

口永良部島火山における火山活動

1992年～2000年

京都大学防災研究所 井口 正人

1. はじめに

口永良部島火山は、屋久島の西方 14km にある安山岩質の活火山島である。島の中心には新岳、古岳などの中央火口丘を有する。記録に残されている噴火は新岳あるいはその東の割れ目から発生した。最古の噴火は 1841 年 5 月 23 日(天保 12 年 4 月 3 日)の噴火である。この噴火によって集落が焼失した。桜島の大正噴火の直後にも鳴動が聞かれている。口永良部島は昭和の初期に活動的であり、1931 年、1932 年、1933 年から 1934 年にかけて比較的規模の大きい噴火が発生した。特に 1933 年 12 月 24 日から翌年 1 月 11 日までの爆発では新岳南東の距離 1.9km にある七釜集落は噴石によって全滅し、死者 8 名、負傷者 26 名の被害をもたらした。その後、口永良部島火山は 1945 年にも爆発が発生した。1966 年 11 月 21 日の噴火では、新岳の北から東北東にかけて噴石が飛散し、3km の距離に達した。1980 年にも新岳の東に形成されていた割れ目から爆発が発生するなど、口永良部島は水蒸気爆発を繰り返してきた(表 1)。

一方、口永良部島は離島であるために、火山観測・調査は十分行われているといいがたい。表 2 にこれまでに実施された火山観測についてまとめた。1966 年 11 月の噴火の 3 ヶ月前には地震観測が行われたが、火山性地震はほとんど観測されなかった¹⁾。1969 年から鹿児島県地震火山協議会による地震の連続観測が始まったが、火口からの距離が遠いために、微小火山性地震の検出が困難であった。京都大学防災研究所桜島火山観測所(現:火山活動研究センター)は、火口近傍での連続観測の必要性を顧みて、1991 年 12 月の新岳の噴気異常を契機に、新岳火口の西方 0.4km の地点(KUC)において火山性地震の常時観測を行ってきた^{2,3,4)}。新岳山腹の地震観測点から山麓まで無線テレメータにより地震の信号を伝送し、パソコンを用いたトリガー方式により地震波形を記録した後、桜島火山観測所まで加入回線を用いて波形を伝送してきた⁵⁾。1996 年の火山性地震が増加した際には新岳火口から 3.3km の距離にある山麓の GPS 観測室に地震計を増設した(KGP)。本稿では、この連続観測に基づく 1992 年以降の火山性地震活動の推移について述べる。

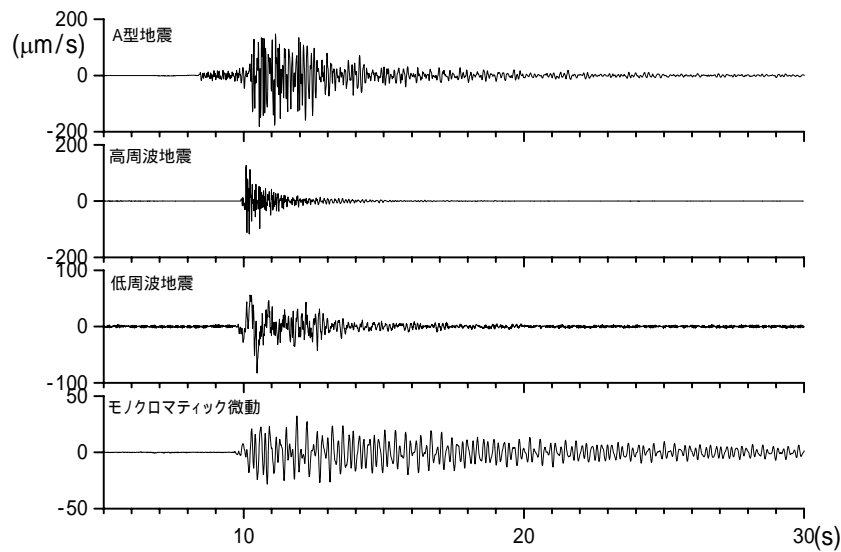


図 1. 口永良部島火山における典型的な火山性地震の波形例

2. 火山性地震の波形の特徴

図 1 に 1992 年以降、口永良部島火山において観測された火山性地震の典型的な記録を示す。これまでも特徴的な 4 種類の火山性地震が認められており、次のような特徴をもつ。

A 型地震： 構造性の局地地震に似ており、P 波および S 波の位相が明瞭である。ここでは、S-P 時間が 3 秒以下のものを A 型地震とした。

高周波地震： 5Hz 以上の高周波成分が卓越する地震であり、地震記象から S 波の位相の識別が困難である。

低周波地震： 5Hz 以下の低周波成分が卓越する地震であり、S 波の位相の識別が困難である。

モノクロマティック微動： 単一の周波数をもつコーダ部が一様にゆっくりと減衰していく微動である。浅間山火山でしばしば観測される N 型⁶⁾あるいは T 型⁷⁾と呼ばれる地震に類似している。

このうち、低周波地震とモノクロマティック微動は、スペクトルおよび波形の特徴から分類が容易である。いずれも新岳火口直下の海水面付近の浅い場所を震源とする地震である⁸⁾。

一方、高周波地震と A 型地震はどちらも高周波成分が卓越し、高周波地震は数秒の時間間隔において連続的に発生することがあるため、1 点の記録だけからは、A 型地震の P 相、S 相なのか、高周波地震の連発なのか判断が困難な場合がある。また、両者は、メカニズムも類似していることが今回の集中総合観測によりわかってきた。すなわち、高周波地震は、振動軌跡の偏

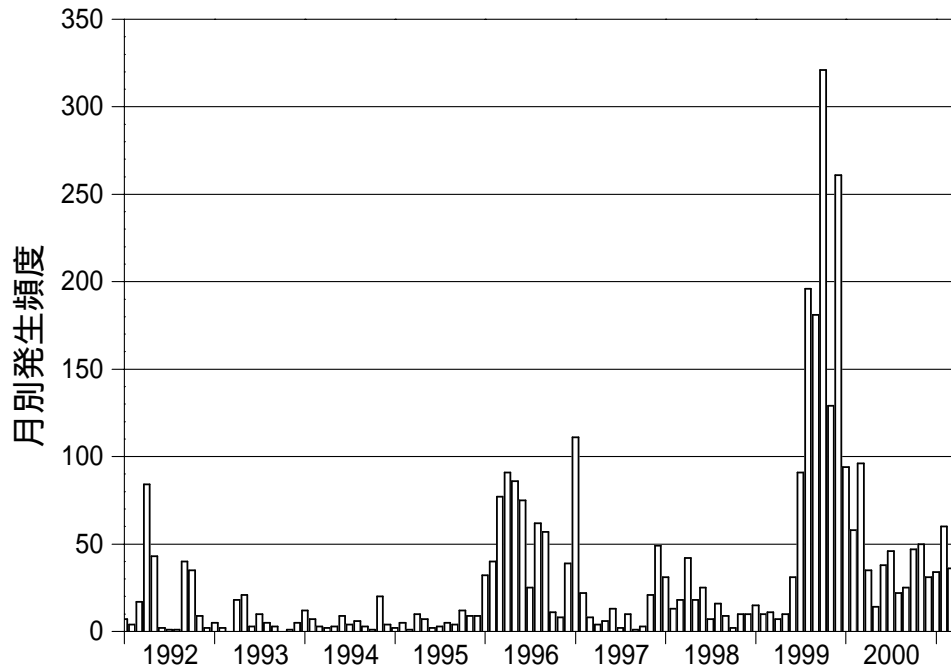


図 2. 火山性地震の月別発生頻度

波方向の変化から P 波の 0.2 秒程度後に、S 波が現れること、初動の押し引き分布から正断層型のメカニズム解を持つことがわかってきている⁹⁾。

福岡管区気象台の震源決定によれば、S-P 時間が 2 ~ 3 秒の A 型地震と思われる記象は、口永良部島の北東海域を震源とする深さ 10km 以浅の地震によるものである。一方、高周波地震は、新岳の火口直下の浅い場所を震源とする地震である^{8, 9)}。震源決定できている地震について火口に近い観測点 KUC と山麓の観測点 KGP の最大振幅比を調べたところ、高周波地震は 3 以上、A 型地震は 1 以下となった。

ここでは、火山性地震のタイプをつぎのように再定義し、1992 年以降に発生したすべての火山性地震について振幅とスペクトルについて再検測を行い、分類しなおした。

A 型地震: 5Hz 以上の高周波成分が卓越し、P 波および S 波の位相が明瞭である。S-P 時間が 3 秒以下。KUC と KGP の最大振幅比は 1 以下。

高周波地震: 5Hz 以上の高周波成分が卓越する地震であり、KUC と KGP の最大振幅比は 3 以上。

低周波地震: 5Hz 以下の低周波成分が卓越する地震であり、振動継続時間は 30 秒以下。

モノクロマティック微動: 単一の周波数をもつコーダ部が一様にゆっくりと減衰していく微動であり、振動継続時間は 30 秒以上。

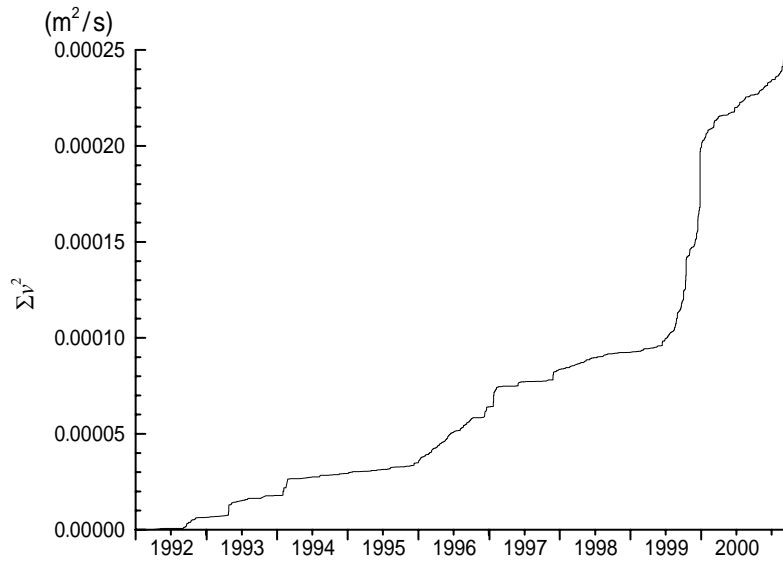


図 3. 火山性地震の速度振幅二乗和の積算値

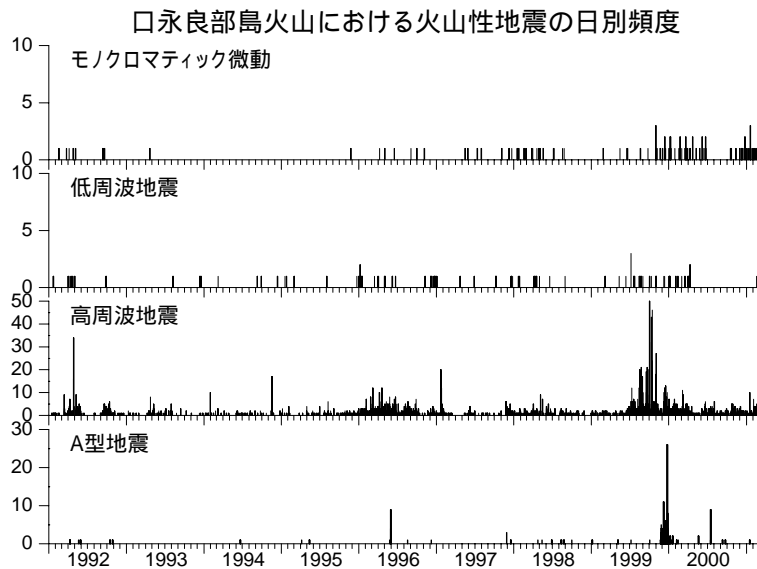


図 4. 火山性地震のタイプ別日別発生頻度

3. 地震活動の推移

図 2 に KUC 観測点において最大振幅が $10 \mu\text{m/s}$ 以上の火山性地震について月別頻度を示す。発生頻度が 50 回を超えたのは、1992 年 4・5 月、1996 年 3 月から 6 月・8 月、1997 年 1 月、1999 年 7 月～2000 年 3 月、2001 年 2 月である。このうち、1996 年と 1999 年の地震活動が顕著である。1992 年 11 月以降、地震活動は静穏であったが、1996 年 1 月から活動的になり、4 月には 80 回に達し、97 年 1 月まで活動的な状態が続いた。1997 年 2 月以降は再び静穏な状態に戻ったが、1999 年 7 月から地震回数が増加し、10 月には 321 回に達した。この活動は 2000

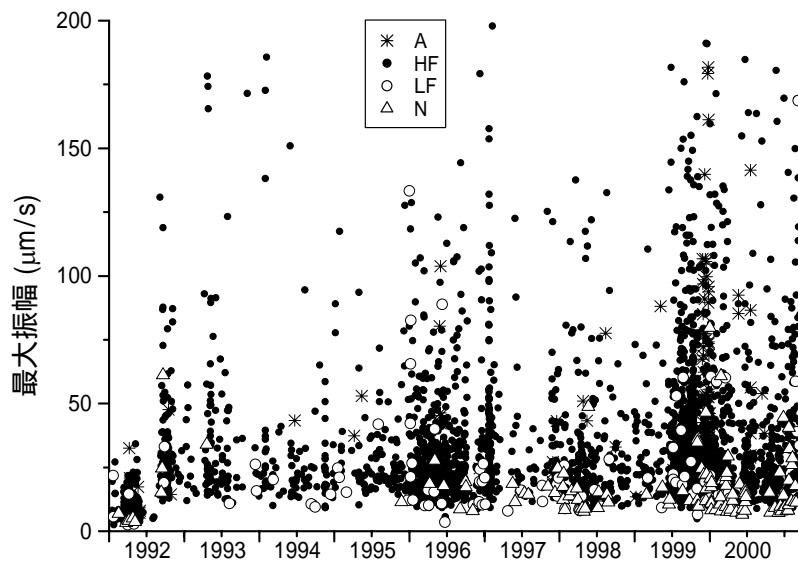


図 5. 火山性地震の最大振幅の推移。A: A 型地震, HF: 高周波地震, LF: 低周波地震, N: モノクロマティック微動。

年 3 月まで続くが、それ以降も 1995 年以前に比較して活動的な状態が続いている。また、図 3 に火山性地震の振動エネルギーに比例する速度振幅の二乗和の積算値を示した。1999 年の活動が最も振動エネルギーの放出率が大きい。2000 年以降も活動的な状態が続いており、1996 年の活動に匹敵する。最近約 10 年間では、口永良部島の火山性地震の活動は活発化の傾向にあることがわかる。

図 4 にタイプ別の日別頻度を、図 5 にタイプ別の最大振幅を示す。口永良部島の火山性地震の多くは、新岳火口浅部の高周波地震であり、図 2 に示した火山性地震活動の推移は、主に高周波地震の発生回数の推移を見ていることがわかる。また、地震活動が活発化しているときは、振幅も大きくなる。高周波地震の活動の活発化に伴い、それ以外のタイプの地震活動も連動しているように見える。1996 年 1 月、1996 年 12 月、1999 年 7 月に見られるように高周波地震活動の比較的初期に、低周波地震の頻度も増加する。特に 1996 年 1 月には振幅の大きな低周波地震が発生した。また、1996 年 5 月 29 日の地震活動、1999 年 11 月下旬から 12 月にかけての地震活動のように高周波地震活動の後半に口永良部島北東海域における A 型地震の活動が活発化した。また、1999 年の活動以降は、モノクロマティック微動の発生頻度も増加している。逆に、1993 年から 1995 年の高周波地震の活動が静穏な時期では、低周波地震の発生回数も少なく、A 型地震、モノクロマティック微動はほとんど発生していない。

図 6 に火山性地震の卓越周波数の時間変化を示した。卓越周波数は、初動から 10.24 秒間の波形から FTT により求めた。この図において 5Hz 以下が低周波地震、5Hz 以上が高周波地

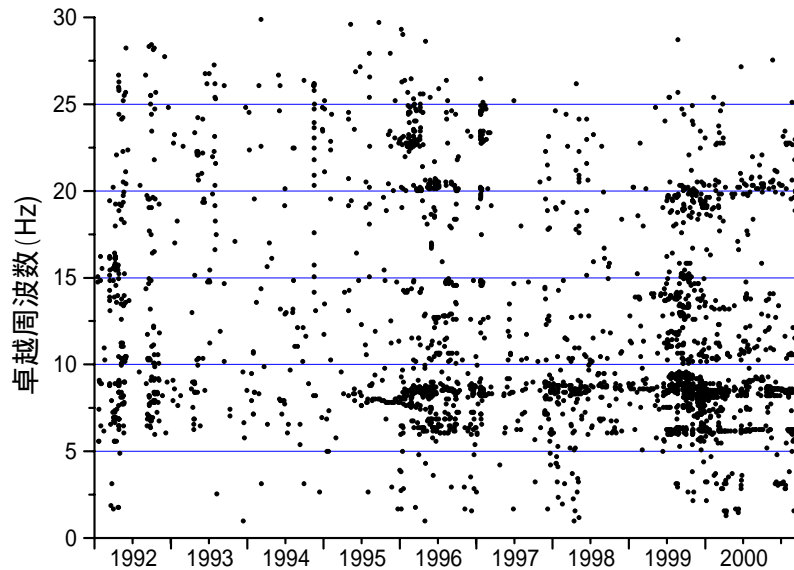


図 6. 火山性地震の卓越周波数の推移

震である。先に述べたように、火山性地震の活動が活発化した 1996 年、1999 年および 1998 年に低周波地震が増加していることがわかる。また、高周波地震は、8Hz 付近にピークをもつものが最も多いことがわかり、1996 年以降、発生頻度が高い。また、20Hz 以上にピークをもつ地震があり、高周波側に帯域が延びていることがわかる。特に 1996 年と 1999 年以降には 20Hz 付近にピークをもつ地震が多発している。

4. まとめ

- 1) 最近 10 年間の口永良部島火山における地震活動では、1996 年および 1999 年に活動ピークがみられたが 2000 年以降も依然として高いレベルにある。
- 2) 火山性地震は、主として新岳火口浅部を震源とする高周波地震であるが、1996 年および 1999 年の活動では、活動初期に低周波地震の頻度が増加した。また、後半には、口永良部島と屋久島間の海域を震源とする A 型地震が多発した。

参考文献

- 1) 吉川圭三・江頭庸夫・西潔(1968): 口永良部島の地球物理学的調査, 京都大学防災研究所年報, 第 11 号 A, 133-140.
- 2) 京都大学防災研究所(1992): 薩南諸島における火山活動(1991 年 1 月 ~ 1992 年 5 月), 火山噴火予知連絡会会報, 第 53 号, 101-107.
- 3) 京都大学防災研究所(1995): 薩南諸島における火山活動(1992 年 6 月 ~ 1995 年 5 月), 火

- 山噴火予知連絡会会報, 第 62 号, 62-64.
- 4) 京都大学防災研究所(1996):薩南諸島における火山活動(1995年5月~1996年5月) 口永良部島火山の地震活動の活発化 , 火山噴火予知連絡会会報, 第 65 号, 123-127.
 - 5) Iguchi, M. (1991): Geophysical Data Collection Using an Interactive Personal Computer System (part 1) -Experimental Monitoring at Suwanosejima Volcano-, Bull. Volcanol. Soc. Jpn., Vol.36, 335-343.
 - 6) 浜田信生・神宮博・生本光二(1975):減衰の遅い終期微動を伴う火山性地震について, 火山, 21, 167-183.
 - 7) Sawada, M. (1998): The source mechanism of B-type and explosion earthquakes and the origin of N-type earthquakes observed at Asama volcano, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol.73, 155-265.
 - 8) 山本圭吾・井口正人・高山鉄朗・石原和弘(1997):1996年口永良部島火山の地震活動の活発化について, 京都大学防災研究所年報, 第 40 号 B-1, 39-47.
 - 9) 井口正人・山本圭吾・高山鉄朗・前川徳光・西村太志・橋野弘憲・八木原寛・平野舟一郎(2002): 口永良部島火山における火山性地震観測 2000年集中総合観測 , 京都大学防災研究所年報, 第 18 号 B, 53-58.
 - 10) Minakami, T., Hiraga, S., Miyazaki, T., Utibori, S. (1969): Fundamental research for prediction of volcanic eruption (Part2), Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol.47, 893-949.
 - 11) 西潔・石原和弘・高山鉄朗(1975): 口永良部島火山における臨時地震観測結果, 京都大学防災研究所年報, 第 18 号 B, pp.53-58.
 - 12) 気象庁観測部(1976):草津白根山・口永良部島・吾妻・安達太良山火山機動観測実施報告, 11-27.
 - 13) 京都大学防災研究所 (1980): 口永良部島火山における地震観測, 火山噴火予知連絡会会報, 第 19 号, 42-46.
 - 14) 京都大学防災研究所・東京工業大学工学部・鹿児島大学理学部(1981):1980年(9月28日)の口永良部島新岳の噴火(概報), 火山噴火予知連絡会会報, 第 20 号, 1-9.
 - 15) 加茂幸介・江頭庸夫・西潔・石原和弘・高山鉄朗・中村貞美(1984): 口永良部島火山 1980年9月の噴火活動, 鹿児島県の地震と火山, 第 13・15 号合併号, 37-43.
 - 16) 福岡管区气象台(1984): 口永良部島, 九州地域火山機動観測実施報告, 第 4 号, 1 - 17.
 - 17) 福岡管区气象台(1991): 口永良部島・雲仙岳, 九州地域火山機動観測実施報告, 第 12 号,

1 - 12 .

18) Kamo, K., Iguchi, M., Ishihara, K. (1997) : Inflation of Volcano Sakurajima detected by automated monitoring system of GPS network, Proc. Int. Symp. Current Crustal Movement and Hazard Reduction, Wuhan, China, 629-640.

19) 福岡管区気象台 (1997) : 口永良部島, 九州地域火山機動観測実施報告, 第 17 号, 1 - 23 .

表 1. 過去の噴火活動

発生年月日	噴火活動内容
1841年(天保12年)	5月23日に噴火が始まり,8月1日に爆発。村落焼亡,死者多数。
1914年(大正3年)1月	鳴動,火口底陥没,硫黄流出。
1931年(昭和6年)3~6月	噴火:3月から鳴動。4月2日に爆発(新岳の西側山腹)。土砂崩壊,負傷者2,馬,山林田畑被害。5月15日にも爆発,降灰。硫黄流出,土地隆起。
1932年(昭和7年)7月23日	噴煙増加,鳴動。
1933年(昭和8年)12月~1934年(昭和9年)1月	噴火:1933年12月24日から翌1月11日にかけて数回噴火,七釜地区全焼,死者8,負傷者26,家屋全壊14,牛馬や山林耕地に大被害
1945年(昭和20年)11月3日	噴火:新岳火口東外壁で割れ目爆発,噴石,降灰。
1966年(昭和41年)11月22日	噴火:新岳火口で爆発,黒煙,噴石,負傷者3。
1968年(昭和43年)12月~1969年(昭和44年)	噴火:噴石,降灰。
1972年(昭和47年)9月2日	噴火:新岳火口から黒色噴煙。
1973年(昭和48年)11月5~19日	噴火:新岳火口,噴石,噴煙,降灰
1974年(昭和49年)6月3日	噴火:新岳火口,噴煙。
1976年(昭和51年)4月2日	噴火:新岳山頂火口で爆発。山麓で爆発音聞える。降灰が北西約2kmの向江浜,前田地区で約1cm降灰
1980年(昭和55年)9月28日	噴火:水蒸気爆発。爆裂火口は新岳の東側斜面で南北方向にほぼ直線状の割れ目で,長さ約800m(昭和20年の割れ目と同じ場所)。

(福岡管区気象台要報を改編)

表 2. 口永良部島火山における火山観測

年月	観測内容
1966年8月	臨時観測(京都大学) ¹⁾
1966年11月22日	新岳水蒸気爆発
1966年11-12月	総合研究班(文部省科学研究費)による調査(京都大学, 東京大学, 鹿児島大学, 東京工業大学) ¹⁰⁾
1969年~	新岳から西南西1.5kmの地点において連続地震観測(現地記録, 鹿児島県地震火山研究協議会)
1974年9月	臨時観測(京都大学) ¹¹⁾
1975年5,6月	機動観測(気象庁観測部) ¹²⁾
1980年2月	臨時観測(京都大学) ¹³⁾
1980年9月28日	新岳東側の割れ目から水蒸気爆発
1980年10月	調査(京都大学, 鹿児島大学, 東京工業大学) ^{14, 15)}
1980年10-11月	臨時観測(鹿児島地方気象台)
1983年7-8月	機動観測(福岡管区気象台) ¹⁶⁾
1990年7-8月	機動観測(福岡管区気象台) ¹⁷⁾
1991年12月24日	新岳噴煙異常, 臨時観測情報
1991年12月-2000年3月	新岳から0.4kmの地点で地震観測ダイヤルアップテレメータ(京都大学) ^{2, 5)}
1994年8月	GPS連続観測(京都大学) ¹⁷⁾
1995年8月	GPS繰り返し観測点の設置(京都大学), 13点
1996年3月	火山性地震活動活発化, 臨時火山情報
1996年~	GPS連続観測(国土地理院)
1996年5,6,8月	水準測量網設置, 地盤変動観測(京都大学)
1996年	機動観測(福岡管区気象台) ¹⁹⁾
1999年8月	火山性地震活動活発化, 臨時火山情報
1999年9月	地盤変動観測(京都大学)
1999年9月~	新岳火口縁において地震観測テレメータ(福岡管区気象台機動観測)
2000年8月~	全磁力テレメータ観測(京都大学)
2000年11月~2001年3月	火山噴火予知計画に基づく集中総合観測(京都大学, 北海道大学, 東北大学, 東京大学, 東京工業大学, 鹿児島大学)
2001年3月~	地震観測常時テレメータ, 傾斜計テレメータ観測(京都大学)
2001年9月~	地震観測データのデジタル伝送(京都大学)
2001年12月	地盤変動観測(京都大学)

(Received on January 28, 2002)