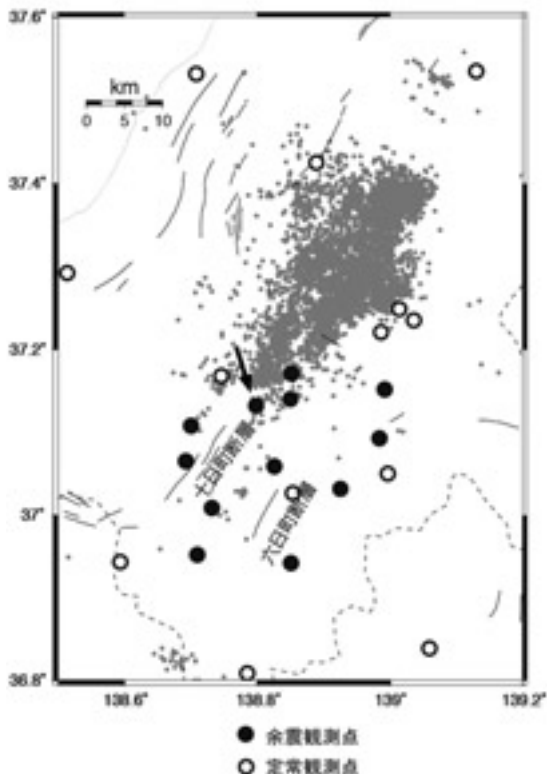


第2図  
震源域の活構造図. 岡村・柳沢(2004)  
に加筆.

すように、今回の震源域の北側は隣接する1828年三条地震の震源域のその北部(D-1)が、南側は今回の震源域と1847年善光寺地震の震源域に挟まれた地域(D-2)が地震空白域として認識され、近未来の大地震発生の可能性が高い地域として指摘されている(例えば、大竹, 2004)。

第2図は岡村・柳沢(2004)によってまとめられた今回の地震の地質学的背景を説明するものである。彼らによれば、今回の新潟県中越地震の震源域は、新潟県南部の魚沼丘陵の北部から東山丘陵の南部にまたがり、西傾斜の逆断層から東傾斜の逆断層に移り変わる境界部に位置する。震源域で地質学的にみられる褶曲構造は、その南北隣両接域に比べ複雑であり、震源域の断層の形態も複雑であると予想される。

震源域南部の東側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(池田ほか, 2002)。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ある。金(2004)によれば、その垂直変位速度はおよそ2mm/年で、いわゆるA級活断層に属する。十日町断層については、その垂直変位速度は断層の一部で0.5-0.8mm/年とされている(池田ほか, 2002)。一方、今回の震源域の北部は、第1図で示されているように、1828年三条地震の発生によって一定量の応力は解放されていると考えられる。さらにその北部には新潟平野東縁断層帯が存在し、断層の変位速度は1mm/年と推定されている(池田ほか, 2002)。地震空白域D-1としては、この新潟平野東縁断層帯が対応していると思われる。

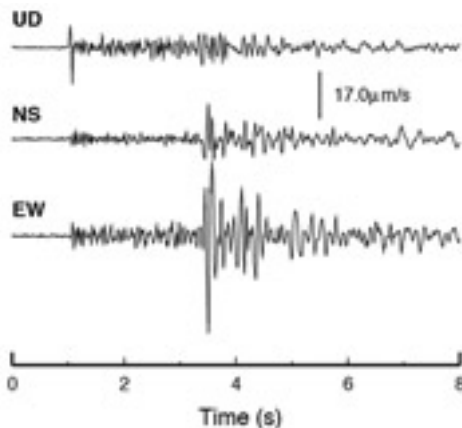


第3図 地震観測点の分布。黒丸が今回設置した地震観測点、白丸が気象庁等の定常観測点である。多数の小さい黒点が今回の地震の余震分布。

今回の地震震源域の震源断層や地下構造については、地震後の臨時観測によってかなり詳細に解明されるであろう(例えば, Kato *et al.*, 2005). 我々は、今回の震源域の南側の空白域(D-2)については、当地域での詳細な地下構造、地震活動や微小地震のメカニズムを決定し、これらと今回の中越地震発生域の解析結果と合わせることで、地震空白域への今回の地震の影響が定量的に評価できるであろうと考えた。一方、北側空白域(D-1)については、1828年の三条地震のメカニズムや震源域の構造がよくわかっていないことから、南側に比較して今回の地震の影響の評価がむずかしくなるであろうと思われる。そこで我々は、まず、南側で地震活動、地下構造の詳細な解析、応力状態を評価するための地震観測を行うこととした。北側については、南側での結果をみながら、今後どのような観測が有効か検討していきたいと考えている。



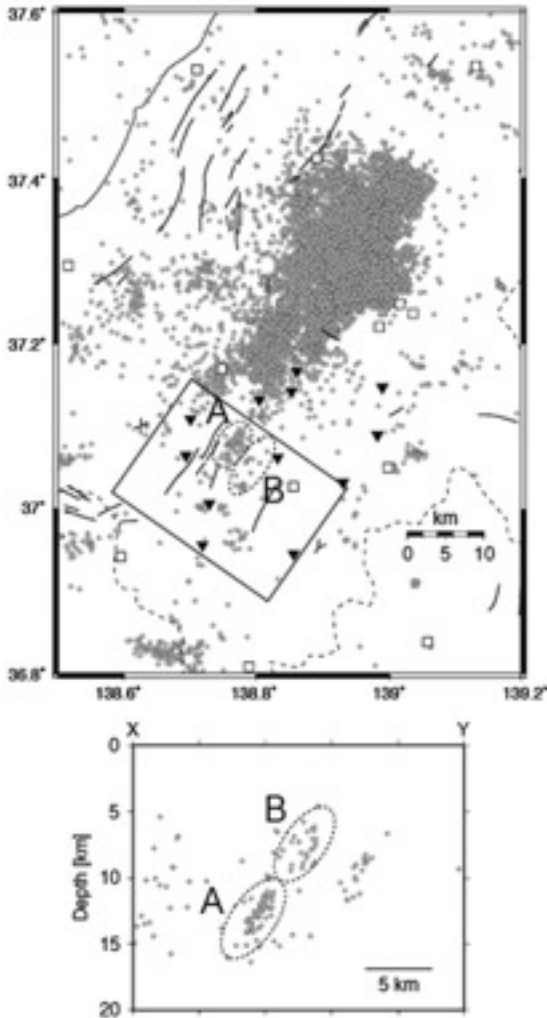
写真1 砂防ダム。当地域には写真のようなダムが多数存在し、地震観測には比較的良好な場所を提供してくれる。



第4図 観測波形例。第3図の矢印で示した観測点で観測された震源距離約10kmの地震。

### 3. 観測点の展開

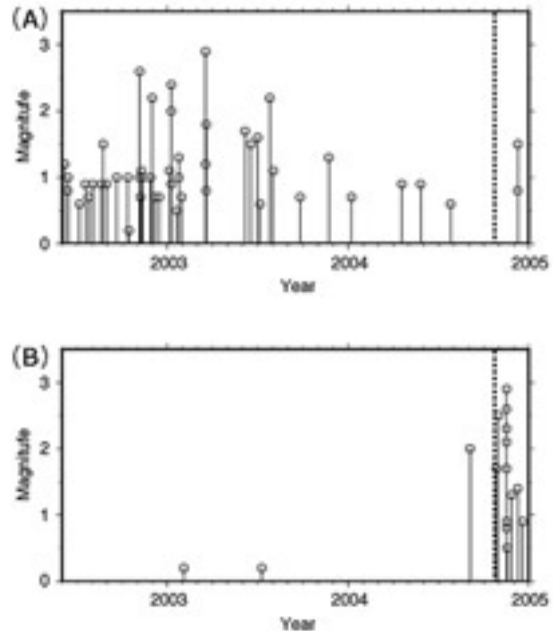
設置した地震計の配置を第3図に示す。現地調査の結果、観測予定地域は主に新第三紀と第四紀層に属し、比較的高周波まで観測する必要がある微小地震観測にとっては地盤がやや軟弱すぎるきらいがある。一方、この地域は地すべり地帯として有名であり多くの砂防ダムが建設されている。砂防ダムは比較的深部の固い岩盤に固定されていることが想定され、今回は主にダムの堰堤に地震計を設置固定することとした(写真1)。臨時観測では、第3図に示すように12カ所に観測点を配置し



第5図 この地域の2002/6/3-2004/12/31の期間の地震活動。データは気象庁一元化震源、今回の地震の南側では領域A, Bで特徴的な地震活動が認められた。

た。地震計は固有周波数2Hzの3成分速度型 (Mark Products製 L22-E) を用い、データ収録は100Hzの連続観測で現地収録とした。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月中旬に一度回収し、良好な観測状態を確認した。第4図に示すように震源距離10km程度の地震観測波形には30Hz程度の高い周波数が見られ、また地盤の共鳴もほとんど見られないなど、微小地震の震源過程の解析にも耐えられる良質の記録が得られている。

2005年3月号



第6図 地震のマグニチュード-発生時間の関係図。(A)と(B)はそれぞれ第5図の領域A, Bに対応する。

#### 4. 当該地域の地震活動の変化

まず臨時観測データの解析に先立ち、当該地域の地震活動に変化があるかを調べた。第5図は気象庁によって決定された2002年6月3日から今回の地震を含む2004年12月31日までのすべての震源の分布図である。マグニチュードはおよそ1以上ならばもろさず決定されていると思われる。今回の研究対象領域の六日町断層周辺の地震活動に着目すると、図に示された領域Aと領域Bに顕著な活動が認められた。第6図にそれぞれの領域での地震活動の時系列を地震のマグニチュード-時間の図(M-T図)として示す。領域Aは深さ10-15kmに西傾斜で分布する。この領域での地震活動は、新潟県中越地震発生の前から非常に活発である。地震後も今のところ、その活動度に大きな変化は認められない。領域Bの地震は深さ5-10kmで領域Aに連続して分布するように見える。この領域は新潟県中越地震の前にはほとんど活動が認められなかった領域であり、地震後明らかに活発化した。このことから領域Bで、新潟県中越地震の影響による顕著な応力集中があったことが想像される。

ここで注意しなければならないこととして、第5図では領域A, Bの震源分布は連続して地表の六日町断層帯につながるように見えることがある。しかし、気象庁で震源決定に用いる速度構造は深さ方向にのみ変化する1次元構造であることに気をつける必要がある。この地域では特に東西方向に構造の変化が大きいことを考慮すると、1次元速度構想を仮定して求めた震源分布に認められる傾向や震源の相対位置が変化することが考えられる。現在、2次元的な構造変化を考慮した速度構造で震源の再決定を実施中であり、予備的な結果によると領域A, Bの震源は六日町断層帯に連なる1枚の面上に乗らない可能性もある。ただし、2次元構造の結果でも領域BがAに比べ東側にあり、より浅い領域に分布することは変わらない。

## 5. 今後の予定

以上のように、震源域南側で今回の地震の影響による地震活動の顕著な変化が認められた。今後当該地域の臨時地震観測データを用いて、a) 地震波速度トモグラフィーによる詳細な地下構造の決定、b) マグニチュード0程度までの極微小地震を含めた地震発震機構の大量決定を行う予定である。

これらの結果と今回の中越地震震源域における詳細な地下構造、本震と余震の一連の地震による応力変化を合わせて解析し、応力と構造を考慮した総合的な地下構造モデルを作成していきたい。

## 文 献

- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志 (2002) : 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会, 260p.
- Kato, A., Kurashimo, E., Hirata, N., Sakai, S., Iwasaki, T. and Kanazawa, T. (2005) : Imaging the source region of the 2004 mid-Niigata prefecture earthquake and the evolution of a seismogenic thrust-related fold. *Earth, Planets, Space*, submitted.
- 金 幸隆 (2004) : 六日町盆地北西縁の活断層. *活断層研究*, 40, 161-168.
- 桑原保人 (2004) : 内陸活断層応力場の新しい評価手法の確立に向けて. *地質ニュース*, no.597, 10-16.
- 岡村行信・柳沢幸夫 (2004) : 信濃川東側の東山丘陵の地質構造と新潟中越地震との関係. <http://unit.aist.go.jp/actfault/niigata/chishitsu.html>
- 大竹政和 (2004) : 第160回地震予知連絡会資料, 国土地理院.
- Sagiya, T., Miyazaki, S. and Tada, T. (2000) : Continuous GPS Array and Present-day Crustal Deformation of Japan. *PAGEOPH*, 157, 2303-2322.

---

KUWAHARA Yasuto, IMANISHI Kazutoshi and TAKEDA Tetsuya (2005) : Temporal observation of micro-earthquakes in an adjacent area of the 2004 Mid Niigata Earthquake focal region.

---

<受付: 2005年1月25日>