

# 和歌山における局所地震前後の微細土地変動の研究 (第5報)

田 中 寅 夫

## STUDY ON RELATION BETWEEN THE LOCAL EARTHQUAKES AND THE MINUTE GROUND DEFORMATION AT WAKAYAMA (PART 5)

By *Toraō* TANAKA

### Synopsis

Further results from digital filterings of the tiltmetric data observed before and after the local earthquakes of November 14, 1960, are presented. Although filtered tiltgrams contain the effects of meteorological changes more or less, no distinct correlations to the atmospheric pressure or temperature have been found. An anomalous ground tilting which might be related with the earthquake occurrence is seen only in the output from 0.200 c/h high-pass filtering of the N—S component tilt at Akibasan, as the meteorological effects are very small on this component.

### 1. 緒 言

1960年11月14日に、和歌山市周辺に発生した3回の局発性地震は、同地方において頻発している局発性地震のうちでも、規模の大きいものに属するものと考えられる。そこで今回は、これらの地震を中心にして、1日以内の短い変動の中に、これらの局発性地震と関係づけられる異常な地かく変動が存在するかどうかを調べるために、秋葉山および大浦地かく変動観測所で観測された傾斜変化の digital filtering を試みた<sup>1)</sup>。同時に、気圧あるいは気温変化についても、同様の filter を適用して、それらの結果と、傾斜変化との比較検討も行なってみた。

### 2. 解析結果と考察

秋葉山および大浦両観測所で観測された傾斜変化のスペクトルは、12時間附近と24時間附近に、卓越した山を示しているが、これらは、言うまでもなく、地球潮汐あるいは海洋潮汐による間接的な影響を含めた潮汐現象、および気象日変化によって引起こされた傾斜変化である<sup>2)</sup>。したがって、これらの周期的変動は、微細な変動を調べる場合に、非常に邪魔になるため、12時間附近の周期を避けるような filter を用いることが必要である。そこで、11時間より短い周期と、13時間から23時間までの周期をもつ変動のみに着目することによって、0.200 c/h (5時間) high-pass, 0.200—0.143 c/h (7時間) band-pass, 0.143—0.0910 c/h (11時間) band-pass, および 0.0770 (13時間)—0.0435 c/h (23時間) band-pass の4種類の digital filter を作り、1960年11月14日を中心として、11月11日から19日までの傾斜変化の観測結果に適用してみた。得られた結果は、各周期範囲ごとにとまとめて、Fig. 1 から Fig. 4 に示した。第2報<sup>3)</sup>と同様に、秋葉山の東西方向の傾斜を Aa および Aa', 南北方向の傾斜を Ba および Ba' で、また、大浦の東西

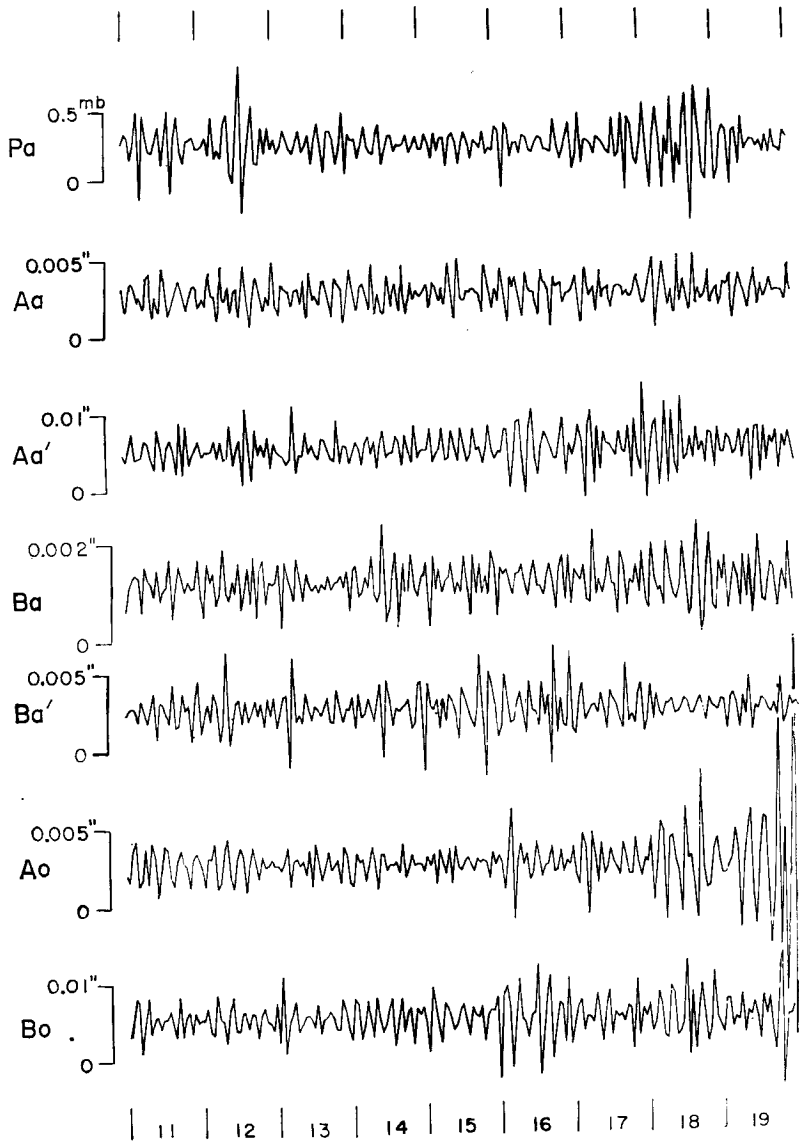


Fig. 1 Filtered records of the atmospheric pressure Pa and ground tilts by 0.200 c/h high-pass filter.

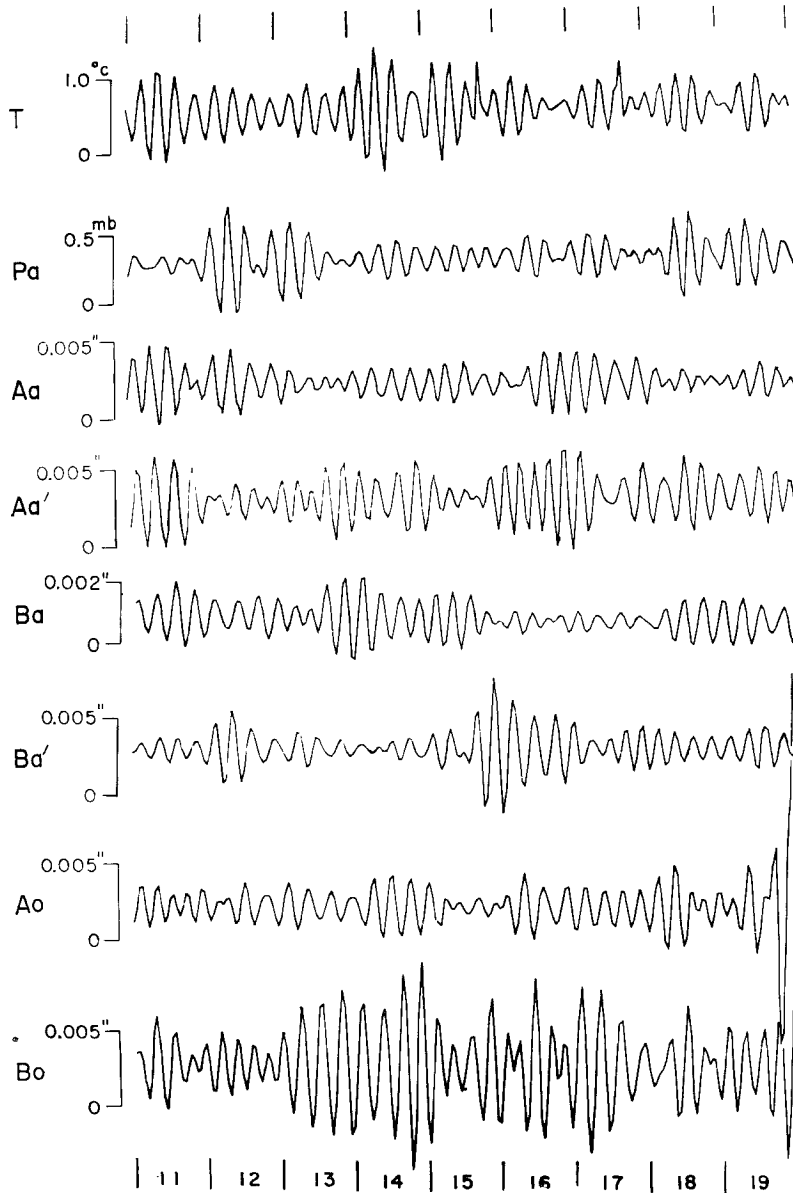


Fig. 2 Filtered records of the atmospheric temperature T, pressure Pa and ground tilts by 0.200—0.143c/h band-pass filter.

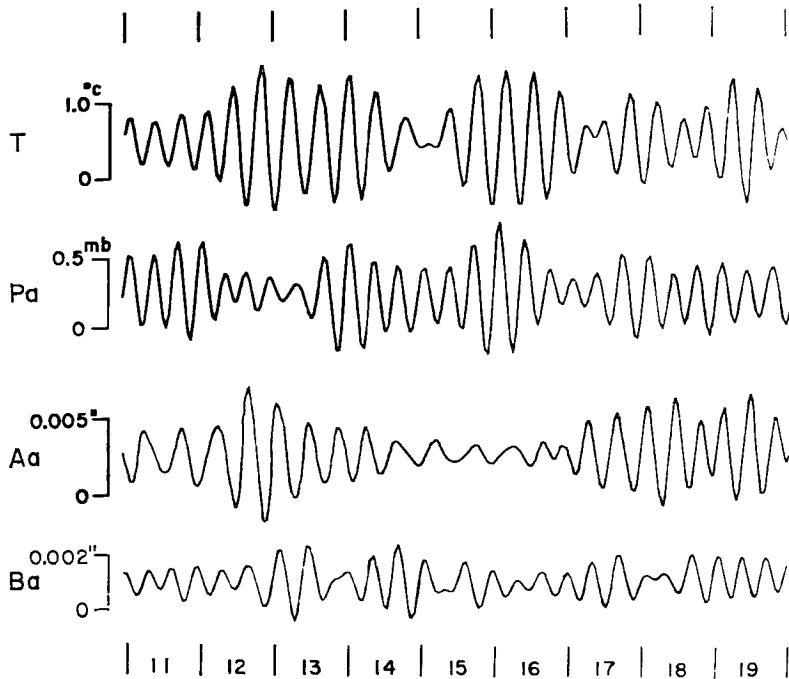


Fig. 3. Filtered records by 0.143–0.0910 c/h band-pass filter.

方向の傾斜を  $A_0$ 、南北方向の傾斜を  $B_0$  で表わすことにする。 $A_a$  と、 $A_a'$ 、および  $B_a$  と  $B_a'$  は、同一コンクリート観測台上に、振子が互いに逆方向を向くよう設置した傾斜計であり、これらの2組の傾斜計で観測される、気温あるいは気圧変化によって引起こされた傾斜変化を比較すると、コンクリート台の端に近い傾斜計  $A_a'$  および  $B_a'$  の方に大きく現われている。このことは、抗道の壁に近い場所ほど、これらの擾乱に対する傾斜変化量が大きいことを意味するものと解釈できる<sup>4)</sup>。

$P_a$  は、秋葉山において aneroid 型気圧計で観測された気圧変化である。また、温度変化に関する情報としては、更に詳しく研究することが必要であるが、現在の段階では、一応気温を考慮してみることにして、和歌山地方気象台 ( $34^{\circ}13.6'N$ ,  $135^{\circ}10.0'E$ ) での観測値を使用させて頂いた。図中  $T$  で表わしたのがそれである。なお、5時間より短い周期についての、気温の high-pass filtering は省略した。

さて次に、得られた結果について、少し検討してみよう。

まず、全般的な傾向からみて、気温あるいは気圧の filtering の結果と、傾斜変化のそれとは、必ずしも対応しているとは言えないようである。これまでの解析結果から、特に気圧変化による影響を大きく受けていることがわかっている、大浦の南北成分の傾斜  $B_0$  においてさえ、気圧との相関を明確に見出すことはできない。しかしながら、気圧変化の振幅の卓越している期間、たとえば、 $0.200$  c/h までの high-pass filtering の結果 (Fig. 1) についてみれば、12日あるいは18日附近において、振幅の大小は別にして、気圧変化の周期と、傾斜変化のそれとはよく一致している。このことは、気圧変化が傾斜変化に影響を及ぼしていることは間違いないけれども、ただ単に、気圧計の記録だけで、傾斜変化との関係を、定量的に導くことはできず、たとえば、気圧勾配などを、あわせて考慮しなければ、気圧変化によって引起こされる傾斜変化を、十分に議論することは不可能であることを意味するものであろう。

$A_a'$  あるいは  $B_a'$  には、気圧および気温の影響が、 $A_a$  あるいは  $B_a$  よりも大きく現われることから、それらの output は、 $A_a$  あるいは  $B_a$  よりも大きな値を示すものと予想される。実際、各々の結果を比較

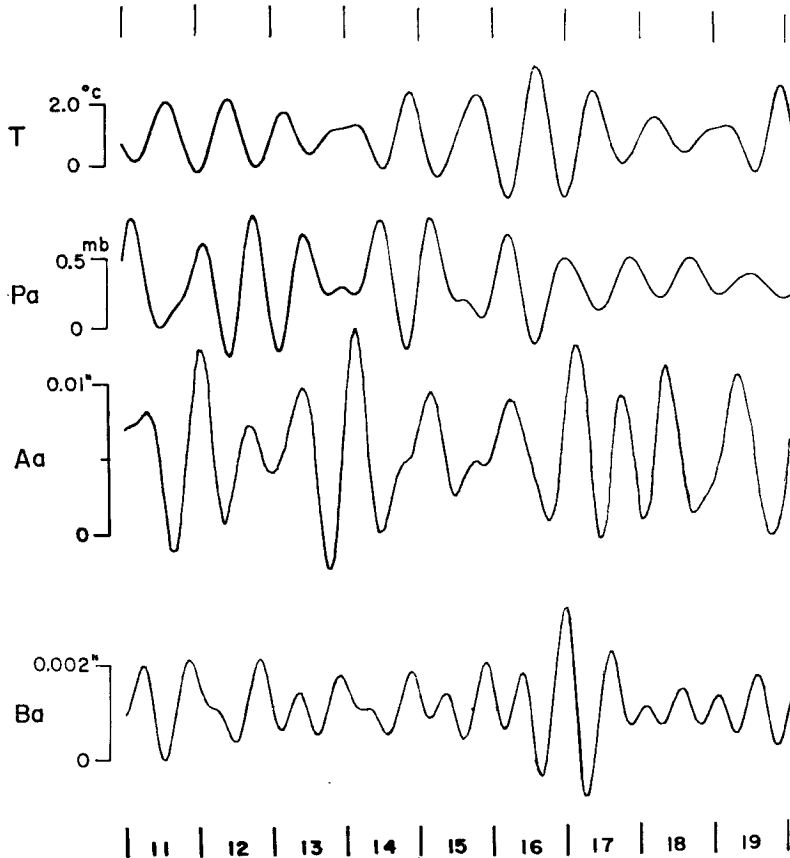


Fig. 4 Filtered records by 0.0770—0.0430 c/h band-pass filter.

すれば明かなように、大体において Aa' および Ba' の方が大きい振幅をもっている。しかしながら、必ずしも、常にこの関係が成り立っているとは限らず、逆の場合もみられる。更に、これら2組の傾斜計について、周期の方はますます似ていると言えるが、振幅変化にほとんど共通性がみられないことは注目に値するものであり、Aa' あるいは Ba' に記録される、気圧などによって起こされた傾斜変化が、Aa あるいは Ba に記録される変化の、単純な拡大ではないことを表わすものであろう。

19日の午後から Ao の振幅が異常に大きくなっているが、この原因は不明である。この期間には、大浦の観測室内の温度観測を実施していなかったため、単なる推測に過ぎないが、あるいは地下水などによる坑内温度の変化によるものかも知れない。

次に、秋葉山の東西方向成分 Aa は、気温の日変化による影響も少なからず受けているので、さらに帯域幅の広い filter を通して、気温および気圧変化と比較してみた。Fig. 5 がその一例であり、潮汐の影響と、長周期の変動を避けるため、filter の特性は 11.4 時間より短かい周期と、13.6 時間から 22.5 時間までの範囲で 1 となっている<sup>5)</sup>。図から明かなように、ここまで帯域幅を拡げると、気温変化の filtering の結果とかなり対応がつけられるようになってくる。しかしながら、13, 14, 15, 16 日頃の傾斜変化は、温度変化と対応させることができない。勿論、傾斜変化の output がすべて、気温に結びつけられるものではないことは当然であるが、注意してみると、13 日から 14 日にかけては、普通みられるような平均的な気温変化

からずれた不規則な変化, たとえば, 13日の夜の気温変化などがみられる。気温の変化は, 太陽からの輻射により地面が暖められ, それにより気温が上昇する場合とか, 直接に高温の気団が流れてくるような場合などが考えられるが, これらの場合に対する熱変形は, 当然異なった様相を示すと考えられる。したがって, 地表面における短時間の温度変化によって, 地中に引起こされる変形を調べるためには, 単に気温のみを parameter として取ることは不十分で, 日射量とか, 地表面温度あるいは地中温度などについても調べる必要があると考えられる。

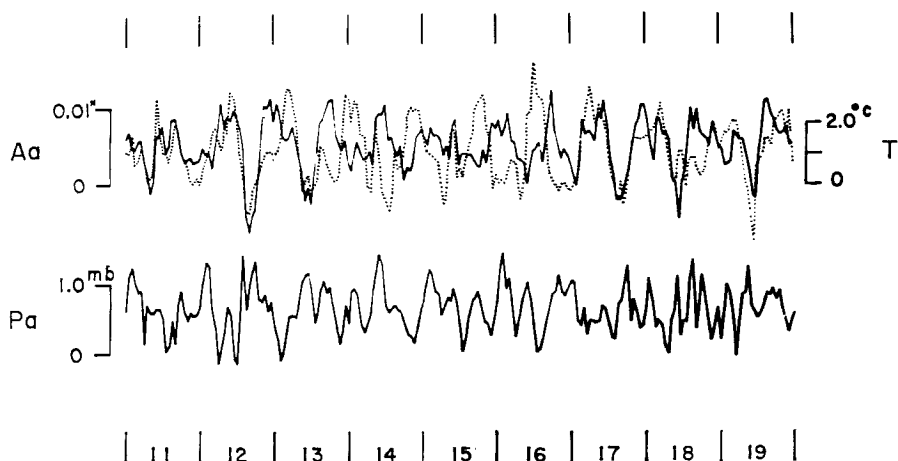


Fig. 5 Comparison of the filtered results of the E—W component tilt at Akibasasan Aa with the temperature T (dashed line) and pressure Pa. The response of the used filter is 1 in the periodic ranges to 11.5 hours and from 13.6 to 22.5 hours.

気圧変化との相関は, ほとんどみられないようである。なお, このように幅の広い filter を通した結果からは, 前の例と比較すれば明かなように特徴的な変化をつかみにくい。したがって, 適当に帯域幅の狭い band-pass filter を使用の方が, より有効であると考えられる。しかしながら, 余りにも幅の狭い filter では, impulse response の減衰が悪くなり, これもわれわれの現在の目的には好ましくないので, この点については, 更に考察を加えてみる必要がある。

さて, 以上の結果をみると, 14日の局発性地震に関係すると考えられるような変化を示しているのは, 秋葉山の南北方向成分 Ba の 0.200 c/h high-pass filtering の結果のみであり, 他の成分については, 特に目立つような変化を見出すことはできない。換言すれば, 和歌山市周辺に局発する地震に伴って, 地かく変動が生ずるとしても, 地震と 1 対 1 に対応させられるような短時間の変動は, 傾斜変化にして 0.005" 程度を越えない量であると推定され, 現在の傾斜計の観測結果をもちいて filtering を行なってみても, もっとも気象変化の影響を受けることの少ない Ba 成分のみが, このような微小な傾斜変化を検出できる可能性をもっていると考えられる。したがって, 今後は同成分について, 5時間程度の周期より短い変動に主眼をおき, 別の地震の際の digital filtering を試みる積りである。

### 3. 結 語

以上, high-pass および band-pass filtering により, 傾斜計で観測された土地の傾斜変化から, 潮汐あるいは気象変化によって生じる傾斜変化にかくされた, 異常な微小変動を取り出すことを試みた二三の例を示してきた。同時に, 気圧および気温についても, 同じような filtering を行なって, 傾斜変化と比較して

みた。これらの結果は、気圧あるいは気温の変化によって生じたと考えられる傾斜変化でも、気圧計あるいは温度計の記録と、単純に関係づけられるようなものではないことを示している。

1960年11月14日の局発地震と関連づけることが可能であるような異常傾動がみられるのは、もともと気象的な noise の小さい、秋葉山の南北方向の傾斜変化 Ba についての high-pass filtering の結果のみである。今後はこの成分を主体として、5時間より短い変動に、同じような現象がみられるかどうか、他の地震についての解析を行なってみる予定である。さらに、filter の形についても、詳しく考察して行きたい。

終りに臨み、気温は和歌山地方気象台で観測された値を使用させて頂いたものであることを付記して、感謝の意を表します。なお、この報告における計算は、東京大学大型計算機センターを通じて行なったものである。

#### 参 考 文 献

- 1) Tanaka, T.: Study on the Relation between Local Earthquakes and Minute Ground Deformation, Part 2, Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Vol.16, Part 1, 1966, pp.57—67
- 2) 1) と同じ。
- 3) 岸本兆方, 田中寅夫: 和歌山における局所地震前後の微細土地変動の研究(第2報), 京都大学防災研究所年報第6号, 1963, pp.17—24
- 4) Tanaka, T.: Study on the Relation between Local Earthquakes and Minute Ground Deformation, Part 3, Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Vol.16, pp.17—36
- 5) 1) と同じ。