

有珠山の1977～1982年火山活動終息後の地殻変動*

Ground Deformations on and around Usu Volcano after the 1977-1982 Activity

北海道大学理学部附属有珠火山観測所
Usu Volcanological Observatory,
Faculty of Science, Hokkaido University

1. はじめに

有珠山の前回の火山活動は、1977年8月7日の軽石噴火の30時間前からの前兆地震に始まり1982年3月まで、最大M4.3に達する1万回以上の有感地震を含む、活発な地震活動及び極めて大きい地殻変動を伴った活動であった。最大の変動量は、隆起で約185m、水平変動で約250mに達した。1982年3月の活動終息後は、有感地震の発生はなく、微小地震の活動程度にとどまっそおり、顕著な山体の膨張・隆起の地殻変動も停止し、逆にわずかな収縮・沈降の傾向を示している。

2. 上下変動

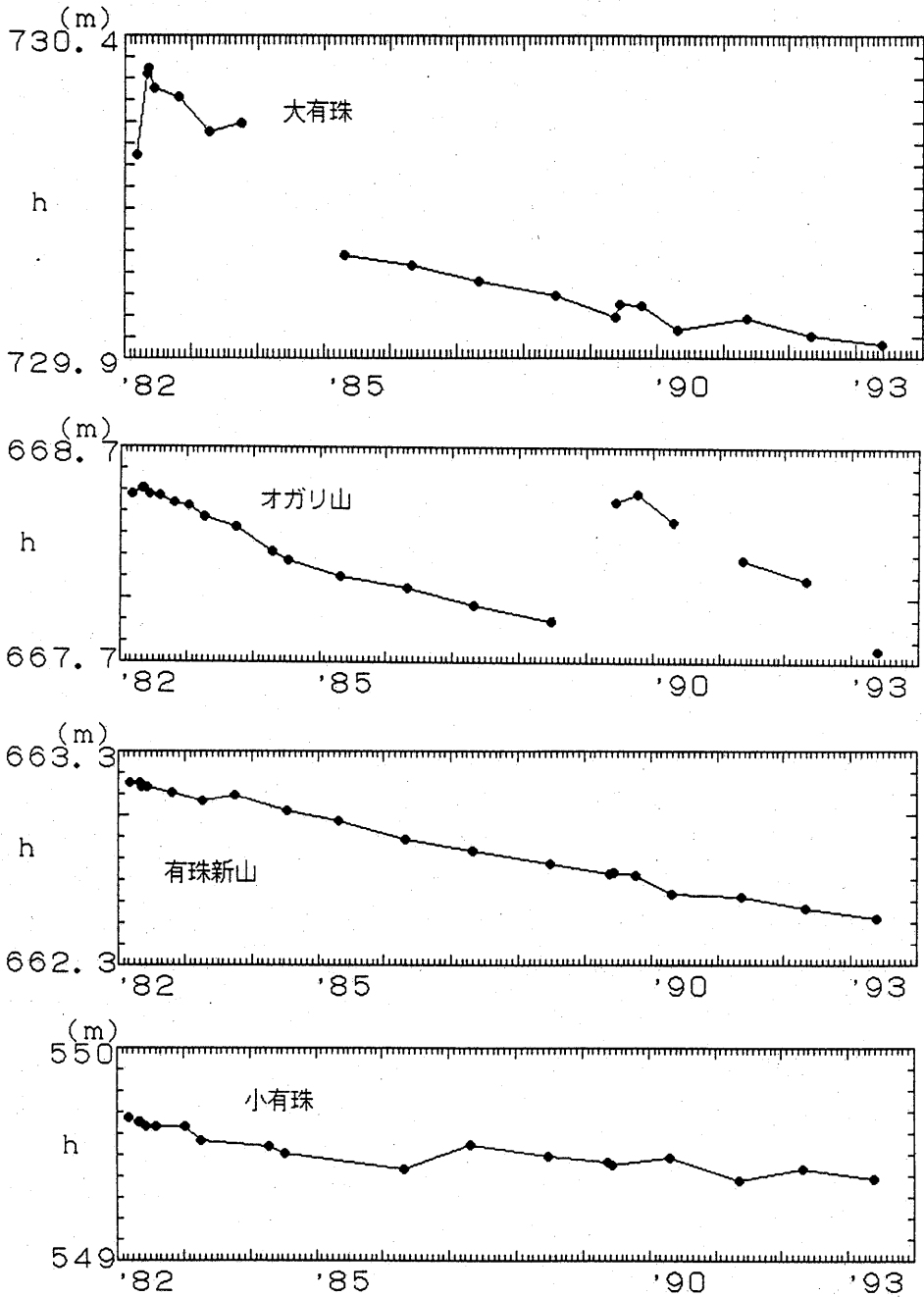
2-1 山頂部の上下変動

有珠火山観測所では、第2図に示す南外輪山の定点SRからセオドライトと光波測距儀により、火口原内の、大有珠、おがり山、有珠新山及び小有珠の各ピークの上下変動を繰り返し観測している。活動時に、桁外れに大きな隆起を示した有珠新山の山頂部が活動終息後に示した変動を第1図に示す。第1図に示されるように山頂部の各ピークは何れも明瞭な沈降を続けており、最も隆起の大きかった有珠新山及びおがり山において沈降量は最大を示し、南外輪山のSRに対して約6cm/年の割合である。

一方、外輪山の変動を見るために設けた、山麓と外輪山とを結ぶ基線でも、同様にセオドライトと光波測距儀による繰り返し観測を実施している。山麓に対する外輪山の上下変動を第2図に示す。何れの基線においても、外輪山の沈降が明瞭である。すなわち、活動終息後、山頂火口原全体の沈降が持続していることが分かる。北外輪山の沈降は、同一測線で1989年以降実施している二周波GPS受信機による繰り返し観測によっても確認されている^{2),3)}。

* Received 25 Apr., 1994

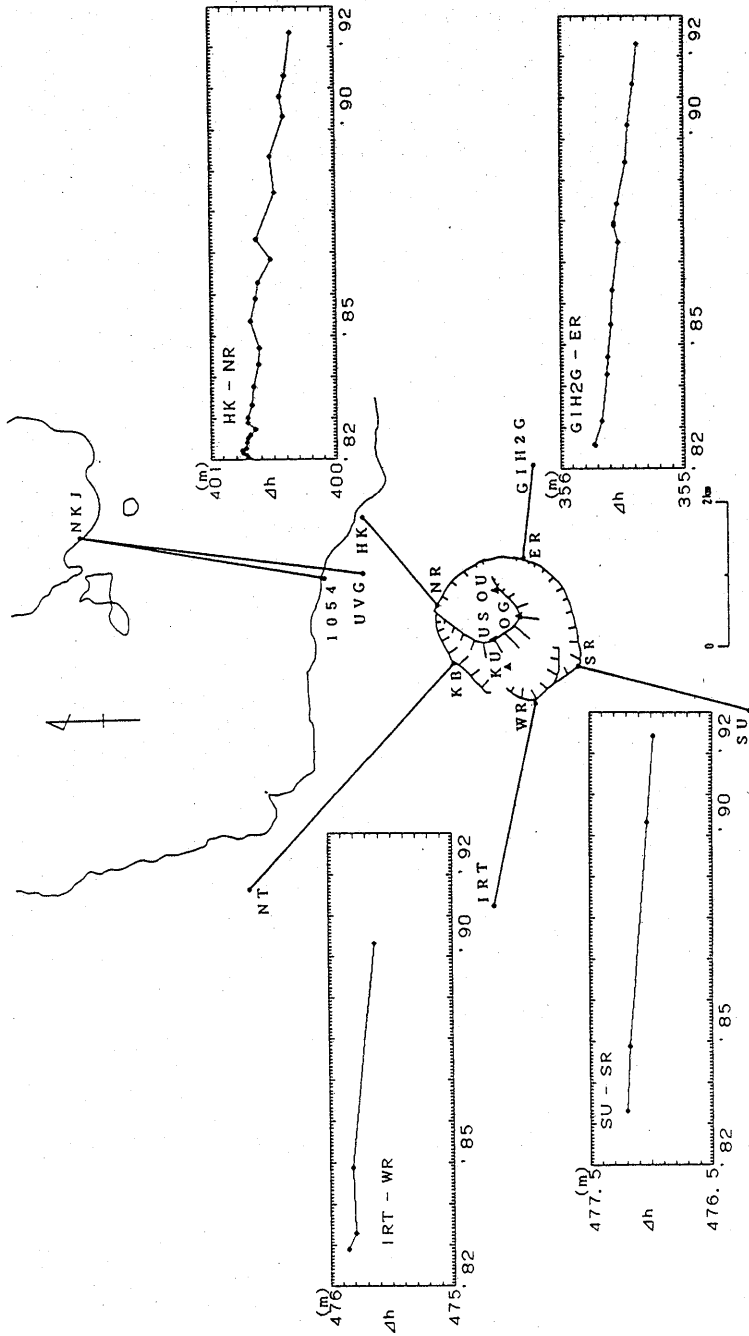
有珠山頂部の上下変動



第 1 図 1977～1982年の活動終息後の山頂部の上下変動

Fig. 1 Vertical displacements at several peaks of Usu volcano after the 1977～1982 activity.

Post activity subsidence of the summit crater of Mt. Usu



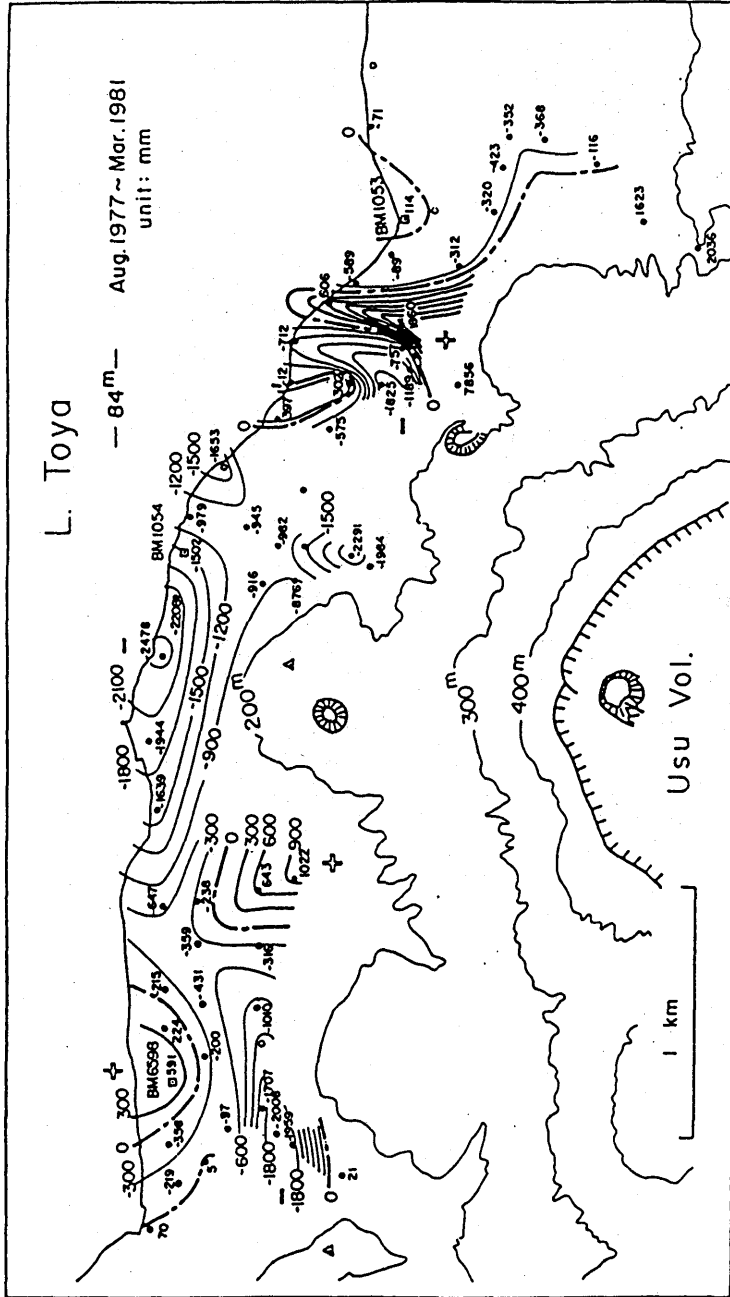
第 2 図 1977 ~ 1982 年活動終息後の外輪山の上下変動

Fig. 2 Vertical displacements at the summit crater rim of Usu volcano after the 1977 ~ 1982 activity.

2-2 東麓～北麓～北西麓の上下変動

有珠山の東麓～北麓～北西麓では、活動期間中には外輪山のせり出しに起因する複雑な分布を示す大きな上下変動がみられた(第3図)。この変動は東麓～北麓～北西麓水準測量網の北東端のBM 1052を不動点とした水準測量(写真1)の繰り返しによって、上下変動の分布として明らかにされている⁵⁾。第4図に明瞭に示されるように、活動時に複雑な分布を示した領域の全てが、活動終息後には沈降していることが分かる。さらに細かくみると、過去2回の山麓部の火山活動で生成された昭和新山及び明治新山の極く近傍の水準点の沈降量が、その他の水準点の沈降量より大きく、局地的な沈降量の極大を示している。また、第5図に示したように、昭和新山は洞爺湖畔に対して今回の活動の初期に認められた若干の隆起を除いて、1968年の測量開始以来一貫して沈降していることが分かる。これらの事実から、有珠山の活動終息後の上下変動は、最近の過去3回の活動の何れの場合も、持続的沈降が一般的であると考えられる。

北海道大学理学部では1988年に一周波のGPS受信機WM 101を導入した。1989年夏に、二周波受信機WM 102へ改良を行い、上下変動が議論できる精度で観測が実施できるようになった。その後の繰り返し観測により、北東麓の観測点HKが約2 cm/年の割合で沈降していることが、明らかになった^{1), 2), 3)}。この割合は、BM 1052を不動点とした山麓部の水準測量結果と若干異なるが、後述する山体を一周する水準測量で明らかになったように、山麓部の水準測量で不動点としたBM 1052が変動しているためである。

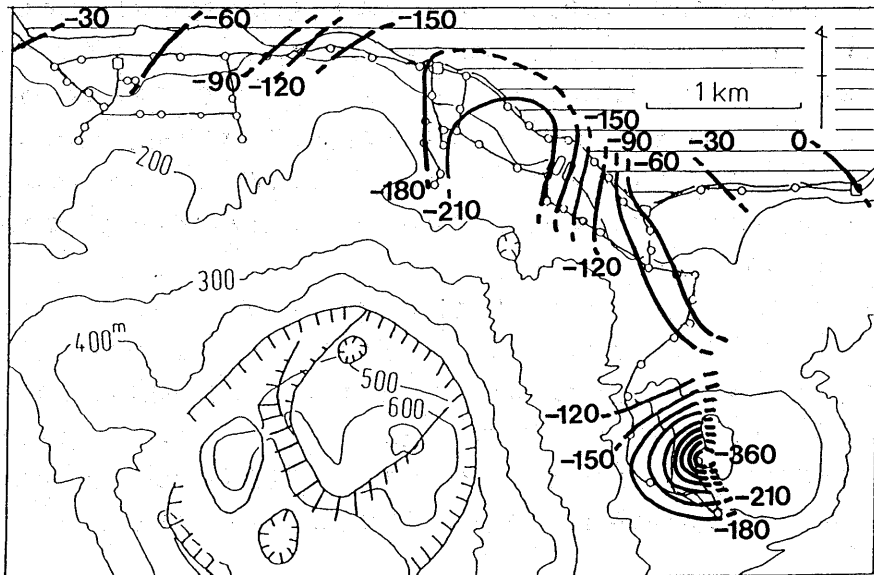


第 3 図 1977 ~ 1982 年活動期の有珠山北西 ~ 北東麓の上下変動 (BM1052 基準, 1977 年 8 月 ~ 1981 年 3 月, 単位 mm)

Fig. 3 Vertical displacement at the northwestern - northeastern foot of Usu volcano, referred to BM1052, during the active period from the beginning of the recent activity in August 1977 to January 1981 (unit in mm)

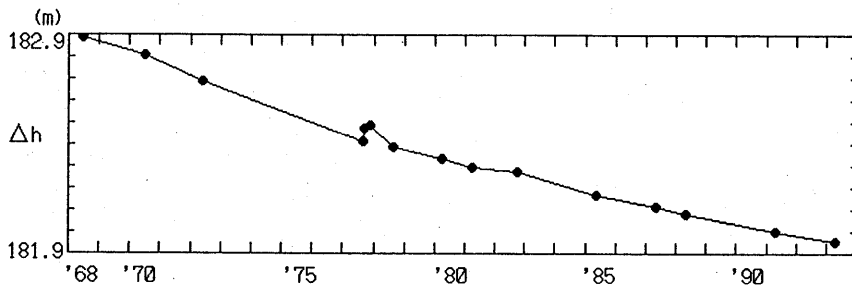


写真 1 昭和新山珊瑚岩付近における水準測量
Photo 1 Levelling at Showa - Shinzan lava dome.



第 4 図 1977～1982年活動終息後の有珠山北西～北東麓の上下変動 (BM1052基準, 1982年9月～1993年4月, 単位mm)

Fig. 4 Vertical displacements at the northwestern-northeastern-eastern foot of Usu volcano, referred to BM1052, after the recent activity from September 1982 to April 1993 (unit in mm)



第 5 図 昭和新山珊瑚岩の水準点の上下変動 (洞爺湖岸のBM1053基準)

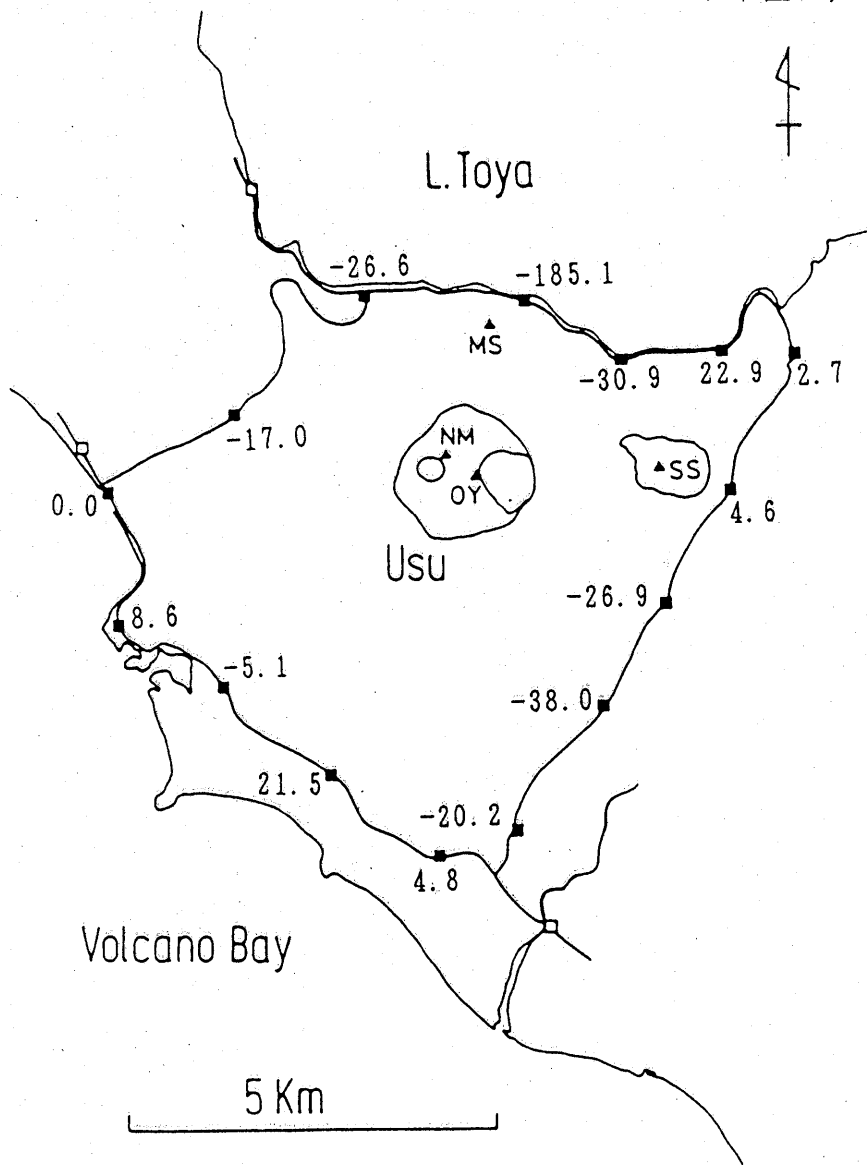
Fig. 5 Change in height of the bench mark at Showa-Shinzan lava dome referred to the BM1053 located at the southern coast of lake Toya.

2-3 有珠山一周水準測量

有珠山の周囲には、明治新山の活動以前に設けられた西側と南側の国道沿いの国土地理院一等水準路線、及び昭和新山の活動後に設置された北側の道道沿いと東側の国道沿いの国土地理院二等水準路線からなる山体を一周する水準路線がある。活動終息後の1982年9月に、噴火予知計画の一環の総合集中観測の一部として、北海道大学理学部有珠火山観測所と京都大学防災研究所桜島火山観測所とによってこの一周水準路線の測量が実施された⁶⁾。また、1992年に国土地理院により南側の国道沿いの水準路線の測量が行われたので、1993年の総合集中観測の一部として、当観測所で一周水準路線の残りの西・北・東側の部分の測量を実施した。

一周水準路線西端のJ6を不動点とした結果を、第6図に示す。同じくJ6を不動点とした、活動期間中の変動を、第7図に示す。活動期間中は外輪山のせり出しにより大きな変動のあった北麓～北西麓の水準点を除くと、殆ど水準点が沈降の傾向を示した。しかし、活動終息後は山体に近い水準点は沈降しているが、より離れた水準点は一定ではなく、隆起していたり沈降していたりとまちまちである。参考に、第8図に1910年の活動後の西及び南側の水準点の上下変動を示すが、今回の場合と、良く似た分布を示しており、有珠山の静穏時の変動分布を表しているものと考えられる。

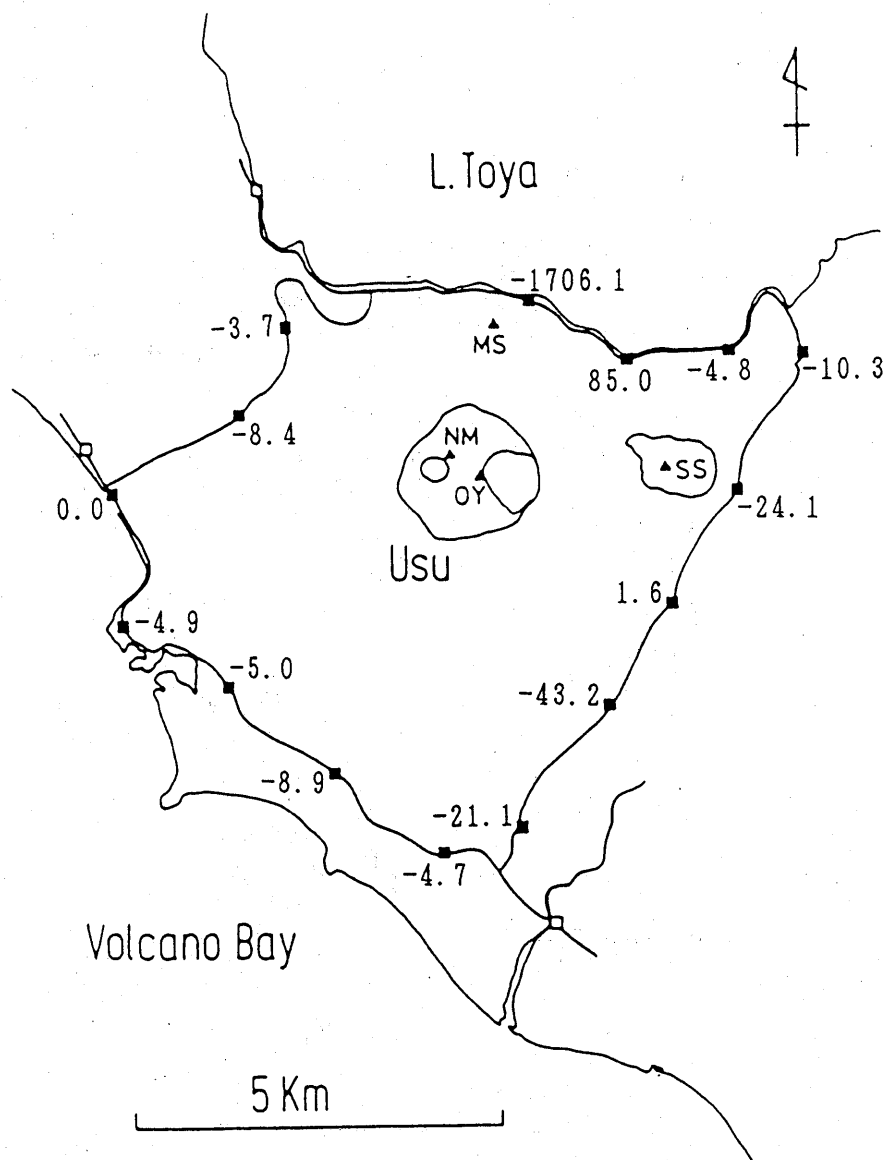
活動終息後の比高変化 [1982~1993年] (J6基準; 単位mm)



第 6 図 1977~1982年活動終息後の有珠山一周水準路線の上下変動 (J6基準, 1982年9月~1993年, 単位mm)

Fig. 6 Vertical displacements at the benchmarks around Usu volcano, referred to J6, after the recent activity from September 1982 to 1993 (unit in mm)

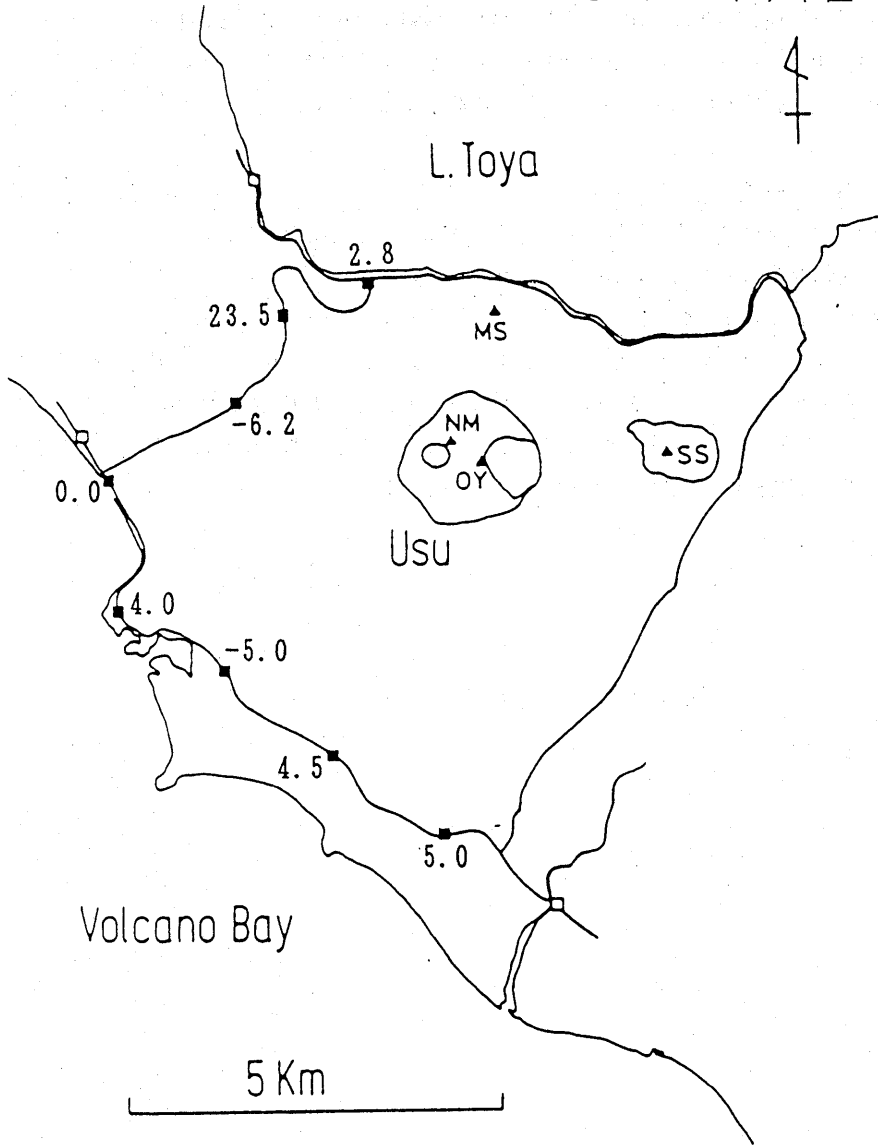
活動期の比高変化 [1977~1982年] (J6基準; 単位mm)



第 7 図 1977~1982年活動期の有珠山一周水準路線の上下変動 (J6基準, 1977年9月~1982年9月, 単位mm)

Fig. 7 Vertical displacements at the benchmarks around Usu volcano, referred to J6, during the period of the recent activity from September 1977 to September 1982 (unit in mm)

活動終息後の比高変化 [1912~1919年] (J6基準; 単位mm)



第 8 図 1910 年活動終息後の有珠山周辺水準路線の上下変動 (J6 基準, 1912 年~1919 年, 単位 mm)

Fig.8 Vertical displacements at the benchmarks around Usu volcano, referred to J6, after the 1910 activity from 1912 to 1919 (unit in mm).

3. 水平変動

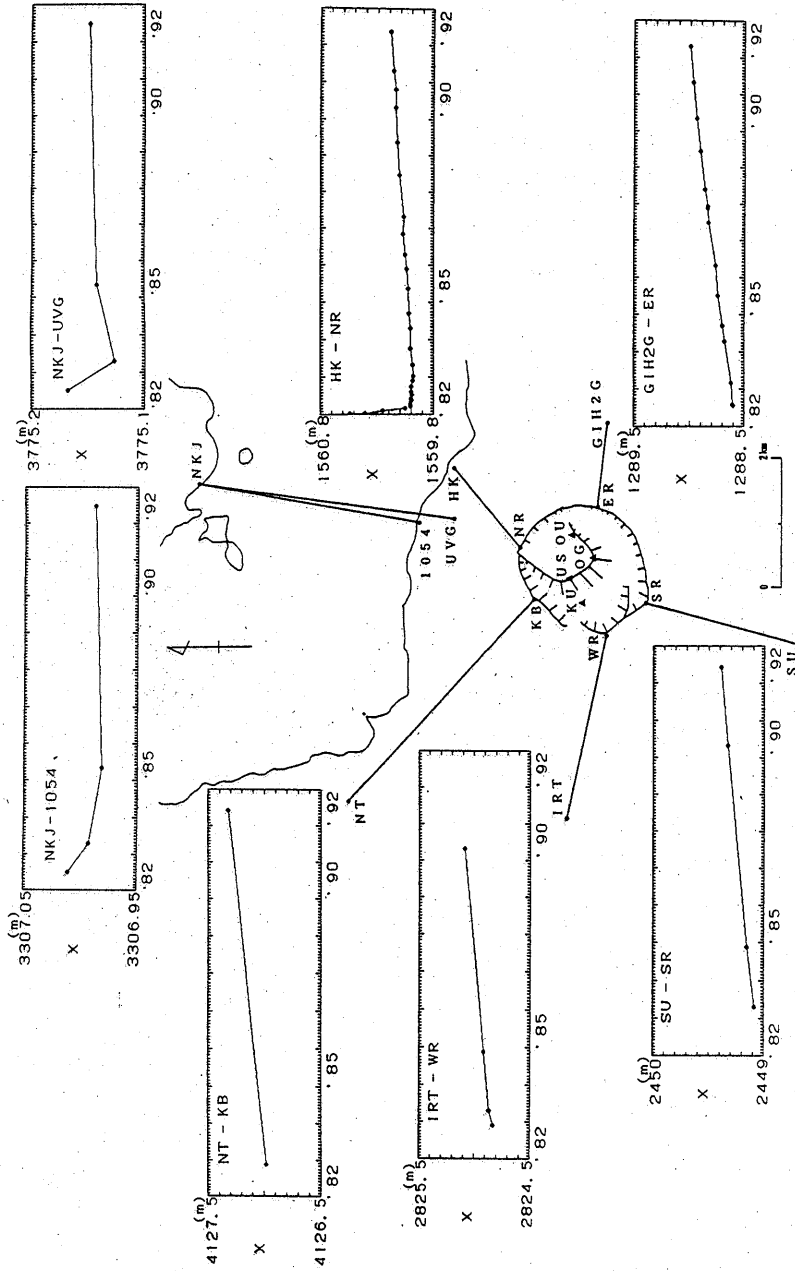
3-1 山頂部の水平変動

第9図に、外輪山と山麓とを結ぶ基線の、セオドライトと光波測距儀による、前回の活動終息後の水平変動を示す。何れの基線も伸びを示しており、外輪山が後退していることを示している。従って、活動終息後、山頂火口原全体の収縮が持続していることが明かである。北外輪山については、上下変動同様、同じ基線におけるGPS観測でも、同様の結果が得られている³⁾。

3-2 山麓の水平変動

今回の活動終息後の北麓(BM1054及びUVG)と洞爺湖中島(NKJ)との間の光波測量基線の水平変動を第9図に示す。外輪山の変動よりやや遅れて、1983～1985年にかけて湖へのせり出しが、数mm/年と極めて僅かな割合ではあるが反転して後退の傾向を示していることが分かる。より山頂部に近いUVGの方が反転時期も早く、変動量も大きいことから、外輪山の後退と同様に、山体収縮による変動と考えられる。一方、繰り返しGPS観測によると、北東麓の観測点HKは4年間で約3cmとごく僅かではあるが、西方へ動いていることがわかっている⁴⁾。これは、HK点の西に隣接する北麓の上下変動の極大部を向いており、1910年活動の影響によるものと思われる。

Post activity contraction of the summit crater of Mt. Usu



第 9 図 1977 ~ 1982 年活動終息後の外輪山の水平変動
 Fig. 9 Horizontal displacements at the summit crater rim of Usu volcano after the 1977 ~ 1982 activity.

4. ま と め

1977～1982年の有珠山の火山活動終息後の地殻変動は、山体近傍を含めて、一貫して山体収縮・沈降の傾向を示しており、当時の活動中心に近いほど変動量は大きい。また、明治新山及び昭和新山活動時に隆起・膨張の大きかった地域では、収縮・沈降が他の地域に比較して大きい傾向が明瞭である。

すなわち、過去に一般論として言われていた活動終息後から次期噴火へ向かって山体膨張・隆起が続くという考え方は、有珠山では単純には適用できず、少なくとも最近の過去3回の活動の終息後については、何れの場合も山体収縮・沈降の変動が長期続いていることになる。これは、有珠山の活動が地表付近にドームを押し上げる形の活動で、活動終息後は押し上げられたドームを支える力が消滅し、重力的均衡を求めるとき起こる地殻変動が支配的になるためと考えられる。

従って、収縮・沈降域の広がりはそれほど広くなく、活動域及びその近傍に限られている。その外側では、まちまちの変動をしているようにみえるが、一周水準測量の結果が1910年活動終息後とよく似た変動分布パターンを示すことから、より広域の変動場が関与しているのかもしれない。

謝 辞

光波測量及び山麓水準測量の基点の設置・実施に際しては、壮警町役場、有珠岳ロープウェイの皆様にご協力頂き、感謝致します。GPS観測の基点設置及び実施に際しては、壮警町立久保内中学校、伊達市役所、及び壮警温泉組合のご協力を頂いた、厚くお礼申し上げます。一周水準測量の実施の際、水準点の使用で協力頂いた、国土地理院にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 森 濟(1991):GPSによる北海道の火山性地殻変動観測(その2),GPS研究会(GPSシンポジウム1991)集録,129-134.
- 2) 森 濟(1993):GPSによる北海道の火山性地殻変動観測(その3),GPS研究会(GPSシンポジウム1993)集録,171-177.
- 3) MORI, H. Y. (1994):GPS observations at Usu volcano, Japan, Proceedings of "New challenges for geodesy in volcanoes monitoring", in printing.
- 4) 森 濟(1994):GPSによる有珠山の火山性地殻変動観測,火山,投稿中.
- 5) 渡辺秀文,前川徳光,鈴木敦生,山下 濟,江頭庸夫,中村貞美(1984):有珠山周辺における精密水準測量,主要活火山の集中総合観測報告(有珠山第2回-1982年-,樽前山第1回-1983年-),25-31.