

磐梯山の地殻活動 (2000年4月～2001年5月)*

Crustal Activity of Bandai Volcano in the Period from April 2000 to May 2001

東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions,
Graduate School of Science, Tohoku University

1. 概要

2000年4月末に磐梯山南西部に発生したM4.3の地震の後、磐梯山山頂付近の火山性地震活動が活発化し、5月10日には顕著な微動も観測された。火山性地震活動は次第に活発化し、同年8月15、16日にはM2.0、M2.3の火山性地震も発生し、1時間当たりの発生数も100個を越える高い地震活動を観測した。その後、地震発生頻度は少なくなっているが、2000年3月以前に比べると依然高い活動を示している。この間、火山性微動の活動も活発で、周期10秒という長周期成分を含む特異な微動も観測された。しかしながら、山頂南西約3kmに設置されている3m長の水管傾斜計及び磐梯山周辺に臨時に展開したGPS観測網には、火山性地殻変動は検出されていない。

2. 磐梯山周辺の広域地震活動

第1(a)図に、1983年から2000年5月までに磐梯山周辺で発生した浅い地震(深さ25km以浅)の震央分布とM-T図を示す。猪苗代湖北西部及び北東部の地震活動の集中域が認められる。磐梯山山頂の地震活動(第1図中、BND、URB、RNG観測点に囲まれている領域)は、1988年の群発地震活動¹⁾以外は、ほとんど2000年以降の活動である。第1(b)図に、モホ面付近の地震(深さ25～45km)の震央分布とM-T図を示す。磐梯山南西部と南東部に地震発生の集中域があるが、年1個程度の発生で頻度は少ない。2000年以降の地震数は増えているが、M2前後の地震の活動は2000年以前と比べて顕著な違いは認められず、2000年山頂付近の浅部地震活動と呼応した関係は認められていない。

3. 2000年～2001年の磐梯山近傍の火山性地震・微動活動

第2図に火山性地震の波形例を示す。第2(a)図はP、S波が明瞭で10Hz以上の高周波が卓越する火山性地震で、小断層の運動によって発生していると考えられるイベントである。第2(b)、(c)、(d)、(e)図は火山性微動の波形例である。ここでは、規模の割にコーダ波の継続時間が長いものを火山性微動として分類した。微動には、10Hz以上の高周波成分が卓越するイベント(b)、(c)や、数Hz程度の低周波成分が卓越するイベント(d)、(e)がある。第3図に周期10秒(0.1Hz)の長周期成分を含む特異な微動(以下、長周期微動)の波形例を示す。バンドパスフィルターをかけた記録(下2段)をみるとわかるように、30秒程度継続する1Hz以上の高周波成分の他に、周期10秒の長い波動が2パルスほど明瞭に認められる。

第4(a)図に磐梯山観測点(BND)で記録された振幅が500nm/s以上、S-P時間1.5秒以内の火山性地震の1時間毎の発生数(棒グラフ)と累積個数(折れ線グラフ)を示す。2000年4月よりひと月500個程度の発生頻度であったが、8月15日及び16日には1時間当たり100個を越える活発な火山性地震活動を観測した。その後約1ヶ月は活動が活発であったものの、それ以降次第に地震発生数は減少し、2000年10月から2001年5月までのひと月当たりの地震発生数は90個程度となっている。第4(b)図に火山性微動の発生頻度を示す(灰色で塗りつぶしたイベントは長周期微動)。火山性地震活動が活発化した2000年4月末頃より火山性微動が発生し、同年7月頃より活発化している。その後、ほぼ定常的に発生し、2000年5月まで顕著な時間変化は認められない。長周期微動は、数ヶ月に1、2個程度の散発的な発生パターンを示し、これまで6個の発生が確認されている。

第5図に火山性地震の震源分布を白丸印で示す。また、初動及びS波の到達時刻が精度良く読みとれた微動と長周

* Received 19 Sep., 2001

期微動の震源分布を、それぞれ灰色のダイヤ印と黒い星印で示す。火山性地震は山頂の北西部及び山頂よりやや南の2ヶ所の深さ2 km以浅（深さは海拔より）に集中的に発生している。この2つのクラスターは、連動して、あるいは孤立的に発生していたが、震源の移動や明瞭な時空間的な変化は認められない。微動と長周期微動は、明らかに、火山性地震の2つのクラスター間で発生している。

長周期微動の長周期成分（10秒）の振動軌跡は、いずれの観測点も楕円形状を示す。第6図に、地図上に水平面上に投影した振動軌跡を示す。振動軌跡の長軸はほぼ1点で交わることから、長周期微動は、その交点を震央とした領域から主に縦波を励起していると推察される。また、振動軌跡から求められる長周期波動の入射角から、長周期微動減は深さ5 km程度と推定される。この位置は山頂付近の極浅部にもとめられた初動部の震源から水平に約2 km、鉛直方向に約3 km離れている。

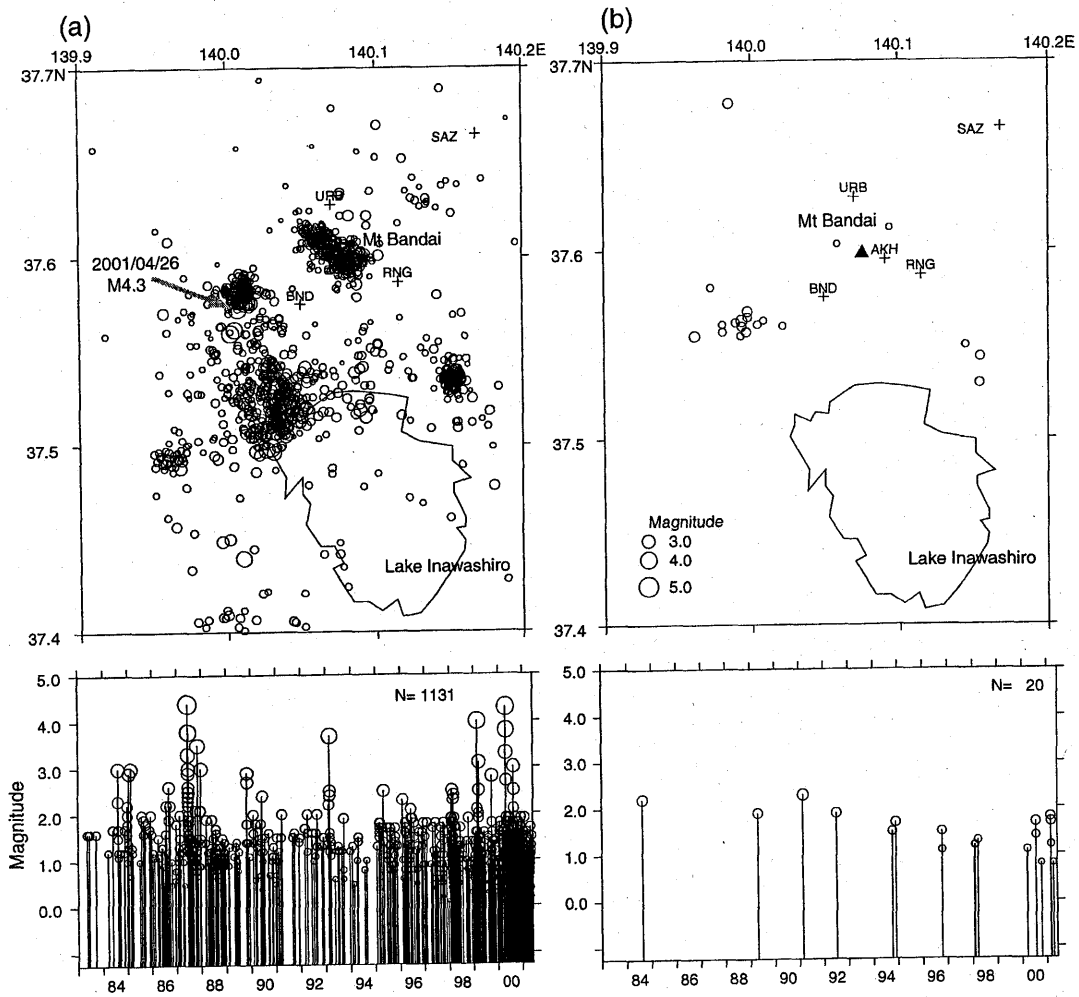
4. 2000年～2001年5月の地殻変動

第7図に、2001年5月現在の磐梯火山周辺における地殻変動観測点の配置を示す。

南西山麓のBND観測点では、1994年11月から、奥行き50mの観測壕において、長さ3 mの水管傾斜計を用いた傾斜連続観測（テレメーター方式）を実施している。この観測では、毎年、最大全振幅約9 μ radに達する年周変化が観測されている。このような記録の中で、2000年の地震活動活発化に関連した火山性地殻変動は検出されていない。さらに、2000年5月に、BNDと沼の平火口近傍のAKHに現地収録方式の気泡型傾斜計（AGI-701）を設置して観測の強化を図ったが、これによっても有意な地殻変動は観測されていない。

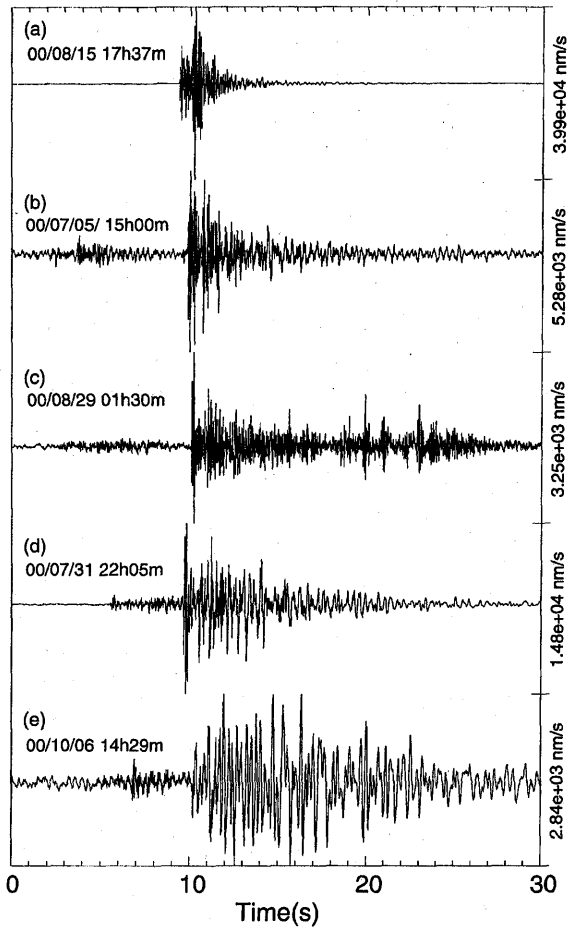
他方、2000年5月10日に長周期微動を観測したことに対応して、磐梯山周辺にGPS観測網（ダイヤルアップ方式）を構築し、6月21日から観測を開始した。観測点は初め3点であったが、後に5点へ増強された（第7図）。受信機は、古野電気製1周波受信機（MG2110）を使用している。観測結果を第8図に示す。SHMZ-KNGMとSHMZ-OSPAの測線で、2001年3月に、約1 cmのゆっくりとした変化がみられる。しかし、これに対応した変化が他の測線には認められないことから、これは火山性地殻変動を示すものではなく、見かけ上の変動と考えられる。

以上の観測結果から、2000年4月以降に活発化した磐梯山の地震・微動活動は、顕著な地殻変動を伴わない活動であったといえる。



第1図 1983年から2001年5月に磐梯山周辺で発生した地震の震央分布とM-T図。(a) 深さ25km以浅の地震、(b)深さ25~45kmの地震。

Fig. 1 Epicenters and M-T diagram of the volcanic earthquakes around Mt. Bandai in the period from 1983 to May 2001. (a) Shallow earthquakes occurring at the depths of less than 25 km, (b) Earthquakes occurring at the depths of 25-45 km.



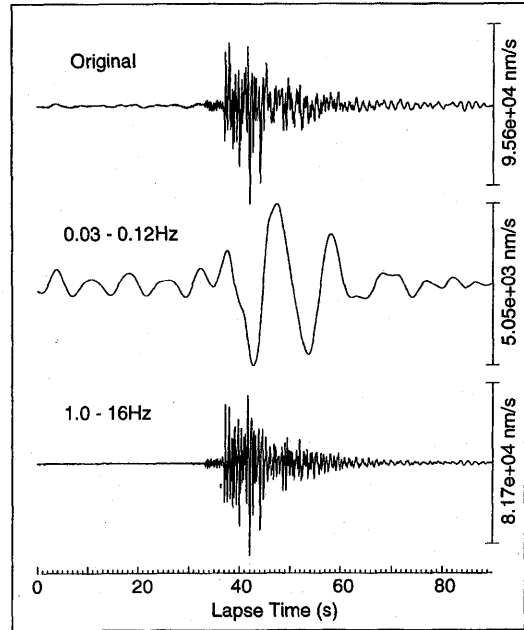
第2図 火山性地震(a)と微動(b)-(e)の波形例
(上下動速度記録)

Fig.2 Examples of velocity seismograms(vertical component) of volcano-tectonic earthquakes (a) and tremor (b)-(e).

第4図(a) 火山性地震の1時間当たりの発生数(棒グラフ)と累積地震数(折れ線グラフ: 2001年5月末で累積数は5388個)。

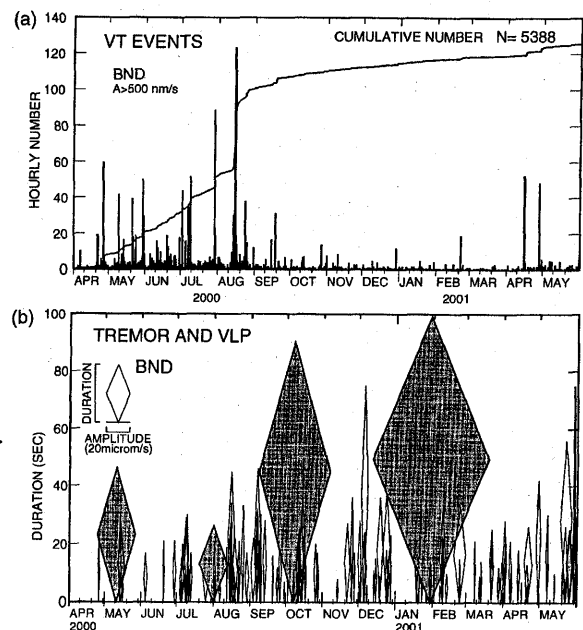
(b) 微動活動の時間変化。微動の継続時間と最大振幅をダイヤ印の縦幅、横幅で表してある。長周期微動は灰色のダイヤ印で示す。

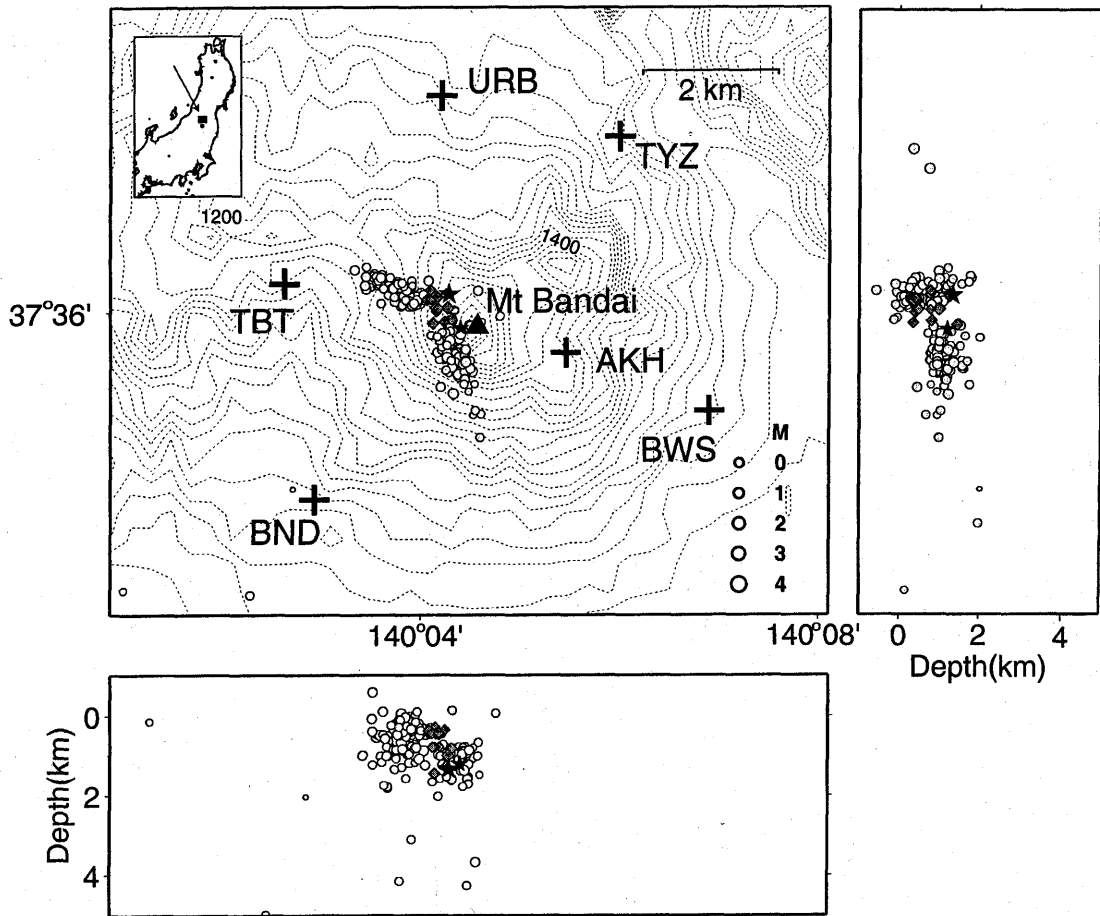
Fig.4(a) Hourly number(solid vertical bars) and cumulative number(fine line) of volcano-tectonic earthquakes with an amplitude of more than 500 nm/s and a S-P time of less than 1.5s at BND station. Cumulative number of the earthquakes reaches 5388 at the end of May 2001. (b) Temporal changes of volcanic tremor. Duration and maximum amplitude of each tremor are represented by vertical and horizontal thickness of the diamond. Very long period seismic events are denoted by shaded diamonds.



第3図 長周期微動の速度波形記録(広帯域地震計 STS-2の上下動記録)とバンドパスフィルターをかけた波形

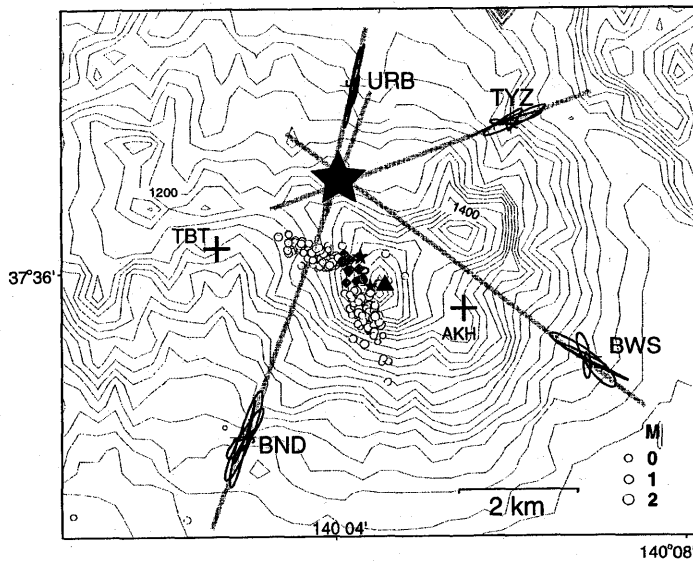
Fig.3 Velocity seismograms of very long period seismic event recorded by a STS-2 broad band seismometer.





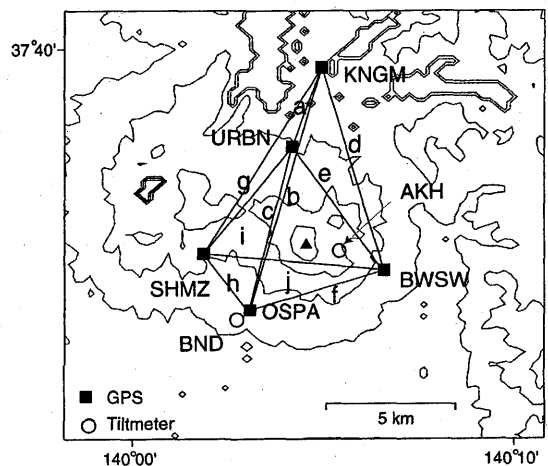
第5図 火山性地震(○印)、微動(灰ダイヤ印)、長周期微動(黒い星印)の震源分布

Fig. 5 Hypocenter distributions of volcano-tectonic earthquakes(open circle), tremor(shaded diamonds) and very long period seismic events(solid star).



第6図 水平面上に投影した長周期微動(2001年5月30日)の長周期成分(10秒)の振動軌跡
各観測点の振動軌跡の長軸は、磐梯山山頂より北北西約2kmの1点(黒い星印)で交わる。

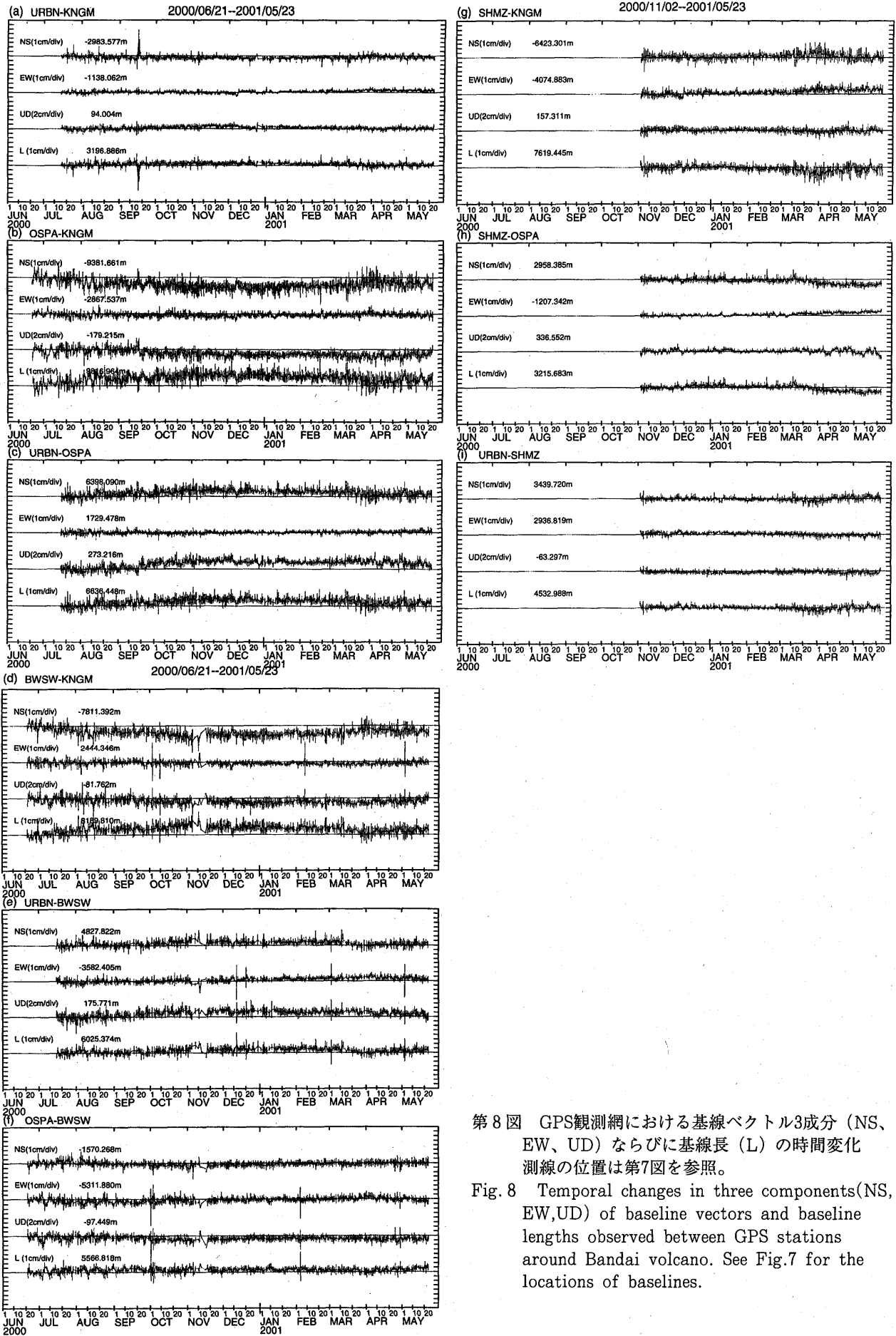
Fig. 6 Horizontal projection of particle orbits of very long period signals(10s) on May 30,2001. Major axis of the orbits at the five stations cross at a point about 2km far from the summit(solid star), which is considered to be an epicenter of the very long period signals.



第7図 地殻変動観測点配置図

■はGPS観測点、a~jは第8図に対応した測線記号、○は傾斜連続観測点を示す。BNDでは水管傾斜計と気泡型傾斜計、AKHでは気泡型傾斜計を用いた。

Fig. 7 Distribution of GPS stations(■) and tilt stations(○). For GPS observation, L1 receivers(Model MG2110) are deployed. Continuous tilt observations are carried out with a set of water-tube tiltmeters and a dual-axis platform tiltmeter(Model AGI-701) at BND and with the latter alone at AKH.



第 8 図 GPS観測網における基線ベクトル3成分 (NS、EW、UD) ならびに基線長 (L) の時間変化測線の位置は第7図を参照。
 Fig. 8 Temporal changes in three components(NS, EW,UD) of baseline vectors and baseline lengths observed between GPS stations around Bandai volcano. See Fig.7 for the locations of baselines.