

北海道の火山活動とその観測報告

(1987年5月～9月)*

北海道大学理学部有珠火山観測所

(1) 概 報

有珠山は引き続き静穏な活動状況を示している。5月に北外輪山で小規模の斜面崩壊が発生した。8月噴火10周年をむかえた。樽前山は、引続き静穏である。北海道駒ヶ岳は、引続き極めて静穏な活動状態にある。諸大学の共同で、集中総合観測が9月に実施された。水準測量、辺長測量の結果によると、山頂割れ目火口は左横ずれ、山体は沈降状態にあると考えられる。

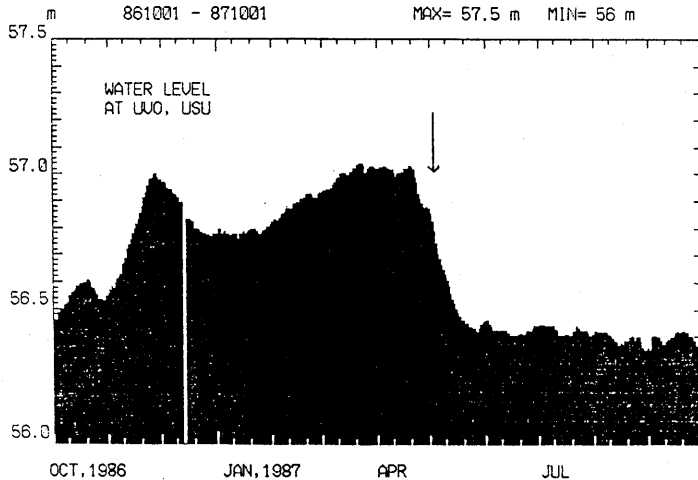
十勝岳は、引続き活発な状態にあり、火山性微動が3回発生した。1985年12月からの観測によると、1986年12月から微動発生回数は、計12回となった。7月15日の微動では微動と対応する、山上がりの傾斜変動が十勝岳火山観測坑道の水管傾斜計で検知された。数年来続いている十勝岳の活発化のため、諸大学の協力の基、臨時共同観測が実施された。

(2) 有 珠 山

火山活動は静穏であった。前回の報告¹⁾に対し特に付け加えることはない。

直接の火山活動ではないが、1987年5月3日(推定)、有珠山北外輪山で小規模斜面崩壊が発生した。位置は1980年4月24日の崩壊地の東側で、壮瞥温泉川2の沢の源頭部、崩壊量は数千立方メートル程度と推定される。1977年から1982年の有珠山の活動中、地殻変動で約45度の急傾斜となったU s - bの白色の流紋岩質軽石層の下部にある、クリンカー状の外輪山溶岩の一部まで崩壊した。崩壊深度は、1980年の場合を上回っている。崩壊物は左岸に乗り上げながら流下し、上部の砂防用道路を破壊し、急峻な「滝」地形の上部で停止堆積した。前回のよう、「滝」の部分で加速し、大岩塊を掘り起こし下部の砂防ダムや砂防用道路まで流下することはなかった。このため、前回と異なり地震計に崩壊と思われる信号は記録されなかった。更に、悪天や夜間のため、崩壊の正確な発生時刻は分からない。5月2日から5月3日にかけての出来事と思われる。前回と同様、融雪による地下水が崩壊の引金になったものと考えられる。第1図は北大有珠火山観測所の地下水位の資料である。毎年4月に地下水位が最高となり、4月下旬から5月上旬にかけて急速に水位が低下することが知られている。前回と同様今回の崩壊も、水位の低下し始める時期に起きている(図中矢印)。1980年の崩壊の調査報告書^{2),3)}において、激しい地殻変動を受けた北外輪山で、新期テフラ層や、下位のクリンカー状溶岩の崩壊、崩落は当然続くものと予測し、特に融雪期、豪雨時、強震時に注意が必要なことが、指摘されている。今後も注意が必要である。

* Received Jan. 14, 1988



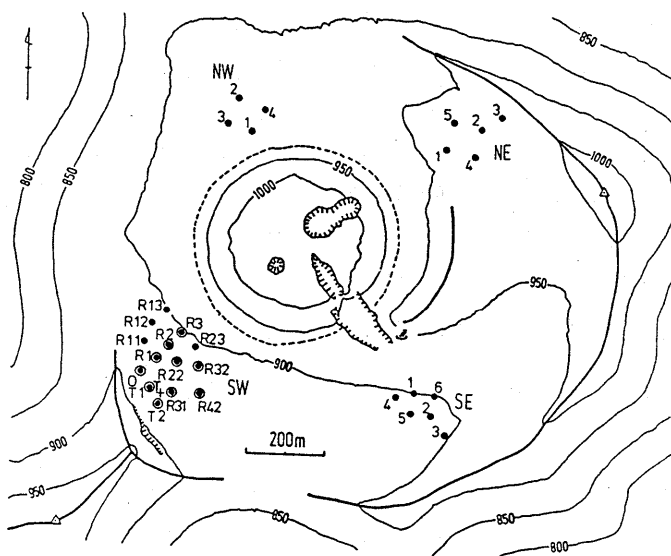
第1図 有珠火山観測所の観測井の水位の変化と北外輪山の崩壊（矢印）との関連。水位は常に融雪期にピークとなり4月末から5月上旬に急減する。北外輪山の崩壊は、1980年4月24日^{2),3)}、及び1987年5月3日に発生している。

Fig.1 Correlation between water level at Usu Volcano Observatory and small debris avalanche on May 3, 1987 (arrow) at the northern outer slope of Usu volcano. The upper slope was too much tilted due to the formation of the new crypto-dome "Usu-Shinzan" in 1977-1982. Another avalanche had occurred on April 24, 1980^{2),3)}. Both events correlate well to the snow melt season and at high water level.

(3) 樽前山

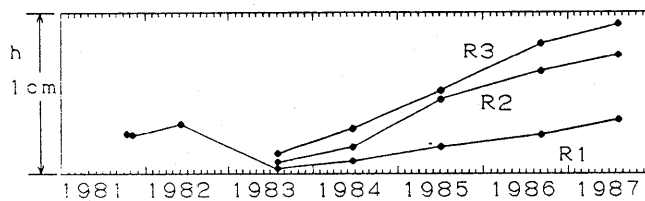
樽前山の地震活動は気象庁の資料によると、1981年2月の小噴火に先立ち、1967年の観測開始以降最高の地震回数を記録した。小噴火後、数年にわたり次第に地震活動の静穏化が進み、特にここ2～3年は、月間地震回数が観測史上最低のレベルにある。¹⁾この状態に変化はみられない。

地殻変動の観測のため、火口原南西部に傾斜水準観測網を1981年に設置した。前報¹⁾で述べたように、南西火口原では1983年より山頂ドーム方向が隆起する傾向が認められたので、火口原の他の3方位にも傾斜水準の観測網を1986年に新たに整備した。1987年8月に初回の再測を実施したので結果を示す^{4),5)}。第2図は山頂ドームを挟む、火口原の4方位の観測基点の配置図である。南西火口原におけるドーム方向の隆起の傾向が継続していることは、今回の測定でも確認された。第3図でR0に対する隆起量は、R1, R2, R3の順にドームに近付くほど大きくなっている。4方位の観測網で得られた1986年9月と、1987年8月の相対標高及び上下変動の値を第1表に示す。⁵⁾観測値から得られる変動ベクトルを第4図に示す。北西ネットではドーム下がりを示すが、他の3方位ではドーム上がりの傾向となっている。北東ネットではNE5またはNE4のどちらの観測値を重視するかで、2方向の解が得られる。それらの



第2図 樽前山山頂部の傾斜水準観測網⁵⁾

Fig.2 Tilt-levelling network at the summit of Mt. Tarumai.⁵⁾



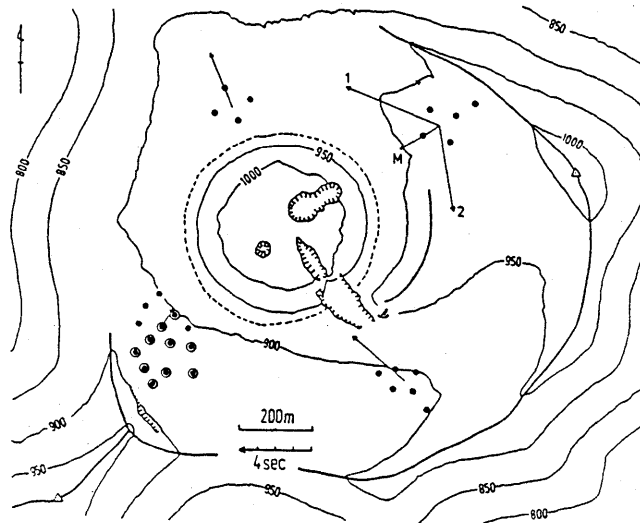
第3図 樽前山南西火口原の傾斜水準測量の観測結果⁵⁾ 1983年からドーム方向上がりの傾斜が進行している。

Fig.3 Dome-side up tilt observed at the southwestern net from 1983.⁵⁾

第1表 樽前山における傾斜水準測量の観測結果。

Table.1 Observational results of tilt-levelling at the summit of Mt. Tarumai.

B. M.	Sep. 1986	Aug. 1987	dh	B. M.	Sep. 1986	Aug. 1987	dh
NW1	+6.53360m	+6.53251m	-1.09mm	NE1	-1.34961m	-1.34736m	+2.25mm
NW2	0.0 m	0.0 m	0 mm	NE2	+1.34693m	+1.34716m	+0.23mm
NW3	+1.28658m	+1.28628m	-0.30mm	NE3	0.0 m	0.0 m	0 mm
NW4	+5.16578m	+5.16532m	-0.46mm	NE4	+1.31288m	+1.31453m	+1.67mm
				NE5	-0.77301m	-0.77148m	+1.53mm
R 1	-1.85860m	-1.85769m	+0.91mm	SE1	+2.63719m	+2.63905m	+1.86mm
R 2	-3.14566m	-3.14467m	+0.99mm	SE2	-0.77848m	-0.77793m	+0.55mm
R 3	-2.14091m	-2.13971m	+1.20mm	SE3	0.0 m	0.0 m	0 mm
R12	-3.63770m	-3.63637m	+1.33mm	SE4	-0.27813m	-0.27585m	+2.28mm
R22	-4.69635m	-4.69517m	+1.18mm	SE5	-2.11583m	-2.11445m	+1.38mm
R32	-7.43154m	-7.42975m	+1.79mm	SE6	+2.02153m	+2.02255m	+1.02mm



第4図 4方位の観測網の傾斜ベクトル(1986.9-1987.8)⁵⁾

Fig.4 Tilt vectors observed at 4 networks at the summit crater basin of Tarumai (September, 1976-August, 1987)⁵⁾

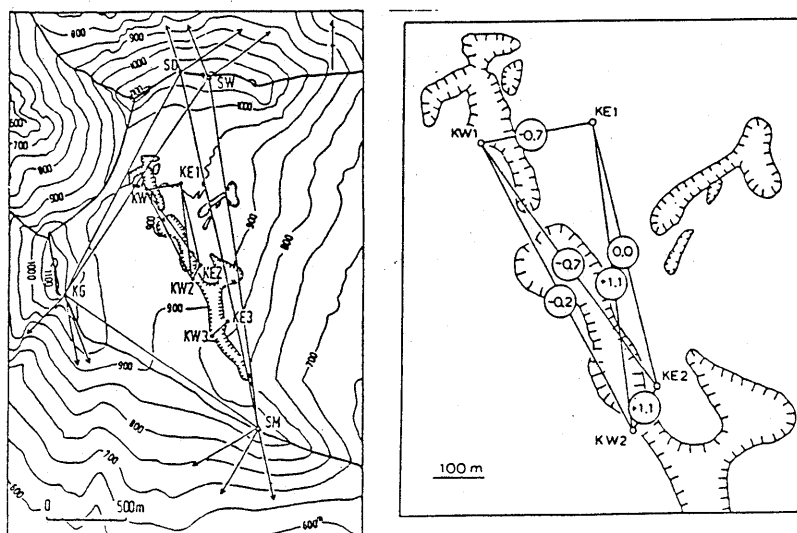
Dome inflationary tilt was observed at three networks.

平均をベクトルMで示す。ドーム方向が隆起傾向であることには変わりはない。NEネットはドームの割れ目が火口原まで伸びている地域であるため、この様な複雑なパターンを示すのかも知れない。

地震活動は低下しているが、1983年頃に顕在化した地熱活動との関連が注目される。ドーム上がりの変動が検知された3方位では、ドームにT字型割れ目火口列がある方位であり、またドーム側面や周辺部に地熱異常域の存在する方位でもある。初回の観測でもあり、観測結果がいわゆる樽前山の膨張（INFLATION）であるかどうかの判定を下す段階ではないが、再測の積み重ねにより、変形の全容とそのメカニズムを明らかにする必要がある。今回の観測結果は、火山の山頂部ではたとえ活動度が低くても短距離水準という高精度の観測を用いると、興味ある結果を得ることが出来る展望を示している。多くの火山で、この様なデータがえられるならば、活動度の判定や変動メカニズムの解釈が可能になり、噴火予知の一つの基盤を作るものと考えられる。勿論、GPS等の新手法により山体から離れた不動点に対する変位ベクトルを求めることも将来の課題であろう。なお、短期予測のためには、SN比の向上した高精度地殻変動データのテレメータによる観測が不可欠であることは、言うまでもない。

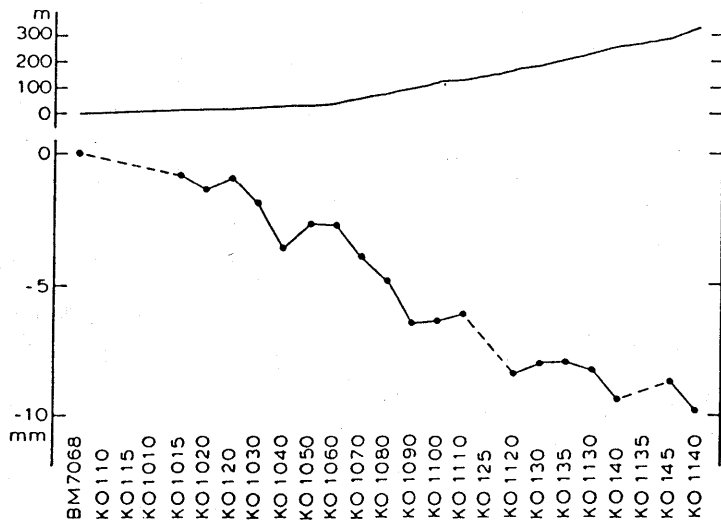
(4) 北海道駒ヶ岳

1987年5月山頂割れ目火口の辺長測量を実施した。1984年の結果との比較を第5図右に示す。第5図左は、北海道駒ヶ岳山頂部の測地観測網を示す。3年間という短期間であること、北海道駒ヶ岳の活動は極めて低いことにもかかわらず、有意と思われる変動パターンがみられる。KE1-KW2の測線が



第5図 北海道駒ヶ岳山頂部の測地観測網（左図）と割れ目火口の辺長測定結果（右図、1984.5-1987.5）。左横ずれ成分の変形がみられる。丸印中の数字は、+は伸び、-は縮みで、単位はcmである。

Fig.5 Geodetic network on the summit of Mt. Komagatake (left), and observational results of EDM measurements at the summit fissure crater of Mt. Hokkaido-Komagatake. Note left lateral shear dislocation across the fissure. Unit in cm.



第7図 北海道駒ヶ岳赤井川登山道路線における水準測定の結果(1985年9月~1987年9月)。山体は沈降している。

Fig.7 Levelling results along the access road from Akaigawa, Mori-cho. Subsidence of the volcanic edifice of Komagatake was observed for September, 1985-September, 1987.

他の火山でも、この様なデータを得る努力が必要であり、この様なデータの蓄積なくして長期予測を確実にして行く道は開けないであろう。伊豆大島の噴火に際して、山頂部は沈降しているから大噴火は差し迫ったものとは言えない、という判断を導いたことを考えると、早急にこの種のデータの蓄積を計らなければならない。なお、地震活動は前報¹⁾に引き続き極めて静穏である。

第2表 北海道駒ヶ岳の赤井川登山路線における水準測量の結果(1985年9月～1987年9月)。1985年の測量は温度測定がないため、水準点BM7068にたいする比高は、温度未補正值を示す。△Hは1987年と1985年の差で、実質的に標尺常数補正済みの値に対応するものである。

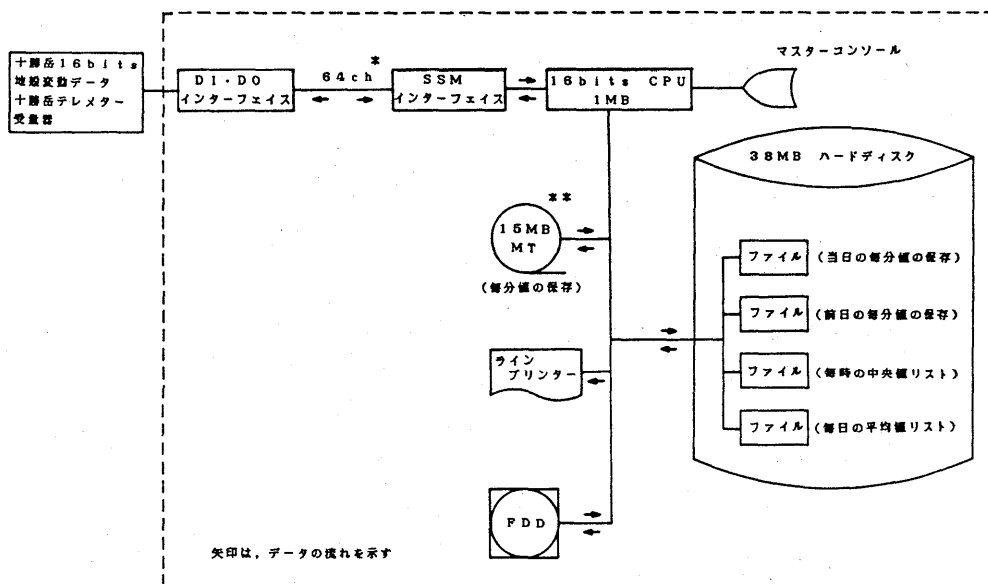
Table.2 Levelling results for access road at Mt. Komagatake from Akaigawa, Mori-cho for Sept. 1985-Sept. 1987.

Point	1985	1987	△H
KO1015	1 4 7 9 2 3 m	1 4 7 9 1 5 m	- .7 8 cm
KO1020	1 6.7 1 9 8	1 6.7 1 8 4	-1.3 2
KO120	1 7.9 0 3 4	1 7.9 0 2 4	- .8 8
KO1030	2 3.2 3 1 7	2 3.2 2 9 8	-1.8 1
KO1040	3 0.3 1 4 6	3 0.3 1 1 0	-3.4 9
KO1050	3 3.6 3 5 4	3 3.6 3 2 7	-2.7 2
KO1060	3 9.6 8 4 4	3 9.6 8 1 6	-2.5 9
KO1070	6 0.7 0 3 1	6 0.6 9 9 1	-3.6 4
KO1080	7 7.2 4 6 7	7 7.2 4 1 8	-4.4 7
KO1090	1 0 1.6 7 0 9	1 0 1.6 6 4 4	-5.9 8
KO1100	1 2 0.9 0 7 1	1 2 0.9 0 0 7	-5.8 1
KO1110	1 3 0.5 5 9 2	1 3 0.5 5 3 1	-5.4 9
KO125	0.0 0 0 0	1 4 9.1 2 0 0	0.0 0
KO1120	1 7 0.5 3 5 8	1 7 0.5 2 7 3	-7.5 7
KO130	1 8 2.2 4 9 5	1 8 2.2 4 1 4	-7.1 8
KO135	2 1 0.1 7 2 6	2 1 0.1 6 4 6	-6.9 3
KO1125	2 2 1.0 4 6 5	0.0 0 0 0	0.0 0
KO1130	2 3 2.7 8 2 5	2 3 2.7 7 4 3	-7.1 2
KO140	2 5 8.5 3 4 5	2 5 8.5 2 5 0	-8.1 6
KO1135	0.0 0 0 0	2 7 0.7 6 2 3	0.0 0
KO145	2 8 8.9 1 5 0	2 8 8.9 0 6 2	-7.3 0
KO1140	3 2 7.3 4 3 4	3 2 7.3 3 3 5	-8.2 5

(5) 十勝岳

第三次火山噴火予知計画に基づく十勝岳テレメータによる観測は、1985年から地震など各種データの送信が順次始まっている。^{1),8)} 1986年6月、62火口群より約2Kmにある延長30mの十勝岳火山観測坑道(TKC)内に、水管傾斜計及び水晶管伸縮計を新たに設置した。ともに1成分でスパンは7.5mである。1987年5月には地殻変動等の低率サンプリングデータのCPUによるデジタル収録システムが運用できるようになった。第8図に示すように、16ビットの各種データの毎分値をハードディスク及び磁気テープに収録する方式をとっている。システムは現在の所データの収録のみで、リアルタイムでの表示や処理を行える段階には至っていない。

この期間、十勝岳では火山性微動の発生が3回あった。1985年12月十勝岳火山観測坑道(TKC)でテレメータ観測開始以来12回の微動発生となった。前報で、十勝岳の火山性微動は低周波地震(LF)と密接に関連して発生していることを指摘しているが、^{1),8),9)} 今回の3回の微動も全てLFを伴っている(第3表)。第9図はTKCでの日別地震回数と、地震の振幅分布を示したものである。記録振幅は1986年11月以降、 1.0×10^{-3} cm/sec 程度でふりきれとなっている。1987年8月～9月は、やや振幅の大きな地震が低調のようである。



地殻変動データ処理システム概要図

* チャンネル数は、最大256chまで増設可能

** 1本のMTに、約70日分のデータ保存可能(64ch)

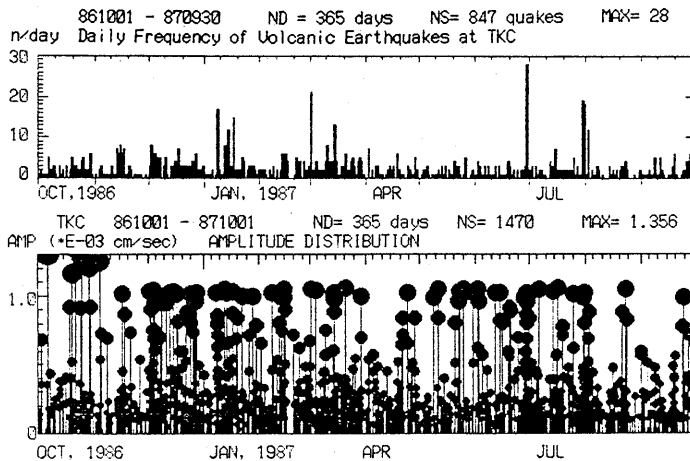
第8図 十勝岳の地殻変動などの収録システム概要

Fig.8 Digital recording system for low-rate sampling data such as geodetic data for Tokachidake.

第3表 十勝岳で発生した火山性微動の観測結果(1985.12-1987.9)。微動発生は低周波地震(LF)の発生と密接に関連している。

Table.3 List of volcanic tremors observed at TKC, Tokachidake for Dec, 1985-Sept, 1987. Note close correlation between volcanic tremors and low-frequency earthquakes.

No.	年 月 日	時 刻	継 続	規 模	特 徴
1	1986. 12. 20	0019-0056	37分	大	LFで始まる, 連続型
2	1986. 12. 21	0508-0522	14	小	MF群発型
3	1987. 02. 11	0716-0747	31	中	連続型
4	1987. 02. 21	0416-0428	12	小	MF群発型
5	1987. 03. 01	0002-0014	12	中	LFで始まる, 間欠型
6	1987. 03. 01	1213-1256	43	中	連続型, 顕著な群発地震に発展
7	1987. 03. 02	0019-0025	6	小	大LFで始まる
8	1987. 03. 14	1612-1613	2	小	LFで始まる
9	1987. 04. 21	0916-0919	4	小	LFで始まる
10	1987. 07. 15	0054-0115	21	小	間欠型, LF伴う, 微動に伴う山上り傾斜変動検出
11	1987. 07. 15	0235-0240	5	小	間欠型, LF伴う
12	1987. 08. 02	0400-0403	3	小	間欠型, LF伴う



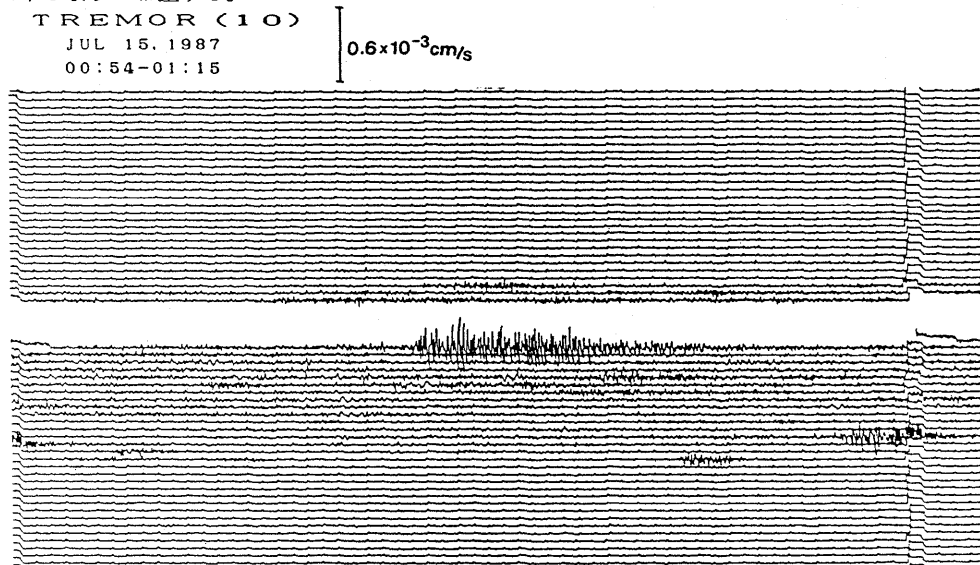
第9図 十勝岳における火山性地震の日別頻度と大きな地震の振幅分布(十勝岳火山観測坑道;TKC)。振幅は約 1×10^{-3} cm/secで振り切れレベルである。

Fig.9 Daily frequency of volcanic earthquakes and their amplitude distribution at TKC, Tokachidake. Threshold level of amplitude is about 1×10^{-3} cm/sec.

1987年7月15日のNo.10の微動モニター記録を第10図に示す。小さな微動が始まった数分後の01時00分、低周波地震(LF)が発生し、その後またしばらく微動が続いている。この微動発生時に、傾斜計に対応した動きが認められた。¹⁰⁾ 第10図に傾斜及び歪の毎分値を示す。ノイズレベルは傾斜記録で $2\sim 3\times 10^{-9}$ rad. , 歪の記録では $1\sim 2\times 10^{-9}$ 程度であることが分かる。大きなトレンドは地殻潮汐に対応する。微動発生に対応し、山上がり(図中上向き)の傾斜変動が認められる。変動量は $6\sim 8\times 10^{-9}$ rad. 程度である。歪変化の方には明瞭な変化としては現れていないようである。

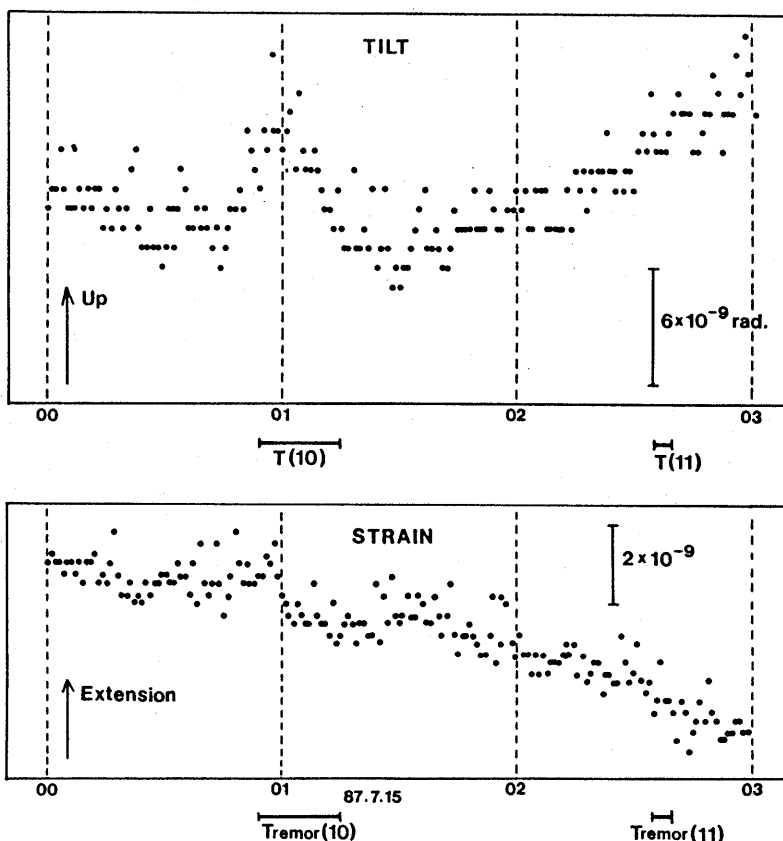
詳しくみると、微動発生が地震計で認められる約5分前から、僅かな山上がりの傾斜変動が始まっているように見える。山上がりの傾斜変動は、01時00分のやや大きな低周波地震発生迄続き、地震の発生と共に山下がりに向きを転じ微動の終了と共に以前からの潮汐変動にギャップなく戻っているように見える。この様に火山性微動と、傾斜変動及び低周波地震の発生に、密接な関連が認められることは、火山性微動の発生の物理機構解明や噴火予知に手がかりを与えるものと思われる。なお、この微動発生の約1時間後に発生した、No.11の微動では、傾斜、歪とも有意な変化は認められなかった。微動の規模が小さかったためかも知れない。

十勝岳火山観測坑道は、北海道の火山では初めての、SN比の向上した高精度の、地震と地殻変動のテレメータ観測である。上記の観測結果は、この様な観測が確実に新しい観測事実を捕らえ、噴火予知研究に一つのステップとなるであろうことを示唆している。桜島や阿蘇山では更に進んだ観測が行われており、有珠山、樽前山、北海道駒ヶ岳等過去大噴火を繰り返している道内の他の火山でも順次この様な観測が実施出来るように希望する。



第10図 十勝岳で観測された火山性微動の波形例(1987年7月15日, TKC, No.10の微動)。

Fig.10 Example of volcanic tremor observed at TKC, Tokachidake (Tremor No.10).



第11図 十勝岳火山観測坑道の水管傾斜計及び水晶管歪計の記録例。
No.10の微動に対応して、山上がりの傾斜変動が検出された。¹⁰⁾

Fig.11 Observed tilt and strain at TKC, Tokachidake. Note mountain-side up tilt change was observed corresponding to the occurrence of volcanic tremor (No.10).¹⁰⁾

(追記) 北海道駒ヶ岳の水準測量について、既に本会報35号(昭和61年3月)の17頁第2表に報告があるが、計算にミスがあったためここに与えた第2表をもって訂正する。

参 考 文 献

- 1) 北海道大学理学部有珠火山観測所(1988): 北海道の火山活動とその観測報告, 噴火予知連会報, 39, 203-230.
- 2) 守屋以智雄・岡田弘・山本博・今川俊明(1982): 地殻変動に伴う地形変化と土砂流出。「有珠山における泥流とその対策に関する研究」門村浩編集, 自然災害特別研究報告書, No.A-57-7, 57-73.
- 3) Kadomura, H., Okada, H., Imagawa, T., Moriya, I., and Yamamoto, H. (1983): Erosion and mass movements on Mt. Usu accelerated by crustal deformation that accompanied its 1977-1982 volcanism, Nat. Disast. Sci., 5, 33-62.
- 4) 森濟・鈴木敦生(1987): 樽前山山頂部の地殻変動, 火山学会講演予稿集, 1987 No.2, 41.
- 5) 森濟・鈴木敦生(1988): 樽前火山山頂部における傾斜観測, 北大地物研報, 50, 印刷中.
- 6) Katsui, Y. and Komuro, H. (1984): Formation of fractures in Komagatake volcano, Hokkaido, J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, 21, 183-195.
- 7) 山科健一郎(1986): 応力場と火山噴火, 火山, 30, S101-S119.
- 8) 勝井義雄・横山泉・岡田弘・大島弘光(1987): 十勝岳……火山地質, 噴火史, 活動の現況及び防災対策(補遺), 北海道防災会議, 1-87.
- 9) 松島喜雄・西村裕一・鈴木敦生・岡田弘(1988): 十勝岳で観測される火山性地震のスペクトル解析……特に単純なスペクトル構造を持つ地震について, 火山, 印刷中.
- 10) 宮町宏樹・岡田弘・前川徳光・鈴木敦生(1987): 十勝岳の火山観測(3), 火山学会講演予稿集, 1987 No.2, 42.