



Title	昭和新山における地上爆破型花火の地震動観測
Author(s)	宮町, 宏樹; MIYAMACHI, Hiroki; 渡辺, 秀文 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 49, 75-83
Issue Date	1987-03-30
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.49.75
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14160
Type	departmental bulletin paper
File Information	49_p75-83.pdf



昭和新山における地上爆破型花火の地震動観測

宮 町 宏 樹・渡 辺 秀 文*・前 川 徳 光
鈴 木 敦 生・森 濟・岡 田 弘

北海道大学理学部有珠火山観測所

(昭和61年11月25日受理)

Seismic Observation on Showa-Shinzan Using Ground-fireworks

By Hiroki MIYAMACHI, Hidefumi WATANABE*, Tokumitsu MAEKAWA,
Atsuo SUZUKI, Hitoshi MORI and Hiromu OKADA
Usu Volcano observatory, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received November 25, 1986)

To study a detailed velocity structure in and around Showa-Shinzan lava dome, seismic observations were conducted from 1984 to 1986. Seismic waves generated from two ground-fireworks displayed in the summer festival at Showa-Shinzan were observed at 80 temporary seismic stations along five profiles. A part of all seismograms obtained by these observations was not good because of artificial noise produced by many sightseers and traffics. In this paper, an outline of these observations and some fundamental data such as seismograms and travel time are presented.

I. は じ め に

有珠山の寄生火山の一つである昭和新山は、1943年の群発地震発生後の約2年間にわたる火山活動によって形成されたデーサイト質溶岩ドームである(MINAKAMI et al., 1951)。根本他(1957)は、地質、地球物理、地球化学的手法を用いて昭和新山の内部構造を推定した。根本他(1957)によると、1947年当時、昭和新山のドーム内部の地震波速度(P波)は、3~4 km/sであり、また、ドームの噴気孔における最高温度は、800°Cをこえていた事が、報告されている。しかしながら、昭和新山は、誕生以来30年経過し、最高噴気孔温度は、現在では、310°C程度にまでさがっている。したがって、本観測は、現在の昭和新山の内部速度構造を地震波を用いて明らかにすると共に、根本他(1957)の結果と比較する事により、ドーム内部の地震波速度の時間的変化を調べる事が、目的である。本報告では、観測の概要と得られた走時データ等の基礎資料について述べる。

II. 観測概要と得られた資料

観測は、毎年8月に催される昭和新山火祭り(花火大会)の期間中に実施し、1984年~1986年の3年間にわたって、5測線、観測点のべ80点で行なった。Fig. 1には、各測線(Profile-A~Profile-E)の観測点及び爆破点を示されている。通常、地震波を用いて地下の速度構造を調査する場合、人工震源としてダイナマイトを用いるが、この観測では、昭和新山火祭りの際の地上爆破型花火を用いた。この型の花火は、

* 現在所属：東京大学地震研究所伊豆大島火山観測所

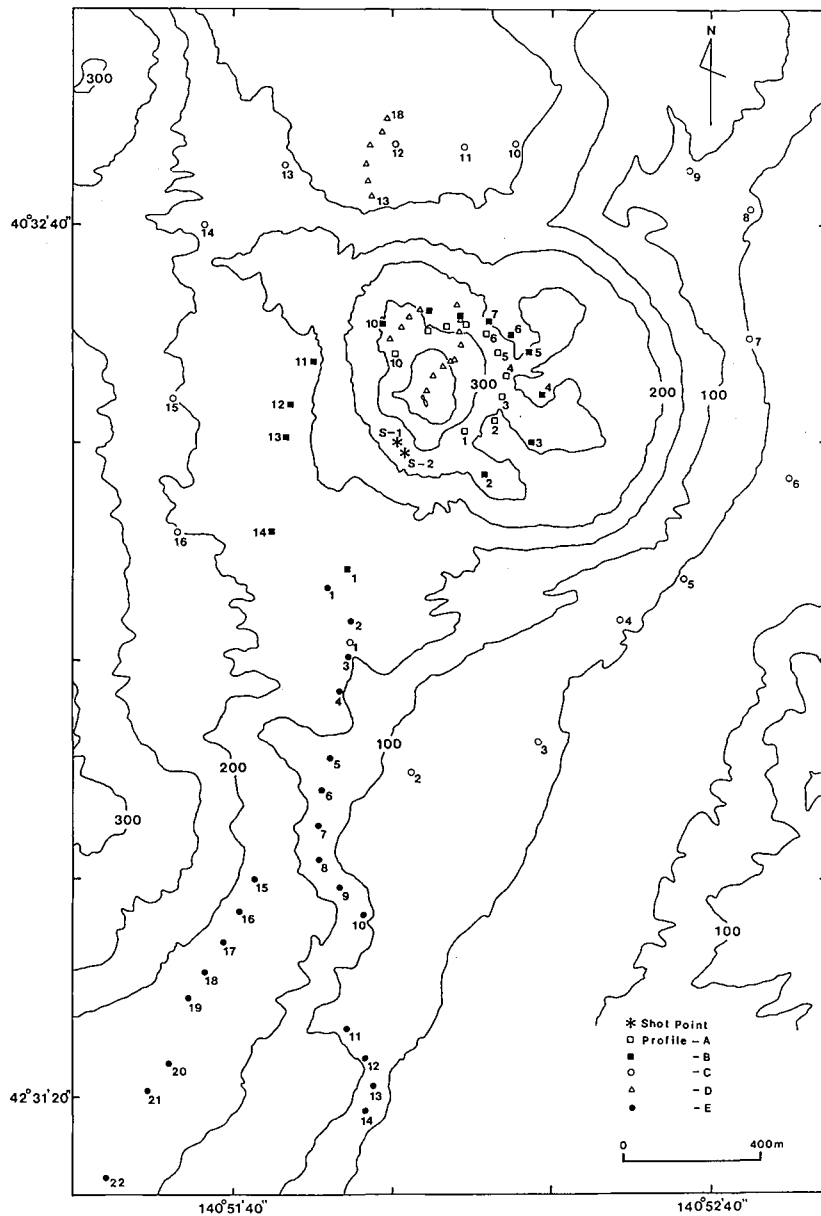


Fig. 1. Shot points and observation sites. Open boxes, solid boxes, open circles, open triangles and solid circles denote observation sites for Profile-A, -B, -C, and -E, respectively. Numerals give station number for each profile in Table 2. Asterisks show the shot points S-1 and S-2. Contour lines are in meters.

Table 1. Location of shot point (ground firework). Height was directly surveyed on the field.

Shot point	Latitude (N)	Longitude (E)	Height
S-1	42°32'20.1"	140°52'00.8"	287m
S-2	42°32'19.1"	140°52'01.7"	291m

昭和新年山腹の約 35 m 離れた 2 ヶ所で爆破され、毎年同一地点で実施されている (Fig. 1)。この花火の爆破時刻は、花火本体から 2 m 以内に設置した地震計により決定した。Table 1 には、爆破点の位置・高度が与えられている。

観測点は、Fig. 1 に示されているように、Profile-A~Profile-E の 5 測線に沿って設けられ、各測線の観測点数は、それぞれ、10, 14, 16, 18, 22 である。1984 年の観測 (Profile-A) では、全観測点の地震計出力をケーブルで 1 ヶ所に集め、集中記録させた。1985 年以降の観測 (Profile-B~Profile-E) では、手製アナログデータレコーダー (森谷, 1985, 私信) を用い、各観測点単位で観測・記録を行なった。この場合、刻時として JJY を用いた。特性をそろえるため、地震計は、Mark Products 社製の上下動地震計 L-22 D (固有周期 2 Hz) を用いた。Table 2 には、全観測点の位置、高度、観測者等が、与えられている。Table 1 及び Table 2 に与えられている緯度・高度は、1980 年国土地理院より発行された 1/5000 の火

Table 2. Shot time, locations of observation sites and observers. Hight with asterisk was directly surveyed on the field.

Profile-A				
	Shot time S-1 1984/08/19 20:54			
	S-2 1984/08/18 20:54			
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
Shot point				H.Watanabe, H.Mori, T.Maekawa, A.Suzuki, N.Takahashi, Y.Nishimura Hm.Okada
A-01	42-32-21.1	140-52-09.3	273*	"
A-02	42-32-22.1	140-52-13.1	245*	"
A-03	42-32-24.3	140-52-13.9	255*	"
A-04	42-32-26.2	140-52-14.5	254*	"
A-05	42-32-28.4	140-52-13.5	257*	"
A-06	42-32-30.1	140-52-12.1	260*	"
A-07	42-32-31.0	140-52-08.7	279*	"
A-08	42-32-30.8	140-52-07.1	288*	"
A-09	42-32-30.4	140-52-04.7	301*	"
A-10	42-32-28.3	140-52-00.6	319*	"
Profile-B				
	Shot time S-1 1985/08/18 20:51:36.330			
	S-2 1985/08/18 20:54:33.111			
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
Shot point				T.Maekawa, A.Suzuki, I.Yokoyama
B-01	42-32-08.4	140-51-54.5	179*	T.Sakamoto
B-02	42-32-17.1	140-52-11.9	272*	H.Miyamachi
B-03	42-32-20.4	140-52-17.7	260*	T.Yamada
B-04	42-32-24.5	140-52-18.9	252*	T.Matsushima
B-05	42-32-28.4	140-52-17.4	258*	K.Niitsu
B-06	42-32-29.9	140-52-15.1	251*	N.Shiga
B-07	42-32-31.2	140-52-12.3	253*	H.Takenaka
B-08	42-32-31.7	140-52-08.8	283*	Y.Nishimura
B-09	42-32-32.2	140-52-04.9	297*	K.Yamaguchi
B-10	42-32-31.0	140-51-58.9	305*	H.Mori
B-11	42-32-27.6	140-51-50.1	192*	Y.Nishida
B-12	42-32-23.6	140-51-47.4	189*	T.Sasatani
B-13	42-32-20.6	140-51-46.8	194*	Hm.Okada
B-14	42-32-11.9	140-51-45.0	190*	T.Moriya

Table 2. Continued

Profile-C				
	Shot time S-1 1985/08/17 20:50:39.593			
	S-2 1985/08/17 20:53:39.587			
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
Shot point				T.Maekawa, I.Yokoyama
C-01	42-32-01.8	140-51-54.9	169	T.Moriya
C-02	42-31-49.7	140-52-02.6	90	A.Suzuki
C-03	42-31-52.6	140-52-18.4	56	K.Yamaguchi
C-04	42-32-03.8	140-52-28.6	55	K.Niitsu
C-05	42-32-07.6	140-52-36.7	48	T.Sakamoto
C-06	42-32-16.7	140-52-49.9	37	N.Shiga
C-07	42-32-29.6	140-52-45.0	49	T.Matsushima
C-08	42-32-41.6	140-52-45.2	51	T.Sasatani
C-09	42-32-45.2	140-52-37.4	91	H.Miyamachi
C-10	42-32-47.7	140-52-15.5	134	H.Takenaka
C-11	42-32-47.4	140-52-09.2	128	H.Mori
C-12	42-32-47.6	140-52-00.5	130	T.Yamada
C-13	42-32-46.2	140-51-47.2	152	Y.Nishimura
C-14	42-32-40.1	140-51-36.5	183	Y.Nishida
C-15	42-32-24.2	140-51-32.6	198	Hm.Okada
C-16	42-32-12.7	140-51-33.1	198	Hs.Okada
Profile-D				
	Shot time S-1 1986/08/23 20:54:48.413			
	S-2 1986/08/23 20:56:11.683			
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
Shot point				T.Maekawa, A.Suzuki K.Yamaguchi, H.Mori J.P.Catane
D-01	42-32-24.8	140-52-04.6	392	T.Moriya
D-02	42-32-26.2	140-52-05.4	376	T.Sasatani
D-03	42-32-27.1	140-52-06.7	360	Hm.Okada
D-04	42-32-27.6	140-52-08.1	339	D.Suetsugu
D-05	42-32-29.1	140-52-08.9	316	H.Takenaka
D-06	42-32-30.3	140-52-10.9	291	Y.Nishimura
D-07	42-32-31.4	140-52-08.8	280	Y.Matsushima
D-08	42-32-32.7	140-52-08.4	274	"
D-09	42-32-29.6	140-52-00.0	318	H.Miyakawa
D-10	42-32-30.7	140-52-01.4	310	"
D-11	42-32-31.7	140-52-02.4	308	H.Miyamachi
D-12	42-32-32.3	140-52-03.8	294	"
D-13	42-32-42.8	140-51-57.6	144	T.Takehana
D-14	42-32-44.2	140-51-57.1	139	"
D-15	42-32-45.8	140-51-56.8	136	T.Fukushima
D-16	42-32-47.5	140-51-57.3	135	T.Sakamoto
D-17	42-32-48.7	140-51-58.9	130	T.Matsushima
D-18	42-32-50.0	140-51-49.5	128	"

山基本図・有珠山IIから読みとった。ただし、Profile-A、Profile-Bの各観測点及び爆破点の高度は、野外における実際の測量によって得られた値を記した（各表中では、*で示されている）。

各測線は、昭和新山及びその周辺の速度構造を求める事を第一目的としているが、特に、Profile-Aでは、根本他（1957）の観測結果と比較する事により、昭和新山ドーム内部の地震波速度の変化の有無を検証する事を目的としている。そのために、観測点を、根本他（1957）の観測点分布と同じように配置した。Profile-B、-Cは、ファン・シューティングの観測点配置をとり、各々爆破点からの距離を400 m、800 mとしている。この観測では、昭和新山ドームとその周辺との速度差を明らかにする事を目的としている。Profile

Table 2. Continued

Profile-E				
Shot time S-1 1986/08/24 20:53:43.112				
S-2 1986/08/24 20:55:05.631				
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Observers
Shot point				T.Maekawa, J.P.Catane, A.Suzuki
E-01	42-32-06.7	140-51-52.0	182	H.Miyakawa
E-02	42-32-03.7	140-51-54.9	183	K.Yamaguchi
E-03	42-32-00.4	140-51-54.8	156	H.Miyamachi
E-04	42-31-57.2	140-51-53.7	161	"
E-05	42-31-51.2	140-51-52.2	118	H.Mori
E-06	42-31-48.2	140-51-51.2	128	"
E-07	42-31-44.9	140-51-50.8	129	D.Suetsugu
E-08	42-31-41.8	140-51-50.8	124	Y.Nishimura
E-09	42-31-39.3	140-51-53.4	122	Y.Matsushima
E-10	42-31-36.7	140-51-56.4	113	"
E-11	42-31-26.3	140-51-54.3	87	T.Fukushima
E-12	42-31-23.6	140-51-56.8	92	H.Takenaka
E-13	42-31-20.9	140-51-57.7	82	T.Matsushima
E-14	42-31-18.8	140-51-56.8	72	"
E-15	42-31-40.0	140-51-42.8	188	T.Sasatani
E-16	42-31-37.0	140-51-40.7	186	"
E-17	42-31-34.3	140-51-38.8	182	T.Sakamoto
E-18	42-31-31.6	140-51-36.5	180	"
E-19	42-31-29.2	140-51-34.5	177	T.Takehana
E-20	42-31-23.2	140-51-32.1	160	T.Moriya
E-21	42-31-20.6	140-51-29.4	156	"
E-22	42-31-12.7	140-51-24.2	150	Hm.Okada

-D では、観測点間隔をおよそ 50 m とし、昭和新山ドームの鉛直断面に沿った速度分布を推定する事を目的としている。また、Profile-E では、観測点間隔を 100 m とし、昭和新山周辺の数秒後の速度構造の推定を目的としている。

各測線の観測点で得られた波形記録から、典型的な波形例として、爆破点 S-1 に対する観測点 E-03 (震央距離 623 m) の記録を Fig. 2 に示す。初動到着 0.6 秒後に S 波と考えられる波が到達している。また、その数秒後には、花火の爆発音が到達している事がわかる。Fig. 3 に、得られたすべての波形記録のうち、Profile-B~Profile-E の爆破点 S-1 に対する記録を示す。Profile-A, -B, -D の記録は、初動の立上り

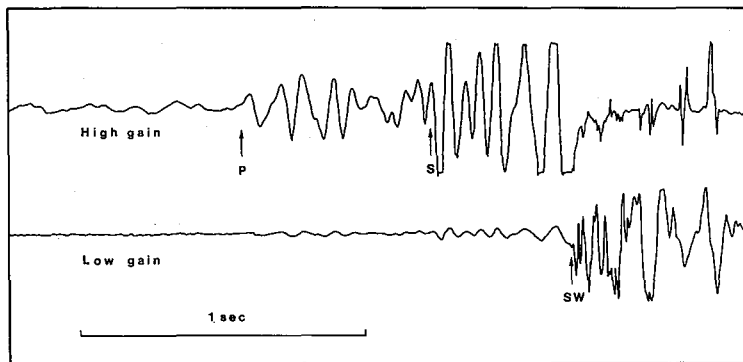


Fig. 2. A typical example of a seismogram at the station E-03 of Profile-E for the shot S-1. P, S, and SW in the figure indicate arrivals of P-wave, S-wave, and a sound wave produced by the explosion of the ground-firework.

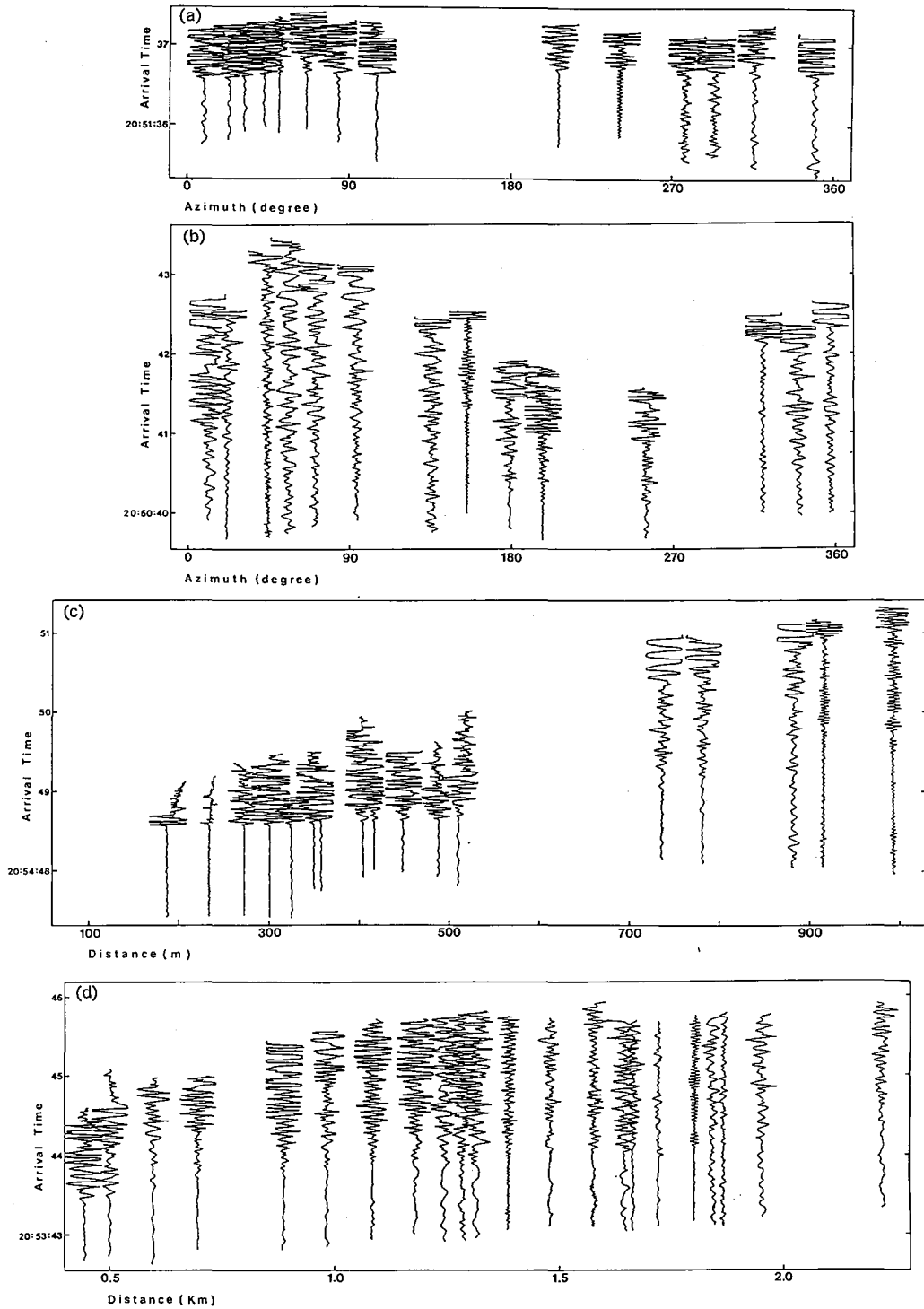


Fig. 3. Record sections for the shot S-1 along each profile. (a) Profile-B, (b) Profile-C, (c) Profile-D, and (d) Profile-E. Azimuth in degree from the shot point to observation site is measured clockwise from the north.

が、明瞭であるものが多いが、一部の記録では、JJY 受信不良のため、読みとり不可能なものもあった。また、Profile-Cでは、火祭り見物の人や車等によるノイズが大きく、初動の認定は、できなかった。Profile-Eは、測線が長いにもかかわらず、比較的良好な記録を取る事ができた。このような記録から読みとられた走時データは、Table 3に与えられている。ただし、Profile-A及びProfile-Bの水平距離は、野外での辺長測角測量及びスタジア測量によって求められた値を記した(表中では、*で示されている)。また、走時は、時刻精度、初動の立上りの良さ等を含めた不確かさ Δt により、

$$A : |\Delta t| \leq 0.005 \text{ s}$$

$$B : 0.005 \text{ s} < |\Delta t| \leq 0.01 \text{ s}$$

$$C : 0.01 \text{ s} < |\Delta t| \leq 0.05 \text{ s}$$

のランクを付けた。

III. 結 び

昭和新年及びその周辺の内部速度構造を推定するために、昭和新年火祭りの際の地上爆破型花火を人工震源として用い、1984~1986年の3年間にわたって5測線、観測点のべ80点による地震観測を行なった。この観測により得られた記録のうち、爆破点から水平距離が500 m以下の観測点では、良好な記録が得られたが、それ以上の遠方の観測点では、人工的ノイズのためS/N比が悪く、初動の読み取りが困難である場合が多かった。

本観測の測線は、すべて片測線であり、得られる速度は、みかけ速度である。したがって、より正確な速度分布を求めるためには、ダイナマイト等を用い、逆測線の観測を実施する必要がある。また、遠方の観測点では、S/N比向上のため、グルーピング等の観測手法が必要であろう。

これらの観測資料を用いて解析した結果の一部は、MIYAMACHI et al. (1987)に報告されているが、残りの結果については、別に報告する。

謝辞 この観測に参加していただいた北海道大学理学部地球物理学教室地震学・火山学講座及び応用地球物理学講座の教官、学生に対して、感謝します。特に、横山泉教授、岡田廣教授及び森谷武男助教授には、貴重な助言をいただいた。また、観測実施を許可して下さった壮瞥町役場観光課及び三松三朗氏にも感謝します。

Table 3. Travel time data. Azimuth in degree from the shot point to observation site is measured clockwise from the north. Distance with asterisk was directly surveyed on the field.

Station	S-1			S-2		
	Distance (m)	Azimuth (deg.)	Travel time (sec.)	Distance (m)	Azimuth (deg.)	Travel time (sec.)
A-01	184*	81.0	0.116A+	185*	70.4	0.120A+
A-02	274*	77.6	0.117A-	275*	70.4	0.134A+
A-03	319*	66.6	0.151A+	322*	60.0	0.149A+
A-04	362*	58.9	0.200A+	366*	53.1	0.201A+
A-05	387*	48.5	0.202A+	393*	43.2	0.204A+
A-06	406*	39.9	0.205A+	412*	35.0	0.204A+
A-07	398*	28.2	0.212A+	406*	23.5	0.214A+
A-08	369*	23.5	0.181A+	378*	18.9	0.184A+
A-09	342*	15.6	0.184A+	351*	11.1	0.187A+
A-10	274*	359.0	0.191A+	284*	355.0	0.196A+
B-01	393*	201.7	0.340A+	375*	206.5	0.314A+
B-02	271*	110.1	0.296A+	242*	104.8	0.264A+
B-03	385*	88.6	0.298A+	365*	83.7	0.269A+
B-04	434*	71.8	0.286A+	424*	67.0	0.269A+
B-05	458*	55.9	0.293A+	458*	51.3	0.299A+
B-06	446*	47.2	0.282A+	452*	42.5	0.279A+
B-07	432*	37.5	0.277A+	444*	32.9	0.261A+
B-08	403*	27.0	0.250A+	421*	22.6	0.230A+
B-09	384*	14.1	0.256A+	408*	10.2	0.229A+
B-10	339*	352.7	0.280A+	371*	350.1	0.283A+
B-11	336*	313.5	0.276A+	371*	314.7	0.304B+
B-12	325*	289.5	0.302B+	356*	293.1	0.317B+
B-13	321*	272.8	0.284B+	345*	277.8	0.313B+
B-14	455*	234.9	0.386A+	454*	239.8	0.374B+
C-01	581	193.4		556	196.2	
C-02	939	177.5		908	178.7	
C-03	939	154.7		902	155.0	
C-04	810	128.4		775	127.6	
C-05	906	115.2		874	114.0	
C-06	1126	95.3		1103	93.8	
C-07	1051	73.8		1040	71.8	
C-08	1211	56.8		1212	55.0	
C-09	1139	47.2		1146	45.3	
C-10	916	21.5		937	19.6	
C-11	864	12.8		890	11.1	
C-12	849	359.5		880	358.2	
C-13	863	338.9		900	338.4	
C-14	830	318.1		867	318.4	
C-15	656	281.1		683	283.3	
C-16	672	250.1		682	253.2	

Table 3. Continued

Station	S-1			S-2		
	Distance (m)	Azimuth (deg.)	Travel time (sec.)	Distance (m)	Azimuth (deg.)	Travel time (sec.)
D-01	169	30.9	0.107A+	188	20.6	0.134A+
D-02	216	29.1	0.143B+	235	21.1	0.154B+
D-03	255	31.9	0.136A+	272	24.8	
D-04	285	35.7	0.141A+	300	29.1	0.198A+
D-05	334	33.6	0.148A+	350	28.0	0.177A+
D-06	390	36.2	0.169A+	404	31.3	
D-07	394	27.6	0.184A+	413	23.1	0.225B+
D-08	426	24.0	0.209A+	447	20.0	0.240A+
D-09	294	356.4	0.148A+	326	353.2	0.183A+
D-10	327	2.4	0.181A+	358	358.9	0.207A+
D-11	360	5.8	0.216A+	389	2.4	0.250B+
D-12	383	10.3	0.228A+	410	6.7	0.264A+
D-13	704	354.0		737	352.7	
D-14	749	353.5		782	352.3	
D-15	798	353.4		832	352.3	
D-16	849	354.6		882	353.5	
D-17	884	357.2		916	356.0	
D-18	958	344.4		994	343.7	
E-01	460	205.9	0.312A+	442	210.1	
E-02	524	194.9	0.358A+	500	198.9	0.381B+
E-03	623	192.7	0.560B-	598	195.3	0.682B-
E-04	725	192.9	0.589B+	700	195.1	0.704B+
E-05	913	192.4	0.683B+	888	194.1	0.717B+
E-06	1009	192.5	0.700A+	983	194.1	0.779B+
E-07	1110	191.9	0.809B-	1084	193.3	0.788B+
E-08	1204	190.9	0.859B+	1178	192.2	
E-09	1271	187.6	0.774B-	1243	188.8	0.760C+
E-10	1343	184.3	0.757B+	1314	185.3	0.790C+
E-11	1667	185.1	0.885B+	1638	185.9	0.873B-
E-12	1746	183.0	0.891B+	1716	183.7	0.946B+
E-13	1828	182.2	0.994A+	1799	182.9	1.025A+
E-14	1894	182.8		1864	183.4	
E-15	1304	198.4	0.877C-	1282	199.7	
E-16	1407	199.0	0.854B+	1385	200.3	
E-17	1500	199.6	0.984B-	1478	200.7	0.927C+
E-18	1596	200.3	0.984B+	1575	201.4	0.937C-
E-19	1682	200.9	0.990B-	1661	202.0	1.020B-
E-20	1874	200.5		1853	201.4	
E-21	1971	201.3	1.094B-	1950	202.2	1.261C+
E-22	2242	201.9	1.262C-	2221	202.7	

文 献

- 国土地理院, 1980. 1:5000 火山基本図・有珠山II.
- MINAKAMI, T., T. ISHIKAWA and K. YAGI, 1951. The eruption of volcano Usu in Hokkaido Japan. *Bull. Volcanologique, Ser. 2*, 11, 1-157.
- MIYAMACHI, H., H. WATANABE, T. MORIYA and Hm. OKADA, 1987. Seismic experiments on Showa-Shinzan lava dome using firework shots. *PAGEOPH*, in press.
- 根本忠寛, 早川正己, 高橋 清, 小穴 進也, 1957. 昭和火山地熱地帯の火山地質および地球物理・地球化学的研究. 地質調査所報告, 170, 1-149.