

温泉地学研究所の傾斜観測網で捉えた長周期地震動

本多 亮*・棚田俊收*・原田昌武*・伊東 博*

1. はじめに

温泉地学研究所では神奈川県西部を震源とするマグニチュード7クラスの地震(神奈川県西部地震)の前駆的地殻変動および箱根火山の活動状況を捉えるために、県西部地震の想定震源域や箱根火山を網羅するかたちで7つの観測点を設置して地盤の傾斜変化を観測しています。図1に観測点の位置を示します。微小な地盤の傾斜を測定するために、観測機器は地下約100メートルの深さに設置され、東西および南北の2成分の傾斜を観測しています(神奈川県温泉地学研究所、1999)。当所には1秒毎の傾斜データがリアルタイムで送信され、毎正分のデータが観測記録として保存されます。本報告では当所の観測網で捉えた、2006(平成18)年の傾斜観測記録について報告します。

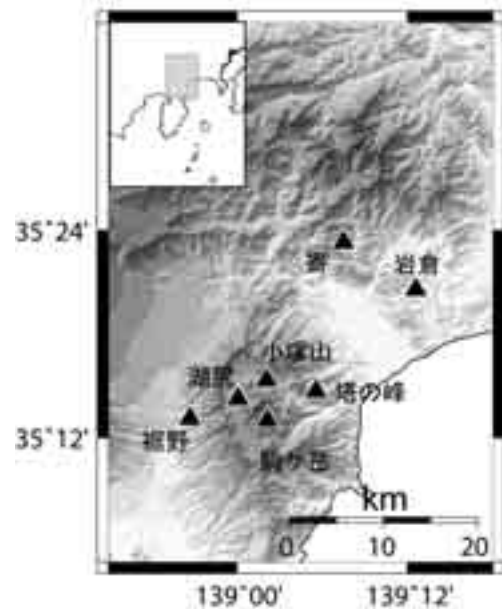


図1 神奈川県温泉地学研究所の傾斜観測網

2. 傾斜の表現方法

地盤の傾斜は、その方向と大きさで表されるベクトル量です。傾斜の方向は平面上で球が転がる方向であり、水平2成分(東西および南北)に分解して表現することができます。一方傾斜の大きさは角度で表現されます。角度の単位は通常マイクロラジアン(μ radian)が使用され、1 μ radian は1 km先の地盤が1 mm上下する角度に相当します。

3. 観測データの説明

3. 1. 年周変化および箱根火山近傍の地震による変化

図2に、2006(平成18)年1月1日から12月31日までの傾斜変動データの南北成分を、図3に同じく東西成分を示します。目に付く変化は湖尻観測点での大きな年周変化です。どの観測点でもこのような変動をしているはずですが、湖尻では特に変動が大きく出るのが特徴です(例えば、本多ほか、2005)。これは、近傍の地下構造の影響であると考えられます。

観測点近傍で地震が発生した場合に、傾斜ステップが記録されることがあります。駒ヶ岳付近のごく浅い場所で発生した4月20日の午前4時30分ごろの微小地震により、各観測点で傾斜ステップが記録されました。地震そのものは非常に小さなものですが、距離が近かったためにこのようなステップが現れたと考えられます。傾斜ステップは、地震に

* 神奈川県温泉地学研究所 〒250 0031 神奈川県小田原市入生田 586
報告, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 通巻第57号, 25 30, 2007

よって地面が傾いたままになっていることを示していますが、実際は地震の強い揺れによって傾斜計内部の振り子が傾いたままになってしまうような機械的なものも含まれます。箱根火山では、9月下旬から11月上旬に掛けて4回の群発的な地震活動が観測されました。地震一つ一つは非常に小さなものですが、まれにマグニチュード2クラスの地震が起こります。駒ヶ岳観測点での10月2日ごろのステップは、直下で発生した群発地震により発生したものです。群発地震について詳しくは、本報告の棚田ほか(2006)を参照してください。

落雷などの影響で、幾度かデータ転送の不具合が生じました。1月中旬及び4月初旬に見られるデータの揺らぎは機器の不調によるものです。7月中旬の欠側も機器の調整に伴うものです。観測機器の不具合が生じている期間を、矢印で示してあります。

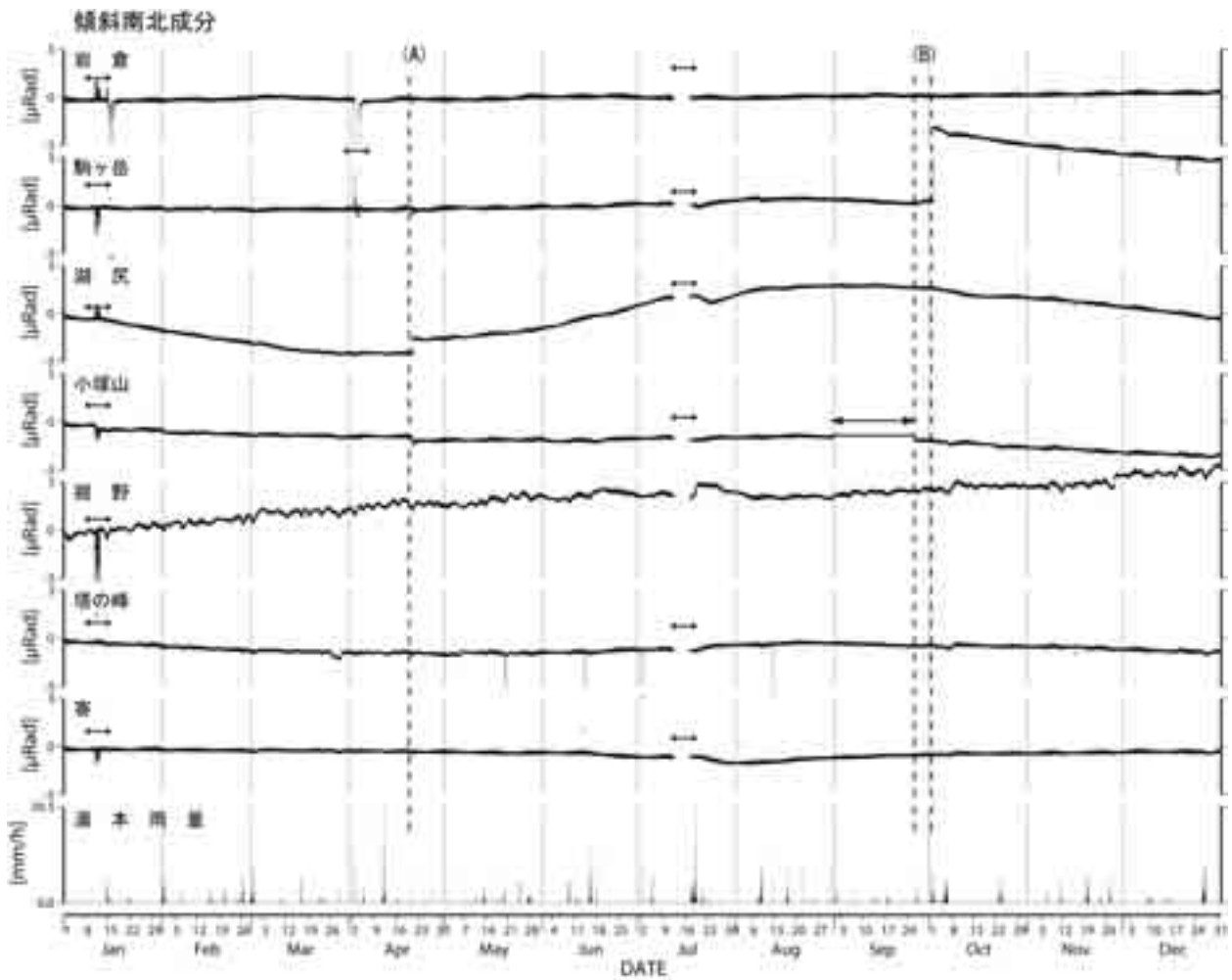


図2 2006(平成18)年1月1日から12月31日までの傾斜変動データ(南北成分)。このデータは、1 Hz サンプリングの傾斜データから毎正分のデータを抜き出し、算術平均により1時間ごとの代表値とした。下向きの変動は地盤が南に傾斜したことを示す。(A)及び(B)はそれぞれ、4月20日の駒ヶ岳付近での微小地震と、10月2日の群発地震による傾斜ステップを示す。機器の不調による欠測期間を矢印で示す。

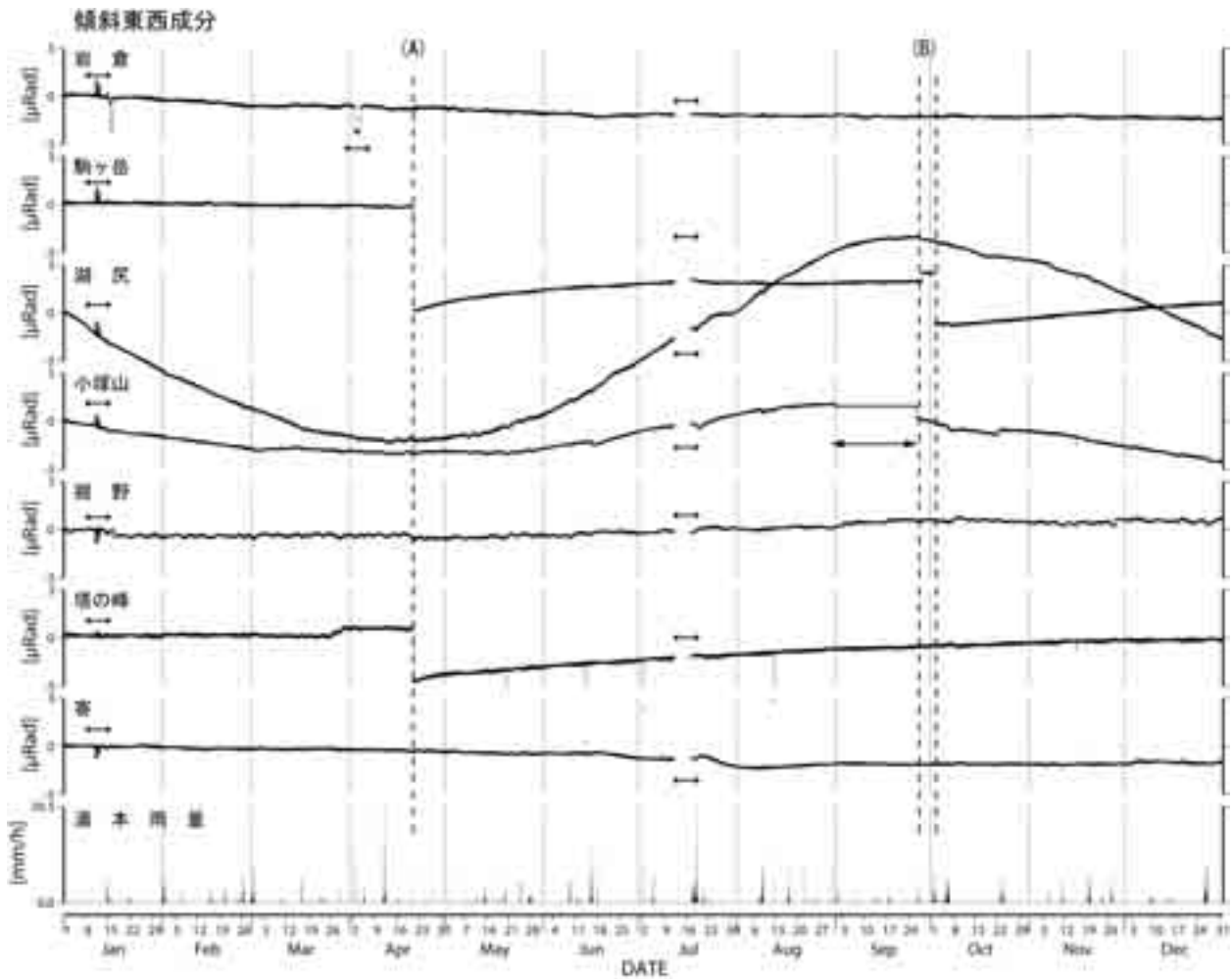


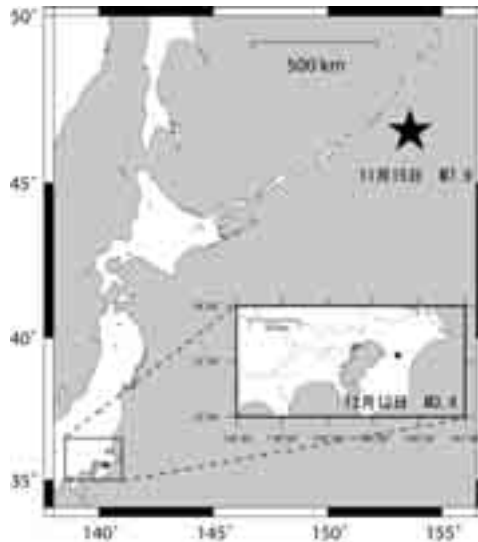
図3 2006(平成18)年1月1日から12月31日までの傾斜変動データ(東西成分)。下向きの変動は地盤が西に傾斜したことを示す。他は図2と同じ。

3. 2. 遠地地震による変化

当所で公開している傾斜記録は、1 Hzサンプリングのデータから毎正分のデータを取り出し、1時間分を算術平均してあります。そのため傾斜ステップ(静的な傾斜変動)がないとグラフに現れにくいのですが、実際には微小地震計と同じように地震波形を捉えています。

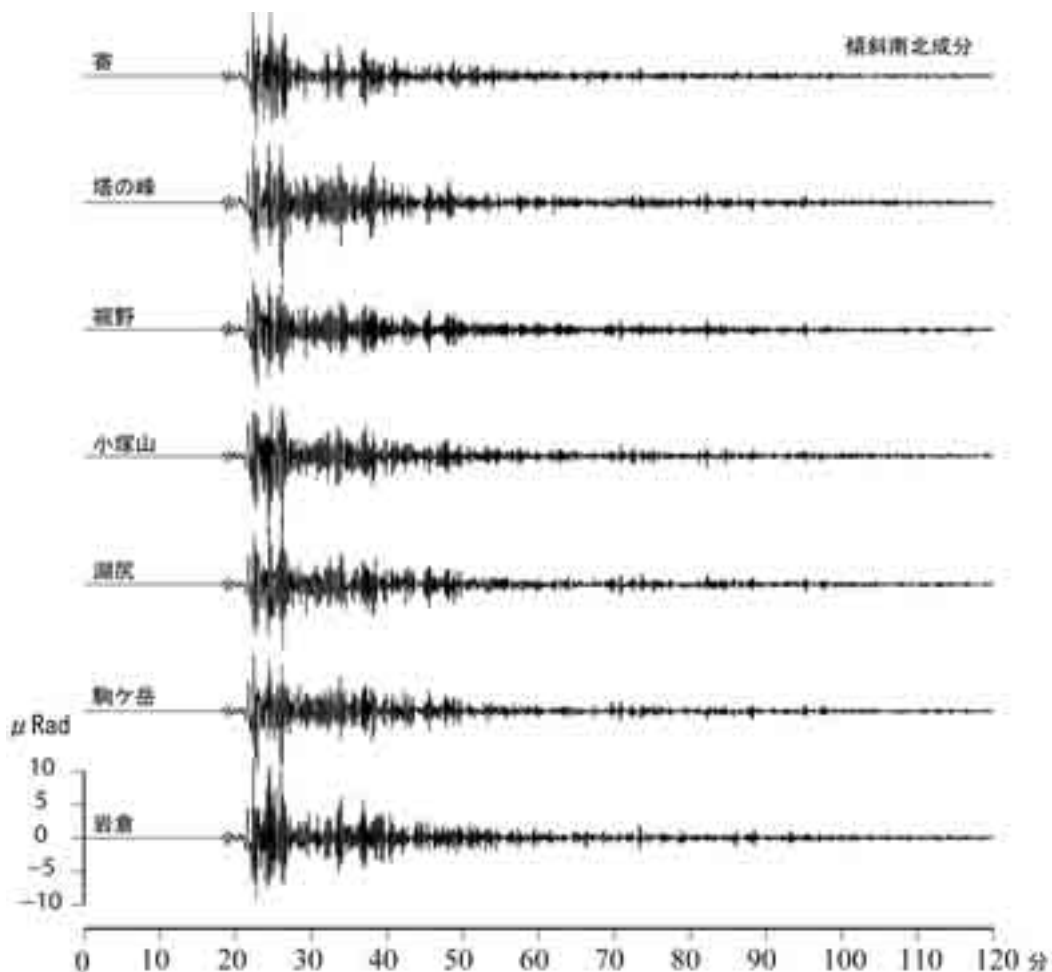
11月15日に千島列島で発生したマグニチュード7.9(気象庁暫定値)の大地震の波形は、温地研の傾斜観測網でも捉えられました。傾斜計のサンプリングは1 Hz(一秒間に一回)であるため、通常地震の波形を見るのには適しません。このような遠地での大地震の波形は長周期の成分を多く含み継続時間も長いために、傾斜計でもはっきりと波形を確認できます。図4に11月15日の千島列島で発生したマグニチュード7.9の地震の震源を示します。図5はこの地震の観測波形です。横軸の単位は分です。初動から主要動の間が数分間もあり、主要動到達から90分以上も揺れが続いているのが分かります。図6の上段にこの地震の裾野観測点での傾斜記録、中段に速度波形記録、そして下段に千葉で起きたマグニチュード3.4の地震(図4)の速度波計記録を並べて示しています。傾斜計は1秒よりも長い周期の地面の揺れだけを検知するのに対し、地震計は0.01秒よりも短い周期の波

でも捉えることができます。上段と中段を比較すると、同じ地震の波形でも地震計と傾斜計で波形が大きく異なっているのが分かります。周期の短い波は初動到達から 10 分程度で急激に減衰するのに対し、長周期の振動は初動到達から 20 分以上経っても比較的大きな振幅を持っていることが傾斜記録から分かります。また、下段の波形と比較すると、千島列島での地震波形は 10 分近くも大きな揺れが続いているのに比べ、千葉での地震の波形は揺れの継続時間が 2 分程度であることが分かります。さらに、2 つの地震の震源距離は千島



(左)
 図4 11月15日の千島列島での地震(M7.9)と
 12月12日の千葉での地震(3.4)の地震の
 震源(星印)

(下)
 図5 11月15日の千島列島の地震の傾斜波形記
 録(南北成分)



列島の地震の方が10倍以上遠いのですが(図4)、地震波形の振幅は千島列島の地震の方が4倍近く大きいことが分かります。これらのことから、千島列島での地震がどれほど大きかったかが想像できます。

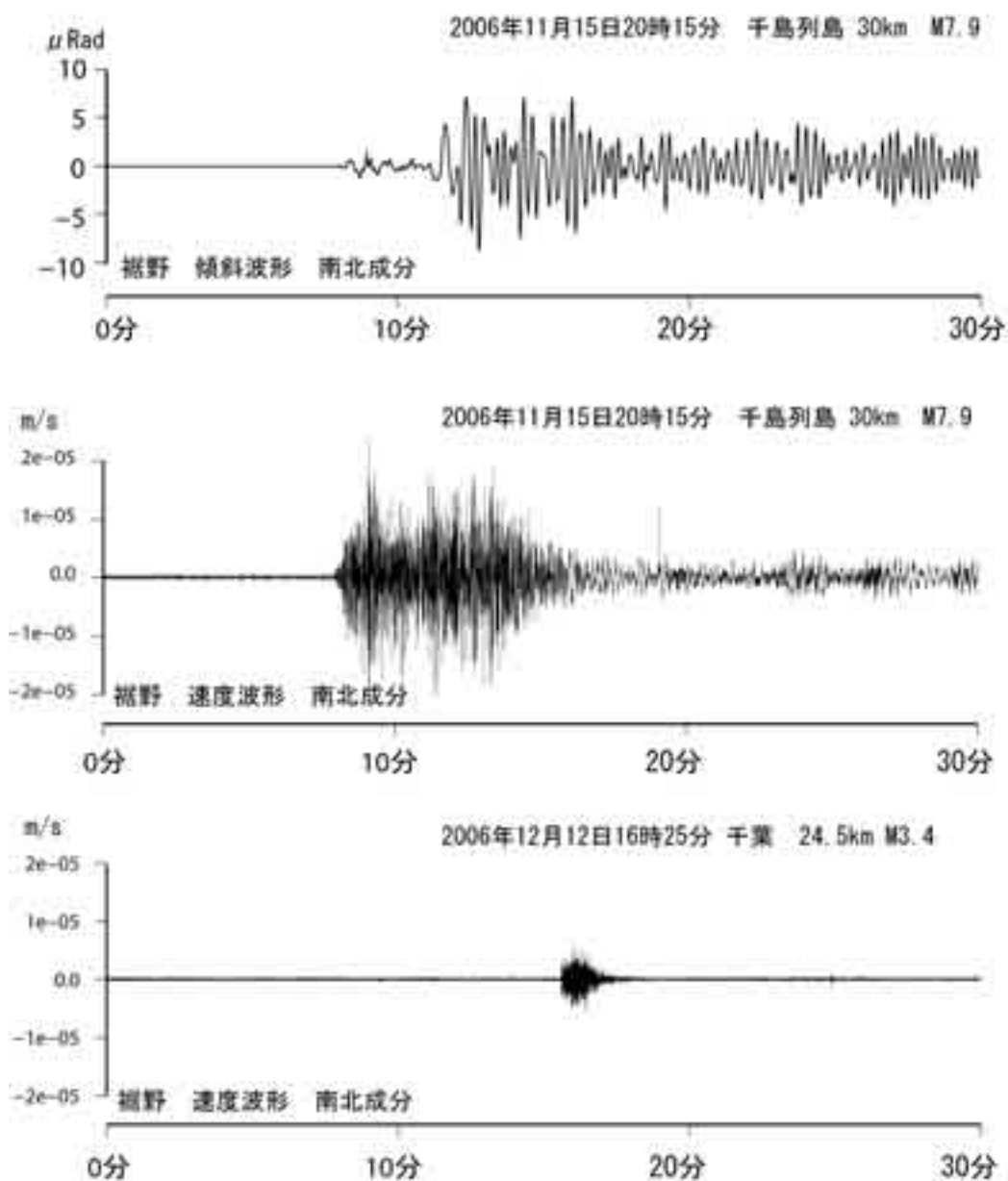


図6 千島列島の地震の傾斜記録(上段)と速度波形記録(中段)及び千葉の地震の速度波形記録(下段)の比較

4. まとめ

2006(平成18)年は、県西部地域において地震の前兆と思われるような地殻変動は観測されませんでした。本報告では通常地殻変動のほか、千島列島のM7.9の地震の傾斜記録について紹介しました。このように、傾斜計は長周期地震計としても使用できるため、今後は長周期地震計としての活用も検討していきたいと考えています。

参考文献

- 神奈川県温泉地学研究所(1999) 温泉地学研究所における「神奈川県西部地震」の取り組み, 温地研報告, 29, 3-40.
- 棚田俊收・本多亮・原田昌武・行竹洋平・伊東博(2006)神奈川県西部地域における2006(平成18)年の地震活動, 温地研観測だより, 57, 1-12.
- 本多亮・棚田俊收・原田昌武・伊東博(2005)神奈川県西部地域における2005(平成17)年の傾斜観測結果, 温地研観測だより, 56, 7-10.