

8. “1975～1976年”霧島火山北方地域における 群発地震活動

地震研究所 { 宮 崎 務
山 口 勝
増 谷 文 雄
寺 尾 弘 子

(昭和51年7月26日受理)

1. は じ め に

1975年9月29日夜より、霧島火山北西部に位置する加久藤カルデラ内の、宮崎県えびの市飯野・加久藤(かくとう)地区、および隣接する小林市西部地域を中心として、有感地震を含む群発性の地震活動が発生した。この地震群は、その後、消長を繰り返しながら活動を続けたが、1976年2月25日00時16分頃に発生した地震(震度Ⅰ)を最後の有感地震として、その後は無感地震の発生数も減少し、今回の一連の活動は終息したと考えられる。活動期間中に発生した有感地震数は35個、そのうち最大の地震は1975年10月17日11時33分頃に発生したもので、震央附近における最大震度はⅣ(気象庁震度階による)であった。一方、地震研究所霧島火山観測所の観測によると、1975年1月頃より、加久藤カルデラの北方、熊本県人吉市南部地域に震源を持つと推定される別群の地震活動が認められていた。この地震群の活動は、1976年4月に至ってもなお続いている。これら二つの地震群の震源域は距離的に極めて近接しているが、地形的にはカルデラの内部と外部である。また、震源域が明瞭に分離しているにもかかわらず、互いに活動が干渉し合うような現象が認められた。われわれは、この二つの群発地震活動について、長期的には地震研究所霧島火山観測所の常設地震観測網による観測、また、1975年10月22日より1976年3月31日までの期間は、熊本県人吉市段塔(だんとう)、宮崎県えびの市大河平(おこびら)の二個所に臨時観測点を増設して資料を補足し、調査を行なった。1976年1月下旬よりは、協同調査を実施された京都大学防災研究所桜島火山観測所の吉松、東大塚、西野観測点の地震観測資料も使用させていただいた。

霧島火山周辺における地震活動のうち、とくに、加久藤カルデラ内の群発性地震は、霧島火山群中の火山の表面活動、あるいは異常現象と関連する傾向が強い(水上 1969)。

今回の群発地震活動が、今後の霧島火山の火山活動とどのような関係にあるか、さらに注目していきたい。

本報告においては、加久藤カルデラ内と、人吉市南部地域における群発地震活動の調査、研究結果の報告に主眼をおくが、1975年初めよりの霧島火山群中の地震活動についても付随的に報告する。

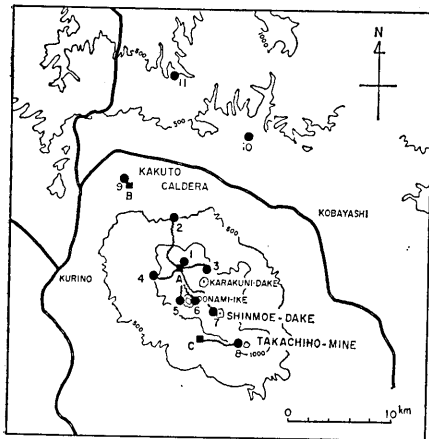


Fig. 1. The locality of the seismometers and the recorder stations at the Kirishima volcanoes.

1. Kirishima V.O. (1)
2. Kamimonzen
3. Karakuni-dake
4. Kurino-dake
5. Oonami-ike W.
6. Oonami-ike E.
7. Shinmoe-dake W.
8. Takachiho-mine W.
9. Okamoto
10. Okobira
11. Danto
- A. Kirishima V.O. (2)
- B. Okamoto branch obs.
- C. Yunono obs.

充分に注意している。常時観測によって観測された地震の着震時については、0.1 sec. まで読み取って解析している。とくに、地震が頻発するような場合には、地震計増巾器の出力を分流して、電磁オシログラフを使用し高感度・早送り観測を実施している。

その場合には、0.01 sec. 単位の読み取り・解析が可能である。

3. “えびの地震群”活動終息以降における霧島火山周辺の地震活動

1968年2月21日以降の加久藤カルデラ内における“えびの地震群”の活動は、この地域に発生した群発地震中最大級の規模のものであった。同地震群の活動の推移、および、その活動を契機として、霧島火山群中に発生した異常な地震活動については、Minakami et al. (1969, 1970) によって詳しく調査、研究されている。“えびの地震群”そのものの活動は、1971年の後半にはかなり衰退し、1972年に入ると加久藤カルデラ内の地震活動は、平常のレベルに戻ったと考えられる。

Fig. 2 には 1964年1月より 1976年3月に至る間に、加久藤カルデラ内に発生した地

2. 霧島火山観測所の地震観測網と観測の状況

地震研究所霧島火山観測所では、地震の常設観測点として、霧島火山地域の九ヶ所に換振器を設置している。換振器よりの信号は通信線を用いて、霧島火山観測所、同岡元分室、および湯之野観測室の三個所の観測基地へ搬送し、増巾器を使用して常時記録を行なっている。Fig. 1 中の黒丸は換振器の設置点を示し、A, B, C, の四角は、それぞれ上述の順序での観測基地を示している。

同図中、No. 10, 11, の黒丸は、今回の群発地震活動を観測するために、1975年10月22日より1976年3月31日に至る期間、増設した臨時観測点を示している。各観測点の緯度、経度、および標高は Table 1 に表示してある。また、設置換振器等地震計の種類、観測の仕様は Table 2 に示すとおりである。観測の刻時には水晶時計を使用しているが、NHK の時報を毎時受信して記録上に刻時し水晶時計の校正を行なっている。主用の記録方式は、円筒ドラムを用いた煤描きである。通常は、1.0 mm/sec. のペーパー・スピードで観測を行なっているので、記録ドラムの廻転・送り機構、駆動電圧、記録線の太さ等は

Table 1. Geographical position of the seismic stations of the Kirishima Volcano Observatory.

Stn.	Place	Latitude N.	Longitude E.	Altitude	Remarks
1	Kirishima V.O. (1)	31°56'41.1"	130°50'32.3"	1215m	
2	Kamimonzen	31 59 34.5	130 50 11.1	430	
3	Karakuni-dake	31 56 57.6	130 52 16.0	1100	
4	Kurino-dake	31 56 31.5	130 48 47.9	1020	
5	Oonami-ike W.	31 55 17.9	130 50 33.0	1180	
6	Oonami-ike E.	31 55 18.1	130 51 30.6	1300	
7	Shinmoe-dake W.	31 54 36.8	130 52 36.4	1180	
8	Takachiho-mine W.	31 53 02.0	130 53 20.4	980	
9	Okamoto	32 01 18.4	130 47 16.1	305	
10*	Okobira	32 03 36.7	130 55 21.7	400	Temporal Stn.
11*	Danto	32 07 49.4	130 49 46.5	300	Temporal Stn.
A	Kirishima V.O. (2)	31 56 38.4	130 50 29.7	1200	Recorder Stn.
B	Okamoto branch obs.	32 01 11.2	130 47 11.3	280	Recorder Stn.
C	Yunono obs.	31 53 05.3	130 51 59.9	780	Recorder Stn.

Table 2. Seismic instrumentation of the Kirishima Volcano Observatory.

No.	Station	Component and Period	Magnification or Sensitivity	Recording system	Remarks
1	Kirishima V.O. (1)	1V 1.0 sec. 2H "	12,000	Smoked paper	Displacement seismograph
		1V "	0.03 kine/mm	Ink writing	Velocity seismograph
2	Kamimonzen	1V 1.0 sec.	12,000	Smoked paper	Displacement seismograph
3	Karakuni-dake	" "	"	"	"
4	Kurino-dake	" "	"	"	"
5	Oonami-ike W.	" "	"	"	"
6	Oonami-ike E.	" "	"	"	"
7	Shinmoe-dake W.	" "	"	"	"
8	Takachiho-mine W.	" "	"	"	"
9	Okamoto	1V " 2H "	10,000	"	"
10*	Okabira	1V " 1H "	12,000	"	"
11*	Danto	1V " 1H "	"	"	"
A	Kirishima V.O. (2)	1V 0.1 sec. 2H "	2.0 gal/mm	"	Acceleration seismograph
B	Okamoto branch obs.	" "	"	"	"

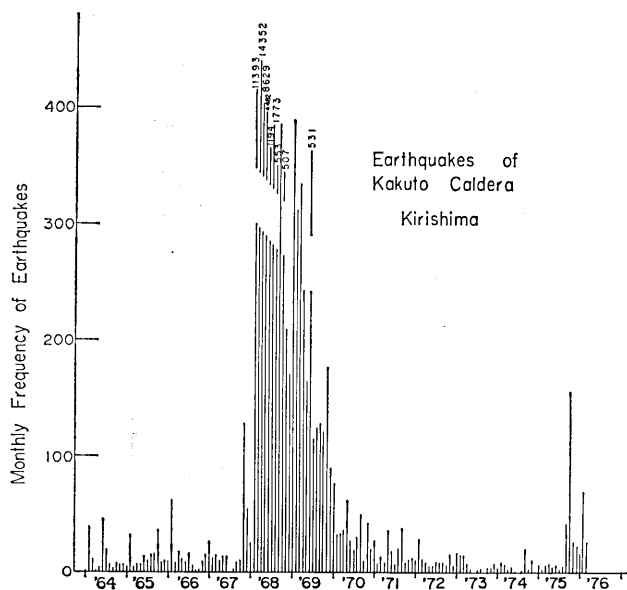


Fig. 2. Monthly number of earthquakes which occurred inside the Kakuto caldera during the period from Jan. 1964 to March 1976.

Table 3. Monthly number of Kakuto caldera earthquakes observed with displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory.

Month Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1970	76	33	34	37	62	28	20	31	58	11	43	21
1971	28	8	14	9	36	19	7	21	38	9	12	13
1972	11	29	12	9	6	6	9	9	9	7	16	6
1973	17	15	15	8	3	1	2	3	0	4	4	8
1974	4	9	7	3	5	1	0	2	31	3	11	1
1975	7	3	7	8	3	6	3	5	42	155	26	23
1976	17	70	27									

震の月別頻度を示してある。また、1970年1月以降の月別発生数を Table 3 に表示してある。1970年以前の発生数については、Minakami et al. (1970) を参照せられたい。Fig. 2 に明らかなように、1973年半ばより今回の群発地震の発生をみるまでの2年数ヶ月の間、加久藤カルデラ内の地震活動は、低いレベルに終始した。しかしながら、霧島火山群中の高千穂峰附近で、1973年6月17~18日に震源のやや深い群発地震が発生する(神沼他 1974) など、霧島火山群中の地震活動は比較的活発であった。

4. 1975年以降の霧島火山地域における地震活動

i) 全体的な傾向

1964年以降の調査、研究 (Minakami et al. 1968, 1970) によると、霧島火山地域に発

生する地震は、いくつかの発生区域に大別されることが認められていた。また、それらの区域に発生する地震については、観測記録の記象型の特徴、 $P\sim S$ 時間 ($S-P$ time) 等によって、経験的に容易に区別し得ることも指摘されている (神沼他 1971, 1973)。しかしながら、1973 年頃より、霧島火山地域に発生する地震の震源域が次第に拡がる徴候がみられるようになった。1975 年に入ると、その傾向はますます顕著になってきた。Fig. 3 には 1974 年および 1975 年に、霧島火山観測所 (Stn. 1) の変位型地震計に記録された地震で、 $P\sim S$ 時間が 5 sec. 以下の地震の $P\sim S$ 時間別頻度分布を示してある。1974 年、1975 年ともに 2.0 sec. 前後にピークが認められる。これらの地震は主として加久藤カルデラ内に発生したものである。1975 年における地震数の増加は群発地震の影響による。1975 年には

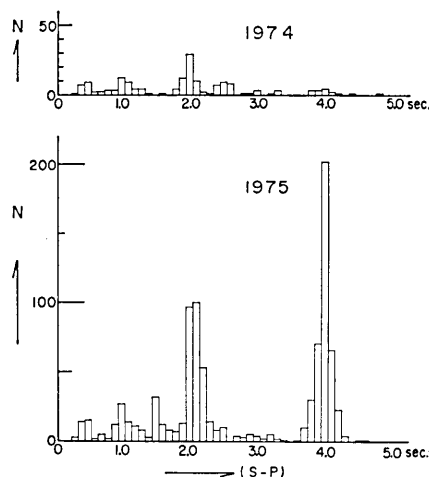


Fig. 3. Frequency distribution of $S-P$ time of the earthquakes observed by displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory in 1974 and 1975. ($S-P$ less than 5 sec.)

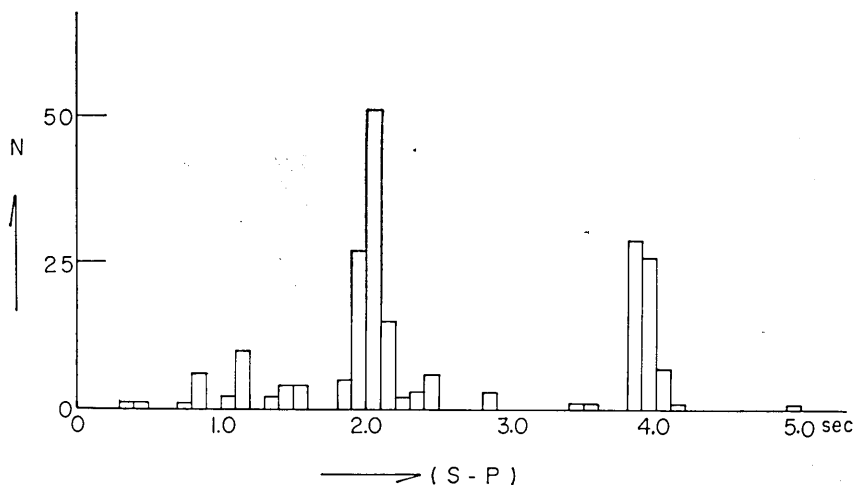


Fig. 4. Frequency distribution of $S-P$ time of the earthquakes observed by displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory in the period from Jan. 1, to March 1976. ($S-P$ less than 5 sec.)

4.0 sec. 前後に顕著なピークが現われている。この地震は人吉市南部地域に発生したグループに属するものである。なお、人吉市南部地域には、地震研究所霧島火山観測所が高倍率観測を開始した 1964 年より 1974 年末に至るまでの期間、地震活動はほとんど認められていない。 $P\sim S$ 時間よりみた両地震群以外の地震で、とくに $P\sim S$ 時間が 2 sec. 以下の

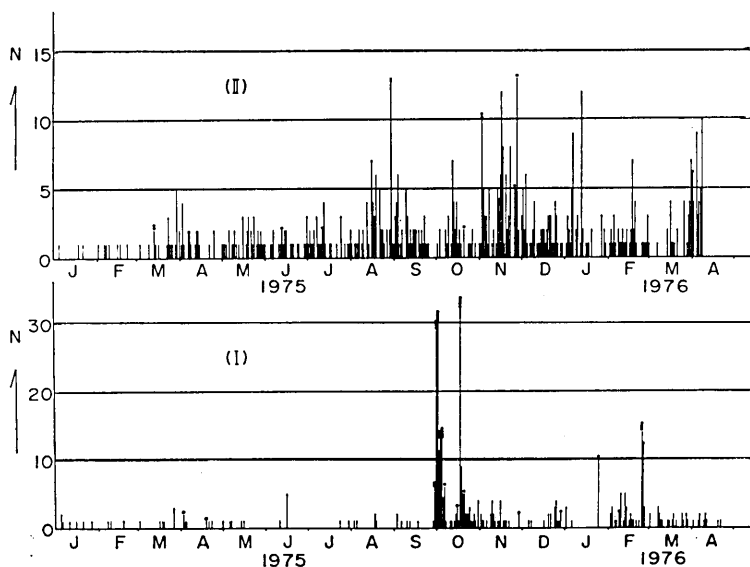


Fig. 5. Daily frequency of the earthquakes observed by the displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory in the period from Jan. 1, 1975 to the beginning of April 1976.

ものについては、1975年に1.5 sec. あたりに一つの山が認められるなど、1974年に比較して、総体的に発生数が増加し、また、発生区域の拡がりが見られる。P~S時間が2 sec.

以下の地震の大部分は、霧島火山体内、またはその下部に発生したものである。したがって、1975年には火山体内の地震活動も活発化したと考えられる。Fig. 4には、1976年1月1日より3月末日までの間の、P~S時間別頻度分布を示してある。

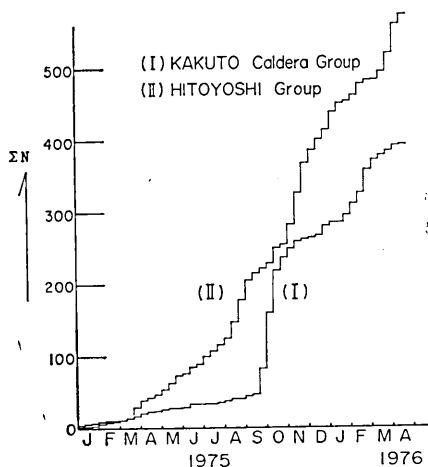


Fig. 6. Cumulative number of earthquakes which occurred inside of the Kakuto caldera (I), and in the southern district of Hitoyoshi City (II), in the period from Jan. 1, 1975 to March 31, 1976.

ii) 人吉市南部地域と加久藤カルデラ内の地震活動の時間的推移について

1975年以降の上記両グループ別の日別地震発生頻度を、Fig. 5に示してある。図中の黒丸は、震央附近における有感地震数を示している。人吉市南部地域の地震活動が明瞭に群発的な傾向を示しはじめたのは、3月13日16時05分、同59分の有感地震発生後のことである。同日以後徐々に発生頻度をたかめ、4月、21個、5月、37個、6月、23個、7月、31個、8月、64個の地震がStn. 1の

変位型地震計に記録された。それらの地震は、大部分が無感地震であって、有感地震は 6 月 12 日と 7 月 11 日にそれぞれ一回ずつ発生した。9 月に入り 27 日までに 44 個の無感地震が観測された。9 月 29 日夜から、加久藤カルデラ内に地震が発生し始め、10 月 7 日迄の間に有感地震 21 個を含む 112 個の地震が観測された。その期間中に、人吉市南部地域に発生した地震は微小な無感地震 5 個であって、ほとんど“活動休止”の状態になった。

加久藤カルデラ内の地震活動は、10 月 17 日より再び活発化し、同日 11 時 33 分頃に今回の群発地震中最大の地震 ($M=4.2$: M については後述) が発生し、その後 10 月末にかけて発生数は漸減した。11 月に入ると、人吉市南部地域における地震活動が活発となり、

Table 4-a. Daily number of southern Hitoyoshi earthquakes observed with displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (1975).

Day	1975	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1			1		1	1		1	1	3	1	1	5
2					4	1		2		4		10	2
3				1	1	1		1	1	6	2	5	6
4		1					1	1	1	1		3	1
5						2	1	2	1	1		3	
6			1		2		2		2	2		1	1
7			1		2	1		3			2	5	1
8					1	1		1	1		1		2
9			1	1		2	1	1	2	5	3	1	4
10						1		1		3		2	
11					1		1	2		1	1		1
12					2	1	2	4	4	2	7	1	1
13				2	2		1	1	1	1	4	5	1
14				1	1		2			2	2	4	2
15			1			3	2		7	2	4	6	2
16				1				1	4	2	1	12	2
17			1			1		1	3		2	7	1
18		1				2	1		6	2	1	1	2
19						3	1			1		6	3
20							1			2	2	2	3
21		1			1	2		1	5	1		3	3
22			1	1		1			2	3		8	1
23				3		3	1		2	1	1		1
24				1	2		1	3	1	1	1		4
25				1		1				1	1	5	3
26				1		2			2		2	5	1
27						3		1		1		13	
28				1		2	1		2		1	2	1
29				5		1	1	1	13				1
30					1	1	3	1	2			3	
31				2		1		2	1		1		

Table 4-b. Daily number of southern Hitoyoshi earthquakes observed with displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (Jan. 1,—March 31, 1976).

Day	1976	Jan.	Feb.	Mar.	Day	1976	Jan.	Feb.	Mar.
1		1	1		17		1	7	1
2		3	2		18			2	1
3		2	1		19		2	4	
4		1	3		20			1	2
5		5	1		21				
6		9		1	22				
7			2		23				
8		2	1		24			1	
9		2	1		25			1	4
10			2		26		3	1	
11		1	1		27			1	1
12		12	1		28			3	3
13		2	2	1	29		1	1	4
14				1	30				7
15		1	1	4	31				6
16		1	2	1					

同月中に有感地震 5 個を含む 114 個の地震が観測された。その間、加久藤カルデラ内に発生した地震は 24 個であって、10 月 20 日より 11 月 28 日の間には有感地震の発生はみられなかった。以上のように、両地震群の活動は、互いに干渉し合うような著しい特徴を有している。この傾向はその後も認められた。Fig. 6 には、1975 年初めより 1976 年 3 月末に至る間の、両地震群の発生地震数について、各旬毎の発生数による累積頻度を示してある。上述の傾向は 1976 年に入っても認められる。Table 4-a, 4-b, および Table 5-a, 5-b, には 1975 年と 1976 年 1 月より 3 月末日までの人吉市南部地域の地震と加久藤カルデラ内の地震について、それぞれの日別発生数を表示してある。また、霧島火山観測所 (Stn. 1) における両地震群の観測記録例は、Fig. 21, 22, に示してある、

iii) 霧島火山群中の地震活動

1975 年初めより、霧島火山群中、噴火活動の記録のある新燃岳、高千穂峰御鉢火口を含む区域の地震活動は、僅かではあるが、活発化する徴候をみせていた。しかしながら、局限された場所に集中して発生するような現象は認められず、地震の発生域は広範囲にわたっていた。9 月 29 日夜より加久藤カルデラ内の群発地震活動が始まると、火山区域の地震発生数は、総体として減少するような傾向が見受けられた。しかし、10 月 17 日 11 時 33 分頃に加久藤カルデラ内の群発地震中最大の地震が発生すると、翌 18 日 18 時 49 分頃新燃岳附近に震源を持つ $M=2.8$ の地震 (Fig. 23 参照) が発生し、その後の事態が注目された。しかしながら、その後、とくに目立つ地震活動、あるいは火山の表面異常現象も観測されずに推移した。

Table 5-a. Daily number of Kakuto caldera earthquakes observed with displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (1975).

1975 Day	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1										30	2	
2			1	2				1	2	10	1	
3				1						13	1	
4	2			1				1		13		
5	1				1				1	4	1	1
6					1					6		1
7		1								1		1
8											2	
9		1							1		4	
10	1					1				1	2	1
11									1	1	1	
12												1
13	1									1	1	
14										2	1	
15					1	5				3	4	
16			1							1		2
17								2	1	32	1	1
18		1	1	1				1		9	1	1
19			1							5	1	4
20	1			1						5		
21										2	1	1
22				1						2		1
23							1			2		
24										3		1
25										1		2
26	1		3							1		2
27										2		
28									1	1	2	2
29							2		6			1
30				1					29	4		
31												

5. 地震群震源の空間的分布（震源域）とその時間経過について

震源を決定するにあたっては、地下における弾性波速度構造を決定する必要がある。霧島火山地域の速度構造については、1968 年のえびの地震群の観測結果から Minakami et al. (1969) によって、地下 5 km の深さまでは P 波速度 4.3 km/sec., それより下層は P 波速度 6.1 km/sec., の水平構造が提示されている。この速度構造については、1973 年、1974 年、1975 年に GDP 計画によって実施された南九州における人工地震による地下構造調査結果（伊藤他, 1974）を参照し、また同人工地震を霧島火山観測所の地震観測

Table 5-b. Daily number of Kakuto caldera earthquakes observed with displacement seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (Jan. 1,—March 31, 1976).

Day	1976	Jan.	Feb.	Mar.	Day	1976	Jan.	Feb.	Mar.
1		3		2	17			1	1
2			2		18			1	2
3			3		19				
4					20			1	1
5		3	1		21		1		
6			1	2	22		1		
7			2	3	23				1
8			3	3	24		10	18	2
9			6	2	25			12	1
10			1	1	26			4	
11					27			1	2
12			5		28				1
13			2		29				
14				1	30				
15			2	2	31				
16			2						

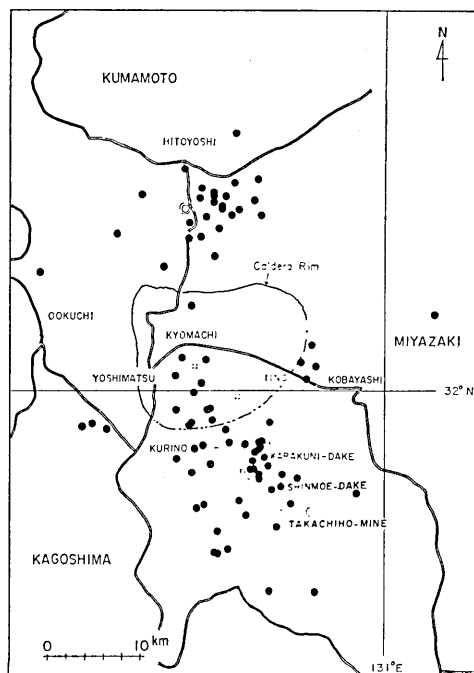


Fig. 7. Epicentral distribution of the earthquakes in the Kirishima volcanic area in the period Jan. 1,—Sept. 28, 1975.

網によって観測し、解析、検討した（未発表）が、とくに変更する必要は認められなかった。したがって、震源決定には、上述の二層構造を用い、 $V_P/V_S=1.73$ として計算を行なった。なお、6.1 km/sec. 層の下限は先述した南九州の地下構造調査によっても見出されていないが、それ程深くはなく、20 km 前後と推定される。今回決定すべき地震の震源の深さ、および観測網の相対的位置関係より考えると、二層構造によって震源決定を行なっても、さほど支障をきたすことはないと考えられる。以上のような条件で震源決定を行なった。Fig. 7 には先述の霧島火山観測所の既設観測網の観測資料をもとに、1975年1月1日より9月28日までの間に観測された地震の震央分布を示してある。霧島火山地域を含む広範囲にわたって、地震が発生しているが、とくに集中して発生している区域は見当らない。9月29日より活動を開始する加久藤カルデラ内、えびの飯野附近の地震発生域東縁に、4個の地震が観測されている。これらの地震は1月より3月にかけて発生している。

その後、9月29日に活動が始まるまで、この区域には地震の発生が認められず、空白域となっていることはとくに注目すべき現象であろう。Fig. 8 は、1975年9月29日より12月末日に至る間に観測された地震の震央を示している。10月22日よりは大河平、段塔の二臨時観測点の観測資料が補足されたので、震源決定の精度は向上している。加久藤カルデラ内の群発地震活動域は、9月29日以前の活動空白域に全く一致している。今回の地震活動に関して全体としてみれば、地震発生が人吉市南部地域と加久藤カルデラ内の二ヶ所に集中しているような傾向がうかがえる。また、同じ加久藤カルデラ内ではあるが、1968

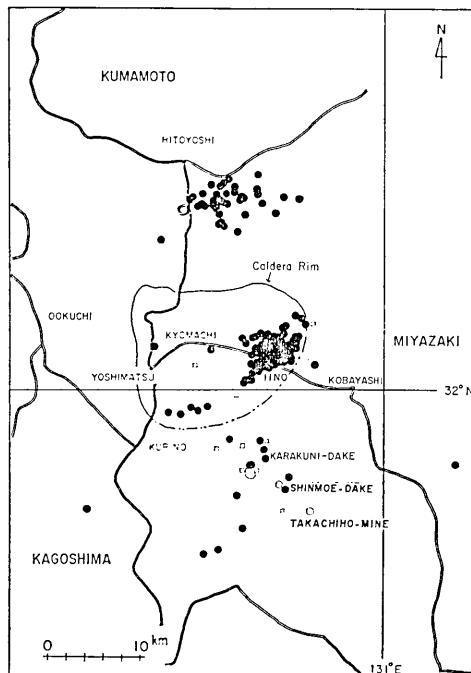


Fig. 8. Epicentral distribution of the earthquakes in the Kirishima volcanic area in the period Sept. 29,—Dec. 31, 1975.

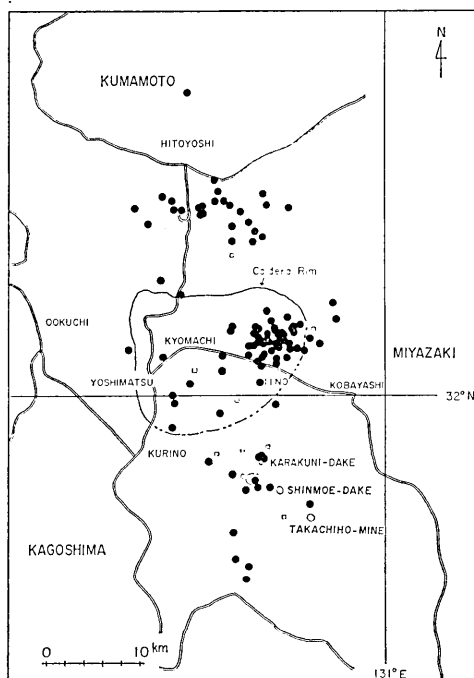


Fig. 9. Epicentral distribution of the earthquakes in the Kirishima volcanic area in the period Jan. 1,—March 31, 1976.

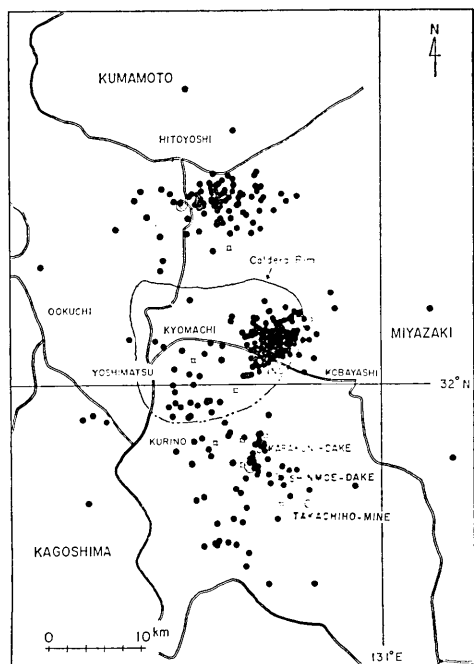


Fig. 10. Epicentral distribution of the earthquakes in the Kirishima volcanic area in the period Jan. 1, 1975—March 31, 1976.

年のえびの地震群の震央域とみられる区域内には、ほとんど地震が発生していないこともこの期間の特徴的な現象である。さらに引続いて 1976 年 1 月初めより 3 月末日までの震央分布図を Fig. 9 に示す。震央の分布がまた次第に拡散する傾向を示し始めている。なお、1 月下旬よりは京都大学桜島火山観測所による吉松、東大塚、西野観測点の資料も加わっているため、震源決定精度はさらに向上している。Fig. 10 には、1975 年 1 月より、1976 年 3 月末までの間に観測された地震の震央分布を示してある。北西より南東にかけての霧島火山群の配列方向に沿った、地震発生帯の帯状分布が明瞭に認められる。この帯状分布は、火山群の配列より僅か西側に偏している。霧島火山に属するとみられる温泉は、火山群配列の西側に大部分が分布している。この二つの現象をあわせ考えると極めて興味深い。今回活動した加久藤カルデラ内、外の二つの地震群の震央分布は、上述した帯状分布に対して、見掛け上、直交するような配列を示しているようにも見える。なお、Fig. 7～10 中に示したカルデラ縁は、荒牧の私信にしたがって著者が一つの目安として、現在の地形より判断して記入したものである。カルデラの南東部、二点鎖線で示した部分は推測によった。Fig. 11 には、南北の断面に投影した震源の深さ分布を示してある。加久藤カルデラから南東方へ向かって霧島火山群の配列に沿って、地震の震源が次第に浅くなる傾向は既に指摘されている (Minakami et al. 1970) が、1975 年～1976 年 3 月の期間内の活動においても同様の分布が明瞭に認められる。加久藤カルデラの北方、人吉市南部地域の地震の震源は、加久藤カルデラ内のものより深く分布している。したがって、1975 年～1976 年 3 月の期間内に発生した地震の震源深さ分布を見る限り、人吉市南部地域より南方にかけて、震源が次第に浅くなるような傾向が見受けられる。また、霧島火山群の南方域にも、震源がやや深い地震が観測されていることも注目すべき現象である。この現象も 1975 年初めよりの、霧島火山周辺における地震活動の特異性を示していると考えられる。

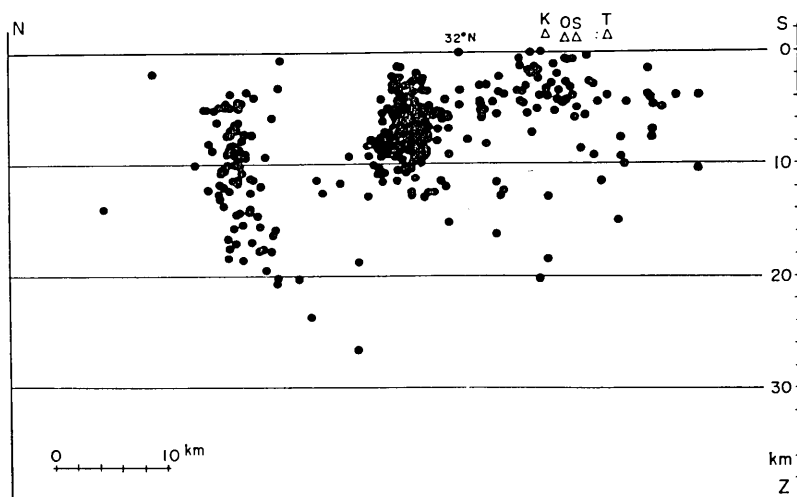


Fig. 11. Vertical distribution of the hypocenters of the earthquakes in the Kirishima volcanic area in the period Jan. 1, 1975—March 31, 1976.

6. 発震機構について

1975 年初めより、霧島火山周辺の地震活動には、同地域を含む広域応力場の状態の変化が支配的とみられるような、活動のパターンが認められた。加久藤カルデラ内と人吉市南部地域の群発地震の間に、相互の活動を干渉するような現象が見受けられたのはその一例とみられる。霧島火山の位置する地域の起震応力の状態を知るために、それぞれの地震群について発震機構の解明を試みた。今回発生した地震の大部分はその規模が小さいため、遠方における観測資料を用いることができない。また、霧島火山観測所関係の観測網のみ

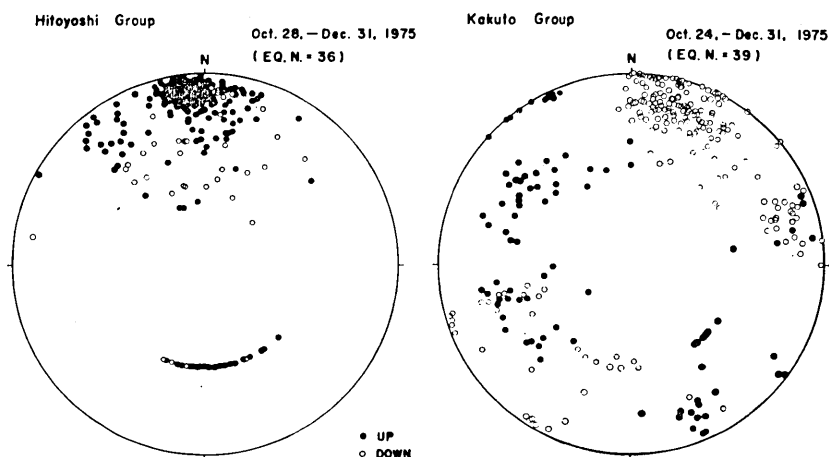


Fig. 12. Superposed representation of initial motions of the *P*-waves; the distribution of initial motions plotted on the lower focal hemisphere.

Left: Southern Hitoyoshi earthquakes. Right: Kakuto caldera earthquakes.

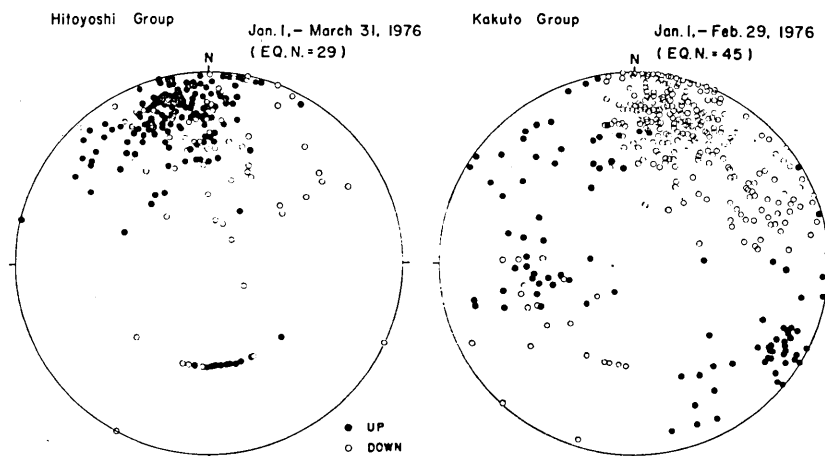


Fig. 13. Superposed representation of initial motions of the *P*-waves: the distribution of initial motions plotted on the lower focal hemisphere.

Left: Southern Hitoyoshi earthquakes. Right: Kakuto caldera earthquakes.

では、観測点の配置、および数より考えると、個々の地震の発震機構を詳細に求めることは、もとより不可能である。そこで、個々の地震について得られた初動分布は不完全なものであっても、それらを多数重畳させることによって、何らかの規則性の存在の有無を調べることにした。Fig. 12 および Fig. 13 は、二期間について、観測された地震の初動分布を重ね合せて得たものである。使用した地震数は図中に示してある。なお、両図ともに

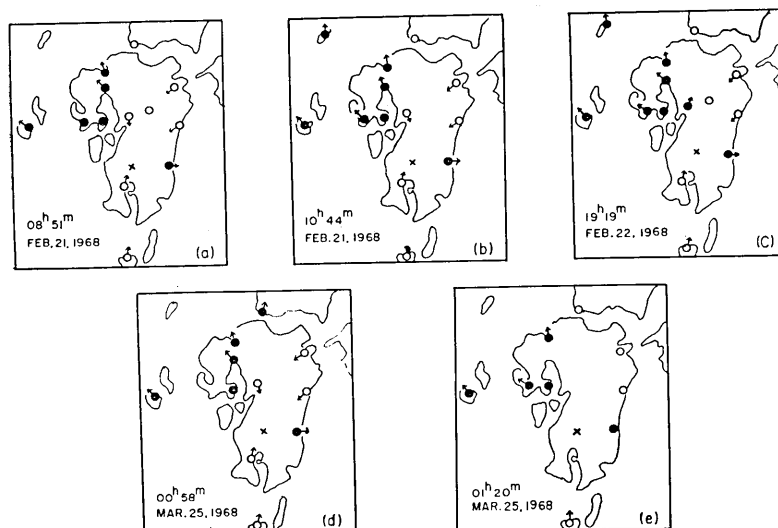


Fig. 14. Push-pull distribution of initial motions of the five earthquakes which belong to the 1968 Ebino earthquakes.

Closed circle: Push. Open circle: Pull.

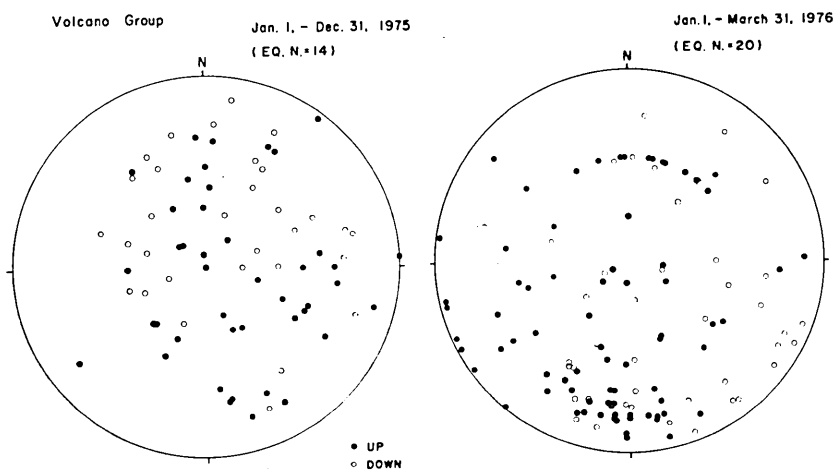


Fig. 15. Superposed representation of initial motions of the *P*-waves: the distribution of initial motions plotted on the lower focal hemisphere. (Kirishima volcanic earthquakes)

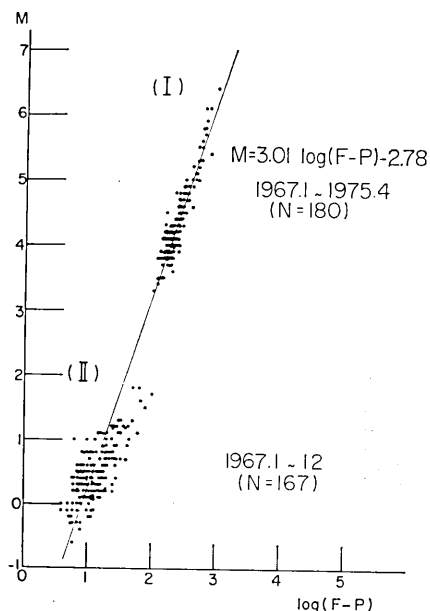


Fig. 16. (I): Relation between the magnitude of the earthquakes determined by the Japan Meteorological Agency (M_{JMA}) and the $\log(F-P)$ observed at the Kirishima Volcano Observatory.

(II): Relation between the Tsuboi's magnitude and the $\log(F-P)$ of the earthquakes observed at the Kirishima Volcano Observatory in 1967.

は、火山カルデラ内という地域構造の特殊性によって、働く力の方向が多少変化しても、常に類似の発震機構によって地震を発生する可能性も考えられる。今後の研究によって解明すべき課題であろう。Fig. 15 は霧島火山群中に発生した地震（いわゆるA型地震）について初動分布を求め、重ね合せて得た図である。人吉市南部地域、加久藤カルデラ内の地震群にみられるような規則性は、全く認められない。地震の発生域が局限されていないことも一因であろうが、火山群下の複雑な構造が、このような不規則性を示す一つの要因として関与していることが考えられる。

7. 地震群の規模と放出エネルギーについて

今回の群発地震の大きさを求めるために、マグニチュードを決定した。地震のマグニチュードを求めるには、多くの実用的な方法が提示されているが、今回、われわれが採用した方法は、地震の振動継続時間 ($F-P$) によるものである（例えば津村 1967）。1967 年 1 月より 1975 年 4 月までの期間に、霧島火山観測所より 200 km の範囲内に発生した地震（震源の深さ 60 km 以内）のうち、気象庁地震月報にマグニチュード (M_{JMA}) の記載され

等面積投影法によって、震源球下半分に投影したものである。人吉市南部地域のグループと、加久藤カルデラ内のグループはそれぞれ分離してある。両図において明らかなように、両グループともに規則性の存在が認められるが、とくに、加久藤カルデラ内グループの場合はそれが顕著である。また、発生期間による初動分布の変化は、両グループともとくに認め難い。大きな傾向として、人吉市南部地域は東西方向の圧縮、加久藤カルデラ内は北東—南西方向の圧縮軸の存在が考えられる。しかしながら、節線（面）の方向等について詳細に論議し得る程正確な資料ではないので、ここでは、両地域に働いたであろうと思われる起震力の大体の傾向を指摘するにとどめる。Fig. 14 には、1968 年のえびの地震群のうち、代表的な 5 個の地震の初動分布を示してある（気象庁, 1969）。この 5 個の地震の初動分布をみると、共通な点として、東西、南北方向の節線（面）が認められる。また、北東—南西方向の圧縮軸の存在が考えられる。この結果は、今回の加久藤カルデラ内の群発地震の初動分布より見出された規則性と定性的によく一致している。この一致について

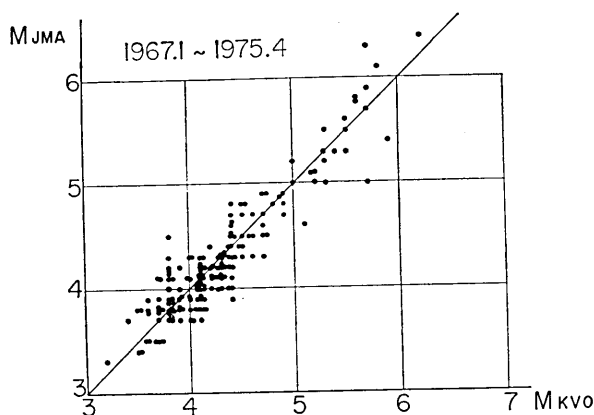


Fig. 17. Comparison of M_{KVO} (M_{F-P}) with M_{JMA} for the earthquakes that occurred in the range of 200 km from the Kirishima Volcano Observatory.

ているものは180個ある。それらの地震について、霧島火山観測所 (Stn. 1) の変位型地震計 (上下動成分) の観測記録より、振動継続時間 (単位 sec.) を読み取った。Fig. 16 中の (I) のグループは180個の地震による M_{JMA} と $\log (F-P)_{KVO}$ の関係を示してある。両者の関係を最小二乗法で求めた結果

$$M = 3.01 \log (F-P) - 2.78$$

が得られた。上式を用いて今回の群発地震のマグニチュード (M_{F-P}) を求めた。さきの180個の地震について M_{JMA} と $M_{F-P}(K_{KVO})$ の比較を Fig. 17 に示してある。

また、Fig. 16 中の (II) のグループは、1967年中に、霧島火山周辺に発生した微小な地震について、(Stn. 1) の変位型地震計水平動二成分の最大振幅より、坪井の式

$$M = \log A + 1.73 \log d - 0.83$$

ただし、 A : 最大地動振幅 (水平2成分を合成したもの; 単位は μ)

d : 震央距離 (単位は km)

によってマグニチュードを決定し、それらの地震の $\log (F-P)$ との関係プロットしたものである。(I) および (II) のグループの関係について詳細な議論は、ここでは省略する。今回の群発地震のマグニチュードについては、地震の大小にかかわらず $\log (F-P)$ を用いて決定した。加久藤カルデラ内、および人吉市南部地域に発生した主な地震について、 M_{F-P} および震央附近における震度 (気象庁震度階による) を、Table 6 および Table 7 に表示してある。また、Table 8 には、岡元分室 (Stn. B)、霧島火山観測所 (Stn. A) における加速度計によって観測された主な地震の加速度を表示してある。Fig. 18 は加久藤カルデラ内、人吉市南部地域の両地震群の地震について、 M_{F-P} を決定し、グーテンベルグ・リヒターの式

$$\log E = 1.5 M + 11.8$$

Table 6. List of the felt earthquakes which occurred inside of the Kakuto caldera.

Y	M	D	h	m	M (F-P)	Seismic intensity at the epicentral area
1975	April	4	07	16	3.3	I
"	"	18	22	46	3.0	I
"	Sept.	29	21	52	3.5	II
"	"	"	23	43	3.8	II
"	"	30	11	16	3.9	III
"	"	"	"	21	2.6	I
"	"	"	22	05	2.6	I
"	Oct.	1	07	49	3.7	II
"	"	"	"	54	3.5	II
"	"	"	08	38	2.9	I
"	"	"	13	29	2.7	I
"	"	2	10	02	3.0	I
"	"	"	18	52	2.6	I
"	"	"	19	37	2.3	I
"	"	3	20	05	2.7	I
"	"	"	21	45	2.6	I
"	"	"	23	24	3.4	I
"	"	4	06	17	3.1	I
"	"	"	"	"	2.7	I
"	"	"	11	41	3.0	I
"	"	"	19	56	3.3	I
"	"	5	00	02	3.2	I
"	"	6	06	37	2.8	I
"	"	15	15	23	3.4	II
"	"	17	11	33	4.2	III-IV
"	"	"	"	34	2.6	I
"	"	"	"	38	4.1	III
"	"	"	"	"	4.0	II
"	"	20	02	58	3.2	I
"	Nov.	28	09	27	2.6	I
"	Dec.	28	17	46	3.0	I
1976	Jan.	24	08	08	3.2	I
"	Feb.	8	23	07	3.9	III
"	"	24	01	58	3.1	I
"	"	"	03	08	3.1	I
"	"	"	04	20	3.6	II
"	"	25	00	16	3.4	I

Table 7. List of the felt earthquakes which occurred in the southern district of the Hitoyoshi City.

Y	M	D	h	m	$M(F-P)$	Seismic intensity at the epicentral area
1975	March	13	16	05	3.9	II
"	"	"	"	59	3.2	I
"	June	12	20	39	3.0	?
"	July	11	06	47	3.4	?
"	Oct.	20	08	10	3.2	?
"	Nov.	2	18	07	3.0	?
"	"	"	21	16	3.1	?
"	"	14	21	14	3.0	?
"	"	25	05	19	3.5	I
"	"	27	09	21	3.1	I
1976	March	15	06	30	2.5	?
"	"	17	22	03	3.4	I (s-p 6 sec.)
"	"	31	15	26	3.5	I
"	April	10	13	25	2.8	I
"	"	14	02	55	2.8	I
"	"	21	19	57	2.6	I
"	"	24	08	35	2.9	I
"	May	30	04	26	3.5	I
"	June	2	04	19	2.6	I
"	"	"	04	51	3.3	I
"	"	3	00	31	2.5	I
"	"	"	05	02	2.6	I

ただし、 E : 地震波として出されたエネルギー (単位は erg)

を用いてエネルギーを求め、1975 年 1 月より 1976 年 3 月末までの間、各月上、中、下旬毎に計算して累積の形で示したものである。両グループは、エネルギー放出のパターンにおいても、発生数の推移同様に対照的な傾向を示している。1975 年 1 月より 1976 年 3 月末までに、両地域より地震として放出されたエネルギーは、加久藤カルデラ内が 5.5×10^{18} エルグ、人吉市南部地域は 1.1×10^{18} エルグ程度である。活動期間の長さに比較して、放出エネルギーが小さいことが注目される。

8. 両群発地震の m 値について

石本・飯田の関係式

$$n = ka^{-m}$$

ただし、 n : 最大振幅が a である地震の頻度

k : 定数 m : 定数

Table 8. The maximum acceleration amplitude of the earthquakes recorded at the Okamoto branch obs. and the Kirishima Volcano Observatory (Jan. 1, 1975—March 31, 1976).

Y	M	D	h	m	Okamoto B.O.			Kirishima V.O.			Remarks
					V gal	E-W gal	N-S gal	V gal	E-W gal	N-S gal	
1975	Mar.	13	16	05	—	13.7	—	1.2	2.4	1.5	S. of Hitoyoshi
"	"	"	"	59	1.2	2.5	—	0.5	0.7	0.6	"
"	Apr.	4	7	16	—	0.6	0.8	—	—	—	Kakuto caldera
"	"	18	22	46	?	?	?	0.2	0.3	0.4	"
"	Sep.	29	21	52	1.1	5.2	5.0	1.1	0.8	1.4	"
"	"	"	23	43	0.7	3.9	3.4	0.7	0.5	1.0	"
"	"	30	11	16	3.3	8.3	9.0	1.7	1.1	2.5	"
"	"	"	"	21	0.8	2.3	2.1	0.7	0.6	1.3	"
"	"	"	22	05	0.2	1.1	1.1	0.3	0.3	0.4	"
"	Oct.	1	07	49	2.2	9.7	8.0	1.4	1.3	2.1	"
"	"	"	"	54	2.1	4.4	5.9	1.0	0.9	2.0	"
"	"	"	08	38	0.4	1.4	1.4	0.4	0.2	0.4	"
"	"	"	13	29	0.2	1.2	1.2	0.3	0.2	0.6	"
"	"	2	10	02	0.5	2.3	2.3	0.5	0.3	0.6	"
"	"	"	18	52	0.3	1.4	0.8	0.2	0.1	0.5	"
"	"	"	19	37	0.1	0.6	0.3	0.1	—	0.2	"
"	"	3	20	05	0.2	1.0	0.7	0.1	—	0.1	"
"	"	"	21	45	0.2	0.9	1.0	0.2	0.3	0.7	"
"	"	"	23	24	0.8	2.8	2.6	0.6	0.3	0.5	"
"	"	4	06	17	1.1	3.2	2.6	0.7	0.4	1.4	"
"	"	"	"	"	0.3	1.1	1.1	0.3	—	0.3	"
"	"	"	11	41	0.6	1.7	1.3	0.5	0.3	1.0	"
"	"	"	19	56	1.1	2.9	3.4	0.5	0.2	0.4	"
"	"	5	00	02	0.9	2.3	1.6	0.5	0.2	1.1	"
"	"	6	06	37	0.1	1.2	0.8	0.1	—	0.1	"
"	"	15	15	23	1.3	3.3	3.8	0.9	0.4	0.9	"
"	"	17	11	33	18.5	70	69.0	5.8	6.7	12.9	"
"	"	"	"	34	0.4	1.3	1.0	0.4	0.2	0.7	"
"	"	"	"	38	7.4	33.0	21.8	5.7	4.4	5.4	"
"	"	"	"	"	4.0	16.0	16.4	4.2	2.3	5.4	"
"	"	20	02	58	0.1	1.4	1.6	0.2	0.2	0.5	"
"	"	"	08	10	?	?	?	0.1	0.2	0.2	S. of Hitoyoshi
"	Nov.	2	18	07	0.1	0.6	1.0	0.2	0.2	0.2	"
"	"	"	21	16	0.1	1.2	1.8	0.3	0.4	0.3	"
"	"	14	"	14	0.1	0.6	1.2	—	—	—	"
"	"	25	05	19	1.2	3.8	6.0	1.0	1.1	1.4	"

(to be continued)

Table 8. (continued)

Y	M	D	h	m	Okamoto B.O.			Kirishima V.O.			Remarks
					V gal	E-W gal	N-S gal	V gal	E-W gal	N-S gal	
1975	Nov.	27	09	21	?	?	?	0.5	0.5	0.6	S. of Hitoyoshi
"	"	28	"	27	?	?	?	0.3	0.2	0.4	Kakuto caldera
"	Dec.	28	17	46	?	?	?	0.5	0.2	0.6	"
1976	Jan.	24	08	08	1.4	4.7	3.8	0.7	0.4	1.2	"
"	Feb.	8	23	07	3.7	12.2	8.5	1.7	1.1	2.5	"
"	"	24	01	58	1.1	2.0	2.2	0.8	0.6	0.9	"
"	"	"	03	08	0.6	1.9	1.8	0.4	0.3	0.7	"
"	"	"	04	20	1.4	5.3	4.4	0.6	1.0	0.8	"
"	"	25	00	16	1.5	4.0	3.5	0.4	0.5	0.5	"

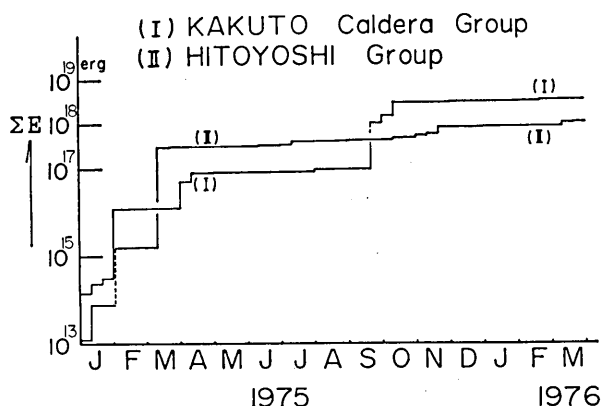


Fig. 18. Cumulative sum of the energy released by Kakuto caldera (I), and southern Hitoyoshi earthquakes (II) during the period from Jan. 1975 to the end of March 1976.

における m 値を，加久藤カルデラ内と人吉市南部地域の両地震群について求めた。両グループとも地震の発生数がさほど多くない。したがって， m 値を定める地震数を多くするために，霧島火山観測所 (Stn. 1) における速度型地震計の記録 (Fig. 24, 25 参照) を使用した。Fig. 19 に n (地震数) と a (振幅) の関係を示してある。図中の A は記録紙上の振幅である。(I) の加久藤カルデラ内グループは， $m=1.49\pm0.11$ ，(II) の人吉市南部グループは $m=1.41\pm0.12$ であって，両者の間に大きな差異は見出せない。1968 年のえびの地震群の活動に際して，Minakami et al. (1969) が加速度計の観測より求めた m 値は 2.35～2.56 にわたっている。

観測計器の相違，発生数の多少もあって直接比較するには難点があるとしても，今回観測された値，とくに加久藤カルデラ内の地震群の m 値が，小さい値を示したことは注目される。

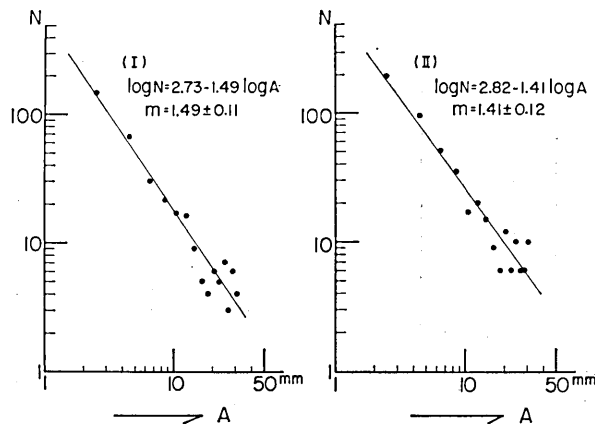


Fig. 19. Relation between the frequency and the maximum trace amplitudes of the velocity seismogram at the Kirishima Volcano Observatory in the period from Jan. 1, to March 31, 1976.

(I): Kakuto caldera earthquakes
(II): Southern Hitoyoshi earthquakes.

9. 加久藤カルデラ内における群発地震の震央域について

1913年に発生した真幸地震群以降、今回の群発地震を含めて、加久藤カルデラ内には顕著な群発地震活動が5回発生している。それらの群発地震の震源域が、どのように分布しているか調べた。Fig. 20 には、真幸地震群 (1913 年)、栗野・吉松地震群 (1915 年)、飯盛山地震群 (1961 年)、えびの地震群 (1968 年)、および今回の地震群 (1975 年～1976 年) の震央区域を示してある。真幸、栗野・吉松両地震群の震央域については、震災予防調査会報告 (1919)、および今村明恒 (1920) の推測による震源地域を参考として推定したもので、かなり不正確なものである。また、飯盛山、えびの両地震群については、Minakami et al. (1968, 1969) による調査結果に基づいている。Fig. 20 に明らかなように、過去の群発地震活動は、いずれも加久藤カルデラ内北西域の、真幸、京町、吉松町周辺区域に発生している。地質学的な調査・研究 (荒牧, 1968) によると、それらの地域は、加久藤カルデラ生成時に、かなり破砕された領域であると考えられる。また、同地域は霧島火山群

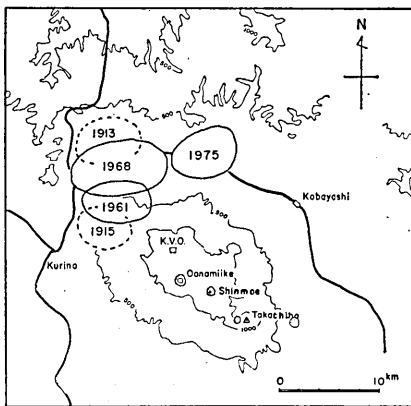


Fig. 20. Distribution of the epicentral area of the five earthquake swarms which occurred inside of the Kakuto caldera.

1913: Masaki earthquakes
1915: Kurino-Yoshimatsu earthquakes
1961: Iimori-yama earthquakes
1968: Ebino earthquakes
1975: 1975-1976 earthquakes.

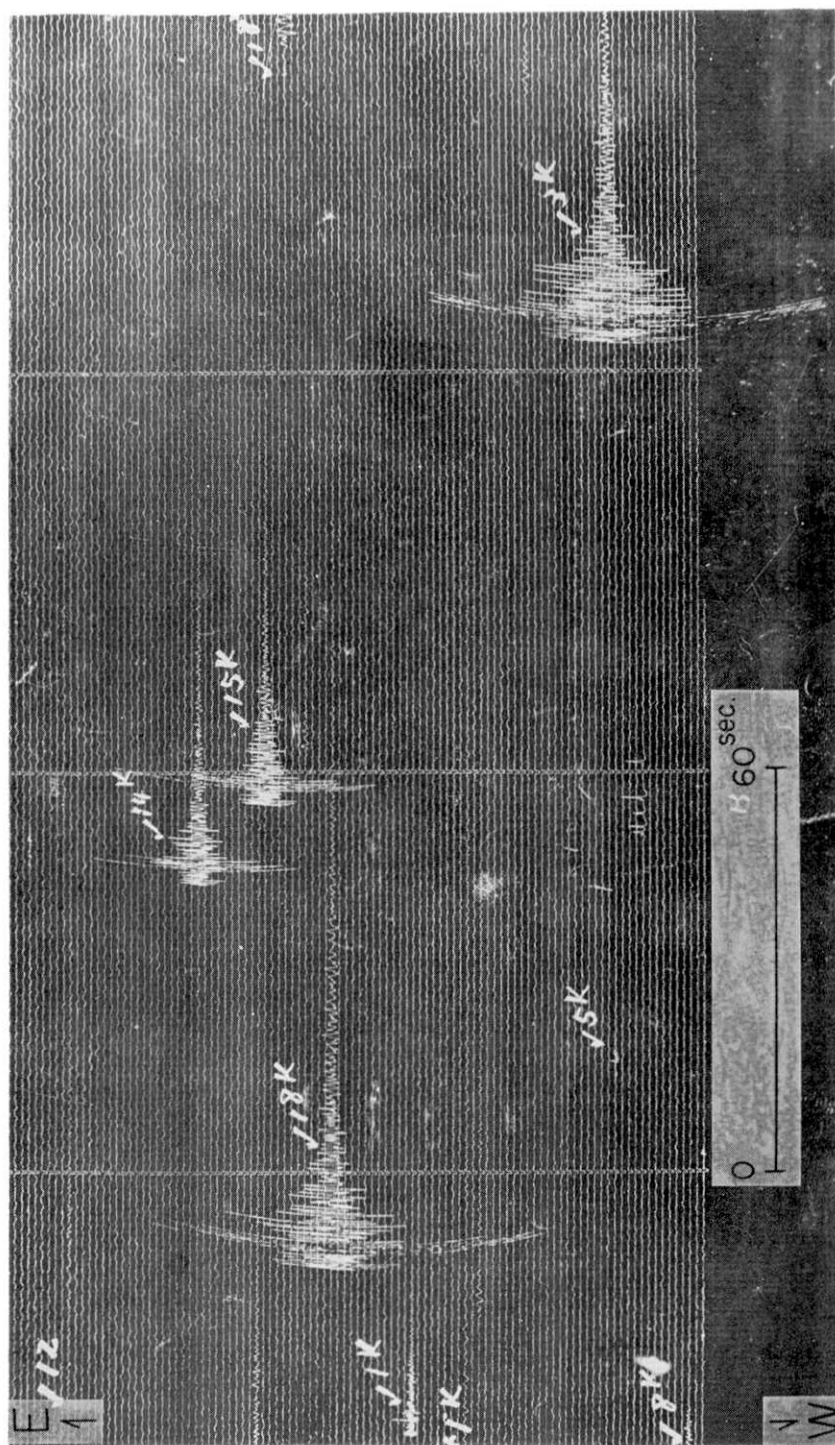


Fig. 21. The seismogram of the Kakuto caldera earthquakes on Oct. 3-4, 1975, observed at the Kirishima Volcano Observatory.

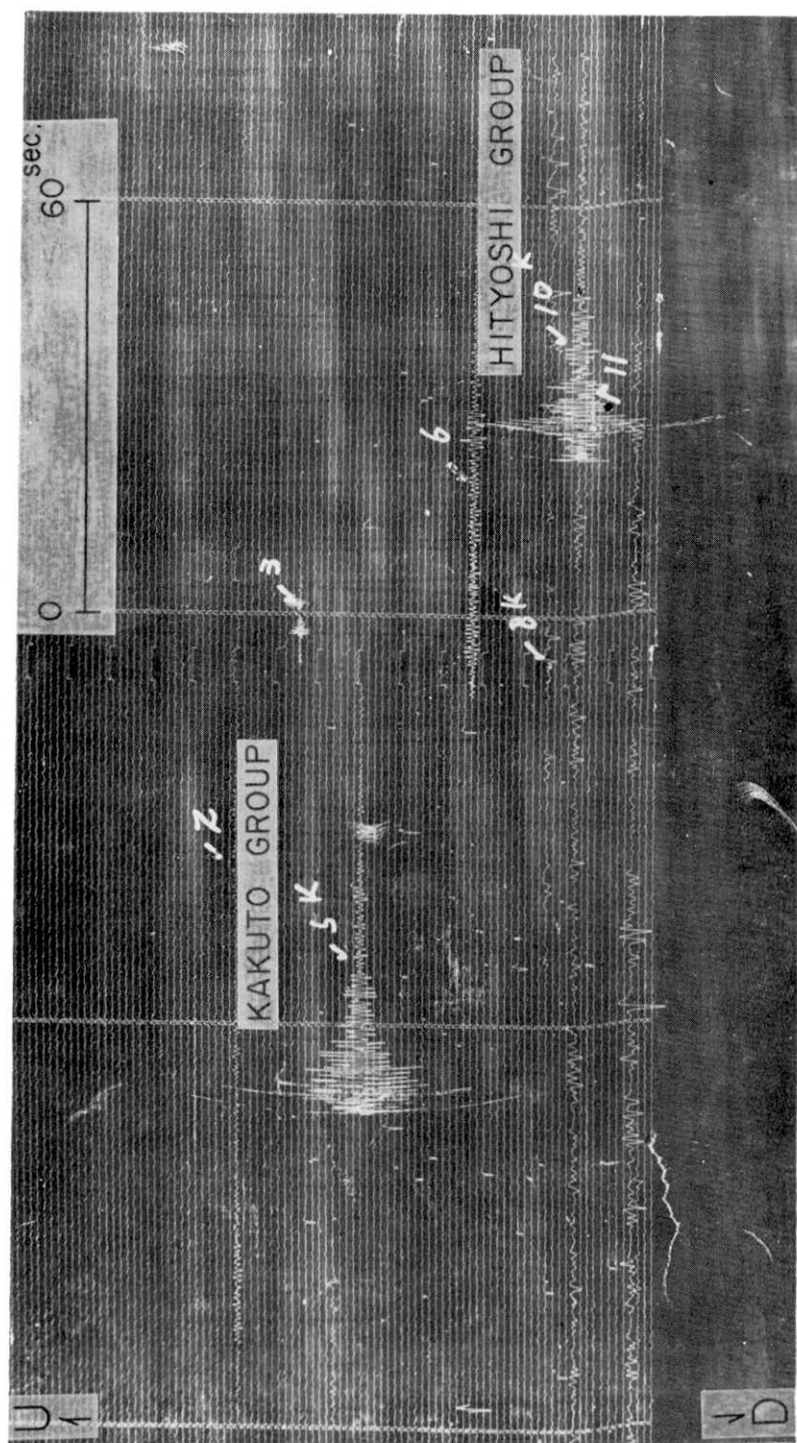


Fig. 22. The seismogram of the Kakuto caldera and the southern Hitoyoshi earthquakes on Oct. 20, 1975, observed at the Kirishima Volcano Observatory.

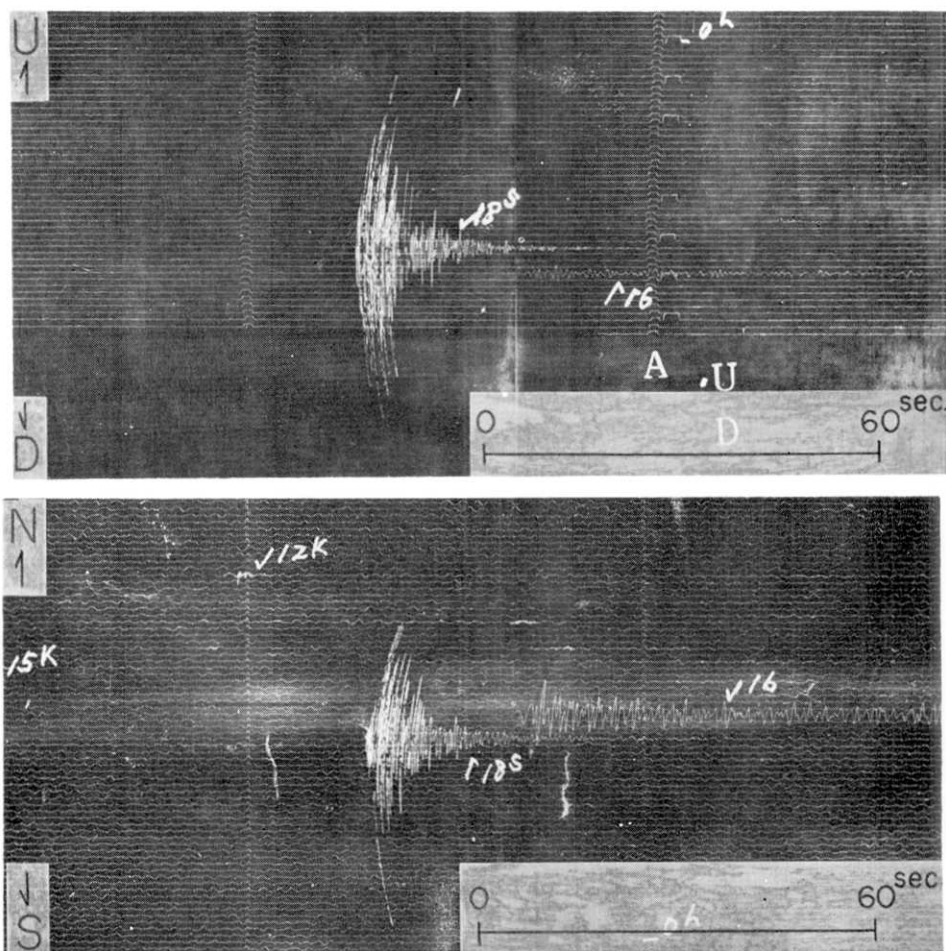


Fig. 23. The seismograms of the Shinmoe-dake earthquake at the 18h 49m on Oct. 18, 1975, observed at the two stations.

Above: Takachiho W. (Stn. No. 8) Below: Kirishima Volcano Observatory.

列の延長上に位置している。さらに興味深いのは、加久藤カルデラ内の温泉の大部分がその区域内に分布していることである。今回活動した地震群の震央域は、過去のものより明らかに東方へ移動している。この地域は、加久藤カルデラ北東部の比較的安定した地質構造地域に近接した場所である。したがって、今回この地域における地震活動の発生が、今後加久藤カルデラ内に発生するであろう地震の震源の分布に変化をもたらすか否か注目してゆきたい。

10. む す び

1975 年より 1976 年にかけて、霧島火山北方地域に発生した二群の地震活動について調査を実施した。その間、両群発地震活動と火山群中の異常な地震活動との関連性が認めら

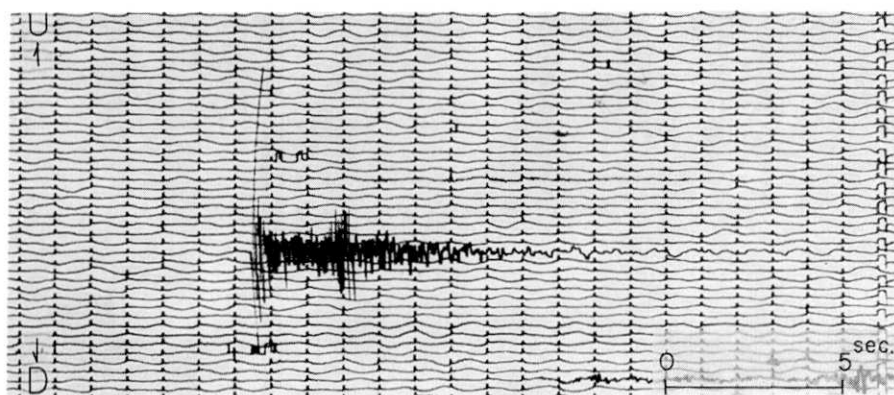


Fig. 24. The seismogram of the Kakuto caldera earthquake at 18h 49m on March 7, 1976, observed by the velocity seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (Stn. No. 1).

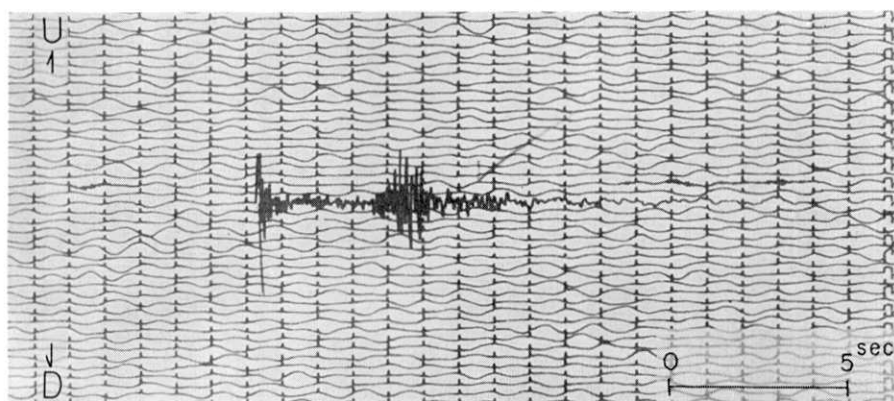


Fig. 25. The seismogram of the southern Hitoyoshi earthquake at 20h 19m on March 30, 1976, observed by the velocity seismograph at the Kirishima Volcano Observatory (Stn. No. 1).

れた。この現象は霧島火山地域特有のものである。過去における霧島火山地域の地震活動、とくに、加久藤カルデラ内における活動は、霧島火山地域を含む広域応力の変化の影響とみられることが少なかった。たとえば、既に水上 (1961, 1968, 1969) が指摘しているように、加久藤カルデラ内における群発地震活動と、日向灘に発生する大地震との関連性はその一例と考えられる。今回の地震活動の調査結果によると、人吉市南部地域、加久藤カルデラ内の地震群の初動分布の規則性より、東～北東方向と西～南西方向よりの圧縮力の存在が認められた。同地域におけるこのような起震応力が、何に起因するのかは不明である。しかしながら、今回の調査結果は、今後同地域における地震活動、あるいは火山活動の予測という面よりみると、同地域を含む広範囲な応力場の状態の解明の必要性を示唆していると考えられる。

Table 9. List of the hypocenters of the earthquakes which observed by the seismometrical net works of the Kirishima Volcano Observatory. (Jan. 1, 1975—March 31, 1976)

Origin of coordinate: (130°00'E 32°00'N Om a.s.l.) Direction of + of X, Y, and Z axes are east, west, and down, respectively.

K: Kakuto caldera earthquake H: Southern Hitoyoshi earthquake.

DATE			TIME			LOC.	LCN3.	LAT.	X	Y	Z	M(F-P)			
Y	M	D	h	m	s (+-s)										
							E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)				
1975	1	4	17	56	18.2	K	130 52.2	31 58.2	-12.1	1.8	-3.2	15.9	0.5	1.3	
1975	1	8	13	55	44.3	K	130 46.9	31 58.2	-20.6	0.6	-3.3	0.6	5.2	1.6	0.5
1975	1	8	13	56	39.5	K	130 48.3	31 58.4	-18.3	1.2	-2.8	0.7	4.1	0.7	2.5
1975	1	10	22	57	10.3	K	130 41.1	31 57.9	-29.6	3.3	-3.8	2.1	11.9	4.6	1.5
1975	1	17	14	57	37.6		130 51.9	31 56.1	-12.6	1.0	-7.2	1.1	-0.2	***	0.2
1975	1	20	00	00	53.0	K	130 55.3	32 01.4	-7.3	0.7	2.6	0.5	12.3	0.8	1.7
1975	1	25	11	42	42.3		130 52.5	31 54.5	-11.8	0.9	-10.1	0.9	-0.2	***	0.8
1975	1	25	16	27	48.1		130 58.1	31 54.2	-2.8	1.1	-10.7	0.7	8.4	1.6	1.1
1975	1	26	04	46	53.0	K	130 47.8	32 01.8	-19.1	2.1	3.3	1.6	2.4	1.6	0.2
1975	1	26	21	13	38.2		130 51.8	31 56.6	-12.9	0.2	-6.1	0.3	-0.9	***	0.2
1975	2	1	07	51	24.1		130 51.5	31 53.4	-13.4	0.6	-12.0	0.9	0.4	***	0.8
1975	2	2	04	29	26.2		130 55.0	31 53.9	-7.7	1.4	-11.2	1.0	0.1	1.6	0.5
1975	2	3	09	49	40.8		130 49.8	31 52.2	-16.0	1.6	-14.2	1.3	7.4	1.8	1.7
1975	2	5	17	10	55.1	K	130 55.0	32 02.6	-7.7	2.6	4.8	1.4	8.2	4.2	0.1
1975	2	6	20	38	15.2	H	130 49.3	32 09.5	-16.7	3.9	17.6	0.5	-0.2	***	1.0
1975	2	7	21	12	46.1 0.3	K	130 46.4	32 00.0	-21.3	0.7	0.0	0.7	-0.2	***	2.8
1975	2	9	07	21	33.1 0.2	K	130 48.6	32 09.2	-17.6	4.0	17.1	2.4	19.1	3.1	0.8
1975	2	9	12	57	06.7	K	130 54.4	32 01.6	-8.7	1.5	3.1	0.9	12.6	1.2	1.4
1975	3	13	13	30	44.5		130 48.7	31 51.3	-17.7	1.0	-16.0	0.4	-0.2	***	1.4
1975	3	13	16	59	49.4	H	130 54.4	32 09.4	-8.6	1.5	17.3	0.5	-0.2	***	3.2
1975	3	16	20	48	28.6 0.2	K	130 54.7	32 00.6	-8.3	2.9	1.2	2.0	11.7	2.9	0.3
1975	3	23	06	37	38.0	H	130 51.3	32 10.0	-13.6	3.5	18.5	0.6	-0.4	***	0.2
1975	3	24	18	17	00.7	H	130 48.4	32 10.7	-18.2	2.3	19.8	1.4	16.7	2.1	1.4
1975	3	25	17	02	09.6		130 47.3	31 49.9	-20.0	1.4	-18.6	0.8	-0.7	***	1.1
1975	3	27	17	29	49.9		130 47.3	31 53.3	-20.0	1.2	-12.2	0.9	4.2	0.6	0.8
1975	3	29	10	02	12.6		130 53.7	31 53.5	-9.8	0.4	-11.8	0.5	2.7	0.7	0.9
1975	3	29	11	21	59.5		130 51.5	31 56.7	-13.3	0.7	-6.0	0.9	1.4	0.6	-0.2
1975	4	2	03	37	16.6	K	130 48.0	31 58.9	-18.9	0.7	-1.9	0.6	5.0	0.3	1.7
1975	4	2	09	28	56.9		130 40.2	31 58.2	-31.1	2.5	-3.2	1.8	11.3	4.3	2.5
1975	4	3	08	37	26.0 0.2	H	130 49.6	32 10.0	-16.2	4.8	18.5	2.8	13.7	5.6	1.7
1975	4	4	07	16	10.1 0.1	K	130 39.5	31 58.0	-32.2	3.2	-3.6	2.2	12.5	5.1	3.3
1975	4	7	17	49	09.0	H	130 46.9	32 04.8	-20.5	4.5	9.0	2.6	26.2	0.8	0.9
1975	4	10	14	19	29.8		130 45.9	31 56.1	-22.2	5.3	-7.0	4.0	19.9	2.1	0.9
1975	4	12	15	04	28.1		130 50.9	31 55.6	-14.2	1.0	-8.1	1.0	2.5	0.5	0.5
1975	4	12	20	01	53.6	H	130 51.5	32 08.9	-13.3	1.1	16.5	0.3	2.5	***	0.8
1975	4	17	20	09	10.5		130 54.1	31 51.3	-9.3	1.8	-15.9	1.0	1.1	***	0.0
1975	4	18	22	46	24.9		130 48.7	31 52.0	-17.7	0.4	-14.7	0.2	4.2	0.3	2.7
1975	4	20	20	31.8		K	130 48.7	31 58.9	-22.2	1.5	-1.9	1.3	5.7	2.7	1.1
1975	4	21	16	51	36.1		130 53.2	31 55.3	-10.6	0.3	-8.6	0.3	1.6	0.4	0.5
1975	4	21	18	08	10.4		130 52.9	31 54.9	-11.1	0.4	-9.3	0.4	-0.8	***	0.2
1975	4	22	18	47	28.9		131 03.4	32 04.4	5.3	4.5	8.1	3.5	12.5	13.3	0.2
1975	4	28	18	36	09.2		130 51.9	31 56.2	-12.7	1.2	-6.9	1.0	2.1	0.8	1.1
1975	5	1	12	00	56.6		130 48.5	31 47.8	-18.0	0.4	-22.4	0.1	3.9	***	0.8
1975	5	1	14	03	05.6	H	130 49.6	32 14.7	-15.9	6.8	27.1	4.4	1.6	7.5	0.8
1975	5	5	00	50	49.9		130 55.3	31 48.5	-7.2	2.0	-21.1	1.2	3.6	0.3	1.1
1975	5	5	18	51	19.8		130 53.8	31 54.6	-9.7	1.2	-10.0	0.9	3.6	1.2	2.9
1975	5	9	19	33	49.1		130 52.2	31 48.6	-12.1	1.6	-21.0	0.9	10.1	1.3	1.7
1975	5	13	16	35	01.6	K	130 48.7	31 50.8	-17.8	1.0	-16.9	0.4	7.3	1.4	2.0
1975	5	15	05	12	45.3	H	130 47.5	32 00.5	-19.6	2.2	1.0	1.2	5.5	2.5	2.3
1975	5	15	19	25	57.8	H	130 48.9	32 12.1	-17.3	1.4	22.3	0.2	0.4	***	1.9
1975	5	19	16	55	31.8		130 47.5	31 53.5	-19.2	3.5	-11.9	3.6	8.9	3.8	1.1
1975	5	23	10	33	52.8		130 51.5	31 55.3	-13.4	0.6	-8.6	0.7	4.0	0.3	0.8
1975	5	24	17	06	18.4		130 50.6	31 52.9	-14.7	1.4	-13.0	1.2	3.6	1.4	1.7
1975	5	27	01	51	14.1	H	130 51.7	32 10.0	-13.0	1.9	18.5	2.3	11.0	7.7	1.7
1975	5	28	17	18	53.8		130 52.3	31 54.3	-12.0	1.1	-10.4	0.8	4.8	10.1	1.4
1975	5	28	18	14	06.6		130 52.2	31 55.7	-12.2	5.2	-7.8	4.8	12.5	1.2	1.3
1975	5	28	22	07	21.2	H	130 54.1	31 54.9	-9.2	1.2	-9.3	0.8	0.3	3.2	1.1
1975	5	29	06	08	42.3	H	130 49.0	32 10.4	-15.9	3.2	20.5	1.9	16.4	3.6	0.8
1975	5	31	04	49	29.3	H	130 48.4	32 11.1	-18.2	5.5	20.5	3.4	18.2	1.8	1.1
1975	5	31	08	59	17.1		130 55.4	31 52.4	-7.1	5.4	-14.0	4.7	14.7	2.0	1.9
1975	5	31	11	22	19.5		130 49.3	31 57.5	-16.8	1.1	-4.6	1.0	2.5	***	1.2
1975	6	1	09	58	46.6		130 53.1	31 54.5	-10.8	0.8	-10.0	0.5	0.4	1.1	2.5
1975	6	2	15	06	22.5		130 50.2	31 53.8	-15.3	0.6	-11.4	0.5	2.4	0.7	1.7
1975	6	10	07	24	16.2		130 51.5	31 57.1	-13.3	0.5	-5.3	0.7	1.0	0.5	0.6
1975	6	12	20	39	21.8	H	130 48.3	32 11.3	-18.2	7.0	20.9	3.8	13.4	9.6	2.0
1975	6	13	17	07	10.6		130 50.2	31 50.6	-15.3	1.2	-17.3	0.2	4.3	***	2.0
1975	6	15	16	18	16.4	H	130 52.7	32 08.7	-11.4	1.0	16.1	0.3	2.4	***	1.7
1975	6	30	17	38	27.6	H	130 41.8	32 08.9	-28.5	6.7	16.5	4.2	16.0	4.4	1.4
1975	7	5	05	51	08.8	H	130 48.9	32 10.5	-17.3	4.4	19.5	2.5	14.0	4.9	2.7
1975	7	13	15	21	55.1		130 51.5	31 55.0	-13.3	0.5	-9.1	0.6	4.3	0.3	1.1
1975	7	15	11	59	36.0		130 52.8	31 52.3	-11.2	1.9	-14.2	1.2	9.0	1.3	1.4
1975	7	21	18	56	29.1	K	130 46.7	31 58.1	-20.8	3.3	-3.4	2.0	1.9	1.5	1.1
1975	7	21	21	12	41.5		130 49.4	31 57.0	-16.5	0.4	-5.4	0.3	4.1	0.2	1.4
1975	7	25	02	23	03.9		130 52.3	31 56.2	-12.1	0.3	-7.0	0.3	1.3	0.3	0.0

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	LONG.	LAT.	X		Y		Z		M(F-P)
Y	M	D	h	m	s (+-s)		E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)		
1975	8	2	15	56	08.6		130 53.2	31 54.0	-10.6	0.3	-11.0	0.3	1.1	***	0.5
1975	8	2	21	02	08.7	K	130 53.2	32 01.9	-21.5	0.5	3.6	0.4	8.0	0.3	0.6
1975	8	3	04	45	34.3		130 51.2	31 55.5	-13.7	0.6	-5.2	0.5	1.6	0.4	0.1
1975	8	3	19	46	26.1		130 50.5	31 55.9	-14.9	0.2	-5.6	0.2	3.2	0.1	0.0
1975	8	4	02	18	36.6	H	130 47.8	32 09.9	-19.1	9.3	18.3	5.1	7.0	42.0	0.2
1975	8	4	07	26	10.8		130 44.3	31 50.6	-24.6	1.3	-17.2	1.0	-0.2	***	2.4
1975	8	4	13	27	13.4		130 49.4	31 50.9	-16.6	1.7	-16.6	0.8	1.2	1.9	1.4
1975	8	5	23	15	24.1		130 51.6	31 56.8	-13.1	0.4	-5.8	0.3	2.7	0.2	0.2
1975	8	6	03	51	50.6	H	130 50.1	32 10.3	-15.5	2.7	19.1	1.4	7.0	12.4	0.5
1975	8	9	04	38	02.3	H	130 47.4	32 11.0	-19.7	2.4	20.3	1.3	12.0	3.8	0.5
1975	8	16	00	32	22.4	H	130 46.3	32 12.7	-21.4	7.8	23.4	4.2	9.8	20.3	1.1
1975	8	16	06	32	36.9	H	130 43.5	32 11.2	-25.8	3.5	20.7	2.1	4.3	72.2	1.3
1975	8	17	05	30	58.4	K	130 48.2	31 59.0	-18.5	0.4	-1.7	0.2	2.7	0.5	1.4
1975	8	17	05	35	36.6	K	130 45.8	32 00.9	-22.3	0.9	1.7	0.9	5.1	1.2	1.1
1975	8	18	08	10	13.0		130 48.5	31 50.8	-18.0	1.7	-16.8	0.5	3.8	0.6	0.8
1975	8	21	08	53	36.3	H	130 47.5	32 08.8	-19.6	2.5	16.3	1.5	15.6	1.8	2.0
1975	8	21	09	02	25.0	H	130 47.5	32 11.6	-19.5	6.4	21.4	3.7	12.4	8.4	2.8
1975	8	21	20	48	29.5	H	130 46.7	32 08.7	-20.8	5.0	16.0	3.1	19.9	2.7	2.0
1975	8	24	06	56	06.2	H	130 51.3	32 12.1	-13.5	2.8	22.3	1.0	12.0	3.4	1.0
1975	8	24	17	51	39.5	H	130 45.0	32 07.1	-23.5	2.9	13.1	1.8	23.2	1.0	1.1
1975	8	25	06	09	27.6	H	130 48.4	32 07.7	-18.2	2.6	14.2	1.7	19.9	1.5	0.9
1975	8	28	11	26	01.0	H	130 57.0	32 10.1	-4.6	3.8	18.6	1.6	-0.4	***	1.7
1975	8	30	15	30	03.9	H	130 46.7	32 09.5	-20.8	1.6	17.7	0.9	15.3	1.7	1.9
1975	9	5	14	44	40.3		130 47.0	31 55.4	-20.4	0.2	-8.4	0.5	5.0	0.1	0.8
1975	9	6	07	15	30.0	H	130 48.1	32 08.9	-18.5	1.5	16.5	0.3	1.1	***	0.9
1975	9	9	10	40	41.3	H	130 49.9	32 09.7	-15.7	2.1	17.9	0.3	-0.2	***	1.9
1975	9	10	02	05	25.0	H	130 49.8	32 11.8	-16.0	5.5	21.9	3.1	8.4	18.7	1.4
1975	9	9	17	06	55.6		130 49.2	31 51.8	-17.0	0.2	-15.0	0.1	2.5	***	1.4
1975	9	10	06	13	40.3	H	130 50.3	32 09.6	-15.1	0.7	17.8	0.1	1.8	***	0.9
1975	9	10	06	15	03.7	K	130 47.0	31 59.9	-20.3	0.4	0.0	0.2	3.1	0.2	0.8
1975	9	10	06	28	12.2	H	130 48.5	32 09.2	-18.0	2.1	17.0	0.3	3.2	***	2.6
1975	9	11	21	01	48.1		130 51.7	31 57.1	-13.0	0.7	-5.2	1.0	0.4	1.0	0.8
1975	9	12	02	41	43.9	H	130 36.6	32 06.8	-36.6	12.5	12.6	8.7	11.1	19.8	1.9
1975	9	12	06	39	27.3		130 40.9	31 58.0	-30.0	0.5	-3.5	1.3	3.9	***	2.4
1975	9	13	09	55	48.7		130 49.2	31 57.8	-16.9	0.7	-3.9	0.4	3.5	0.3	1.7
1975	9	22	15	01	01.5	H	130 51.1	32 10.9	-13.8	3.5	20.1	2.0	11.2	6.7	1.1
1975	9	24	12	32	28.0		130 51.1	31 56.0	-14.0	0.7	-7.1	0.5	-0.1	0.9	1.3
1975	9	28	05	48	40.9		130 48.2	31 55.8	-18.5	1.0	-7.6	1.6	3.1	1.0	1.1
1975	9	28	06	14	03.1		130 47.1	31 56.7	-20.2	0.4	-5.9	1.1	5.1	0.6	0.2
1975	9	28	07	05	06.7		130 47.7	31 56.9	-19.3	0.5	-5.6	0.7	4.3	0.4	0.2
1975	9	29	19	48	04.5	K	130 52.4	32 03.1	-11.8	1.8	5.7	1.1	7.5	3.1	2.5
1975	9	29	19	57	25.8	K	130 51.6	32 01.6	-13.2	1.8	3.0	1.0	7.0	2.2	2.6
1975	9	29	21	52	09.0	K	130 53.0	32 02.6	-10.8	0.4	4.9	0.2	6.3	1.1	3.5
1975	9	29	23	42	59.4	K	130 54.1	32 04.2	-9.2	2.2	7.9	1.3	8.0	5.3	3.8
1975	9	29	23	46	59.1	K	130 52.8	32 03.0	-11.2	1.1	5.6	0.7	8.1	1.8	2.2
1975	9	30	01	35	01.5	K	130 52.1	32 01.7	-12.4	0.4	3.1	0.3	8.5	0.4	0.8
1975	9	30	02	13	13.5	K	130 52.5	32 01.9	-11.7	0.8	3.4	0.5	4.8	0.4	1.9
1975	9	30	03	05	03.1		130 51.0	31 55.7	-14.1	0.3	-7.8	0.2	3.8	0.1	1.1
1975	9	30	03	05	40.1		130 50.9	31 55.7	-14.2	0.3	-7.8	0.3	3.7	0.1	1.1
1975	9	30	06	57	04.9	K	130 51.8	32 01.6	-12.9	0.5	3.0	0.2	8.8	0.3	1.1
1975	9	30	11	16	50.0	K	130 53.0	32 02.4	-10.9	1.5	4.5	0.9	7.4	2.6	3.6
1975	9	30	11	21	48.1	K	130 51.8	32 01.9	-12.7	2.0	3.6	1.2	8.3	2.1	2.9
1975	9	30	11	22	45.8	K	130 51.2	32 01.0	-13.8	1.5	1.9	0.9	7.5	1.3	1.1
1975	9	30	11	25	05.6	K	130 52.7	32 02.5	-11.4	1.1	4.7	0.6	5.6	3.7	-0.1
1975	9	30	11	30	30.4	K	130 52.2	32 02.1	-12.2	0.9	3.9	0.7	4.9	0.6	1.7
1975	9	30	11	34	47.7	K	130 52.4	32 01.7	-11.8	0.4	3.2	0.2	6.1	0.8	-0.1
1975	9	30	11	42	57.5	K	130 50.9	32 00.5	-14.3	3.2	1.0	2.1	14.8	2.7	0.8
1975	9	30	12	12	05.9	K	130 52.5	32 01.9	-11.7	0.8	3.5	0.5	7.4	1.2	-0.4
1975	9	30	12	24	28.3	K	130 52.2	32 01.8	-12.2	0.7	3.3	0.4	6.6	1.2	0.5
1975	9	30	13	00	31.1	K	130 51.6	32 01.6	-13.1	0.9	3.0	0.5	7.6	1.0	2.0
1975	9	30	13	14	45.9	K	130 52.3	32 02.1	-12.0	0.7	3.9	0.5	5.0	0.4	2.0
1975	9	30	13	14	48.9	K	130 52.7	32 02.3	-11.4	0.1	4.3	0.1	3.9	***	1.9
1975	9	30	13	19	17.8	K	130 51.8	32 01.8	-12.8	2.8	3.3	1.0	6.4	2.7	0.3
1975	9	30	14	39	35.5	K	130 51.4	32 01.6	-13.5	1.5	2.9	0.8	7.4	1.6	1.9
1975	9	30	22	05	51.6	K	130 52.8	32 02.0	-11.2	0.5	3.8	0.3	6.3	1.1	2.6
1975	10	1	07	49	12.2	H	130 53.2	32 02.2	-10.6	0.5	4.1	0.3	5.5	0.9	3.7
1975	10	1	07	54	46.8	H	130 52.9	32 02.1	-11.1	1.1	4.0	1.0	5.6	2.9	3.5
1975	10	1	08	25	53.1	H	130 52.1	32 01.9	-12.3	1.0	3.6	0.6	8.3	1.2	0.2
1975	10	1	08	38	42.3	H	130 54.1	32 03.0	-9.2	1.8	5.6	1.1	6.5	6.3	2.9
1975	10	1	08	41	48.1	H	130 52.3	32 01.6	-12.0	1.2	3.0	0.7	7.0	1.7	0.2
1975	10	1	08	47	06.1	H	130 53.6	32 02.5	-9.9	3.6	4.6	2.3	9.9	4.7	1.9
1975	10	1	09	46	13.3	H	130 52.7	32 01.9	-11.3	1.0	3.5	0.6	6.2	2.2	1.4
1975	10	1	09	56	51.2	H	130 52.8	32 02.1	-11.3	0.4	3.9	0.3	4.9	0.3	1.4
1975	10	1	09	57	04.2	H	130 54.1	32 02.6	-9.2	1.3	4.9	0.9	3.8	4.2	1.3
1975	10	1	10	04	51.4	K	130 53.7	32 01.8	-9.8	0.6	3.3	0.4	4.8	0.2	0.2

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	LONG.	LAT.	X	Y	Z	M(F-P)
Y	M	D	h	m	s (+-s)		E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)	
1975	10	1	10	14	38.0	K	130 51.1	32 02.0	-14.0	1.0	3.7	0.5
1975	10	1	11	53	32.0	K	130 52.3	32 01.6	-10.5	1.3	3.0	0.9
1975	10	1	11	53	51.3	K	130 52.7	32 01.6	-11.3	0.4	3.1	0.3
1975	10	1	12	48	03.7	K	130 53.1	32 01.6	-10.8	0.8	3.0	0.5
1975	10	1	13	29	22.0	K	130 52.7	32 02.2	-11.5	0.4	4.0	0.3
1975	10	1	13	40	35.8	K	130 52.3	32 01.6	-12.0	0.5	3.0	0.3
1975	10	1	14	46	08.9	K	130 53.3	32 02.0	-10.4	1.7	3.6	1.1
1975	10	1	14	47	32.6	K	130 52.2	32 01.6	-12.2	0.6	3.0	0.4
1975	10	1	17	03	29.4	K	130 53.1	32 02.3	-10.7	1.1	4.3	0.6
1975	10	2	09	09	10.8	K	130 53.1	32 01.8	-10.8	0.5	3.4	0.3
1975	10	2	10	02	06.6	K	130 52.6	32 01.5	-11.6	1.3	2.7	0.8
1975	10	2	10	05	10.6	K	130 52.7	32 01.4	-11.3	0.8	3.4	0.5
1975	10	2	11	13	18.8	K	130 51.9	32 01.4	-12.6	1.1	2.7	0.8
1975	10	2	18	52	12.5	K	130 52.4	32 01.5	-11.9	0.7	2.8	0.4
1975	10	2	19	37	45.6	K	130 52.5	32 01.9	-11.7	1.4	3.5	0.3
1975	10	2	20	16	44.9	K	130 52.2	32 01.9	-10.6	1.0	3.5	0.7
1975	10	3	01	39	07.6	K	130 53.6	32 02.3	-10.0	1.0	4.2	0.7
1975	10	3	15	01	49.9	K	130 49.8	31 50.9	-16.0	0.7	-16.6	0.2
1975	10	3	20	05	36.9	K	130 53.1	32 03.1	-10.8	0.5	5.8	0.3
1975	10	3	20	12	52.2	K	130 52.7	32 02.1	-11.3	0.6	3.9	0.4
1975	10	3	21	45	48.7	K	130 52.5	32 02.3	-11.7	1.1	4.3	0.6
1975	10	3	23	03	06.3	K	130 53.3	32 02.2	-10.4	0.8	4.0	0.5
1975	10	3	23	13	05.9	K	130 53.2	32 02.4	-10.7	1.4	4.5	0.9
1975	10	3	23	08	01.4	K	130 52.1	32 01.9	-12.3	1.2	3.5	0.8
1975	10	3	23	24	39.1	K	130 53.1	32 02.5	-10.7	0.3	4.7	0.2
1975	10	3	23	29	56.6	K	130 52.5	32 02.3	-11.7	2.0	4.2	1.3
1975	10	4	01	24	14.0	K	130 53.7	32 02.4	-9.9	0.5	4.4	0.3
1975	10	4	06	16	57.7	K	130 52.3	32 02.2	-12.1	1.3	4.0	0.8
1975	10	4	06	17	53.1	K	130 52.8	32 01.9	-11.1	0.2	3.5	0.1
1975	10	4	06	25	08.0	K	130 51.9	32 01.9	-12.7	1.3	3.5	0.8
1975	10	4	06	38	53.8	K	130 53.0	32 01.6	-11.0	1.8	2.9	1.1
1975	10	4	07	22	40.3	K	130 51.9	32 01.7	-12.7	0.6	3.1	0.3
1975	10	4	08	14	04.6	K	130 54.0	32 03.0	-9.3	2.4	5.6	1.5
1975	10	4	11	41	22.1	K	130 52.8	32 01.7	-11.2	1.3	3.2	0.8
1975	10	4	16	41	26.6	K	130 52.8	32 02.6	-11.3	0.5	4.8	0.3
1975	10	4	19	55	42.4	K	130 52.2	32 01.7	-12.1	0.2	3.1	0.2
1975	10	4	19	56	05.5	K	130 52.7	32 02.5	-11.5	0.5	4.6	0.3
1975	10	4	23	05	45.7	K	130 51.1	32 03.0	-13.9	0.5	5.6	0.2
1975	10	5	00	01	59.5	K	130 52.1	32 01.8	-12.3	0.2	3.4	0.1
1975	10	5	01	49	02.1	K	130 52.3	32 01.5	-12.1	0.5	2.8	0.3
1975	10	5	13	58	52.3	K	130 45.0	32 01.0	-23.5	0.5	1.9	0.5
1975	10	6	00	46	36.5	K	130 52.6	32 01.8	-11.6	1.0	3.4	0.7
1975	10	6	03	25	28.1	K	130 51.7	31 57.1	-13.0	0.4	-5.3	0.6
1975	10	6	06	37	20.8	K	130 52.4	32 02.3	-10.2	0.8	4.2	0.5
1975	10	6	15	33	11.5	K	130 52.5	32 02.5	-11.8	1.0	4.7	0.6
1975	10	9	07	47	58.3	H	130 48.7	32 09.4	-17.6	2.5	17.4	1.5
1975	10	9	17	04	41.3	H	130 48.8	31 50.9	-17.6	1.7	-16.6	0.9
1975	10	9	11	45	05.1	H	130 46.9	32 09.9	-20.6	3.8	18.4	2.3
1975	10	10	04	50	34.1	K	130 52.1	32 02.5	-12.3	0.1	4.6	0.1
1975	10	10	15	37	35.2	K	130 54.2	32 03.1	-9.0	2.2	5.7	1.4
1975	10	11	14	01	12.3	K	130 53.1	32 02.2	-10.8	0.8	4.1	0.5
1975	10	12	22	18	52.3	H	130 50.6	32 09.4	-14.6	1.2	17.4	0.2
1975	10	12	23	50	37.2	H	130 47.6	32 10.6	-19.4	5.2	19.6	3.2
1975	10	13	01	00	43.4	K	130 39.9	31 53.2	-31.6	2.0	-12.4	1.2
1975	10	13	12	33	48.8	K	130 52.4	32 02.1	-11.8	0.5	4.0	0.3
1975	10	14	03	23	39.8	H	130 51.4	32 10.9	-13.4	1.0	20.2	0.2
1975	10	15	00	58	23.5	H	130 49.1	32 09.3	-17.0	5.2	17.2	2.8
1975	10	15	15	23	25.1	K	130 51.5	32 01.1	-13.2	0.3	2.0	0.1
1975	10	15	20	40	02.0	K	130 52.4	32 00.1	-27.5	0.3	0.2	0.6
1975	10	15	21	12	43.7	K	130 51.0	32 01.5	-14.1	0.6	2.7	0.3
1975	10	15	22	02	48.0	K	130 52.6	31 54.3	-11.5	0.7	-10.4	0.6
1975	10	16	00	06	01.7	K	130 51.5	32 01.6	-13.2	0.8	3.0	0.5
1975	10	17	00	36	32.5	K	130 51.3	32 01.2	-13.6	3.9	2.2	2.3
1975	10	17	09	34	46.7	K	130 50.4	32 03.0	-15.0	1.2	5.5	0.5
1975	10	17	11	33	32.9	K	130 51.0	32 01.5	-14.1	0.9	2.8	0.5
1975	10	17	11	37	50.2	K	130 52.3	32 01.2	-12.1	1.4	2.3	0.4
1975	10	17	11	38	43.6	K	130 52.2	32 02.1	-12.2	1.0	3.8	0.6
1975	10	17	11	43	05.6	K	130 51.9	32 01.8	-12.6	2.1	3.4	1.4
1975	10	17	12	00	28.6	K	130 50.6	32 02.7	-14.6	4.0	5.0	2.4
1975	10	17	12	28	43.2	K	130 52.1	32 02.4	-12.4	1.3	4.5	0.8
1975	10	17	12	43	34.6	K	130 52.0	32 02.6	-12.5	1.7	4.9	1.0
1975	10	17	13	11	21.9	K	130 52.3	32 02.2	-12.1	1.5	4.2	1.0
1975	10	17	13	19	28.5	K	130 52.3	32 02.5	-12.0	0.8	4.6	0.4
1975	10	17	13	22	01.8	K	130 51.9	32 02.1	-12.7	0.8	3.9	0.5
1975	10	17	13	50	18.9	K	130 51.7	32 03.8	-8.2	0.8	7.0	0.7

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	LONG.	LAT.	X		Y		Z		M(F-P)
Y	M	D	h	m	s (+-s)				km (+-km)		km (+-km)		km (+-km)		
1975	10	17	14	40	37.2	K	130 52.8	32 02.6	-11.3	0.5	4.8	0.3	4.5	***	1.7
1975	10	17	14	41	10.2	K	130 54.1	32 02.4	-9.2	2.5	4.4	1.8	5.9	8.3	1.7
1975	10	17	15	13	14.6	K	130 52.2	32 02.3	-12.2	1.9	4.2	1.2	7.9	2.6	0.8
1975	10	17	16	24	38.5	K	130 54.4	32 04.1	-8.7	0.7	7.6	0.5	9.8	1.3	1.1
1975	10	17	16	40	12.9		130 52.4	31 49.8	-11.9	3.0	-18.7	0.9	-0.2	***	0.8
1975	10	17	18	54	49.5	K	130 53.0	32 03.0	-10.9	0.7	5.6	0.4	6.2	2.3	1.9
1975	10	17	20	30	35.8	K	130 51.7	32 02.1	-12.9	0.4	3.9	0.2	5.5	0.9	1.7
1975	10	18	01	58	46.7	K	130 52.5	32 02.1	-11.8	0.4	3.9	0.1	6.7	0.4	-0.4
1975	10	18	03	07	36.7	K	130 50.6	32 03.5	-14.6	2.5	1.0	1.4	6.5	2.0	2.0
1975	10	18	14	38	51.4	K	130 52.0	32 01.0	-12.5	0.8	1.9	0.5	6.6	1.1	0.8
1975	10	18	16	13	44.9	K	130 52.5	32 01.9	-11.7	0.2	3.6	0.1	3.9	***	1.1
1975	10	18	17	28	10.5	K	130 55.4	32 01.5	-7.2	2.8	2.7	2.1	7.5	7.0	0.2
1975	10	18	18	36	48.0	K	130 51.0	32 00.6	-14.0	1.1	1.1	0.6	5.3	1.4	0.7
1975	10	18	18	49	14.0		130 53.7	31 54.9	-9.9	1.1	-9.3	0.7	2.4	1.0	2.7
1975	10	19	01	33	24.2	K	130 53.5	32 02.2	-10.2	0.5	4.0	0.4	4.4	***	-0.2
1975	10	19	02	07	21.0	K	130 51.7	32 01.6	-13.0	0.8	3.0	0.4	6.0	1.4	0.1
1975	10	19	23	35	12.8	K	130 53.0	32 02.3	-10.9	1.4	4.3	0.8	8.0	2.1	0.2
1975	10	20	01	29	45.4	H	130 50.6	32 09.9	-14.7	3.6	18.3	2.0	11.1	6.1	1.4
1975	10	20	02	58	41.5	K	130 51.3	32 02.3	-13.6	1.4	4.3	0.7	6.4	2.1	3.2
1975	10	20	06	36	18.6	K	130 53.5	32 02.7	-10.2	0.4	5.0	0.3	4.6	***	1.1
1975	10	20	07	29	45.3	K	130 53.1	32 02.8	-10.8	1.1	5.1	0.6	5.7	4.7	-0.2
1975	10	20	08	10	15.4	H	130 48.6	32 11.1	-17.8	5.4	20.5	3.0	9.8	10.6	3.2
1975	10	20	08	31	47.1		130 50.4	31 52.1	-15.0	2.2	-14.5	1.8	9.8	1.7	1.7
1975	10	21	10	12	43.6	K	130 54.3	32 02.9	-8.9	0.6	5.4	0.5	4.0	0.4	0.1
1975	10	21	18	17	30.2	K	130 52.6	32 03.0	-11.6	3.1	5.6	1.9	9.1	4.1	0.6
1975	10	22	13	43	41.8 0.1	K	130 53.4	32 03.6	-10.3	1.4	6.7	1.0	5.9	1.8	0.8
1975	10	23	12	41	42.7 0.0		130 49.5	31 57.2	-16.4	0.7	-5.1	0.5	3.2	0.4	0.8
1975	10	24	00	52	58.9 0.2	K	130 52.1	32 03.0	-12.3	0.9	5.5	0.6	2.7	1.5	0.8
1975	10	25	17	56	17.4 0.0	K	130 53.2	32 01.7	-10.6	0.7	3.2	0.5	2.0	***	0.8
1975	10	26	22	48	23.7 0.5	K	130 52.9	32 03.0	-11.1	1.8	5.5	1.2	5.7	2.7	1.1
1975	10	27	23	02	33.5 0.2	K	130 44.4	32 02.5	-24.4	0.8	4.6	0.5	6.8	1.5	1.1
1975	10	28	02	39	04.0 0.1	H	130 50.2	32 10.8	-15.2	0.9	19.9	0.3	8.9	0.8	1.4
1975	10	28	06	16	04.5 0.1	K	130 52.3	32 02.9	-12.0	1.2	5.3	0.7	4.3	1.0	0.5
1975	10	30	01	58	25.0 0.0	K	130 51.4	32 02.8	-13.5	1.1	5.1	0.5	-0.7	***	-0.2
1975	10	30	08	22	24.5 0.0	K	130 53.1	32 02.5	-10.7	0.5	4.6	0.3	4.6	***	-0.2
1975	11	1	14	00	33.8 0.0		130 49.4	31 50.4	-16.6	3.5	-17.7	0.8	0.2	***	1.4
1975	11	1	18	35	44.2 0.1	K	130 53.4	32 02.1	-10.4	0.8	3.9	0.7	4.2	0.9	1.7
1975	11	2	05	46	04.1 0.0	K	130 52.2	32 03.1	-12.2	0.3	5.8	0.2	5.2	0.2	0.8
1975	11	2	18	07	25.4 0.5	H	130 47.0	32 11.0	-20.3	1.6	20.3	1.0	4.6	0.7	2.8
1975	11	2	21	16	11.2 0.2	H	130 47.7	32 11.1	-19.3	1.5	20.6	0.4	7.1	2.0	3.1
1975	11	3	12	24	19.5 0.3		130 51.7	32 02.6	-12.9	1.0	4.7	0.7	2.8	1.5	1.1
1975	11	3	17	20	50.8 0.5	H	130 49.0	32 10.7	-17.1	0.5	19.8	0.2	6.6	0.6	1.4
1975	11	3	20	13	34.5 0.3	H	130 47.3	32 10.4	-19.9	3.7	19.3	2.4	4.2	1.7	2.2
1975	11	5	05	34	16.5 0.0		131 04.8	31 55.8	-7.6	2.6	-7.7	1.9	18.1	3.8	2.6
1975	11	5	19	16	29.9 0.0	K	130 52.0	32 02.8	-12.4	0.8	5.3	0.5	5.8	1.5	0.5
1975	11	7	02	53	55.1 0.3	H	130 51.5	32 12.2	-13.3	1.1	22.7	0.4	4.8	0.4	1.4
1975	11	7	03	11	45.3 0.3	H	130 49.8	32 11.2	-15.9	1.4	20.7	0.4	4.6	0.4	0.9
1975	11	7	09	50	46.4 0.4	H	130 52.2	32 11.5	-12.2	0.9	21.3	0.3	3.3	***	1.9
1975	11	7	10	24	18.4 0.0		130 53.4	31 54.4	-10.2	2.0	-10.2	1.8	5.5	1.3	0.9
1975	11	8	15	04	57.9 0.0		130 47.8	31 50.7	-19.2	1.3	-17.1	0.8	4.4	0.5	1.7
1975	11	8	21	59	12.8 0.0	K	130 46.9	31 59.0	-20.5	0.6	-1.8	0.5	4.9	1.6	1.1
1975	11	8	21	59	32.1 0.0	K	130 46.2	31 58.7	-21.6	1.4	-2.3	0.8	2.6	2.2	0.8
1975	11	9	08	26	29.9 0.0	K	130 48.0	31 59.0	-18.8	1.0	-1.7	0.9	4.1	0.8	2.0
1975	11	9	08	36	02.9 0.0	K	130 47.4	31 58.8	-19.8	0.1	-2.2	0.1	4.9	0.1	0.8
1975	11	11	22	25	37.2 0.0	K	130 52.7	32 02.9	-11.4	1.2	5.4	0.9	2.0	2.4	0.6
1975	11	10	07	31	07.4 0.2	K	130 52.7	32 02.8	-11.3	0.6	5.2	0.5	2.0	1.3	0.8
1975	11	10	16	25	12.8 0.0	K	130 47.8	32 03.0	-19.1	1.4	5.6	1.1	7.5	1.8	0.9
1975	11	12	07	29	14.4 0.4	H	130 54.3	32 10.9	-8.9	1.7	20.1	0.6	8.0	2.8	0.8
1975	11	14	00	30	45.0 0.4	K	130 52.9	32 02.5	-11.1	0.9	4.6	0.6	3.7	1.0	1.1
1975	11	14	21	14	39.0 0.3	H	130 49.4	32 10.6	-16.6	0.6	19.6	0.2	11.4	0.4	0.2
1975	11	15	01	05	03.0 0.0	K	130 52.5	32 02.6	-11.7	0.7	4.8	0.4	5.4	1.6	0.8
1975	11	15	01	06	12.3 0.0	K	130 53.9	32 02.8	-9.5	1.0	5.2	0.6	8.5	0.9	0.2
1975	11	15	02	27	23.1 0.3	H	130 48.9	32 09.5	-17.4	1.0	17.6	0.4	11.6	0.7	0.2
1975	11	15	04	48	50.3 0.1	K	130 52.7	32 02.8	-11.4	1.2	5.3	0.8	3.4	1.6	1.7
1975	11	15	11	15	49.7 0.0	K	130 52.6	32 02.8	-11.5	0.6	5.2	0.4	3.9	0.7	0.7
1975	11	16	00	31	40.5 0.1	H	130 48.4	32 10.5	-18.2	1.9	19.5	0.6	9.9	1.6	1.9
1975	11	16	04	32	53.5 0.1	H	130 48.4	32 10.5	-18.2	0.7	19.8	0.2	6.2	1.0	2.3
1975	11	16	16	17	29.8 0.5	H	130 48.5	32 10.7	-17.9	1.7	19.0	0.5	8.7	1.5	2.3
1975	11	16	20	48	58.3 0.2	H	130 50.4	32 11.0	-15.0	0.7	20.4	0.2	6.7	0.8	1.9
1975	11	17	07	00	04.7 0.2	H	130 49.3	32 11.2	-16.8	0.9	20.7	0.3	10.2	0.8	2.0
1975	11	17	09	35	38.1 0.2	H	130 51.4	32 11.3	-13.4	1.3	21.2	0.5	10.5	1.1	1.4
1975	11	17	10	31	39.0 0.0	K	130 52.7	32 02.8	-11.3	1.2	4.7	0.8	-0.7	***	0.0
1975	11	18	00	24	43.4 0.2	H	130 49.1	32 11.4	-17.0	1.1	21.7	0.4	4.8	0.3	0.8
1975	11	18	01	09	43.6 0.0	K	130 53.4	32 03.0	-10.3	0.7	3.7	0.6	1.7	1.3	0.8
1975	11	19	02	24	20.1 0.3	H	130 52.7	32 10.1	-11.4	5.7	18.6	2.0	13.9	3.2	2.7

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	ICNG.	LAT.	X	Y	Z	M(F-P)
Y	M	D	h	m	s (+-s)		E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)	
1975	11	19	07	45	58.4 0.1	H	130 46.9	32 10.8	-20.5 0.7	20.0 0.2	8.7 0.8	1.7
1975	11	19	16	19	17.9 0.0	K	130 53.3	32 03.2	-10.5 1.3	5.9 1.0	1.9 2.5	0.9
1975	11	19	17	32	20.1 0.4	H	130 50.1	32 09.0	-15.5 2.8	16.6 2.0	17.4 2.6	0.6
1975	11	19	21	43	41.0 0.0	H	130 48.6	32 10.8	-17.4 1.9	20.0 0.6	9.7 1.4	0.2
1975	11	20	01	09	25.7 0.2	H	130 50.4	32 10.9	-14.9 4.6	20.2 1.4	8.1 4.4	0.8
1975	11	22	05	09	54.1 0.0	H	130 50.6	32 12.0	-14.6 0.9	22.2 0.2	3.2 ***	0.8
1975	11	22	06	08	04.2 0.2	H	130 44.9	32 08.5	-23.7 0.9	15.8 0.7	0.4 1.1	1.1
1975	11	22	06	16	08.5 0.2	H	130 53.2	32 11.0	-10.6 0.8	20.3 0.3	3.5 0.4	1.3
1975	11	25	05	19	01.1 0.0	H	130 47.8	32 10.4	-19.1 0.8	19.3 0.2	7.5 0.8	3.5
1975	11	25	07	12	37.0 0.1	H	130 48.2	32 11.6	-18.4 2.9	21.5 0.8	5.9 5.0	1.9
1975	11	25	12	04	30.8 0.3	H	130 49.9	32 11.5	-15.8 2.4	21.3 0.7	11.6 1.6	1.4
1975	11	26	21	52	54.6 0.0	K	130 50.0	31 54.0	-15.7 1.1	-11.0 0.6	5.4 0.8	1.7
1975	11	27	04	47	27.3 0.2	H	130 48.8	32 11.5	-17.4 1.0	21.3 0.3	4.6 0.2	1.4
1975	11	27	09	21	37.6 0.1	H	130 48.6	32 10.6	-17.8 1.7	19.5 0.5	8.4 1.5	3.1
1975	11	28	09	27	00.6 0.0	K	130 53.6	32 02.0	-9.9 0.3	3.8 0.2	5.0 0.6	2.6
1975	11	28	09	29	32.3 0.4	K	130 51.3	32 03.0	-13.5 1.5	5.6 0.7	4.8 1.9	1.4
1975	11	28	13	46	25.3 0.0	K	130 46.7	31 50.4	-20.9 1.1	-17.6 0.7	1.6 ***	1.9
1975	12	3	02	58	21.2 0.0	H	130 51.5	32 11.1	-13.3 1.2	20.6 0.4	8.8 1.1	0.5
1975	12	6	18	23	56.9 0.0	K	130 53.6	32 02.2	-10.0 0.6	4.2 0.5	2.4 0.8	0.5
1975	12	7	18	24	23.7 0.0	K	130 53.7	32 01.7	-9.8 1.0	3.1 0.8	2.1 1.5	2.0
1975	12	13	16	55	50.0 0.0	K	130 48.7	31 49.6	-17.8 1.0	-19.1 0.4	3.2 ***	1.4
1975	12	15	17	00	33.8 0.0	H	130 51.7	32 10.6	-12.9 2.0	19.6 1.0	4.8 0.9	1.6
1975	12	16	06	42	19.9 0.0	K	130 50.5	32 00.5	-14.8 2.1	0.9 1.2	8.8 1.1	0.6
1975	12	16	16	44	59.4 0.0	K	130 50.4	31 51.4	-15.1 0.5	-15.7 0.1	3.9 ***	1.1
1975	12	16	19	59	09.8 0.0	K	130 48.3	32 02.3	-18.4 1.4	4.4 0.7	9.7 0.9	2.2
1975	12	18	02	31	40.1 0.0	K	130 45.4	31 58.7	-22.9 1.9	-2.3 1.6	7.9 6.3	1.5
1975	12	19	12	08	38.2 0.0	K	130 53.4	32 02.1	-10.3 0.2	4.0 0.2	3.2 0.2	1.1
1975	12	21	15	46	55.9 0.0	K	130 51.7	32 03.2	-13.0 1.2	5.9 0.8	3.1 1.6	0.8
1975	12	21	20	04	13.7 0.0	K	130 51.9	31 56.6	-12.6 0.9	-6.2 0.7	1.3 0.7	1.1
1975	12	21	21	47	08.9 0.0	H	130 49.5	32 12.0	-16.5 0.4	22.2 0.1	7.8 0.5	0.2
1975	12	22	05	40	05.3 0.0	K	130 52.1	31 56.1	-12.4 1.8	-7.0 1.3	3.6 0.9	2.6
1975	12	22	17	46	09.1 0.0	K	130 42.8	32 00.8	-26.9 1.0	1.6 0.6	11.2 1.4	1.7
1975	12	23	19	14	10.7 0.0	H	130 48.8	32 10.0	-17.5 2.9	18.5 1.1	12.2 1.9	0.5
1975	12	28	17	46	04.7 0.0	K	130 53.2	32 03.6	-10.7 0.5	6.6 0.3	6.9 0.6	3.0
1976	1	1	06	54	45.9 0.0	K	130 51.0	32 02.6	-14.1 1.1	4.9 0.6	-0.5 ***	1.3
1976	1	2	17	09	32.6 0.0	H	130 51.2	32 09.3	-13.7 1.8	17.2 0.8	19.1 0.8	2.8
1976	1	2	17	42	51.2 0.0	H	130 50.8	32 09.8	-14.4 0.4	18.1 0.2	3.7 0.2	0.8
1976	1	5	16	50	15.8 0.0	H	130 51.7	32 09.0	-12.9 2.2	16.6 0.6	5.5 3.6	0.7
1976	1	7	10	38	31.9 0.0	K	130 52.3	31 54.8	-12.1 0.6	-9.5 0.5	0.5 0.9	0.9
1976	1	8	06	32	31.5 0.0	H	130 51.0	32 08.7	-14.0 1.1	16.1 0.5	2.9 0.5	2.2
1976	1	8	08	19	23.4 0.0	H	130 53.5	32 10.6	-10.1 1.5	19.6 0.5	6.0 4.6	1.7
1976	1	8	19	34	40.2 0.0	K	130 45.6	31 58.2	-22.5 1.7	-3.3 0.9	3.4 2.5	-0.1
1976	1	12	13	24	45.4 0.0	H	130 52.0	32 10.8	-12.5 4.7	20.0 2.0	15.4 2.9	0.7
1976	1	12	14	28	31.4 0.0	H	130 49.6	32 08.7	-16.2 6.4	16.1 2.8	20.3 2.6	1.4
1976	1	12	21	48	53.0 0.0	H	130 48.8	32 10.0	-17.5 0.6	18.4 0.2	1.8 ***	2.0
1976	1	13	12	16	35.8 0.0	H	130 49.7	32 09.6	-16.2 2.0	17.7 0.9	17.3 1.0	1.7
1976	1	17	14	22	38.4 0.0	K	130 50.0	31 51.0	-15.7 0.5	-16.4 0.2	2.5 ***	1.5
1976	1	19	11	10	01.7 0.1	K	130 45.8	31 59.6	-22.3 2.3	-0.7 1.6	7.5 2.8	0.8
1976	1	21	20	38	52.1 0.4	K	130 45.0	32 02.1	-23.5 2.1	4.0 1.4	2.3 2.5	1.6
1976	1	24	08	08	56.0 0.0	K	130 52.5	32 02.7	-11.7 0.5	5.1 0.4	1.1 1.7	3.2
1976	1	24	08	35	05.4 0.0	K	130 53.2	32 03.3	-10.6 0.4	6.0 0.3	7.3 0.6	1.8
1976	1	24	09	49	27.8 0.0	K	130 51.4	32 02.9	-13.4 1.0	5.5 0.7	1.0 3.3	0.8
1976	1	24	09	52	26.9 0.0	K	130 52.0	32 03.0	-12.4 0.7	5.6 0.5	5.9 1.7	1.1
1976	1	24	10	42	17.9 0.0	K	130 52.4	32 02.8	-11.9 0.8	5.1 0.6	7.1 1.1	1.2
1976	1	24	20	49	16.5 0.0	K	130 48.1	31 56.3	-18.6 0.6	-6.8 0.4	4.8 0.5	0.8
1976	1	26	12	09	15.8 0.0	K	130 44.6	31 54.0	-24.2 0.5	-10.9 1.0	-0.5 ***	1.0
1976	1	26	16	01	57.3 0.2	H	130 47.7	32 10.2	-19.3 1.1	18.9 0.6	9.1 1.3	1.4
1976	1	29	06	50	40.0 0.0	H	130 50.2	32 10.4	-15.3 1.1	19.2 0.4	15.1 0.6	0.8
1976	1	29	10	15	20.1 0.0	H	130 47.6	32 10.7	-19.4 1.6	19.8 0.6	14.1 1.1	0.8
1976	2	2	01	45	27.9 0.1	H	130 48.5	32 11.0	-18.0 0.9	20.3 0.5	8.4 1.3	1.9
1976	2	2	18	22	26.4 0.0	K	130 53.6	32 03.9	-10.0 1.9	7.3 1.3	11.2 1.3	0.5
1976	2	2	22	48	33.8 0.0	K	130 54.6	32 02.5	-8.5 2.1	4.7 1.2	10.4 1.6	0.2
1976	2	3	07	43	50.5 0.1	K	130 52.7	32 02.1	-11.4 2.0	3.8 1.2	11.0 1.4	0.2
1976	2	3	21	55	29.6 0.0	K	130 55.5	32 04.3	-4.9 1.3	8.0 1.0	8.9 1.1	-0.1
1976	2	5	09	06	03.6 0.0	K	130 51.2	32 02.8	-13.8 0.7	5.1 0.3	1.6 ***	0.8
1976	2	6	23	40	27.6 0.4	K	130 46.2	32 05.7	-21.6 1.4	10.5 0.9	11.3 0.9	0.2
1976	2	7	13	37	09.7 0.3	K	130 44.9	32 06.5	-23.7 1.4	12.1 1.0	12.3 0.9	0.2
1976	2	8	23	07	23.3 0.2	K	130 52.3	32 04.2	-11.9 1.3	7.8 1.1	7.6 2.1	3.9
1976	2	8	23	11	33.5 0.1	K	130 53.0	32 03.1	-11.0 1.6	5.8 1.1	9.0 1.6	1.9
1976	2	9	00	01	40.9 0.0	K	130 53.7	32 03.7	-9.8 1.5	6.9 1.4	9.0 1.9	1.1
1976	2	9	00	10	49.9 0.4	K	130 52.9	32 03.4	-11.1 1.2	6.4 0.8	4.7 0.9	0.8
1976	2	9	04	03	56.6 0.0	K	130 46.8	32 00.6	-20.6 0.7	1.2 0.7	4.0 0.6	1.4
1976	2	9	07	52	15.6 0.0	K	130 54.1	32 02.7	-9.1 0.6	4.9 0.4	8.0 0.5	0.2
1976	2	9	22	06	45.1 0.0	K	130 52.1	32 03.1	-12.3 1.0	5.8 0.9	2.7 2.1	0.2
1976	2	9	22	48	32.5 0.0	K	130 51.6	32 00.7	-13.1 0.9	1.4 0.5	5.6 1.3	-0.1

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	LONG.	LAT.	X	Y	Z	M(F-P)					
Y	M	D	h	m	s (+-s)		E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)						
1976	2	10	00	23	21.6 0.0	H	130	47.5	32	10.2	-19.5	0.8	18.8	0.6	3.2	0.6	0.3
1976	2	11	13	01	48.0 0.0		130	46.7	31	51.5	-20.9	2.6	-15.5	1.6	4.9	***	0.8
1976	2	12	05	26	18.2 0.4	K	130	52.4	32	02.5	-11.9	0.7	4.7	0.6	6.4	1.4	2.3
1976	2	12	08	16	07.6 0.6	K	130	49.1	32	02.2	-17.1	2.7	4.2	1.4	12.4	1.0	1.1
1976	2	12	10	39	26.0 0.6	H	130	45.8	32	10.5	-22.3	1.0	19.5	0.6	9.1	1.2	1.4
1976	2	12	16	01	03.1 0.1	K	130	56.6	32	05.3	-5.3	2.3	9.8	1.0	9.0	1.5	1.4
1976	2	13	01	41	03.3 0.3	K	130	52.6	32	03.7	-11.5	0.7	6.8	0.6	5.2	1.2	0.2
1976	2	13	14	02	19.8 0.1	K	130	51.6	32	03.1	-13.2	1.3	5.7	1.0	8.3	1.5	1.1
1976	2	15	10	10	05.4 0.2	K	130	52.7	32	03.0	-11.4	0.4	5.5	0.3	5.8	0.9	2.5
1976	2	16	16	33	13.2 0.0	K	130	54.9	32	03.2	-7.9	1.2	5.9	0.7	8.9	1.1	0.5
1976	2	17	01	37	25.2 0.2	H	130	47.4	32	10.6	-19.7	0.6	19.6	0.4	4.2	0.4	1.9
1976	2	17	06	29	07.6 0.0	K	130	49.7	32	03.9	-16.1	0.6	7.2	0.4	10.6	0.5	0.2
1976	2	17	08	42	31.4 0.1	H	130	46.3	32	10.5	-21.5	1.5	19.3	0.9	10.5	1.5	2.0
1976	2	17	13	49	06.6 0.4	H	130	49.1	32	11.0	-17.1	0.4	20.3	0.2	7.1	0.7	2.3
1976	2	18	04	32	50.1 0.0	K	130	51.7	32	01.7	-13.0	0.6	3.1	0.4	8.1	0.4	0.2
1976	2	18	10	56	29.9 0.1	H	130	48.4	32	12.2	-18.0	1.8	22.5	6.2	4.8	5.8	2.0
1976	2	19	14	48	40.4 0.2	H	130	44.9	32	11.2	-23.6	1.2	20.8	0.8	11.7	1.2	0.5
1976	2	20	08	15	04.8 0.2	H	130	47.0	32	11.7	-20.4	0.9	21.6	0.3	3.8	***	0.6
1976	2	20	23	32	43.2 0.3	K	130	51.2	32	03.5	-13.8	1.1	6.5	0.9	8.4	1.5	1.9
1976	2	23	16	59	06.2 0.0		130	50.6	31	49.6	-14.7	1.3	-19.2	0.2	3.7	0.4	1.7
1976	2	24	01	58	52.3 0.2	K	130	51.4	32	01.9	-13.4	0.7	3.5	0.7	5.2	1.5	3.1
1976	2	24	02	37	44.1 0.2	K	130	51.8	32	02.3	-12.8	0.3	4.2	0.3	6.6	0.6	2.0
1976	2	24	03	08	07.3 0.4	K	130	51.4	32	03.3	-13.4	1.3	6.1	1.3	8.6	1.9	3.1
1976	2	24	03	17	52.5 0.0	K	130	51.7	32	02.1	-12.9	0.2	3.9	0.2	8.6	0.2	1.1
1976	2	24	03	25	30.8 0.2	K	130	51.8	32	02.9	-12.8	0.6	5.4	0.5	8.3	0.7	0.6
1976	2	24	04	20	45.6 0.2	K	130	51.1	32	02.8	-13.8	0.5	5.3	0.5	8.1	0.8	3.6
1976	2	24	04	27	33.2 0.0	K	130	52.2	32	03.0	-12.2	2.2	5.5	1.6	10.3	1.6	0.8
1976	2	24	04	30	09.0 0.0	K	130	50.8	32	02.2	-14.4	1.0	4.1	0.7	12.1	0.6	0.5
1976	2	24	05	10	56.9 0.4	K	130	50.9	32	02.8	-14.3	0.9	5.1	0.8	8.1	1.2	0.8
1976	2	24	05	19	22.5 0.3	K	130	51.5	32	03.8	-13.3	1.0	7.0	0.9	7.3	1.7	1.7
1976	2	24	14	49	22.5 0.0	K	130	45.6	32	00.0	-22.5	0.4	0.0	0.4	4.4	0.2	1.0
1976	2	24	23	28	37.5 0.0	K	130	52.0	32	04.8	-12.4	1.3	8.9	1.1	18.4	0.8	1.4
1976	2	24	23	29	22.6 0.5	K	130	53.4	32	02.1	-10.3	1.0	3.9	0.8	9.7	0.9	0.5
1976	2	25	00	16	11.1 0.4	K	130	52.7	32	01.9	-11.4	0.8	3.6	0.7	8.6	0.9	3.4
1976	2	25	00	37	37.9 0.0	K	130	52.7	32	01.7	-11.4	0.9	3.2	0.7	3.1	1.2	0.6
1976	2	25	18	08	28.0 0.2	K	130	52.6	32	03.8	-11.6	0.7	7.0	0.6	7.3	1.2	2.0
1976	2	25	18	40	30.2 0.2	K	130	53.2	32	03.1	-10.6	0.5	5.8	0.4	8.0	0.6	0.8
1976	2	25	19	38	28.6 0.5	K	130	52.3	32	04.2	-12.0	1.1	7.9	1.0	7.6	1.9	1.4
1976	2	26	12	11	57.6 0.0	K	130	53.3	32	03.1	-10.5	0.5	5.8	0.4	6.6	0.6	0.7
1976	2	26	17	00	55.7 0.0	K	130	49.0	32	01.4	-17.2	0.4	2.6	0.2	4.5	0.2	1.4
1976	2	26	20	40	55.0 0.1	K	130	52.2	32	03.0	-12.2	0.8	5.5	0.6	5.1	3.8	1.1
1976	2	27	14	19	22.2 0.0		130	49.7	31	49.6	-16.1	1.1	-19.0	0.2	3.6	***	1.7
1976	3	1	03	19	18.7 0.0	K	130	53.9	32	03.9	-9.6	0.9	7.2	0.6	8.3	0.7	0.6
1976	3	1	05	20	11.5 0.3	K	130	53.0	32	03.1	-10.9	0.5	5.7	0.4	5.4	0.3	0.7
1976	3	2	19	44	56.4 0.0		130	53.1	31	54.5	-10.7	0.6	-10.1	0.5	2.3	0.4	0.6
1976	3	4	13	20	18.0 0.0		130	50.8	31	50.3	-14.4	0.9	-17.8	0.1	4.7	0.2	1.4
1976	3	5	00	48	51.2 0.0		130	50.0	31	50.8	-15.7	2.3	-16.9	1.0	6.7	3.3	1.6
1976	3	5	21	02	18.3 0.0		130	51.9	31	56.4	-12.7	0.7	-6.6	0.6	1.1	0.6	0.8
1976	3	7	08	30	06.5 0.3	K	130	55.6	32	02.9	-6.8	1.2	5.4	0.9	11.2	1.2	1.3
1976	3	7	12	51	03.3 0.2	K	130	53.1	32	03.6	-10.8	0.5	6.6	0.4	7.7	0.7	0.6
1976	3	8	00	33	25.6 0.0	K	130	49.6	32	03.7	-16.3	1.2	6.8	0.9	11.3	1.0	-0.1
1976	3	8	01	41	57.1 0.5	K	130	42.7	32	02.5	-27.1	0.4	4.7	0.5	6.3	1.1	0.5
1976	3	9	00	30	14.6 0.0	K	130	46.2	32	01.7	-21.6	0.5	3.2	0.4	7.5	0.6	0.8
1976	3	9	03	32	18.9 0.0	K	130	43.2	32	03.1	-26.3	1.6	5.9	1.3	11.9	2.1	0.8
1976	3	10	08	32	16.2 0.3	K	130	51.2	32	03.3	-13.7	1.1	6.2	0.7	-0.7	***	0.8
1976	3	11	08	25	05.3 0.0		130	51.2	31	55.2	-13.7	0.4	-8.8	0.5	3.1	0.3	-0.2
1976	3	11	10	48	50.0 0.0		130	47.9	31	51.1	-19.0	0.7	-16.2	0.4	3.9	***	1.1
1976	3	14	17	31	18.1 0.0	K	130	53.3	32	02.5	-10.4	1.0	4.6	0.8	-0.2	***	0.6
1976	3	15	04	29	58.1 0.6	H	130	48.0	32	09.9	-18.7	0.3	18.3	0.2	2.5	***	1.9
1976	3	15	06	30	27.3 0.5	H	130	43.1	32	10.6	-26.5	2.0	19.6	1.4	11.1	1.8	2.5
1976	3	15	06	50	33.7 0.0	K	130	48.9	31	59.0	-17.4	1.3	-1.8	0.8	4.4	0.6	0.3
1976	3	15	10	31	39.3 0.1	K	130	46.5	32	00.7	-21.1	3.2	1.2	1.9	9.2	1.4	0.8
1976	3	17	09	03	47.5 0.0	K	130	53.1	32	02.5	-10.8	0.9	4.6	0.6	7.8	1.6	0.8
1976	3	17	16	27	58.3 0.0		130	51.7	31	56.6	-13.0	0.1	-6.2	0.2	0.0	0.2	0.3
1976	3	18	01	39	09.2 0.0	K	130	53.9	32	03.6	-9.5	1.5	6.6	1.1	10.5	1.0	1.5
1976	3	18	02	26	39.9 0.0	K	130	53.5	32	03.0	-10.2	0.7	5.6	0.5	6.7	0.7	-0.1
1976	3	20	03	09	59.0 0.0	K	130	53.6	32	03.0	-10.0	0.6	5.5	0.5	9.0	0.6	1.2
1976	3	20	04	09	37.6 0.5	H	130	49.5	32	10.8	-16.4	1.2	20.0	0.8	6.4	7.4	0.6
1976	3	20	19	12	45.0 0.2	K	130	53.2	32	03.4	-10.6	1.7	6.3	1.4	8.7	2.0	0.2
1976	3	22	13	43	59.4 0.0		130	50.6	31	54.7	-14.6	0.6	-9.7	0.6	2.8	0.4	0.3
1976	3	22	23	19	55.2 0.0		130	49.7	31	55.5	-16.1	1.2	-8.3	1.3	0.8	1.4	0.5
1976	3	22	23	23	30.5 0.0		130	51.5	31	56.5	-13.3	1.0	-6.4	1.0	6.9	0.4	-0.1

(to be continued)

Table 9.

(continued)

DATE			TIME			LOC.	LONG.	LAT.	X	Y	Z	M(F-P)
Y	M	D	h	m	s (+-s)		E	N	km (+-km)	km (+-km)	km (+-km)	
1976	3	23	12	27	15.8 0.0		130 51.4	31 54.8	-13.4 1.3	-9.4 0.8	4.1 0.5	0.8
1976	3	24	02	15	55.0 0.0	K	130 53.6	32 02.6	-9.9 0.5	4.9 0.3	4.8 0.3	0.3
1976	3	24	15	55	29.9 0.3	K	130 52.9	32 02.7	-11.1 0.6	5.0 0.5	4.3 2.4	2.3
1976	3	27	00	03	34.6 0.3	K	130 50.9	32 02.9	-14.2 1.1	5.4 0.8	-0.2 ***	2.0
1976	3	27	00	53	57.1 0.0	H	130 51.8	32 11.4	-12.8 1.0	21.1 0.4	10.2 0.9	0.3
1976	3	27	08	56	25.1 0.0	K	130 54.3	32 04.0	-8.8 1.7	7.3 1.2	8.0 1.4	0.8
1976	3	28	18	53	00.3 0.0	F	130 52.1	32 03.4	-12.4 0.6	6.4 0.3	8.1 0.5	0.5
1976	3	29	13	31	33.7 0.4	H	130 49.7	32 23.4	-16.0 5.5	43.3 3.3	26.5 5.8	2.2
1976	3	29	18	06	10.1 0.0	H	130 47.1	32 18.5	-20.2 1.6	34.1 0.3	1.5 ***	2.0
1976	3	29	18	22	58.4 0.1	H	130 46.6	32 17.1	-20.9 1.5	31.6 0.8	13.7 2.1	1.9
1976	3	30	12	12	19.9 0.6	H	130 43.9	32 09.7	-25.1 3.4	17.9 2.2	14.2 2.6	0.6
1976	3	30	20	06	32.6 0.0	H	130 48.7	32 11.5	-17.7 2.4	21.2 1.4	12.8 2.4	1.1
1976	3	31	15	25	54.9 0.0	H	130 45.6	32 11.0	-22.6 2.0	20.3 1.2	17.2 1.1	3.5
1976	3	31	16	43	36.7 0.3	H	130 48.1	32 11.5	-18.5 2.1	21.3 1.1	11.7 2.6	1.1

11. 謝 辞

東京大学地震研究所下鶴大輔教授には、貴重な御教示と御討論をいただき、また論文の通読をお願いして不備な点を御指摘願った、

厚く御礼申し上げます。

解析にあたっては、地震研究所牧 正氏に有益な御助言をいただいた。震源の計算は東京大学理学部石橋克彦氏のプログラムを拝借し、地震研究所地震予知センターの計算機によって行なった。牧、石橋の両氏、および計算機室の各位に御礼申し上げる。また、図面作製にあたっては、松本時子氏の手をわずらわしたことを付記しておく。

大河平、段塔における臨時観測は、それぞれ武田重信氏、川内 停氏の熱心な御協力によって遂行されたものである。ここに厚く御礼申し上げます。

本研究、調査に要した費用の一部は文部省科学研究費によった。文部省当局に厚く御礼申し上げます。

12. 地震震源一覧表

1975年1月1日より1975年3月31日に至る期間に、霧島火山観測所の地震観測網によって観測され、震源の決定された地震の一覧表を附しておく。これらの地震の $S-P$ 時間は 5 sec. 以内である。霧島火山観測所で決定したマグニチュード (M_{F-P}) も記してある。1976年1月下旬より3月末日までの間は、京都大学防災研究所桜島火山観測所による吉松、東大塚、西野3観測点の資料も計算に使用した。

文 献

- 荒牧重雄, (1968), 加久藤盆地の地質, 地震研究所彙報, **46**, 1325-1343.
 伊藤公介・長谷川功・市川金徳・小野晃司, (1974), 南九州における地震探査 (II)——鹿児島湾北方の屈折法構造探査 (1973)——, 昭和49年度地震学会春季大学講演予稿集, 251.
 今村明恒, (1919), 九州地震帯, 震災予防調査会報告, **92**, 1-94.
 神沼克伊, (1971), 加久藤カルデラ内の地震活動, 昭和46年度地震学会秋期大会講演予稿集, 105.
 神沼克伊, (1973), えびの高原の地震活動, 火山, 第2集, **18**, 1-10.

- 神沼克伊・山口勝・増谷文雄, (1974), 新燃岳・高千穂峰付近の地震活動, 火山, 第2集, 19, 1-10.
- 気象庁, (1969), えびの地震調査報告, 気象庁技術報告, 69, 1-72.
- 震災予防調査会, (1919), 震災予防調査会報告 (本邦大地震概表), 88, 乙, 1-71.
- 津村建四郎, (1967), 振動継続時間による地震のマグニチュードの決定, 地震, 第2集, 20, 30-40.
- 水上 武, (1961), 霧島火山活動調査及び観測報告, 宮崎県, 1-16.
- MINAKAMI, T., SHIMOZURU, D., MIYAZAKI, T., HIRAGA, S., and M. YAMAGUCHI, (1968), The 1959 Eruption of Simmoe-dake and the 1961 Iimori-yama Earthquake Swarm, *Bull. Earthq. Res. Inst.* 46, 965-992.
- 水上 武, (1968), えびの地震に関する調査研究概要, 宮崎県, 1-12.
- 水上 武, (1969), 霧島火山群の地震活動, 霧島山総合調査報告書 (宮崎県), 58-62.
- MINAKAMI, T., UTIBORI, S., YAMAGUCHI, M., GYODA, N., UTSUNOMIYA, T., HAGIWARA, M., and K. HIRAI, (1969), The Ebino Earthquake Swarm and the Seismic Activity in the Kirisima Volcanoes, in 1968-1969, Part 1, Hypocentral Distribution of the 1968 Ebino Earthquakes inside the Kakuto Caldera, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 47, 721-743.
- MINAKAMI, T., HIRAGA, S., MIYAZAKI, T., and H. TERA0, (1969), The Ebino Earthquake Swarm and the Seismic Activity in the Kirisima Volcanoes, in 1968-1969. Part 2, Geographical Distribution of Initial Motion and Travel Time Curves along the Kirisima Volcanoes, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 47, 745-767.
- MINAKAMI, T., HAGIWARA, M., YAMAGUCHI, M., KOYAMA, E., and K. HIRAI, (1970), The Ebino Earthquake Swarm and the Seismic Activity in the Kirisima Volcanoes in 1968-1969, Part 4, Shifts of Seismic Activity from the Kakuto Caldera to Simmoe-dake, Naka-dake and Takatiho-mine, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 48, 205-233.

8, *The Earthquake Swarms in the Northern Area of the Kirishima Volcanoes, 1975-1976.*

By Tsutomu MIYAZAKI, Masaru YAMAGUCHI, Fumio MASUTANI
and Hiroko TERA0,
Earthquake Research Institute.

From the seismometrical data obtained at the Kirishima Volcano Observatory, which has a system of continuous-observation networks, two swarm-earthquake activities (Jan. 1975—April 1976) were identified in the northern area of the Kirishima volcanoes. The activity of the first swarm, which occurred in the southern district of the Hitoyoshi City, Kumamoto Prefecture, started from the beginning of 1975, and was still active even in April of 1976. During this activity, another swarm, the hypocenters of which were distributed inside the Kakuto caldera, started from the evening of Sept. 29, 1975. Thirty five felt earthquakes were involved in the second activity for a term of five months terminating at the end of Feb. 1976.

From the analysis of the observational data the following results were obtained:

- 1) Spatial distributions of the foci of these two swarms were clearly separated: the one was confined within the Kakuto caldera and the other was situated outside.
- 2) Notwithstanding such a separation of the hypocentral area of the two earthquake swarms, their seismic activities appear to be mutually related with time.
- 3) The hypocentral area of the present Kakuto caldera earthquakes shifted towards the east from the area of the 1968 Ebino earthquakes.

4) The m values of Ishimoto-Iida's formula of the two earthquake groups were obtained, i.e. 1.49 ± 0.11 for the swarms inside the Kakuto caldera, and 1.41 ± 0.12 for those of the southern Hitoyoshi, respectively.

5) The analysis of the distribution of P -wave initial motions of the both earthquake swarms indicates the existence of the horizontal compressional forces, the direction being N-S or NE-SW.

6) The earthquakes occurring in the shallow part of the active cones of the Kirishima volcanoes, also became active since the beginning of 1975.