

# 岩手山の地震活動と地殻変動 (1999年6月～9月)\*

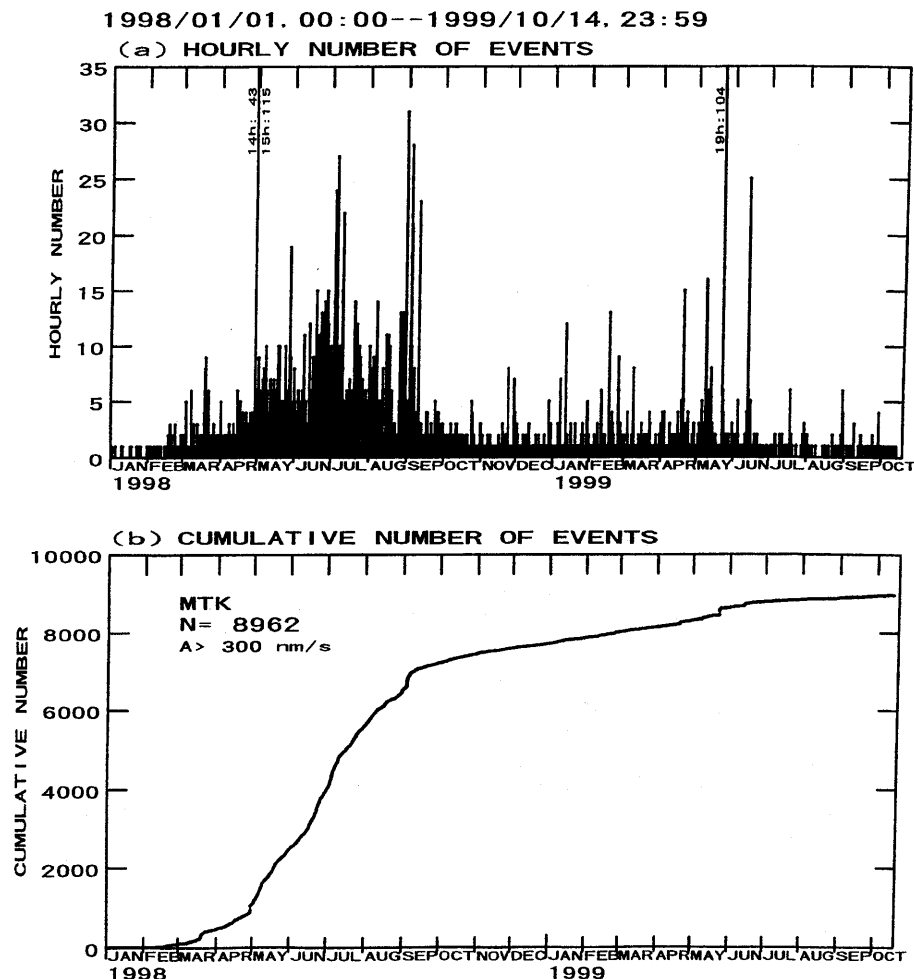
## Seismic Activity and Crustal Deformation at Iwate Volcano in the Period from June to September, 1999

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

1999年6月～9月の岩手山において震源決定された地震は、西岩手山から山頂直下浅部の高周波地震が92個、東山腹下深さ約10kmの低周波地震が20個、西岩手山浅部の低周波地震が2個であった。地震活動が一時期活発になった1999年4月～5月の期間<sup>1)</sup>と比べると高周波地震と低周波地震ともに発生頻度は約半分から3分の1となり、1999年1月～2月ころのレベルに戻った。一方、体積歪は前報<sup>1)</sup>と同様な変化を継続しているが、GPS観測では1999年7月上旬以降、明瞭な火山性地殻変動を捕えていない。

第1図に、1998年1月1日～1999年10月14日に岩手山周辺で発生した地震の1時間毎の地震数の変化と積算度数を

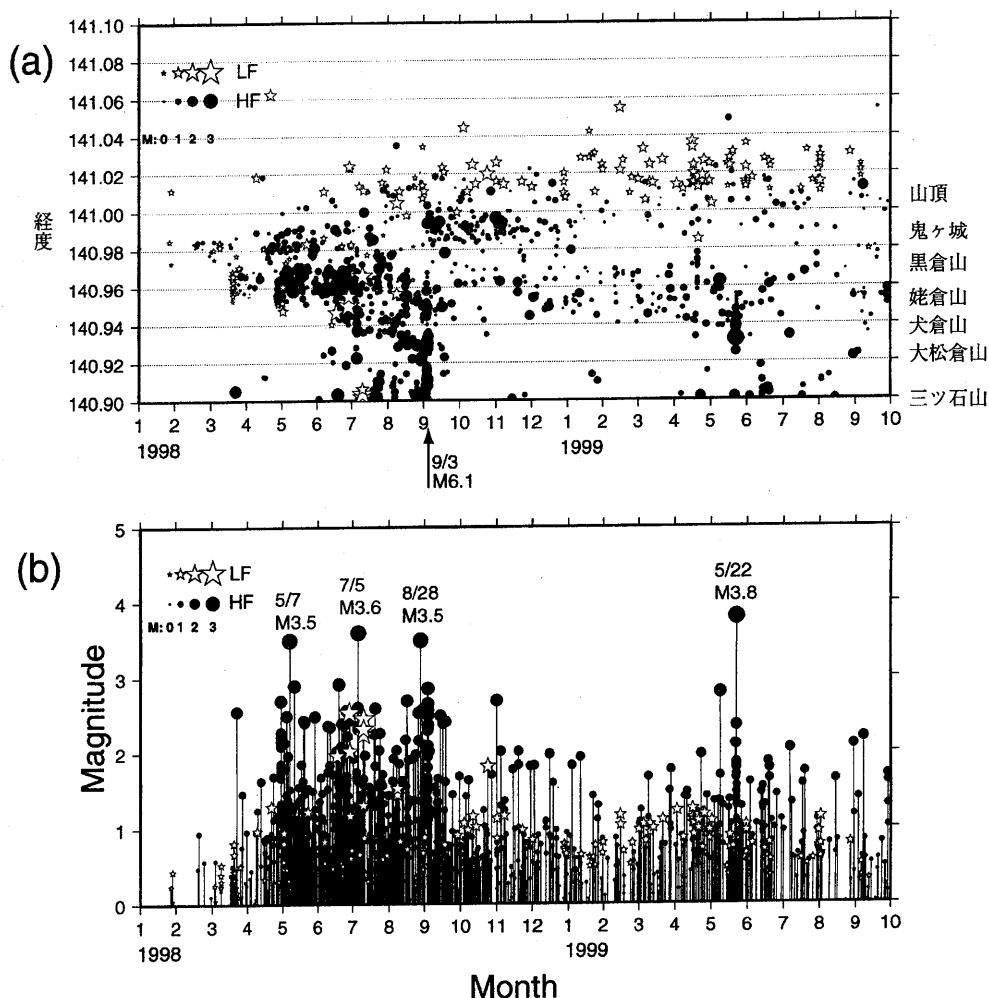


第1図 1998年1月1日～1999年10月14日に松川観測点 (MTK) で観測された岩手山付近の地震活動。(a) 時間別頻度、(b) 積算度数の時間変化。

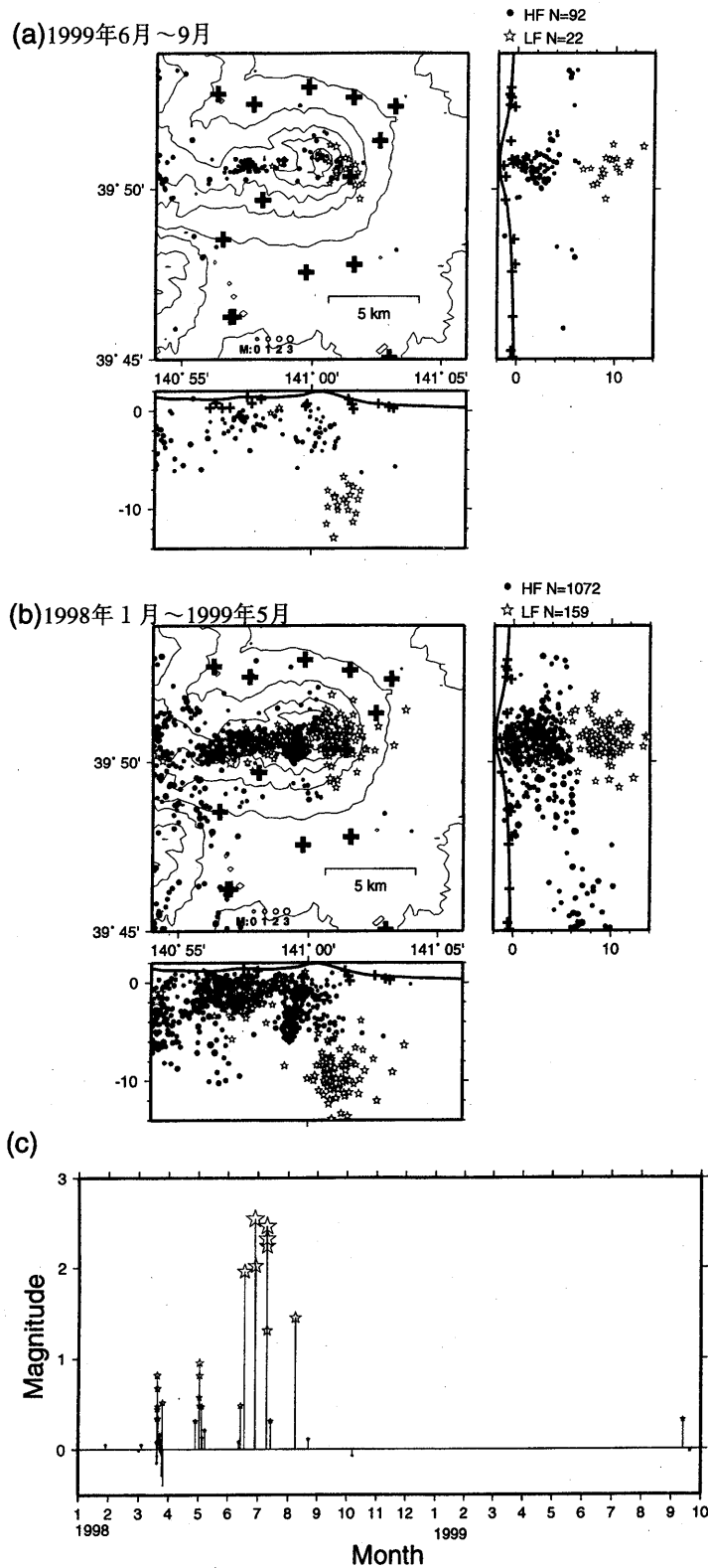
Fig. 1 (a) Hourly number and (b) cumulative number of the earthquakes in Iwate volcano observed at MTK in the period from January, 1998 to May, 1999.

\*Received 4, Jan., 2000

示す。1998年1月1日～1999年9月30日に岩手山周辺で発生した全地震の時空間分布を第2図(a)に、それらの地震のM-T図を第2図(b)に示す。6月～9月にかけて鬼ヶ城から山頂付近における高周波地震活動は、1998年11月の中旬以降と同じレベルで継続している。一方、黒倉山から犬倉山における地震活動は6月～8月にかけて減少し、9月に入ってやや活発になった。第3図(a)に1999年6月～9月の岩手山周辺の震源分布を示す。第3図(b)に示す1998年1月1日～1999年5月31日の震源分布と同じ様な震源域での活動が見られる。ただし、9月12日と19日に大地獄から黒倉山における西岩手山の浅部に約1年ぶりに低周波地震が発生した(第3図(c))、第4図に1999年6月～9月の月別震源分布を示す。月毎の震源域に大きな変化は見られない。第5図(a)に犬倉山から大地獄(140.93°～140.98°)と、第5図(b)に鬼ヶ城より東側(140.98°～141.10°)の領域に発生した深さ5kmより浅い地震の積算度数の時間変化を示す。大地獄における地震数の増加率は1999年6月～8月にかけて鈍くなっていたが、9月に入ってやや増加した。鬼ヶ城より東側の地震数の増加率は1998年11月中旬以降大きな変化は見られない。第5図(c)に東山腹下の深さ5km以深に発生した低周波地震の積算度数の時間変化を示す。第5図(d)にモホ面近傍の低周波地震の積算度数を示す。どちらの低周波地震も群発的に発生している。第6図に岩手山で発生した地震のメカニズム解を示す。姥倉山から大地獄に発生した地震のメカニズムは横ずれ断層型が卓越している。ただし、1998年4月、5月は北西-南東方向のP軸が顕著であったが、6月以降には東西方面のものも含まれるようになり、9月以降は東西方向のP軸が目立つようになった。

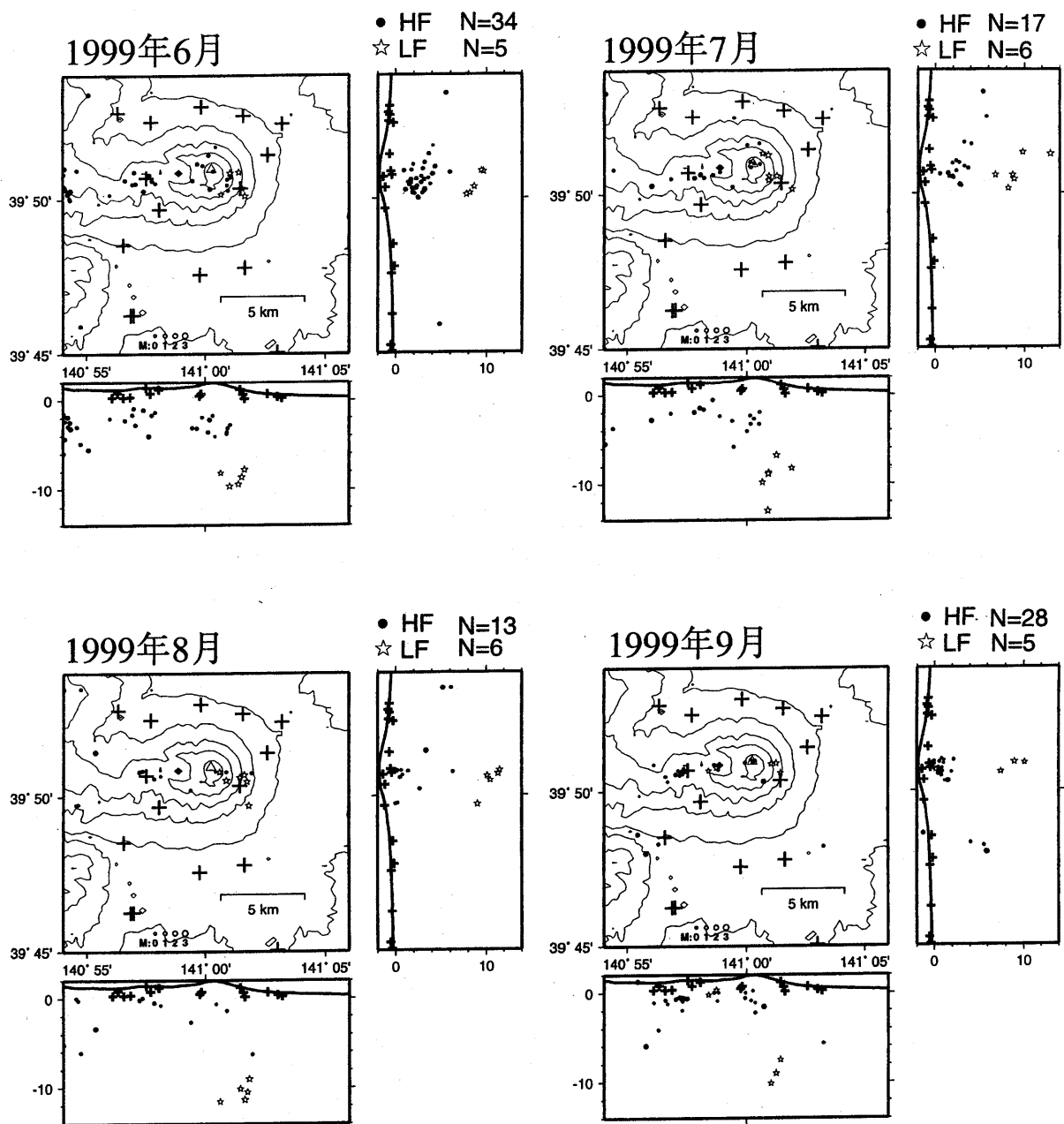


第2図 (a) 1998年1月～1999年9月に岩手山で発生した浅発地震の震央を東西方向に投撮した時空間分布、(b) 同時期のM-T図。丸印が高周波地震(HF)、星印が低周波地震(LF)。  
 Fig. 2 (a) Space-Time plot and (b) M-T diagram for the earthquakes in Iwate volcano in the period from January, 1998 to September, 1999. Gray circles are high-frequency earthquakes, and stars are low-frequency earthquakes.

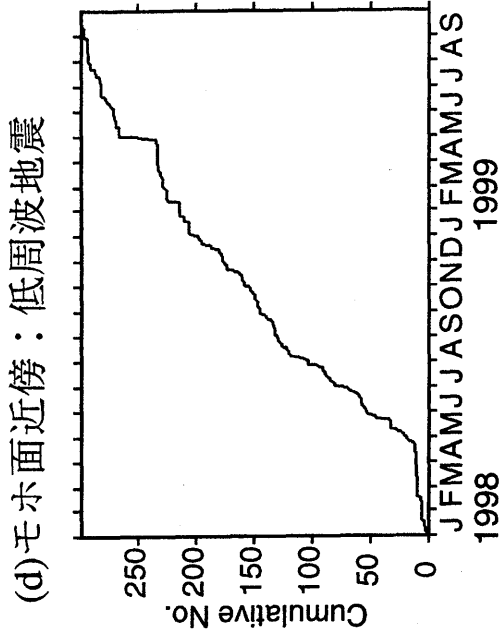
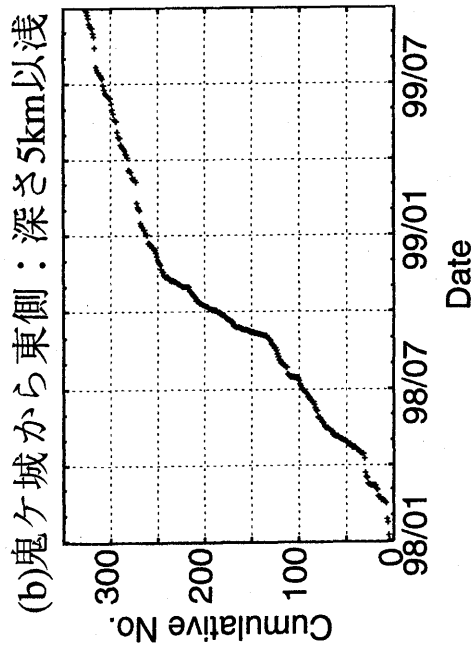
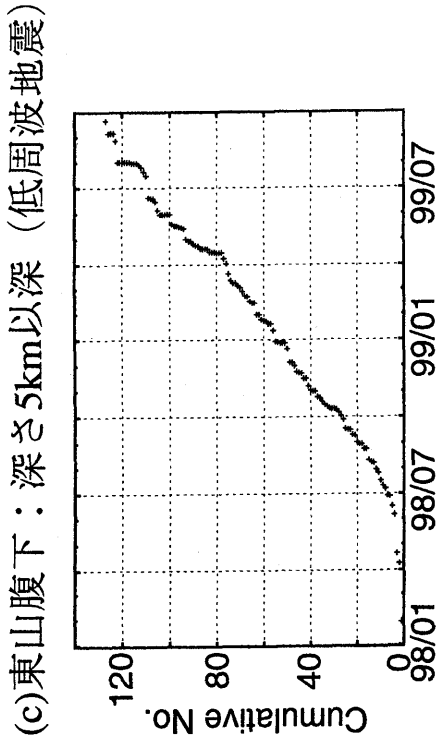
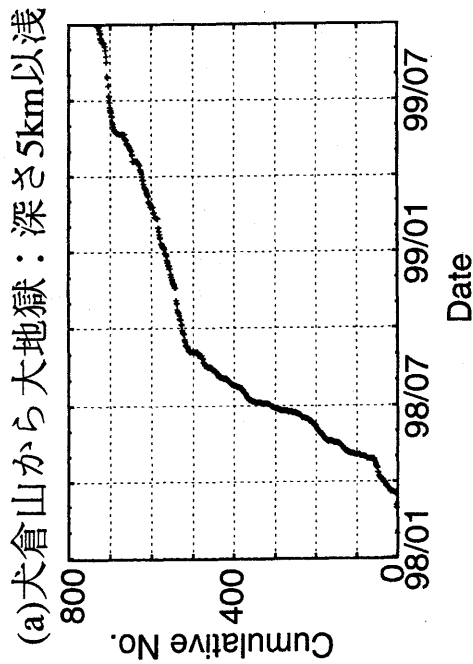


第3図 岩手山および周辺における震源分布、(a) 1999年6月~1999年9月、(b) 1998年1月~1999年5月、黒丸は高周波地震、白星印は低周波地震、十字印が観測点、三角は山頂、等高線は300m間隔、(c) 鬼ヶ城より西側で発生した低周波地震のM-T図。

Fig. 3 Hypocenter distribution in and around Iwate volcano in the period (a) from June to September, 1999 and (b) from January, 1998 to May, 1999. Solid circles are highfrequency earthquakes and open stars are lowfrequency earthquakes. Crosses are stations and a triangle is the summit of the volcano. Contour interval is 300 m. (c) M-T diagram for lowfrequency earthquakes in west Iwate volcano.



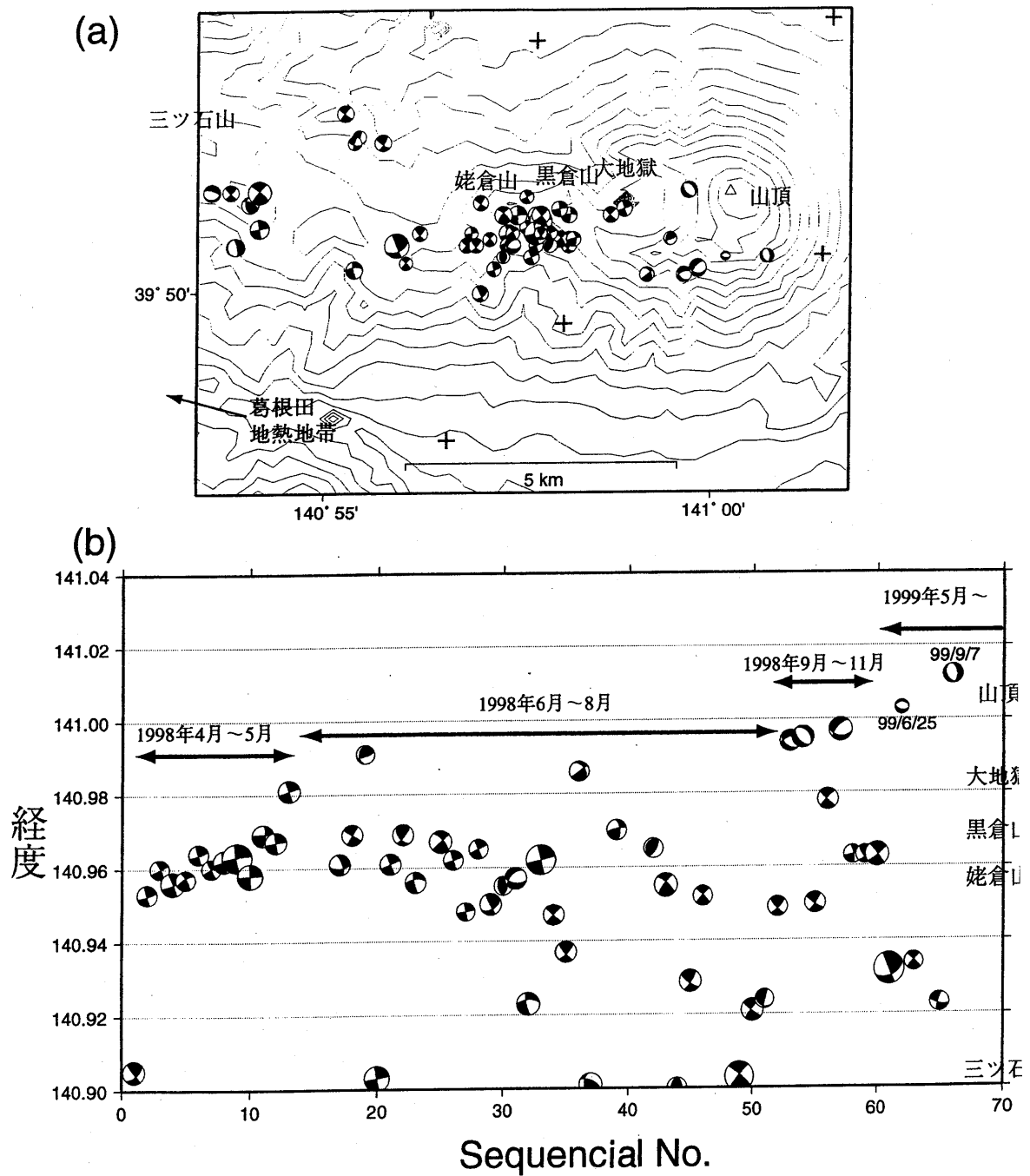
第4図 1999年6月～9月の月別震源分布。シンボルは第3図に同じ。  
 Fig. 4 Hypocenter distribution for each month in the period from June to September, 1999.



第5図

1998年1月～1999年9月に岩手山で震源決定された地震の地域ごとの積算度数の時間変化。(a) 犬倉山から大地獄 (北緯39.8度～39.9度、東経140.93度～140.98度、深さ5 km未満)、(b) 鬼ヶ城から東側 (北緯39.8度～39.9度、東経140.98度～141.10度、深さ5 km未満)、(c) 東山腹下の低周波地震 (深さ5～14km)、(d) モホ面近傍の低周波地震 (深さ20～40km)

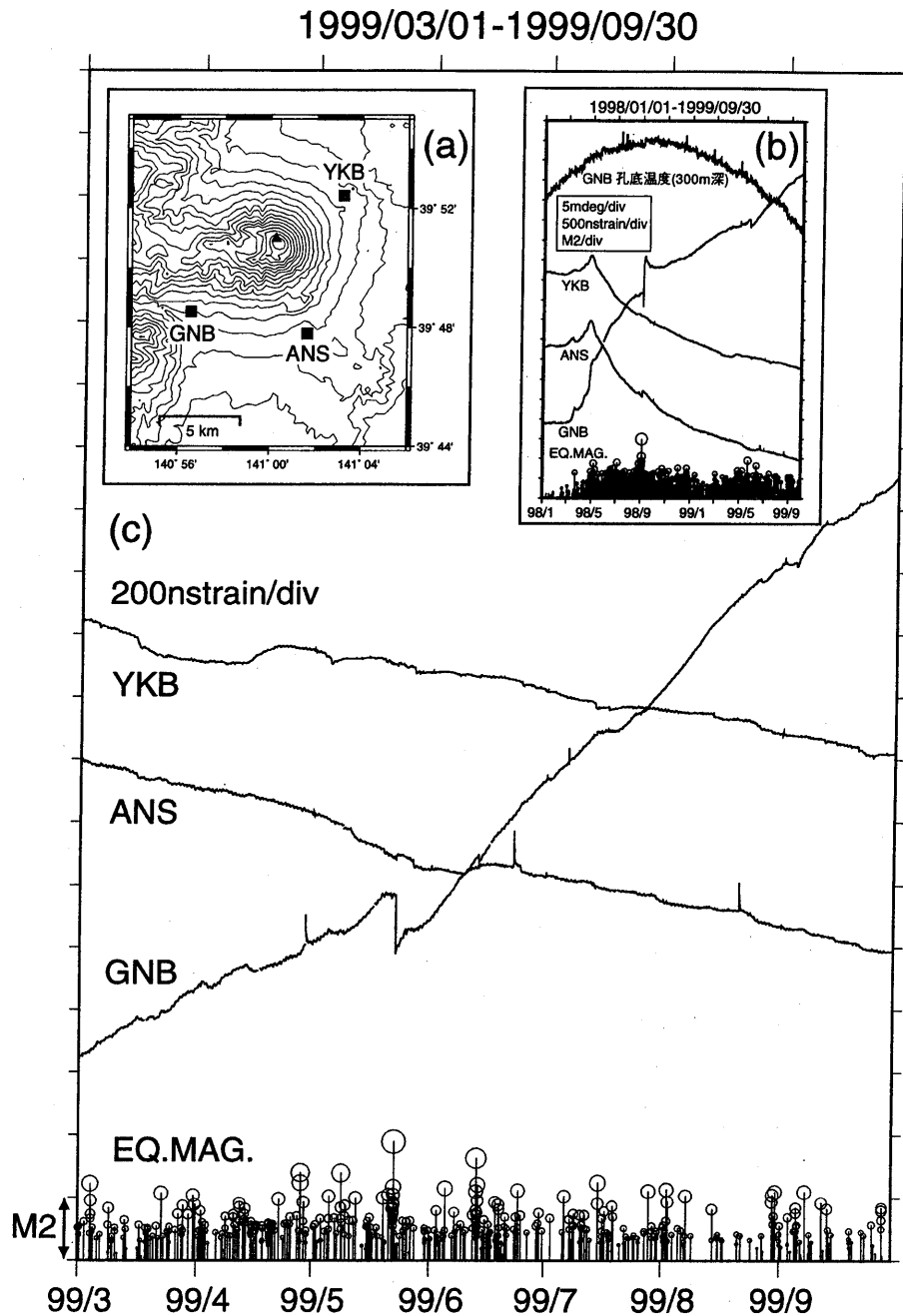
Fig. 5 Cumulative number of the earthquakes occurring in four regions of Iwate volcano in the period from January, 1998 to May, 1999. In the regions (a) from 39.8° N to 39.9° N, 140.93° E to 140.98° E, depths less than 5 km, (b) same as (a) but from 140.98° E to 141.10° E, (c) low-frequency earthquakes occurring at the depth around 10 km beneath the east flank. (d) low-frequency earthquakes near the Moho discontinuity.



第6図 岩手山で発生した地震のメカニズム解を (a) 震央にプロット、(b) 震央に従って東西方向に投撮し、発生順に並べた時空間分布。

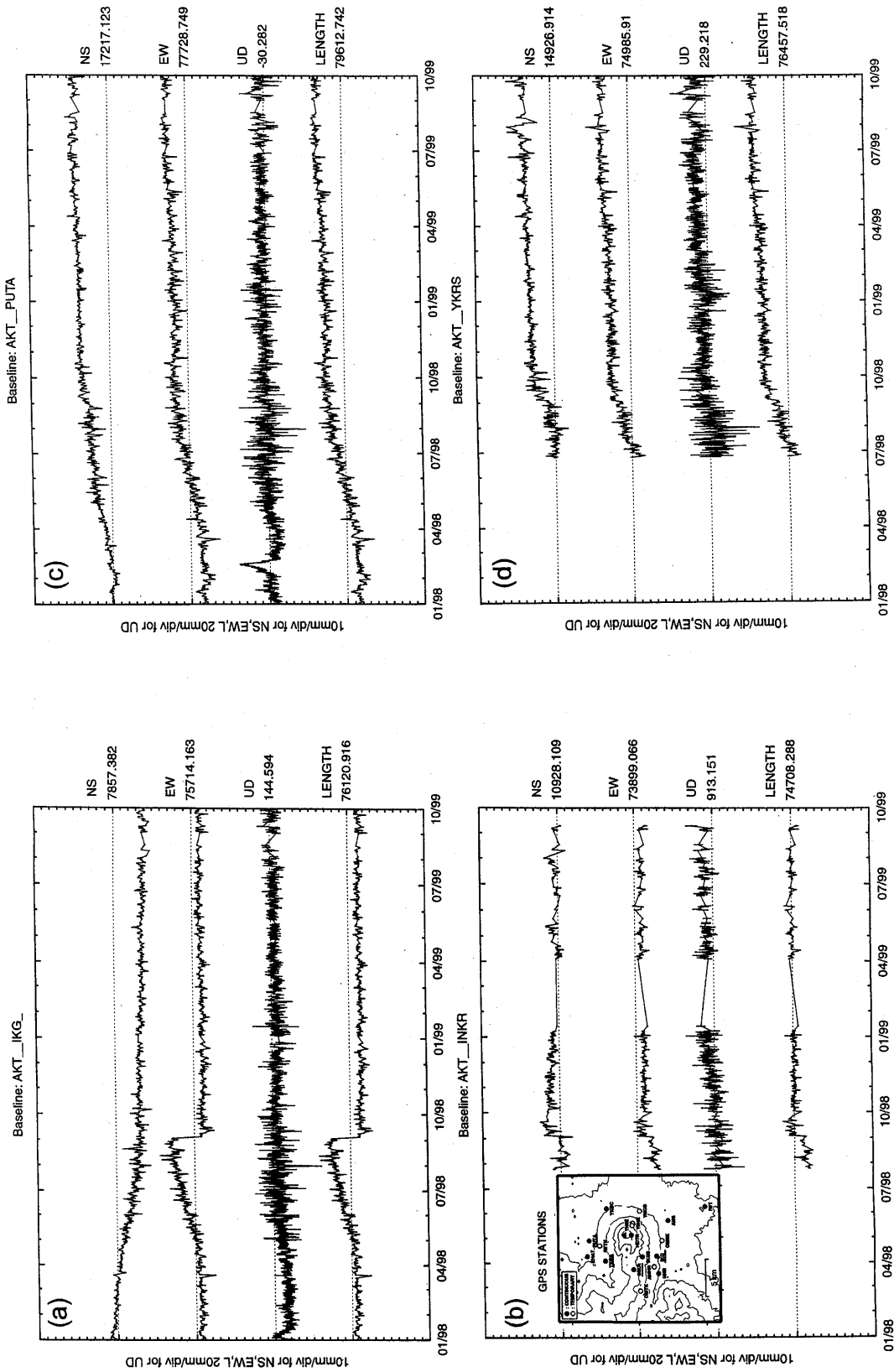
Fig. 6 Focal mechanism solutions for the earthquakes occurring in Iwate volcano plotted (a) on each epicenter, and (b) on space-time diagram.

第7図に、1999年3月1日～1999年9月30日の焼走（YKB）、相ノ沢（ANS）、玄武洞（GNB）の各観測点における体積歪記録を示す。1998年10月～1999年2月と比較して大きな傾向の変化は見られず、同様な変動が継続している。また、GNBのボアホール底の温度は1998年8月ごろ最大値を示しており、最近の噴気活動との相関は見られない。



第7図 (a) 地殻変動連続観測、観測点配置図。(b) 1998年1月～1999年9月30日の焼走（YKB）、相ノ沢（ANS）、玄武洞（GNB）観測点における体積歪記録と岩手山周辺に発生した地震のM-T図及び、GNBでのボアホール底の温度変化（1目盛りは5 mdeg）、潮汐・気圧・降水・トレンド・地震時のトビを補正。縦軸1目盛りは200nstrain。(c)(b)と同じ、ただし、温度変化を除き、期間は1999年3月1日～9月30日を示す。

Fig. 7 (a) Distribution of crustal deformation stations. (b) Temporal changes of volumetric strains at the stations YKB, ANS and GNB in the period from January, 1998 to September, 1999. M-T diagram is shown at the bottom and temperature at the bottom of 300 m borehole at GNB station. Volumetric strains are corrected for tide, atmospheric pressure, precipitation, trends and coseismic steps, (c) Same as (b) except for the period from March 1 to September 30, 1999.

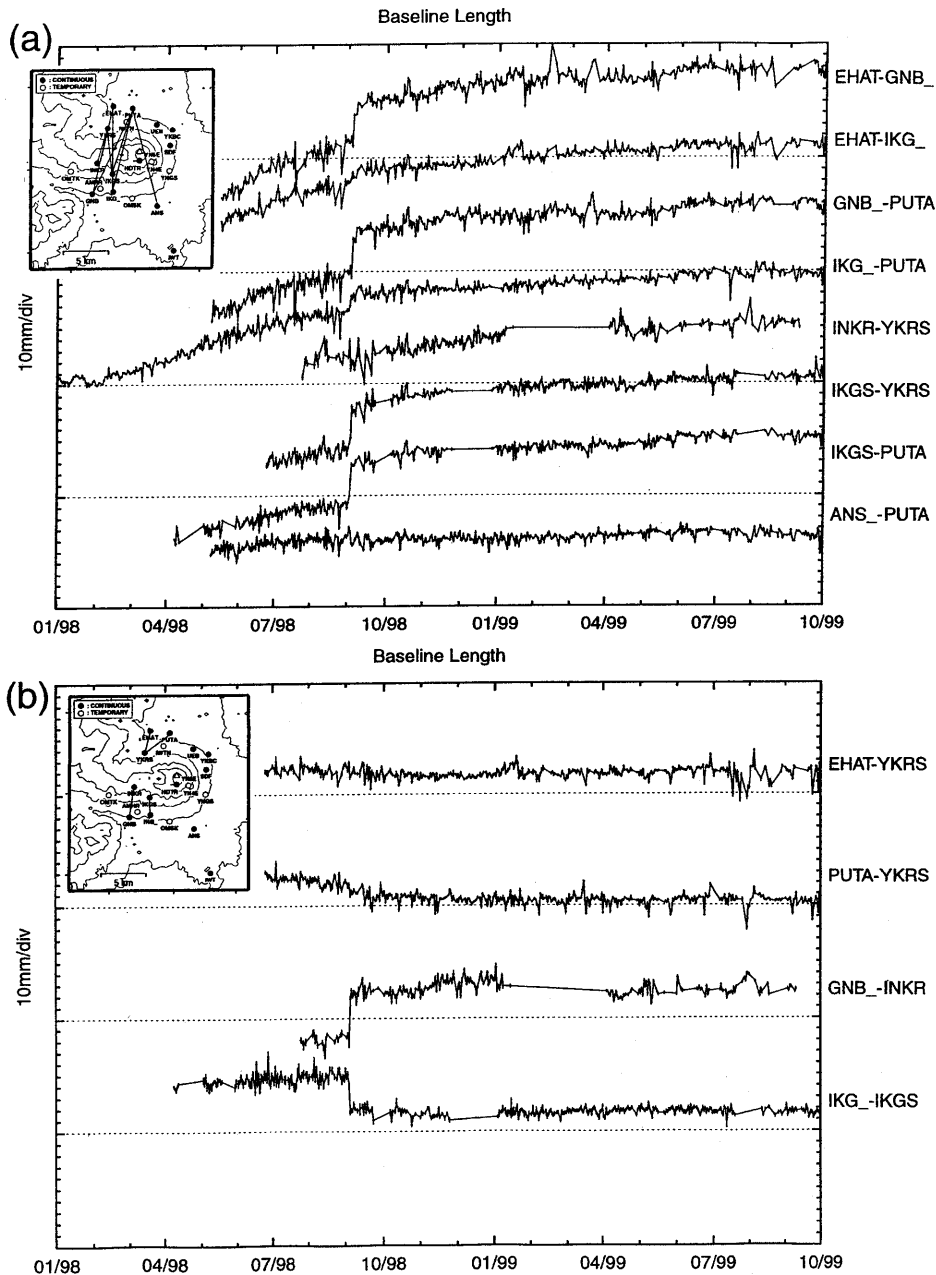


第8図 岩手山地域の主なGPS観測点における、秋田地震観測所 (AKT) を基点とした基線ベクトル成分の時系列 (1998年1月1日~1999年9月30日)、(a) 秋田 (AKT) - 岩手高原 (IKG-)、(b) 秋田 - 犬倉山頂 (INKR-)、(c) 秋田 - アーパーク村 (PUTA-)、(d) 秋田 - 焼切沢 (YKRS) の各基線、上から順に、南北、東西、標高成分および基線長を示す。

Fig. 8 Time series of NS, EW and UD components and length of the baseline vectors between some principle GPS stations around Iwate volcano and AKT reference station in the period from January 1, 1998 to September 30, 1999.

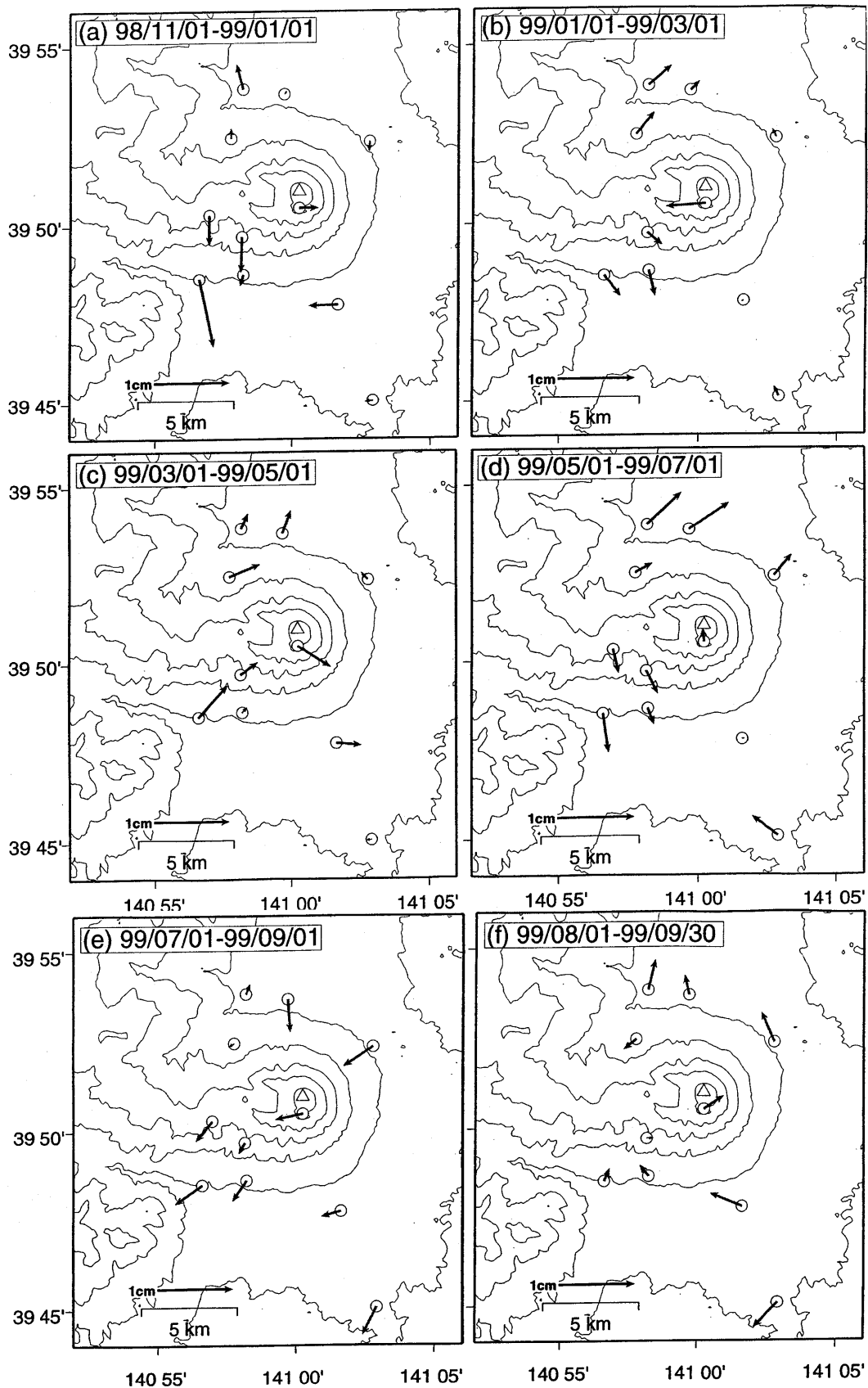


秋田地震観測所(岩手山の西方約80km)を基点とする。岩手山地域の主なGPS観測点における基線ベクトル各成分の時間変化を第8図に示す。また、岩手山地域の観測点間の基線長変化を、(a) 山体をはさむ測線と、(b) 北および南麓内の測線に分けて第9図に示す。さらに、1998年11月~1999年9月末の期間について、2ヶ月毎に、GPS観測から得られた水平変位分布を第10図に示す。1999年に入ってから、5月~7月初めの期間に、地震活動がやや活発化したのに対応して、3mm/月以下と変動量は小さいが、西岩手山地域を焦点とする放射状の変動が観測された。この変位分布の特徴は、地震活動と地殻変動が活発であった1998年2月~8月の変位分布の特徴<sup>2)</sup>と同じである。これらの観測事実は、一時的に火山活動が活発化したことを示唆する。一方7月上旬以降は、GPSによって観測された地殻変動は変動量が小さく、変位分布が不規則であり、明瞭な火山性地殻変動は認め難い。



第9図 岩手山地域のGPS観測点間における基線長の時間変化(1998年1月1日~1999年9月30日)、(a) 山体をはさむ基線、(b) 北麓および南麓内の基線。

Fig. 9 Temporal changes in baseline length between GPS stations around Iwate volcano in the period from January 1, 1998 to September 30, 1999. (a) The baselines traversing the volcano from north to south, (b) the baselines on the northern and southern flanks.



第10図 G P S 観測によって得られた水平変位分布、(a) 1998年11月1日~1999年1月1日、(b) 1999年1月1日~3月1日、(c) 3月1日~5月1日、(d) 5月1日~7月1日、(e) 7月1日~9月1日、(f) 8月1日~9月30日。

Fig.10 Horizontal displacements observed by a G P S network around Iwate volcano every two months during the period from December, 1998 to September, 1999.

1999年6月15日～19日に、北海道大学大学院理学研究科附属地震・噴火研究観測センターと共同で、LaCoste & Romberg 社製G型重力計3台とScintrex社製自動重力計1台の計4台の重力計を用いて精密重力測定を実施した。これは、岩手山集中総合観測の一環として実施されたものである。さらに、8月27日～29日に、LaCoste & Romberg 社製G型重力計1台とScintrex社製自動重力計1台を用いて測定を繰り返した。1997年11月～1999年8月に実施された主な重力点での測定結果を、図11ならびに表1に示す。1998年8月～1999年6月に、北東山腹のUEBで、0.050mgalの重力変化が観測された。しかし、1点のみの局所的な変化であり、火山活動とは無関係なものと考えられる。期間全体を通じて、岩手山の火山活動に関係した有意な重力変化は認められない。

以上に述べたように、1999年6月～9月にかけての岩手山の地震活動は、その前の4月～5月に比べて沈静化して、1月から2月のレベルに戻った。地殻変動には大きな異常は観測されていない。

なお、1999年6月25日と9月30日の2回にわたり岩手山において人工地震観測を実施した。第1回は平成11年度岩手山集中総合観測の一環として、第2回は岩手県からの受託研究として行われた。参加機関は東北大学理学研究科、弘前大学理工学部、岩手大学工学部、東京大学地震研究所、仙台管区気象台、盛岡地方気象台である。第12図に発破点ならびに観測点配置を示す。1回目の実験では約5m離れた2本のボアホール（深度50m）に100kgずつ火薬を仕掛け、2回目の実験では先の2本のボアホールの中に設けた1本のボアホール（深度55m）に仕掛けた200kgの火薬を用いて、地震動を発生させた。第13図に初動近傍の波形を示す。1回目と2回目とで観測された波形の振幅は異なるものの、同一観測点における波形の相似性が非常に高いことが分かった。

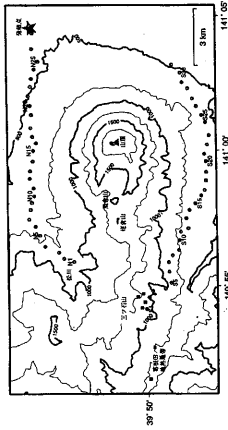
#### 参 考 文 献

- 1) 東北大学大学院理学研究科 (1999) : 岩手山の地震活動と地殻変動 (1999年2月～5月)、噴火予知連会報、74、5-12
- 2) 東北大学大学院理学研究科 (1999) : 岩手山の地震活動と地殻変動 (1998年6月～1998年9月)、噴火予知連会報、72、3-21.

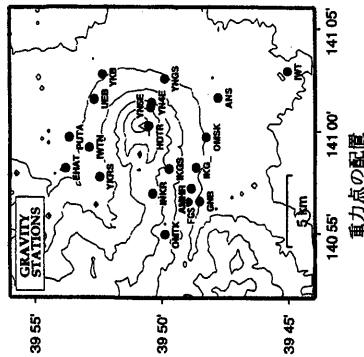
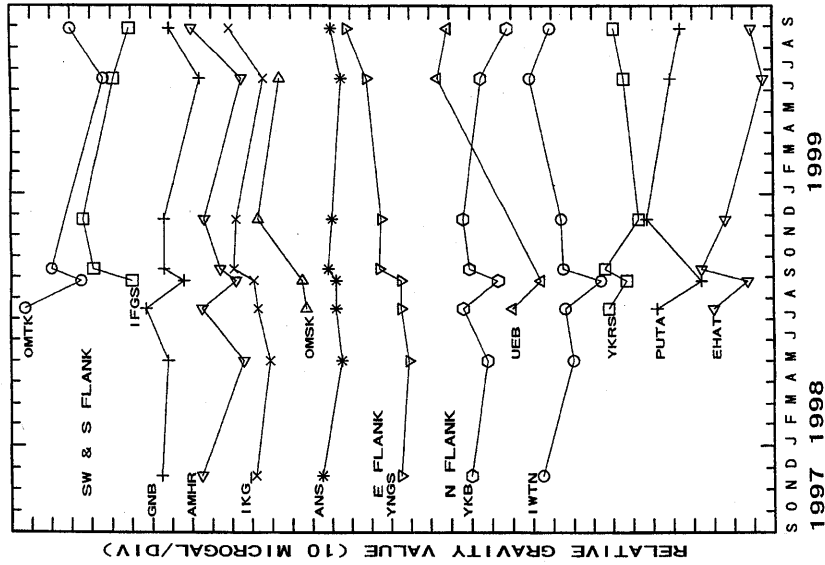
第1表 岩手火山地域における精密重力測定の結果 (1995年11月～1999年8月)。単位：mgal、基準点：IWT。  
Table 1 Results of microgravity measurements at Iwate volcano in the period from November, 1995 to August, 1999. Unit in mgal referred to IWT.

測定時期\測定点	OMTK	IFGS	GNB	AMHR	IKC_	OMSK	ANS	YNGS	YKB	UEB	IWTN	YKRS	PUTA	EHAT
(1) 1995.11				-93.257			-37.516	-67.781	-33.958		-86.643			
(2) 1996.7				-93.279			-37.519	-67.769	-33.962		-86.646			
(3) 1996.10				-93.277			-37.514	-67.788	-33.956		-86.642			
(4) 1997.11			-69.099	-93.260	-81.937		-37.503	-67.786	-33.956		-86.626			
(5) 1998.5			-69.102	-93.281	-81.944		-37.513	-67.790	-33.964		-86.641			
(6) 1998.7	-140.834		-69.091	-93.260	-81.938	-72.990	-37.510	-67.786	-33.952	-67.862	-86.637	-92.363	-50.335	-48.832
(7) 1998.8	-140.862	-107.486	-69.110	-93.277	-81.936	-72.988	-37.510	-67.786	-33.969	-67.876	-86.655	-92.372	-50.357	-48.849
(8) 1998.9	-140.847	-107.467	-69.100	-93.269	-81.926		-37.506	-67.775	-33.955		-86.636	-92.361		-48.826
(9) 1998.11		-107.462	-69.100	-93.261	-81.927	-72.966	-37.508	-67.776	-33.952		-86.635	-92.378	-50.330	-48.838
(10) 1999.6	-140.873	-107.477	-69.118	-93.280	-81.941	-72.977	-37.513	-67.769	-33.961	-67.826	-86.620	-92.371	-50.342	-48.857
(11) 1999.8	-140.857	-107.485	-69.103	-93.255	-81.924		-37.508	-67.759	-33.974	-67.831	-86.630	-92.366	-50.347	-48.851

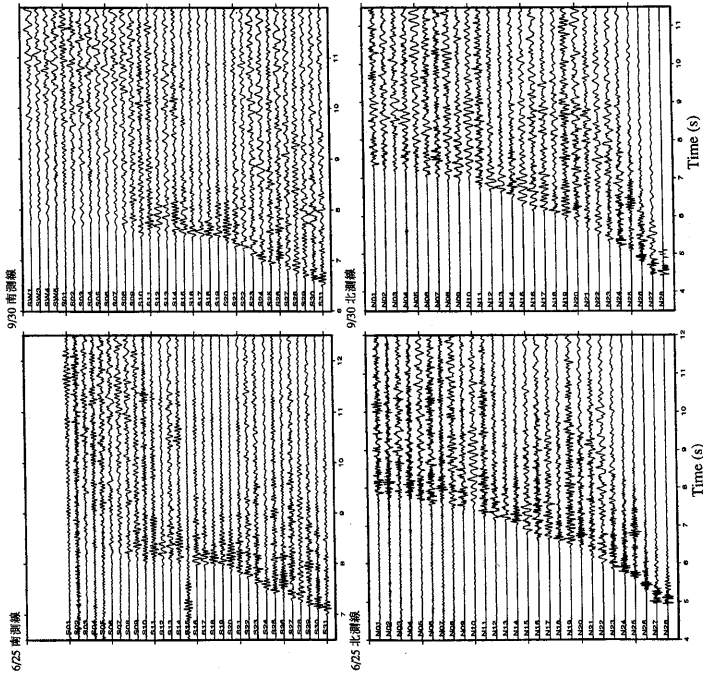
岩手山の人工地震観測 (第1回, 第2回)



第12図 岩手山人工地震観測における発破点と観測点配置  
Fig.12 Distribution of a shot point and stations for seismic exploration of Iwate volcano.



第11図 岩手山地域における重力変化 (1997年11月~1999年8月)  
Fig.11 Microgravity changes observed at Iwate volcano in the period from November, 1997 to August, 1999.



第13図 1 回目 (1999年6月25日) と 2 回目 (1999年9月30日) における初動付近の人工地震波形。  
Fig.13 Seismograms around first motions from two shots on June 25 and September 30, 1999.