

岩手山の地震活動と地殻変動 (1999年2月～5月)*

Seismic Activity and Crustal Deformation at Iwate Volcano in the Period from February to May, 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

岩手山における地震活動は前報¹⁾の状況から引き続いて1999年2月ころまで地震数が減少し、発生する地震のマグニチュードも小さくなっていた。しかし、3月ころからマグニチュードがやや大きい地震が再び発生するようになり、5月9日に黒倉山でM2.8、5月22日に犬倉山でM3.8の地震が発生した。東山腹下の深さ約10kmの低周波地震は、4月～5月にそれ以前の数ヵ月と比較して2から3倍多く発生した。一方、体積歪、傾斜、GPS観測によると、地殻変動は前報^{1, 2, 3, 4)}に引き続き進行している。

第1図に、1998年1月～1999年5月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示す。第1図と同期間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。1999年1月以降も黒倉山から姥倉山にかけて高周波地震が発生している。2月に発生した地震のマグニチュードは1.5未満であったが、3月に入るとマグニチュード1.5を越える地震が再び現れ、5月9日には黒倉山でM2.8、5月22日には犬倉山でM3.8の地震が発生した。5月22日の地震は、1997年12月以降西岩手山で発生した地震の中でマグニチュードが最大であり、2個の前震と約160個の余震を伴った。第3図(a)に1999年1月～5月の岩手山周辺の震源分布を示す。第3図(b)に示す1997年12月29日～1998年12月31日の震源分布に比べ、高周波地震の震源域は西岩手山と鬼ヶ城から山頂直下周辺に限られて、縮小していることがわかる。第4図に1999年2月～5月の月別震源分布を示す。2月と3月は地震の発生回数とともに33回であったが、4月は62回、5月は64回とほぼ倍増している。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°)の領域に発生した地震の積算度数の時間変化を示す。東側の積算度数が4月に入ってやや増加しているが、これは東山腹下の低周波地震数の増加を反映している。第5図(c)に東山腹下の低周波地震の発生回数を示す。4月と5月における発生回数は以前の2～3倍に達している。第5図(d)にモホ面近傍の低周波地震の積算度数を示す。4月下旬に約2ヵ月ぶりに群発が見られた。

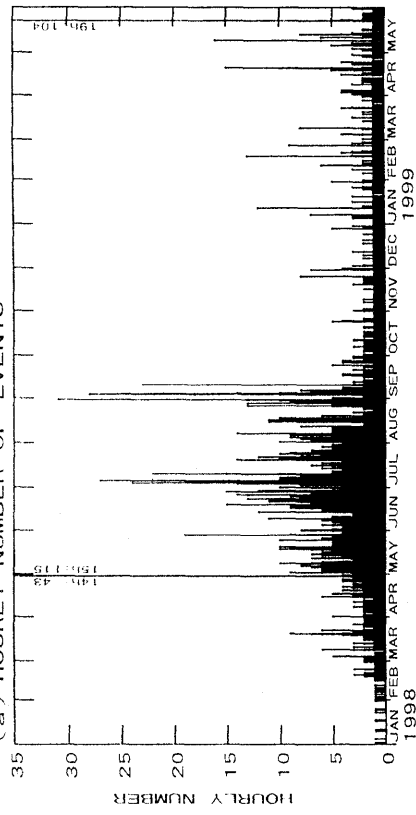
第6図に、1998年1月1日～1999年5月の焼走(YKB)、相ノ沢(ANS)、玄武洞(GNB)の各観測点における体積歪記録を示す。第7図に同観測点における傾斜ベクトル図を示す。歪・傾斜ともに以前と比較して大きな傾向の変化は見られない。ただし、5月下旬に見られる歪・傾斜のトビは1999年5月22日に発生したM3.8の地震に伴う変化である。第8図に、その時の地殻変動記録を拡大して示す。地震時のステップとその後の余効変動が認められる。

第9図に、岩手山の西方約80kmに位置する秋田地震観測所を基準点として、GPS観測から得られた岩手山南麓の岩手高原(IGG-)、西岩手山頂部の犬倉山(INKR)、北麓のプータロ村(PUTA)、北西山腹の焼切沢(YKRS)の基線ベクトルの各成分の時間変化を示す。また、第10図(a)に岩手山の山体をはさむ基線と、第10図(b)に南北各山腹内の基線について、基線長の時間変化を示す。第11図にGPS観測により得られた水平変位分布を示す。1998年9月3日に岩手山南西約10kmで発生したM6.1の地震の後、1999年5月初めまでの期間の変動は、西岩手山をはさんで南北伸張傾向が認められるものの、各点の変動量は0.5cm/月以下と小さい。また、水平変位分布は、1998年2月～8月には西岩手地域を焦点とする放射状分布であった^{3, 4)}のに対して、1998年9月以降の分布は複雑であり、時間とと

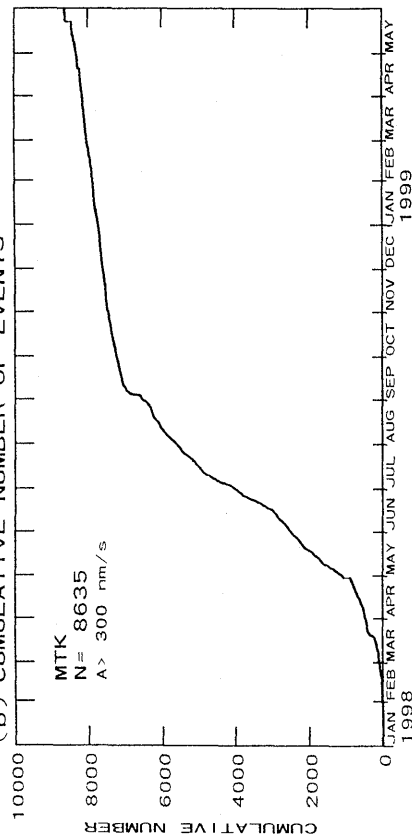
*Received 13 Sep., 1999

1998/01/01. 00:00--1999/05/31. 23:59

(a) HOURLY NUMBER OF EVENTS



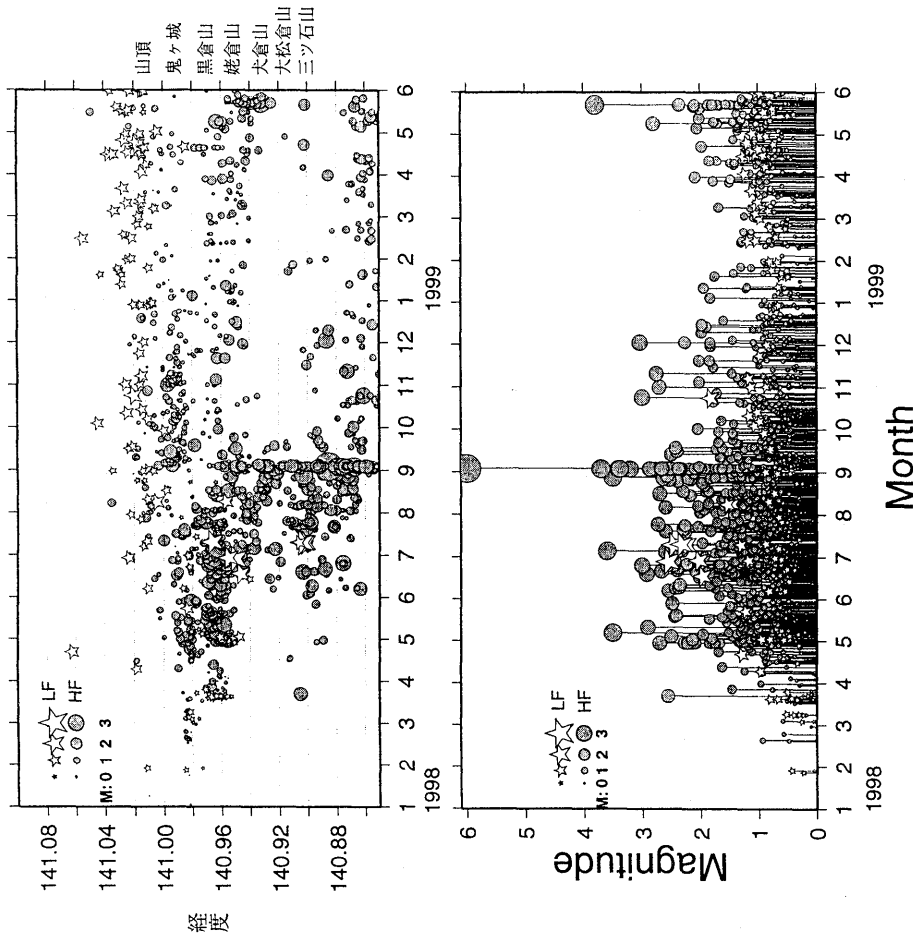
(b) CUMULATIVE NUMBER OF EVENTS



第1図 1998年1月～1999年5月に松川観測点 (MTK) で観測された岩手山付近の地震活動。

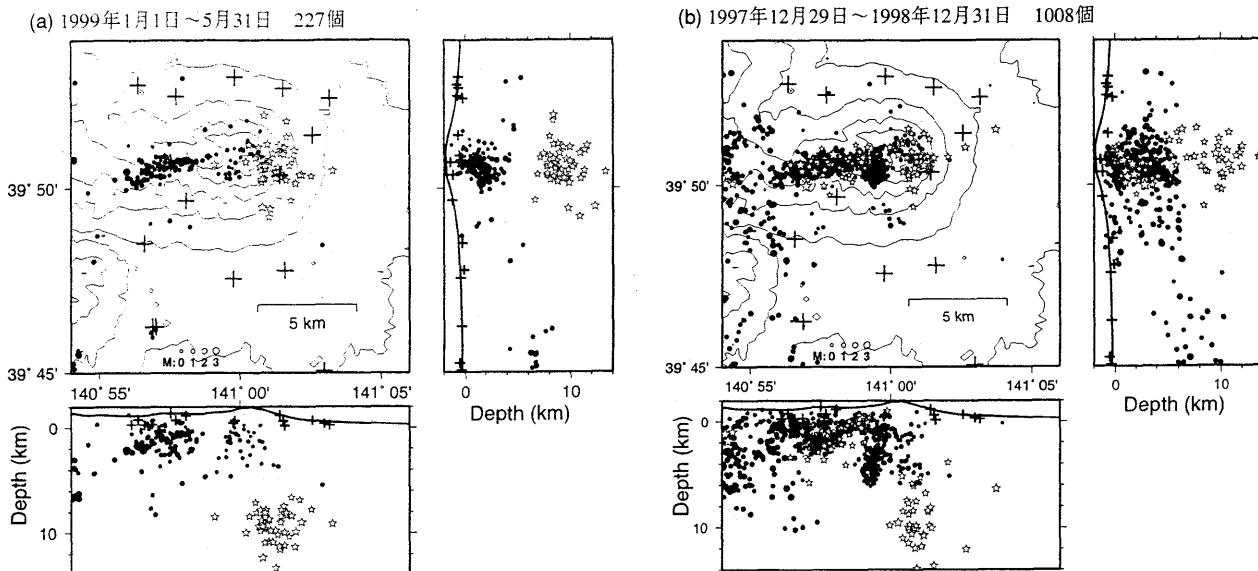
(a)時間別頻度、(b)積算度数の時間変化。

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.



第2図 (a)1998年1月～1999年5月の震央を東西方向に投影した時空間分布、(b)同時期のM-T図。

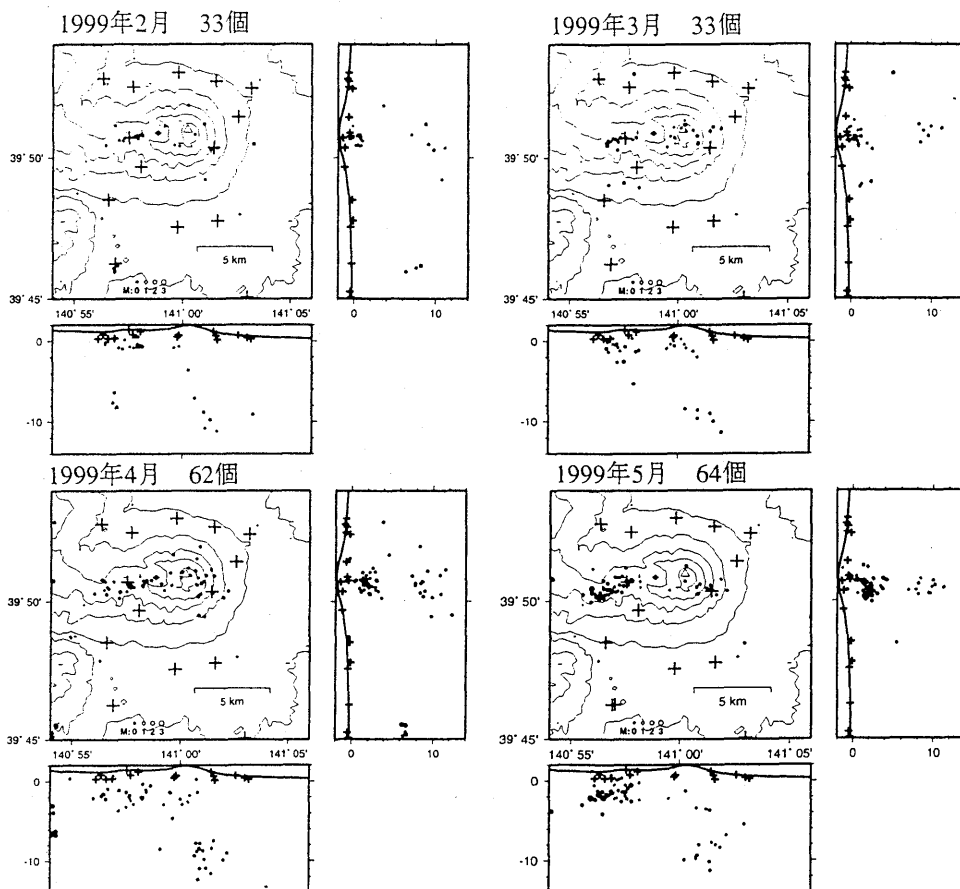
Fig. 2 (a) Space-Time plot and (b) M-T diagram for the earthquakes in Iwate volcano in the period from January, 1998 to May, 1999.



第3図 岩手山周辺における震源分布。(a)1999年1月～1999年5月, (b) 1997年12月29日～1998年12月。

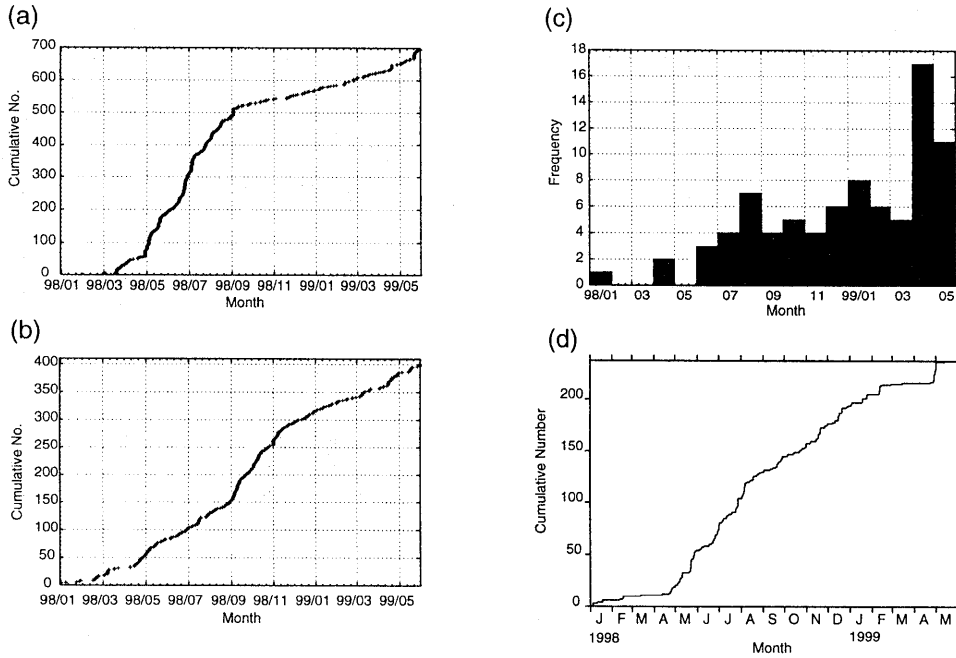
黒丸は高周波地震, 白星印は低周波地震, 十字印が観測点, 三角は山頂, 等高線は300m間隔。

Fig. 3 Hypocenter distribution in and around Iwate volcano in the period (a) from January to May, 1999 and (b) from December 29, 1997 to December, 1998. Solid circles are high-frequency earthquakes and open stars are low-frequency earthquakes. Crosses are stations and a triangle is the summit of the volcano. Contour interval is 300m.



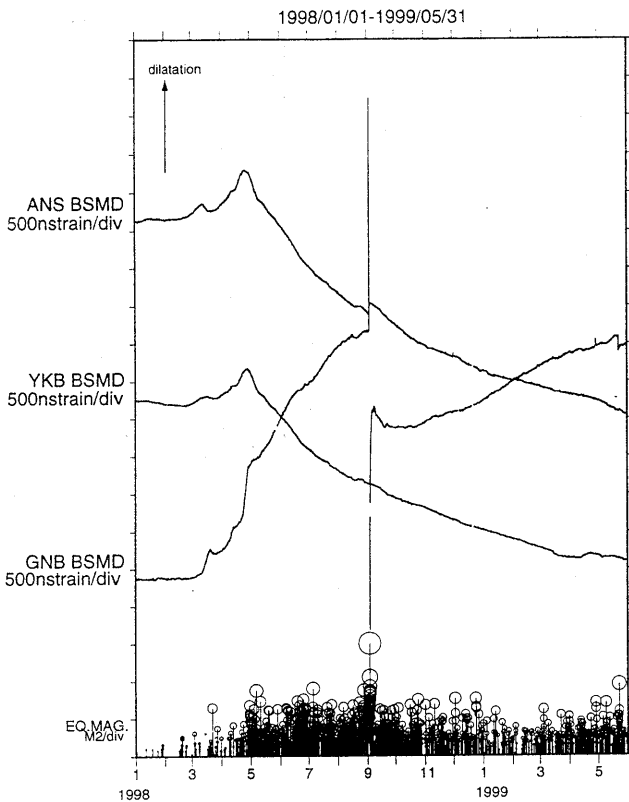
第4図 1999年2月～5月の月別震源分布。黒丸が地震。

Fig. 4 Hypocenter distribution for each month in the period from January to May, 1999.



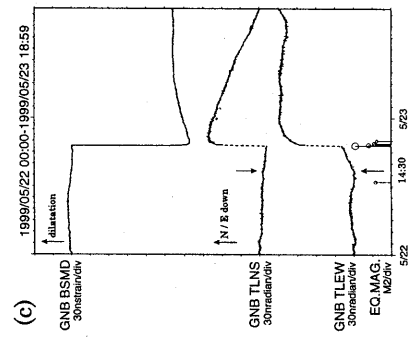
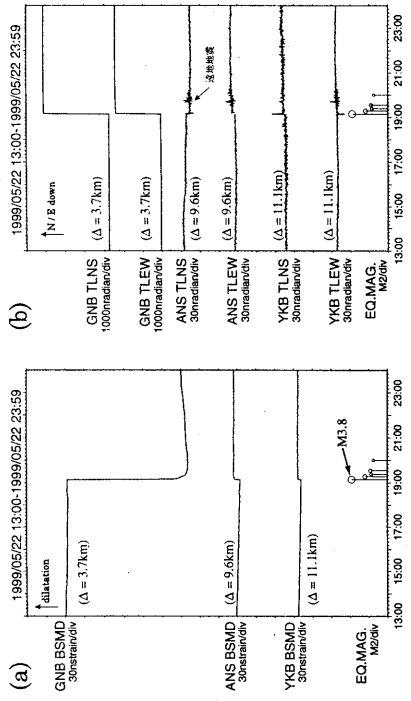
第5図 1998年1月～1999年5月に岩手山で発生した地震の積算度数の時間変化。(a)犬倉山から大地獄（北緯39.8度～39.9度，東経140.93度～140.98度，深さ14km未満），(b)鬼ヶ城から東山腹（北緯39.8度～39.9度，東経140.98度～141.10度，深さ14km未満）。(c)東山腹下の低周波地震の一月毎の数。(d)モホ面近傍の低周波地震の積算度数。

Fig. 5 Cumulative number of the earthquakes occurring in 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 14km, (b) same as (a) but from 140.98° E to 141.10° E. (c) Monthly number of low-frequency earthquakes occurring at the depth around 10km beneath the east flank. (d) Cumulative number of low-frequency earthquakes near the Moho discontinuity.



第6図 1998年1月1日～1999年5月22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。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500 nstrain。

Fig. 6 Temporal changes of volumetric strains at the stations YKB, ANS and GNB in the period from January 1, 1998 to May 22, 1999. M-T diagram is shown at the bottom. Volumetric strains are corrected for tide, atmospheric pressure, precipitation, trends and coseismic steps.

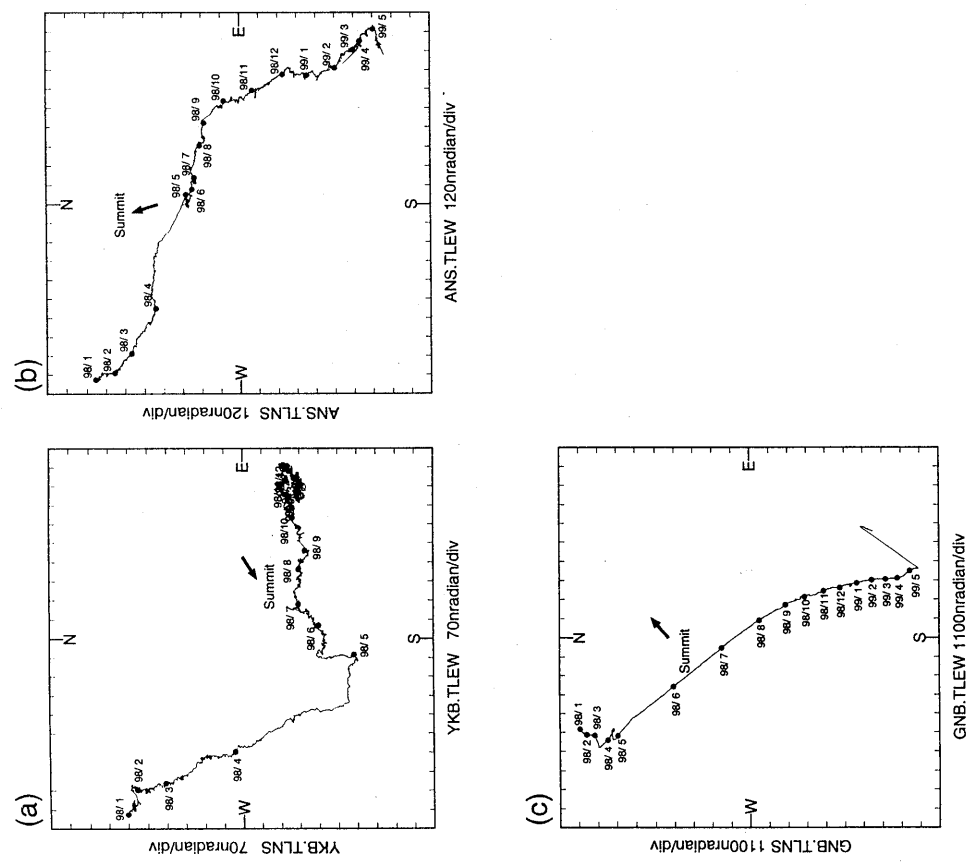


第8図 1999年5月22日19時9分のM3.8の地震に伴うGNB, ANS, YKBにおける地殻変動。

(a) 1999年5月22日13時~23時59分の歪変化 (BSMD) 及び地震のM-T図, (b) 傾斜変化 (TLNS: 南北成分, TLEW: 東西成分)。 (c) 5月22日0時~23日19時間のGNBにおける歪および傾斜変化。傾斜記録の地震時のトビを图示のため適当にシフトさせた。

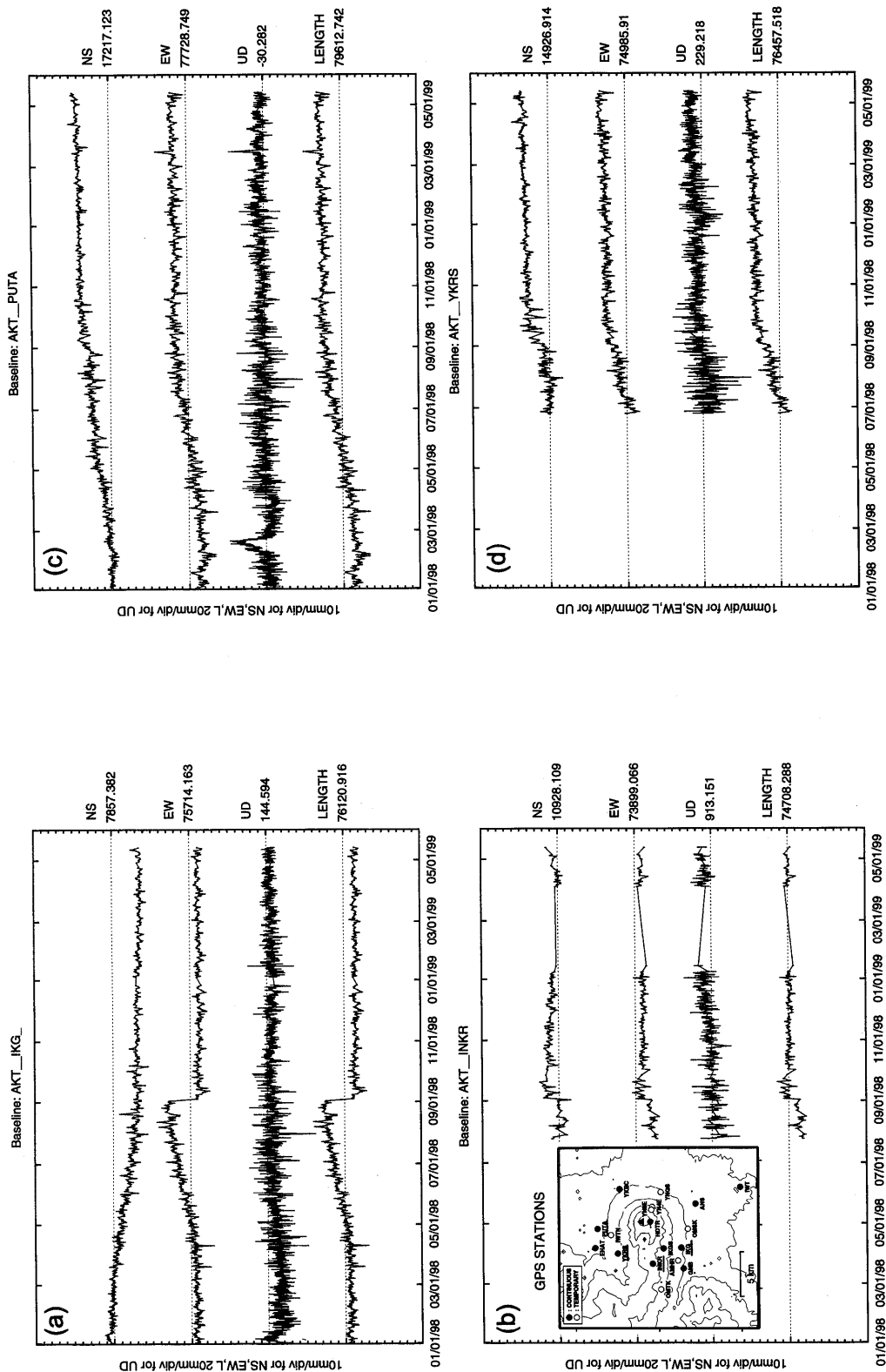
Crustal deformation accompanied with the M3.8 earthquake in May 22, 1999. (a) Volumetric strain change and M-T diagram, (b) tilt change at the stations of GNB, YKB and ANS. (c) Volumetric strain and tilt changes at GNB. Coseismic step in the tilt record is removed.

Fig. 8



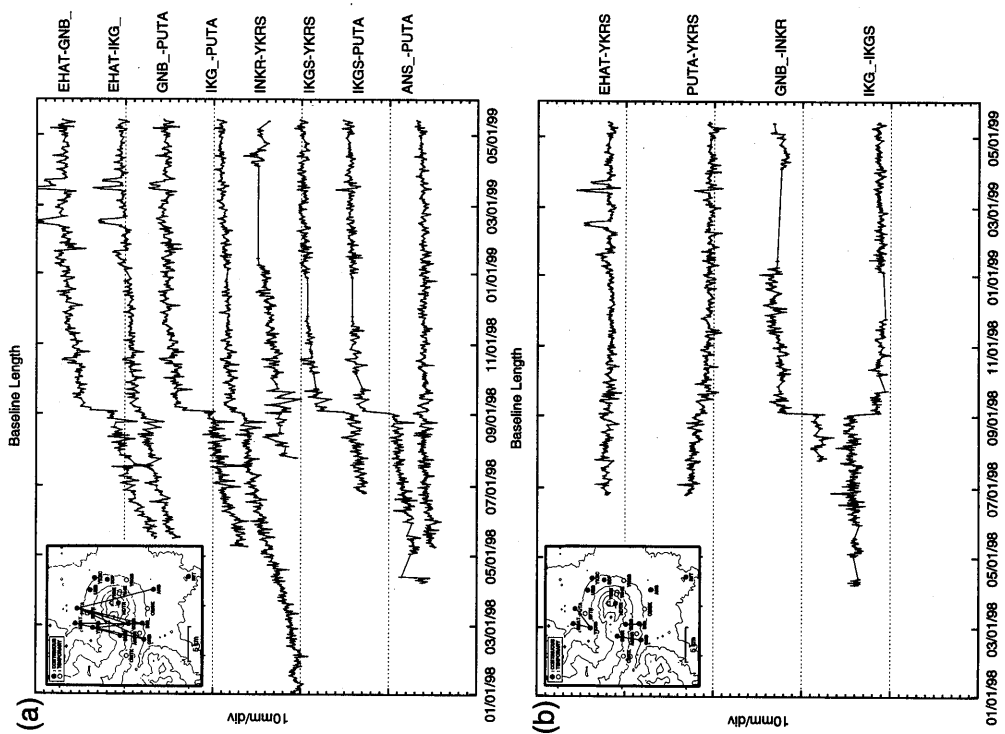
第7図 (a) 焼走観測点 (YKB), (b) 相ノ沢観測点 (ANS), (c) 玄武洞観測点 (GNB) の300m深孔井式傾斜計の記録から求めた傾斜ベクトル図 (1998年1月~1999年5月)。傾斜下がりの方向を示す。日平均値をプロット。黒丸は毎月1日, 矢印は山頂の方向を示す。

Fig. 7 Tilt vector diagrams at (a) YKB, (b) ANS and (c) GNB.

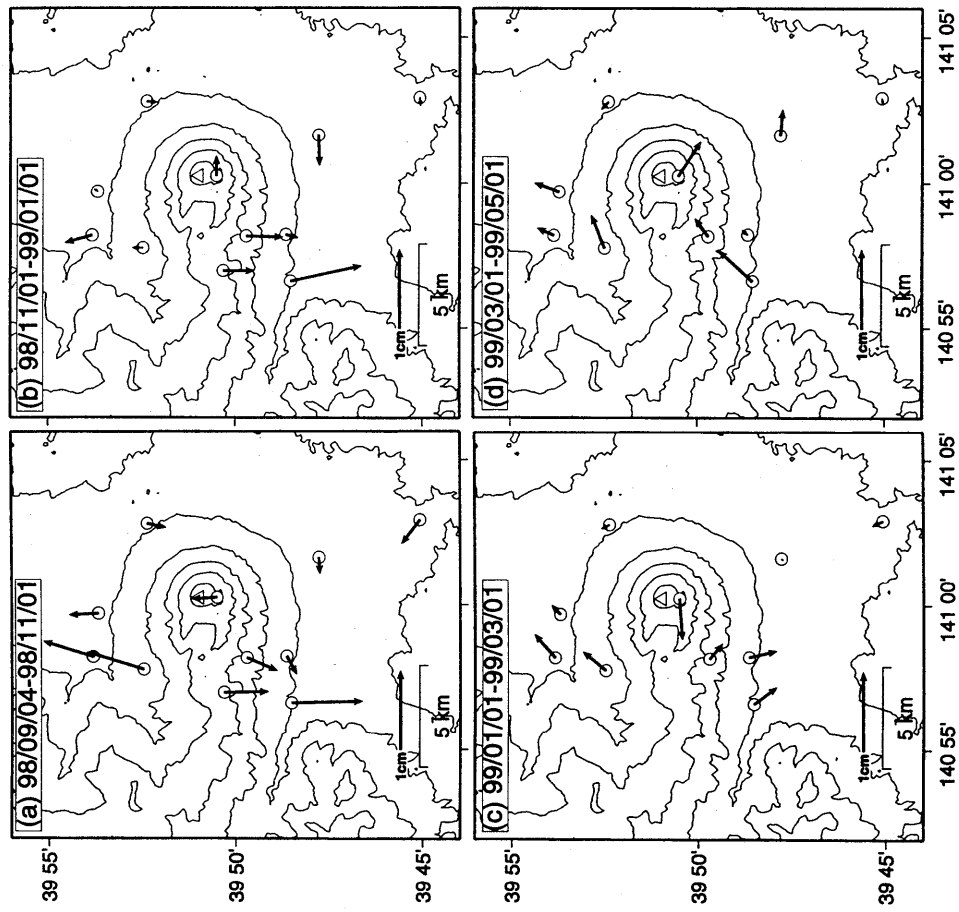


第9図 秋田地震観測所 (AKT) を基準点とした岩手山周辺のGPS観測点に置ける基線ベクトル各成分の時間変化 (1998年1月1日～1999年5月14日)。(a)秋田 (AKT) -岩手高原 (IKG-), (b)秋田 (AKT) -犬倉山 (INKR), (c)秋田 (AKT) -プータロ村 (PUTA), (d)秋田 (AKT) -焼切沢 (YKRS)。上から, 南北, 東西, 上下成分および基線長の変化を示す。

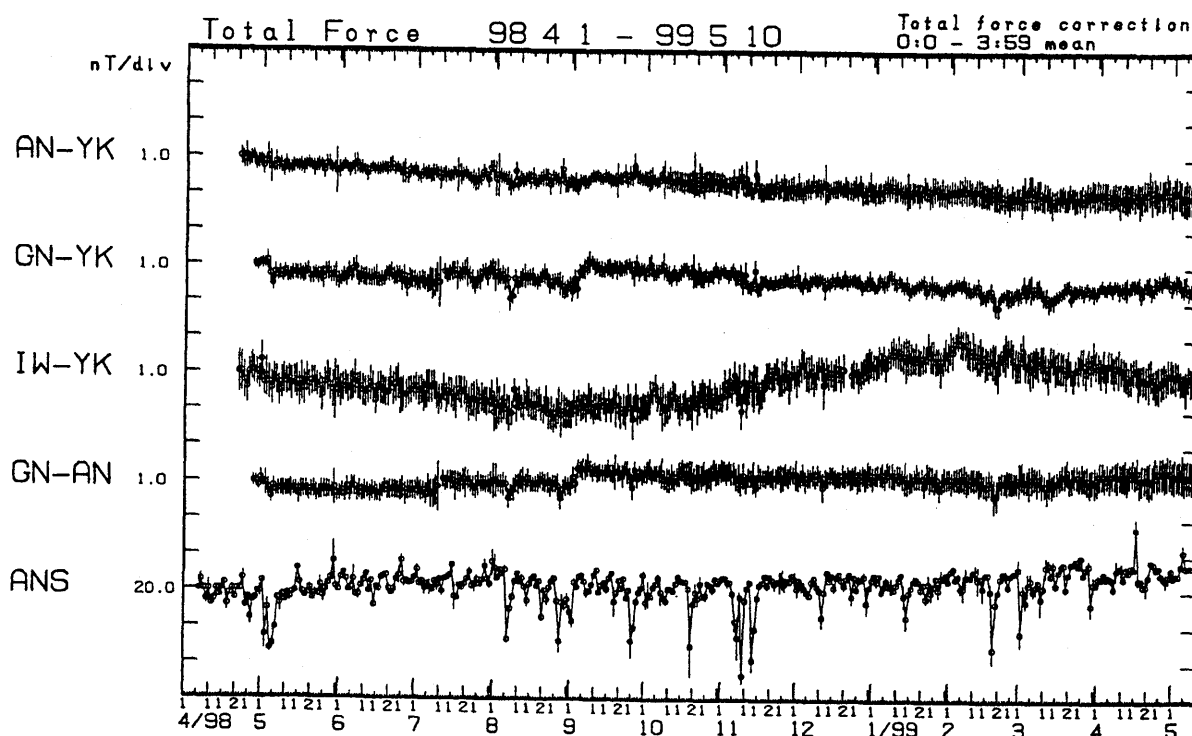
Fig. 9 Temporal changes of baseline vectors between the GPS stations around Iwate volcano and AKT (80km W) in the period from January 1, 1998 to May 14, 1999. (a) AKT-IMG-, (b) AKT-INKR, (c) AKT-PUTA, (d) AKT-YKRS.



第10図 岩手山周辺のGPS観測点間の基線長変化。(a)山体を挟む基線、(b)北麓、南麓の各基線。期間は1998年1月1日～1999年5月14日。
 Fig.10 Temporal changes of baseline length between GPS stations around Iwate volcano in the period from January 1, 1998 to May 14, 1999. (a) Baselines traversing the volcano from north to south, (b) baselines on the southern and northern flanks.



第11図 GPS観測網によってとえられた水平変位分布。(a)1998年9月4日～11月1日。(b)1998年11月1日～1999年1月1日。(c)1999年1月1日～3月1日。(d)3月1日～5月1日。
 Fig.11 Horizontal displacements observed by a GPS network around Iwate volcano in the period (a) from September 4 to November 1, 1998, (b) from November 1, 1998 to January 1, 1999, (c) from January 1 to March 1, 1999, (d) from March 1 to May 1, 1999.



第12図 相ノ沢観測点 (ANS) における全磁力夜間平均値 (0時~4時) ならびに岩手山周辺の観測点との相互差の変化 (1998年4月1日~1999年5月10日)。全磁力値を用いて外部擾乱の影響を補正した。AN: 相ノ沢, YK: 焼走, GN: 玄武洞の各観測点。

Fig.12 Temporal variations of geomagnetic total forces observed at ANS and the differences between two stations from April 1, 1998 to May 30, 1999. External disturbances are corrected using the geomagnetic total force.

もに変化している。

第12図に、相ノ沢観測点 (ANS) における全磁力夜間平均値と岩手山周辺の観測点の相互差を示す。焼走観測点 (YK) に対する相ノ沢観測点 (AN) の全磁力の減少傾向が1998年4月以降全期間にわたり継続している。同様の傾向は玄武洞観測点 (GN) とYKの間でも認められる。この現象が岩手山の火山活動にともなう熱消磁またはピエゾ効果によるものか、現時点では区別しがたい。

以上に述べたように、1999年4月~5月にかけて岩手山の地震活動はやや活発化した。地殻変動は規模が小さいながらも、以前の変動の傾向が継続している。

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 (1998年9月~1999年1月) 噴火予知連会報, 73, 16-24.
- 2) 東北大学理学部 (1998) : 岩手火山の火山性微動と地震の活動 (1997年10月~1998年1月) 噴火予知連会報, 70, 1-8.
- 3) 東北大学大学院理学研究科 (1998) : 岩手火山の地震・地殻活動 (1998年2月~5月), 噴火予知連会報, 71, 3-15.
- 4) 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~8月), 噴火予知連会報, 72, 3-21.