8-16 中国地方の地殻変動 Crustal Movements in the Chugoku District

国土地理院 Geographical Survey Institute

第1図(1)~(9)は,鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果である。この地域では,2000年10月6 日鳥取県西部地震(Mj7.3)が発生した。地震前から稼働している電子基準点に加え,推定震源断層付 近に臨時の観測点2点を新たに設置し,10月10日から観測を開始した。第1図(2)~(9)は,2000年1 月1日から11月20日間のこれらのGPS点間の距離および比高の変化をプロットしたものである。米 子,溝口,日南,仁多など,震央に近い点に関する基線にco-seismicな変動が現れている。地震発生 前の機関においてはいずれの基線においても観測データは落ち着いており,特に目だった変動は見 あたらない。また,震源断層北端近くで断層の東側に位置する場所に設置した臨時点(T西伯)に おいて,地震後も左ずれのセンスの比較的大きな余効的な変動が継続していることが興味深い(第 1図(2),基線)。一方,断層の南端に近いT黒坂では基線 など,若干の余効変動の可能性があ るが,あったとしても,大きさが小さく,その継続期間も短いようにみえる。

第2図(1)~(5)は,1996年4月1日から現在までのGPS連続観測結果である。基線によっては2000 年1月1日にデータの不連続が見られるものがあるが,これは解析プログラムのパラメータ設定変 更に伴う見かけの変化で真の地殻変動ではない。それ以外に地震との関連が疑われる顕著な地殻変 動があるようには見えない。

第3図(1)~(10)は,6時間分のデータを用いて3時間毎に時間をずらせながら実施した測位計算 による2000年10月1日~10月10日間の観測結果である。時間分解能を上げるため,計算に用いたデ ータの時間的長さが通常より短い6時間であるため,計算結果のばらつきが大きくなっているが, 地震直前に何らかの変化がおきたことを疑わせる顕著な変動は見あたらない。

第4図は,鳥取県西部地震直前直後のGPS連続観測結果の比較による地震に伴う水平変動ベクト ルである。震央に近い地点で変動が大きい。ベクトルの分布は北北西-南南東方向の圧縮のメカニ ズムを示唆するものである。

第5図は,GPS連続観測結果を用いて推定した鳥取県西部地震の断層運動モデルである。余震分 布を考慮して北北西-南南東方向の走向をもつ,長さ約20km,幅10km,深さ約1kmのほぼ垂直な断 層が,1.4mの左横ずれを起こしたと考えると,GPSの水平変動分布をよく説明できる。このモデル から推定されるモーメントマグニチュードは6.6である。第6図は,このモデルから推定される上下 地殻変動である。

第7図は,カナダの衛星であるRADARSATのデータを用いた合成開口レーダ干渉処理による干渉 図である。10月6日の鳥取県西部地震による変動に伴うフリンジが読みとれることに加え,10月8 日に誘発された地震に伴うと考えられる変動も捉えられた。これまで,RADARSATやヨーロッパの ERS衛星のC-bandレーダーの干渉解析は,植生等の影響を受けやすく困難であったが,フィルター 処理等解析方法を工夫することによって,ペアを構成する2つの観測間の時間間隔が短い等,好条 件下では,植生がある場所であったも,C-band干渉合成開口レーダー観測が可能であることがわか った。

第8図は,三角測量およびGPSデータによるこの地域の水平歪み分布である。詳細は資料の説明 を参照されたい。



第1図-(1) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/01/01 - 2000/11/20)(1)

Fig.1(1) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (1 of 9)



第1図-(2) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/01/01 - 2000/11/20)(2)

Fig.1-(2) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (2 of 9)





Fig.1-(3) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (3 of 9)





Fig.1-(4) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (4 of 9)



第1図-(5) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/01/01 - 2000/11/20)(5)

Fig.1-(5) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (5 of 9)





Fig.1-(6) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (6 of 9)





Fig.1-(7) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (7 of 9)



第1図-(8) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/01/01 - 2000/11/20)(8)

Fig.1-(8) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (8 of 9)



第1図-(9) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/01/01 - 2000/11/20)(9)

Fig.1-(9) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/01/01-2000/11/20 (9 of 9).



鳥取県西部地方GPS連続観測基線図

第2図-(1) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (1996/04/01 - 2000/11/20)(1)

Fig.2-(1) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 1996/04/01-2000/11/20 (1 of 5).



第2図-(2) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (1996/04/01 - 2000/11/20)(2)

Fig.2-(2) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 1996/04/01-2000/11/20 (2 of 5).



第2図-(3) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (1996/04/01 - 2000/11/20)(3)

Fig.2-(3) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 1996/04/01-2000/11/20 (3 of 5).





Fig.2-(4) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 1996/04/01-2000/11/20 (4 of 5).



第2図-(5) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (1996/04/01 - 2000/11/20)(5)

Fig.2-(5) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 1996/04/01-2000/11/20 (5 of 5).

鳥取県西部GPS連続観測 基線図



第3図-(1) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(1)

Fig.3-(1) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (1 of 10).



第3図-(2) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(2)

Fig.3-(2) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (2 of 10).



第3図-(3) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(3)

Fig.3-(3) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (3 of 10).





Fig.3-(4) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (4 of 10).



第3図-(5) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(5)

Fig.3-(5) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (5 of 10).



第3図-(6) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(6)

Fig.3-(6) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (6 of 10).



第3図-(7) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(7)

Fig.3-(7) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (7 of 10).





Fig.3-(8) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (8 of 10).



第3図-(9) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(9)

Fig.3-(9) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (9 of 10).



第3図-(10) 鳥取県西部地域周辺のGPS連続観測結果 (2000/10/01 - 2000/10/10)(10)

Fig.3-(10) Results of continuous GPS measurements in the western part of Tottori prefecture during 2000/10/01-2000/10/10 (10 of 10).



第4図 GPS連続観測による鳥取県西部地震による水平変動

Fig.4 Horizontal displacements associated Tottoriken Seibu Earthquake (October 6, 2000 Mj7.3) derived from continuous GPS measurements.



第5図 鳥取県部地震の断層モデル

Fig.5 Fault model of the Tottoriken Seibu Earthquake (October 6, 2000 Mj7.3) using horizontal deformation derive from continuous GPS measurements.



第6図 断層モデルから推定される上下変動 Fig.6 Vertical deformation predicted by the model.



第7図 RADARSAT C-band 干渉合成開口レーダーによる鳥取県西部地震の地殻変動

Fig.7 Mapping of crustal deformations associated with the Tottoriken Seibu Earthquake (October 6, 2000 Mj7.3) using RADARSAT C-band InSAR.

歪蓄積速度分布と鳥取県西部地震

2000年鳥取県西部地震は、GPSによる歪速度の小さい地域で発生した(図1). 最近、地表における地殻変動が小さかっただけで はなく、三角測量による百年間の蓄積歪も小さかったことが分かっている(図2). この地震は活断層が認定されていなかったことを考 え合わせると、地質学的時間スケールでも変形の小さい地域であったことが推測される. これらのことから、鳥取県西部地震の震源と なった断層は平均変位速度が小さく、1943年鳥取地震と同様に非常に稀な地震が起きたと考えるのが妥当であろう. 測地学的手法 で求めた地殻変動から分かるのは、歪の変化量ないし歪速度であり、歪の絶対値ではないことに注意する必要がある.

地震発生の危険度評価には、地震モーメントの蓄積率(または解放率)の見積りが重要な指標になるが、そうした推定を行う際には 以下のようなデータを使用することが可能である。

(1)測地測量(三角測量, GPS)による歪速度

(2)歴史地震

(3)活断層の平均変位速度

(4)地震活動(G-R則による地震発生頻度,最大地震の推定)

鳥取県西部地震の震源域においては、(1)~(3)のいずれを用いても大変小さなモーメント蓄積率しか推定されないが、地震活動の 観点からは、この地域は最大M5.9(1991/8/28)の地震を含んでM5級が複数発生する活発な地震活動が過去にあり(図3)、地震の 規模別頻度分布(図4)からはM6級以上の最大地震を予想すべきだったかも知れない、地震危険度をより正しく評価するためには上 記のような様々なデータを総合的に解析する手法を開発し、最近のGPSデータや活断層調査の成果も踏まえて、系統的に定量的な 見積もりを行うことが必要ではないだろうか。



第8図 繰り返し水平測量およびGPS連続観測による中国地方の累積地殻歪み

Fig.8 Accumulated horizontal strain in the Chugoku district derived from repeated horizontal surveys and GPS continuous measurements.