

焼岳の GPS 観測と噴気孔温度観測*

(1992-1998)

GPS Measurements and Temperature Observations at Yakedake Volcano
1992-1998

信州大学理学部

名古屋大学理学部地震火山観測地域センター

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター上宝観測所

Faculty of Science, Shinshu University

Research Center for Seismology and Volcanology, School of Science, Nagoya University

Kamitakara Observatory, Research Center for Earthquake Prediction,

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

焼岳にて GPS 測量を 1992 年より、また噴気孔温度観測を 1993 年より実施している。本報告では、1992-1998 年の 7 年間の観測結果について報告する。

1. GPS 観測

1992 年夏に焼岳とその周辺地域に 3 点の GPS 観測点を設置した。信州大学の GPS 観測点を第 1 図に大きな黒丸の点で示す。GPS 観測点は、焼岳山頂付近に 1 点（焼岳観測点 #4007）、焼岳山麓に 2 点（中尾観測点 #4005、京都大学防災研究所穂高砂防観測所屋上、および上高地観測点 #4010、建設省松本砂防工事事務所焼岳監督官詰所構内）である。そして、さらに 1994 年秋に西穂高岳中腹に 1 点（栗尾観測点 #4042、新穂高ロープウェイ西穂高口駅前、国土地理院栗尾三等三角点）をあらたに加えた。観測点の座標は、文部省宇宙科学研究所臼田 GPS 観測点との結合観測により求めた（第 1 表）。焼岳 GPS 観測は、1992 年 10 月より 1998 年 10 月まで計 15 回実施された。得られた観測データは二重位相差法で処理し、衛星の軌道暦は放送暦を採用し、大気条件は標準値を用いた。また 1 周波による観測のため電離層による電波伝播遅延は補正していない。

ところで、焼岳の東麓にある上高地付近で 1998 年 8 月 7 日 14 時頃から、群発地震が発生した。第 1 図に、京大防災研上宝観測所の自動処理による群発地震の震源分布を示す（小さな黒丸、期間 1998 年 8 月 7 日-10 月 12 日）。地震発生の当初は、活動域が上高地付近の東西 5 km、南北 3 km、深さ約 5 km 程度に分布していた。地震発生 5 日後の 8 月 12 日夕方から北側に約 5 km 離れた穂高岳で地震が発生し、地震活動は長野・岐阜県境に沿って北上を続け槍ヶ岳付近まで広がり、さらに 9 月 5 日には富山・長野県境の野口五郎岳まで至った。これまでの最大地震は 8 月 16 日に槍ヶ岳付近で発生した M 5.4 で、M 4 以上の地震は 8 月中で 9 個、9 月中で 6 個にも及んだ。なお、10 月以降は M 4 以上の地震は発生していない。

第 2 図～第 4 図に、1998 年夏の群発地震活動の震源域を通過する基線の時間変動を示す。群発地震の震源域を通過する上高地-栗尾基線（約 5 km）では、1997 年 10 月には既に約 15 mm も短縮しており、1998 年 6 月には伸びに転じ、6 月下旬には 20 mm を越える異常な伸びが認められた（第 2 図）。また、焼岳を通過する上高地-中尾基線（約 5 km）では、1998 年 6 月に約 8 mm もの短縮がみられ（第 3 図）、穂高岳を通過する栗尾-信大基線（約 34 km）においても、6 月に異常な短縮が認められた（第 4 図）。このように、6 月の異常な短縮傾向は、今回の群発地震活動の震源域を通過する基線で明瞭に現れた。

一方、第 5 図～第 9 図より、焼岳を中心に焼岳-中尾、焼岳-上高地、焼岳-栗尾、焼岳-信大、中尾-栗尾の各

*Received 18 Dec, 1998

基線においては、今回の群発地震活動においても観測誤差を考慮に入れると有意な変動がないことがわかる。また、第10図、第11図に、中尾観測点の座標値を固定したときの、焼岳観測点の水平変動および上下変動を示す。この図からも、今回の群発地震活動にともなう有意な変動は認められなかった。

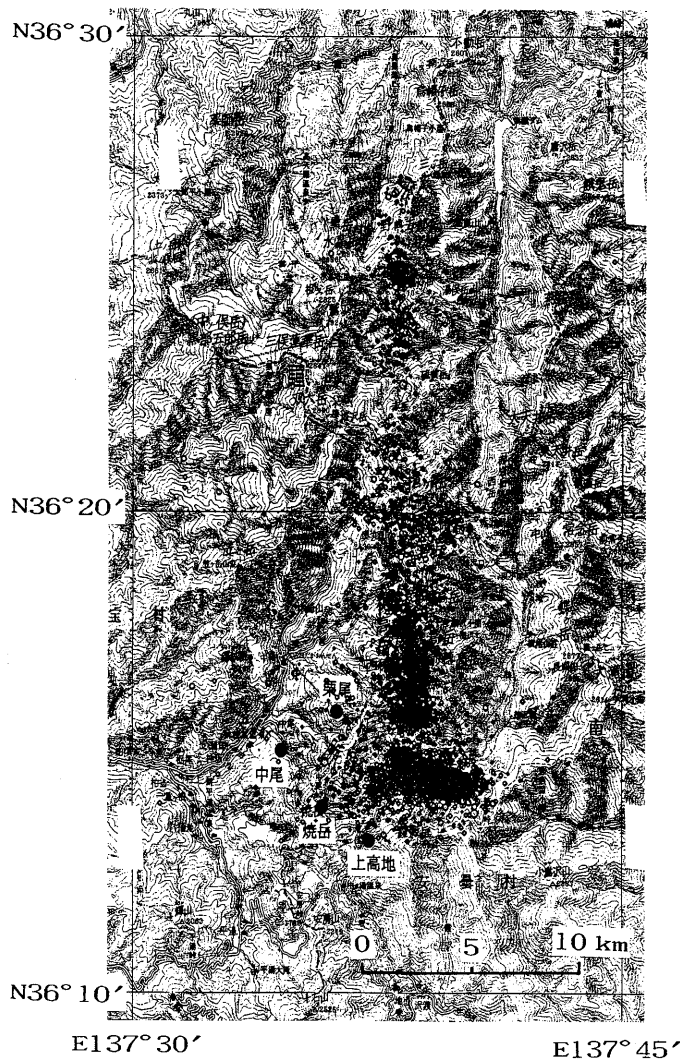
2. 噴気孔温度観測

第12図に、焼岳山頂付近の噴気孔温度観測地点を示した。また、第2表に噴気孔温度観測の結果を示した。なお、1998年度の観測は、9月3日～4日および10月5日～6日に実施した。1998年8月の群発地震活動にともない、9月初旬にはZ地点（第12図）において噴気孔温度が30℃も上昇したが、1カ月後の10月初旬には前年度の値に戻りつつある。

第1表 焼岳GPS観測網の観測点座標（WGS84系）

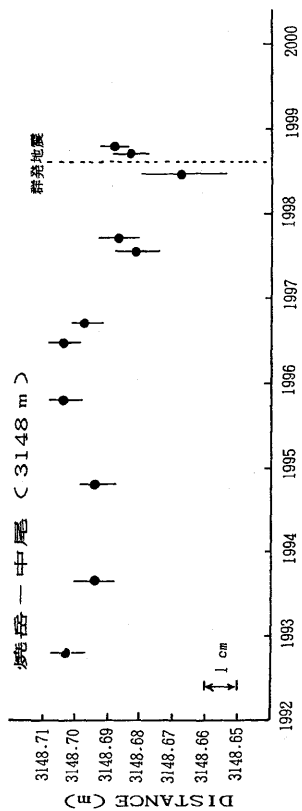
Table 1 List of coordinates of sites (WGS-84) for the Yakedake GPS campaign in 1992-1998.

Site (station #)	Latitude	Longitude	Height
Nakao (#4005)	N 36°15'27.843"	E 137°34'27.046"	1199.30 m
Yakedake (#4007)	N 36°14'06.755"	E 137°35'32.955"	2176.36 m
Kamikochi (#4010)	N 36°13'24.766"	E 137°36'54.727"	1552.94 m
Kurio* (#4010)	N 36°16'04.670"	E 137°36'07.595"	2199.39 m

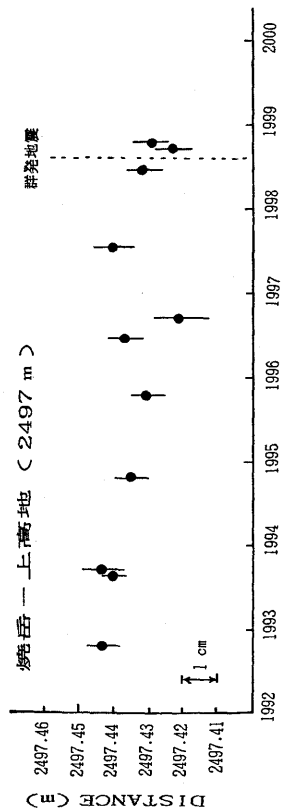


第1図 焼岳GPS観測網の観測点（大きな黒丸）、および群発地震の震源分布（小さな黒丸、期間 1998年8月7日-10月12日）。

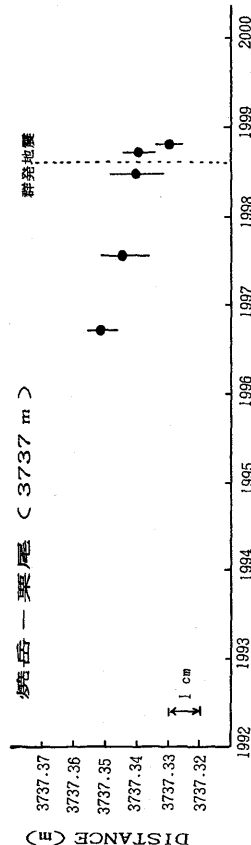
Fig. 1 Station distribution for the Yakedake GPS campaign in 1992-1998, and epicenter distribution of earthquake around Yakedake volcano, during Aug. 7-Oct. 12, 1998.



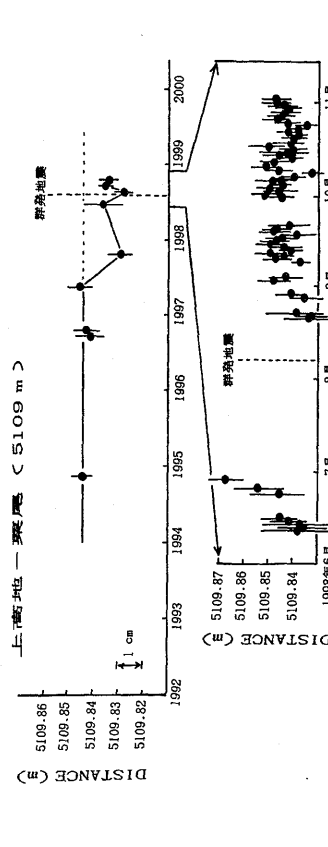
第5図 焼岳-中尾基線 (3148m) における基線長の時間変動。
(1992-1998)。黒丸の値は2~5日間の平均値。
Fig. 5 Temporal variation of baseline lengths (3148m) between Yakedake and Nakao during 1992-1998.



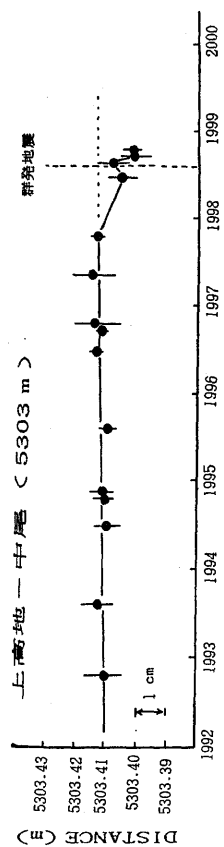
第6図 焼岳-上高地基線 (2497m) における基線長の時間変動
(1992-1998)。黒丸の値は2~5日間の平均値。
Fig. 6 Temporal variation of baseline lengths (2497m) between Yakedake and Kamikochi during 1992-1998.



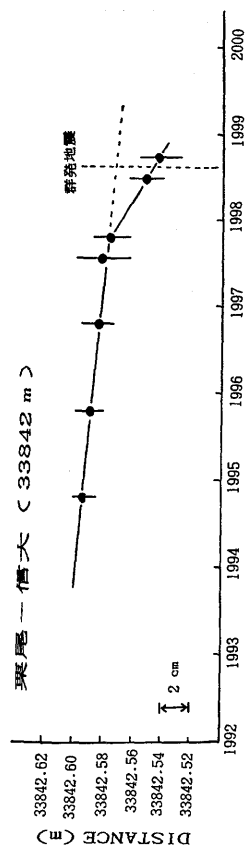
第7図 焼岳-栗尾基線 (3737m) における基線長の時間変動
(1994-1998)。黒丸の値は2~5日間の平均値。
Fig. 7 Temporal variation of baseline lengths (3737m) between Yakedake and Kurio during 1996-1998.



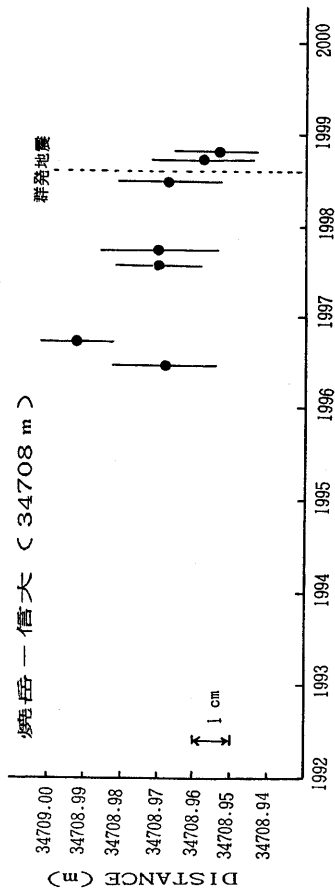
第2図 上高地-栗尾基線 (5109m) における基線長の時間変動。
A: 月平均値 (1994-1998)。B: 日平均値 (1992-1998)。
Fig. 2 Temporal variation of baseline lengths (5109m) between Kamikochi and Kurio. A: Monthly mean values (1994-1998). B: Daily mean values (Jun.-Nov. 1998).



第3図 上高地-中尾基線 (5303m) における基線長の時間変動
(1992-1998)。黒丸の値は月平均値。
Fig. 3 Temporal variation of baseline lengths (5303m) between Kamikochi and Nakao during 1992-1998.

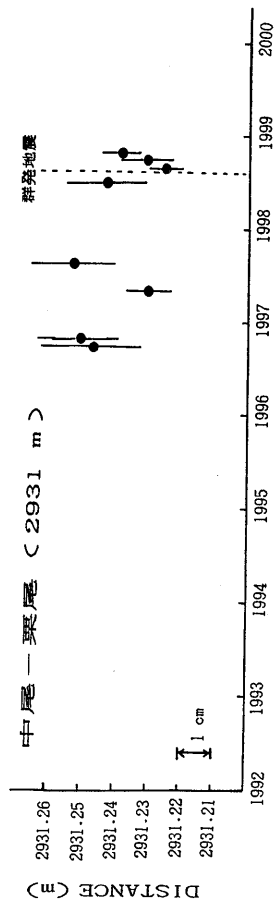


第4図 栗尾-信大基線 (33842m) における基線長の時間変動
(1994-1998)。黒丸の値は月平均値。
Fig. 4 Temporal variation of baseline lengths (33842m) between Kurio and Shindai during 1994-1998.



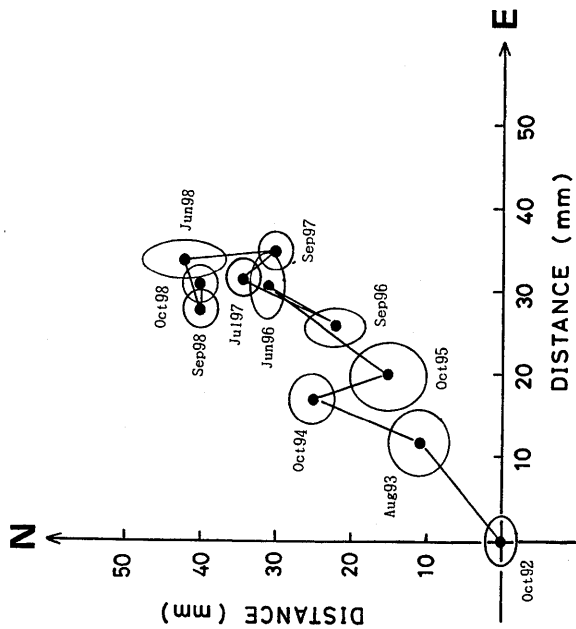
第8図 焼岳-信大基線 (34708m) における基線長の時間変動。

(1996-1998)。黒丸の値は2~5日間の平均値。
Fig. 8 Temporal variation of baseline lengths (34708m) between Yakedake and Shindai during 1996-1998.

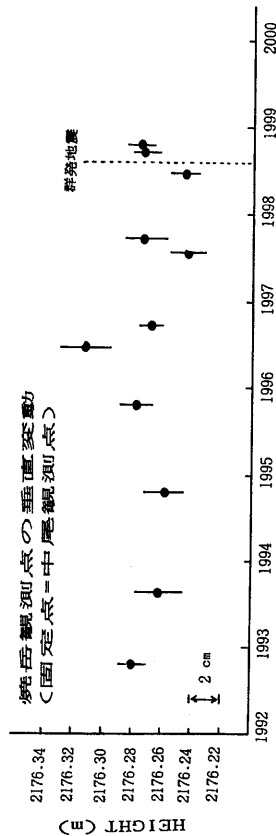


第9図 中尾-栗尾基線 (2931m) における基線長の時間変動

(1996-1998)。黒丸の値は2~5日間の平均値。
Fig. 9 Temporal variation of baseline lengths (2931m) between Nakao and Kurio during 1996-1998.



第10図 中尾観測点の座標値を固定したときの、焼岳観測点の水平変動。
Fig.10 Horizontal movements of the Yakedake station with respect to the Nakao station which is assumed fixed.

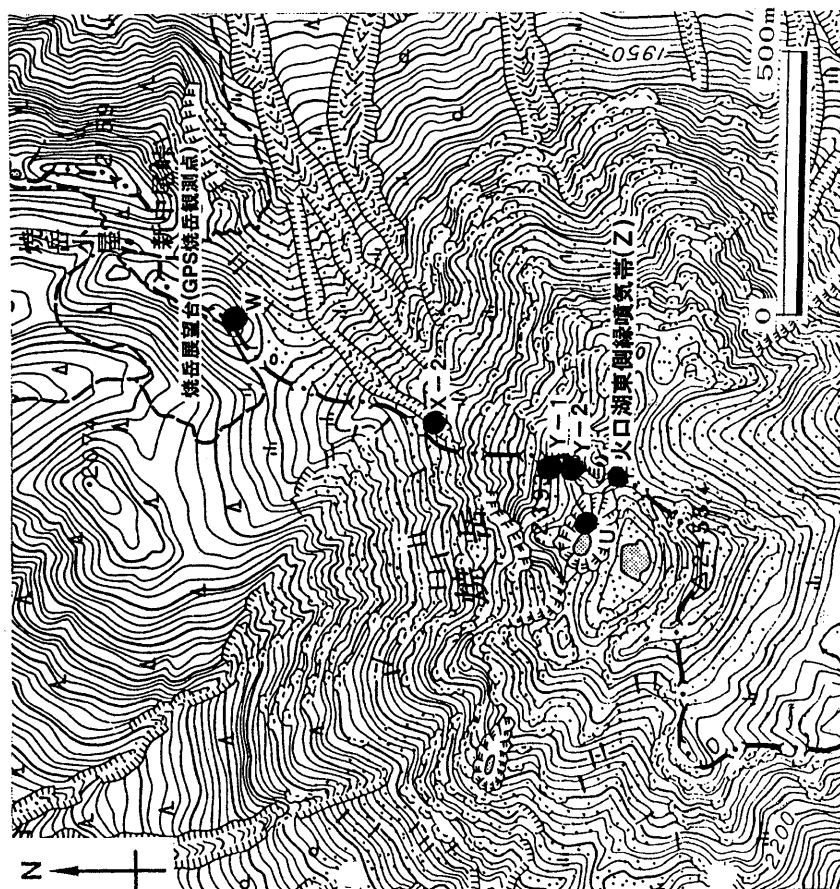


第11図 中尾観測点の座標値を固定したときの、焼岳観測点の上下変動。
Fig.11 Vertical movements of the Yakedake station with respect to the Nakao station which is assumed fixed.

第2表 焼岳噴気孔温度観測の測定結果 (単位: °C)。
 Table 2 Temperature observation of fumaroles at Yakedake volcano, unit in °C.

	W	X-1	X-2	Y-1
Aug.93	46.0 ± 2.0	---	89.8 ± 1.9	87.6 ± 2.6
Sep.93	46.4 ± 2.3	71.6 ± 3.4	89.5 ± 1.6	84.5 ± 3.3
Oct.93	42.0 ± 3.3	63.6 ± 10.4	89.1 ± 1.8	83.1 ± 3.7
Jun.96	48.3 ± 0.2	---	---	81.3 ± 1.8
Sep.96	48.1 ± 1.6	---	90.9 ± 1.1	76.2 ± 1.7
Jul.97	41.3 ± 8.2	---	79.7 ± 2.2	83.8 ± 2.0
Sep.97	42.7 ± 8.8	---	83.0 ± 2.2	85.2 ± 1.9
Sep.98	45.7 ± 6.8	---	63.0 ± 14.7	90.0 ± 0.6
Oct.98	50.1 ± 9.2	---	79.9 ± 17.6	82.9 ± 8.3

	Y-2	T	Z	U
Aug.93	86.6 ± 1.6	56.7 ± 4.1	90.0 ± 10.0	41.3 ± 7.0
Sep.93	85.8 ± 2.9	50.9 ± 4.0	86.9 ± 6.7	44.5 ± 4.5
Oct.93	85.8 ± 3.0	48.7 ± 7.1	88.7 ± 13.4	38.5 ± 5.6
Jun.96	91.1 ± 0.9	56.0 ± 0.8	91.9 ± 1.1	---
Sep.96	81.9 ± 1.5	56.9 ± 0.7	110.9 ± 3.0	52.6 ± ---
Jul.97	84.7 ± 4.7	50.3 ± 7.7	87.8 ± 2.6	55.3 ± 2.9
Sep.97	86.5 ± 3.4	52.0 ± 7.6	91.4 ± 2.4	57.1 ± 2.2
Sep.98	97.0 ± ---	66.0 ± 11.5	121.0 ± ---	36.8 ± ---
Oct.98	74.7 ± 8.6	59.9 ± 5.4	103.0 ± ---	53.5 ± ---



第12図 焼岳山頂付近の噴気孔温度の観測地点。
 Fig.12 Location of observation sites for the measurement of fumarole temperatures at Yakedake volcano.