

7-6 松代における地殻変動観測（2011年11月～2012年4月）

Observation of crustal deformation at Matsushiro (November 2011 – April 2012)

気象庁 精密地震観測室

Matsushiro Seismological Observatory, JMA

2011年11月1日から2012年4月30日までの6ヶ月間の松代における地殻変動観測結果について報告する。

第1図に上記期間における石英管ひずみ計 (NS100m, NS70m, NS30m, EW100m, EW70m, EW30m), 水管傾斜計 (WT_NS, WT_EW), 及び降水量等の時間平均値観測データを示す。

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震により, 石英管ひずみ計では南北成分は縮み, 東西成分では伸びの大きな変化が見られた。水管傾斜計でも南北成分は北下がりの変化が見られ, その後は余効変動と思われる変化が続いていた。今期間でも同様の変化が見られる。石英管ひずみ計は2012年3月5日から10日にかけて合計53mmの降雨 (第3図に示す露場の雨量計による観測値) による影響があり, 南北成分は縮みの変化が見られていたが, その後は3月下旬にかけて徐々に元の水準まで戻っていった。また, 3月31日から4月5日にかけて合計36mmの降雨を観測し, この影響と考えられる南北成分の縮みの小さい変化が見られた。松代地震 (S-P \leq 3秒) の回数は1日に10個未満であり, 地殻変動データとの関連は見られない。2010年9月より欠測していた石英管ひずみ計東西成分30m (EW030m) および水管傾斜計東西成分 (WT_EW) は, 計測部を修理し, それぞれ2011年12月と11月に観測を再開し, データを評価中である。

第2図に過去10年間の石英管ひずみ計 (NS100m, EW100m), 水管傾斜計 (WT_NS, WT_EW) の日平均値観測結果を示す。東北地方太平洋沖地震より以前の変化として, 石英管ひずみ計の南北成分では2005年頃から緩やかな伸びの変化を示していたが, 2010年からは縮みの変化を示した。石英管ひずみ計の東西成分は2004年頃から縮みの緩やかな変化が続いていた。水管傾斜計は, 南北成分は2004年後半から緩やかな北下がり傾向を示していたが, 2006年から緩やかな北上がりとなり, 2008年からまた緩やかな北下がりとなっている。水管傾斜計の東西成分は2008年まで緩やかな東上がり傾向を示していた。2009年4月の水管傾斜計東西成分に東上がりの急な変化が見られるが原因は不明である。なお, 石英管ひずみ計と水管傾斜計の南北成分で2012年3月頃から傾向に変化が見られるが, もう少し様子を見たい。

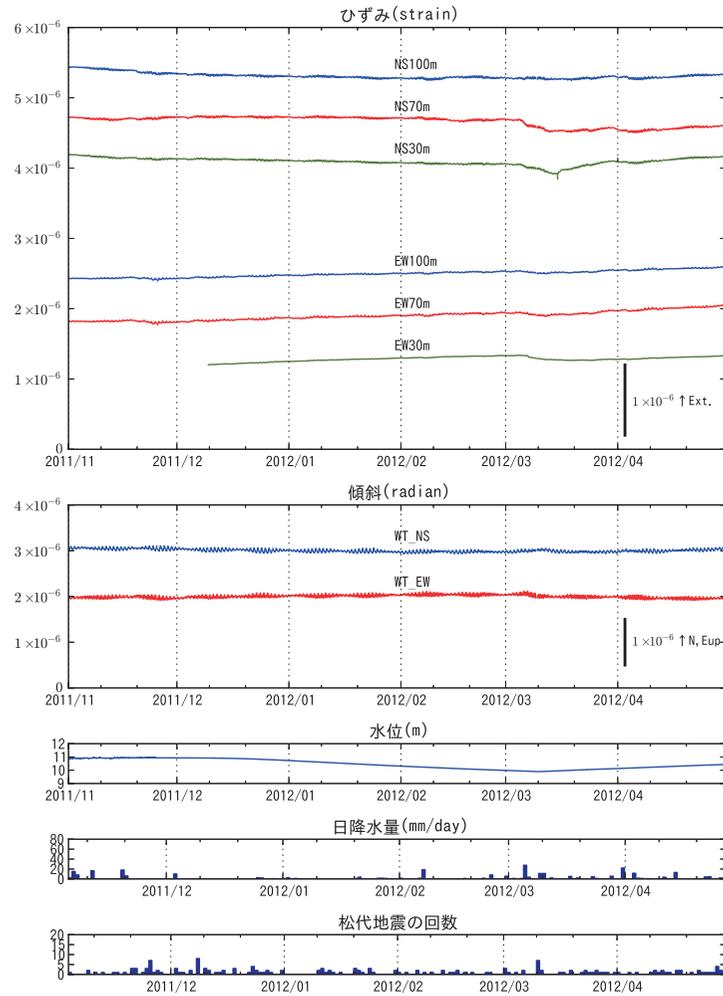
当室周辺の国土地理院GPS観測点3点のデータ (国土地理院GPS観測結果のFTPサイトから取得) を元に計算した水平ひずみを比較のために示す。GPSに基づくひずみデータでも石英管ひずみ計と同様に地震時の南北成分での縮み, 東西成分での伸びのステップが見られ, その後東西成分では余効変動が続いているのがわかる。

第3図に観測機器の配置図を示す。

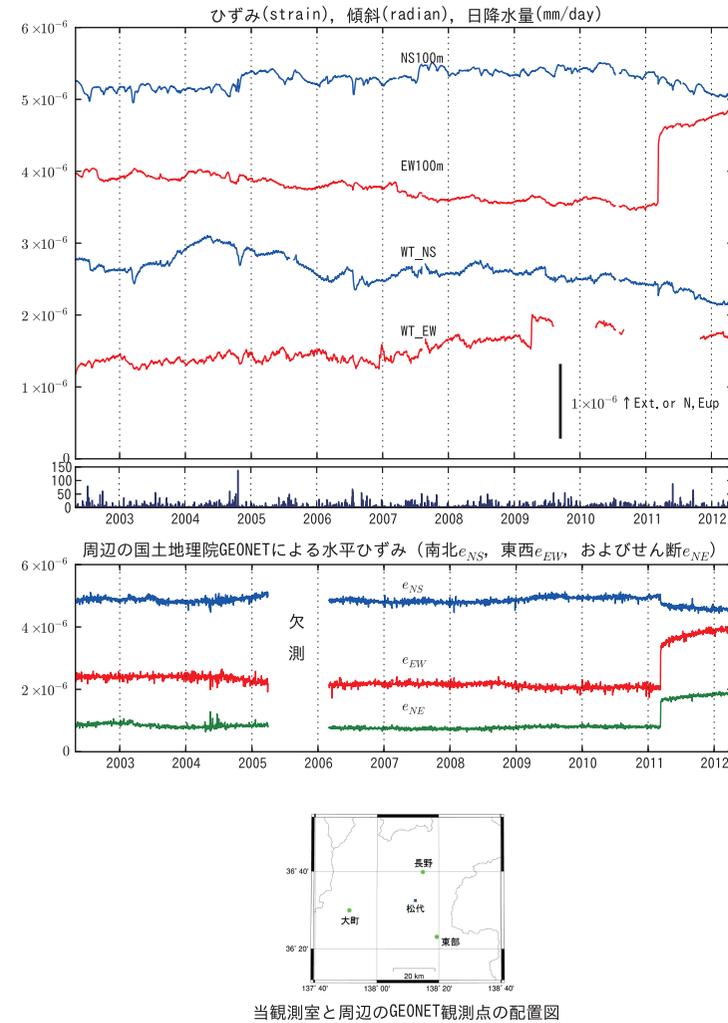
2012年4月11日17時39分 (日本時間) に発生したスマトラ北部西方沖の地震 (Mw8.6) を精密地震観測室の各測器で観測した波形記録を第4図および第5図に示す。第4図は, 精密地震観測室の広帯域地震計, 石英管ひずみ計, 水管傾斜計の各測器で, 今回の地震のP波, S波, 表面波のラブ波とレイリー波が記録されている様子を示す。各測器ともそれぞれの相が明瞭に記録されている。

第5図は, 第4図に示す各測器の半日程度の波形記録である。各測器の南北成分と東西成分では

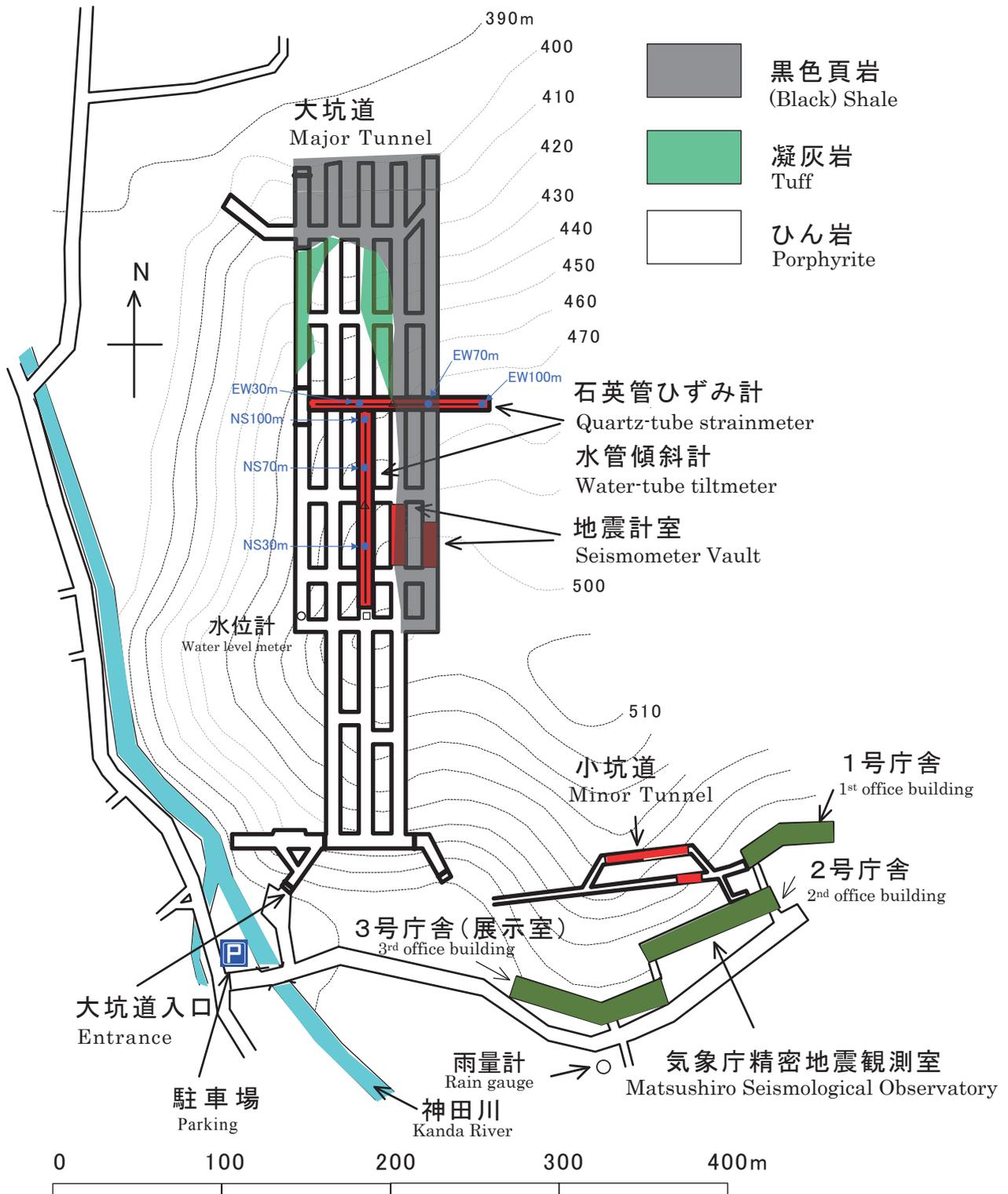
ラブ波の，広帯域地震計の上下成分ではレイリー波の理論走時を破線で示しており，表面波が地球を周回している様子が記録されている．ここでは，ラブ波については 3.93×10^{-2} (度/秒)，レイリー波については 3.61×10^{-2} (度/秒) を用いて理論走時を表示した．いずれの測器についても，南北成分で見ると，震源から松代へ最短の円弧（劣弧）で伝わってきた記録（G1, G3, G5, G7, G9・・・）と比べ，遠回り（優弧）で伝わってきた記録（G2, G4, G6, G8, G10・・・）の振幅が伝播距離の割に大きいことから，断層の破壊が優弧側へ進行したことが示唆される．



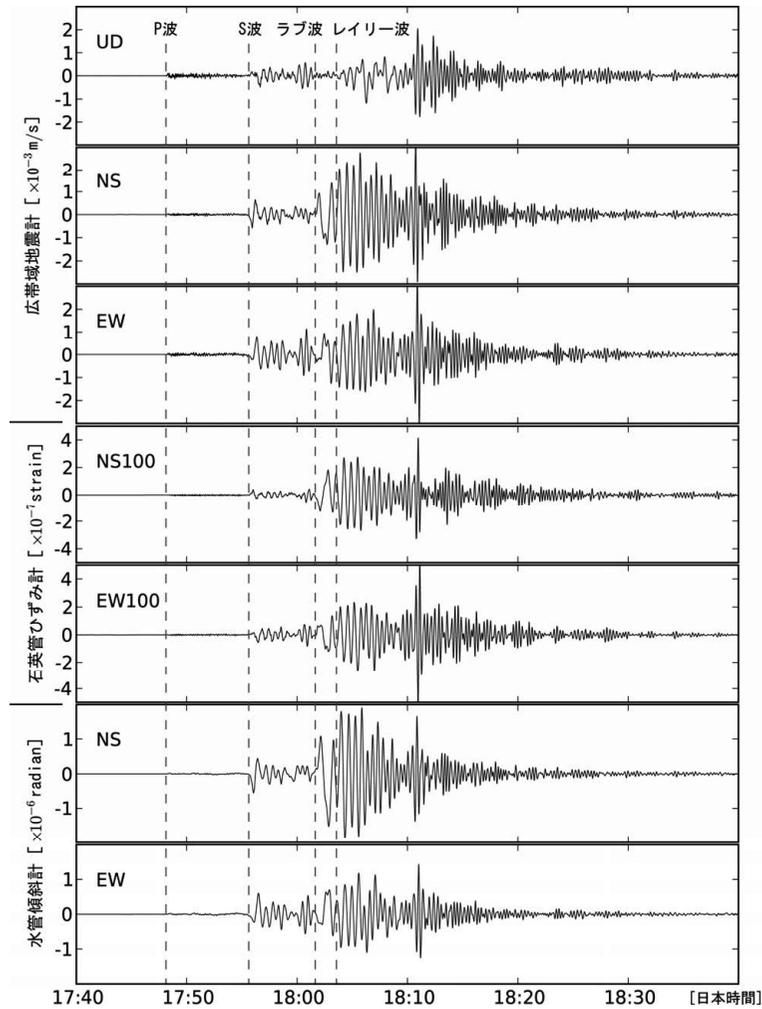
第1図 松代における石英管ひずみ計，水管傾斜計，水位計の時間平均値，日降水量と日別松代地震回数（S-P ≤ 3秒）（2011年11月～2012年4月）．
 Fig. 1 Hourly mean records by quartz-tube strainmeters (NS 100m, NS 70m, NS 30m, EW 100 m, EW 70m and EW 30 m), water-tube tiltmeters (WT_NS, WT_EW), water level, daily precipitation and the number of earthquakes (S-P ≤ 3sec) at Matsushiro (From November 2011 through April 2012).



第2図 上段は石英管ひずみ計（日平均値），水管傾斜計（日平均値），日降水量の変化（2002年5月～2012年4月）．中段は松代周辺の3点の国土地理院GPS座標値で計算した水平ひずみ変化．下段は水平ひずみの計算に使用したGEONET観測点の配置図．
 Fig. 2 Daily mean records by quartz-tube strainmeters and water-tube tiltmeters, with daily precipitation (From May 2002 through April 2012), as shown in the upper. Daily horizontal strain values calculated from the GPS data (acquired from the GSI FTP site), as shown in the middle. Location of GEONET sites used for calculating horizontal strains near Matsushiro, as shown in the bottom.

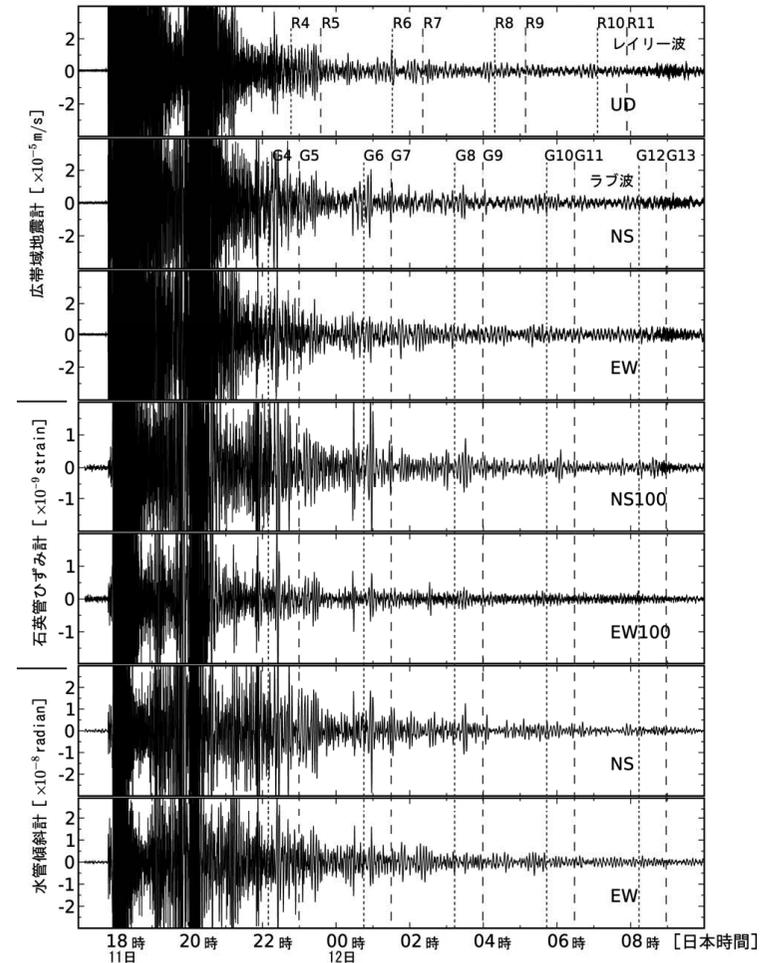


第3図 観測点配置図.
 Fig. 3 Location of the instruments.



第4図 松代における広帯域地震計, 石英管ひずみ計, 水管傾斜計で記録した2012年4月11日に発生したスマトラ北部西方沖の地震 (Mw8.6) の波形。破線は, P波, S波, ラブ波, レイリー波の到達を示す。

Fig. 4 Seismograms of the earthquake in off west coast of northern Sumatra on April 11, 2012, (Mw8.6), recorded by broadband seismometer, quartz-tube strainmeter and water-tube tiltmeter at Matsushiro. Dashed lines represent the arrivals of P, S, Love and Rayleigh waves.



第5図 松代における広帯域地震計, 石英管ひずみ計, 水管傾斜計で記録した2012年4月11日に発生したスマトラ北部西方沖の地震 (Mw8.6) の周回する表面波の様子。石英管ひずみ計および水管傾斜計の波形には, 100-1000秒のバンドパスフィルタをかけている。点線および破線は, レイリー波 (R) またはラブ波 (G) の劣弧および優弧の理論走時をそれぞれ示す。レイリー波およびラブ波の理論走時は, 3.61×10^2 (度/秒) および 3.93×10^2 (度/秒) を用いてそれぞれ推定した。

Fig. 5 Multi-orbit surface waves generated by the earthquake in off west coast of northern Sumatra on April 11, 2012, (Mw8.6), recorded by broadband seismometer, quartz-tube strainmeter and water-tube tiltmeter at Matsushiro. Records of quartz-tube strainmeter and water-tube tiltmeter are bandpass filtered of 100-1000 s. Dotted and dashed lines represent the theoretical arrival times of waves that have traveled several times around the Earth. The theoretical arrival times of Rayleigh and Love waves are estimated by using 3.61×10^2 (degrees/s) and 3.93×10^2 (degrees/s) respectively.