

## 有珠火山における人工地震探査

### —観測および初動の読み取り—

鬼澤真也<sup>1)\*</sup>・大島弘光<sup>1)</sup>・青山 裕<sup>1)</sup>・森 濟<sup>1)</sup>・前川徳光<sup>1)</sup>・鈴木敦生<sup>1)</sup>・岡田 弘<sup>1)</sup>・筒井智樹<sup>2)</sup>・松尾紉道<sup>3)</sup>・及川 純<sup>4)</sup>・大湊隆雄<sup>4)</sup>・山本圭吾<sup>5)</sup>・森 健彦<sup>6)</sup>・平 貴昭<sup>1)</sup>・宮町宏樹<sup>7)</sup>・小山順二<sup>1)</sup>・蓬田 清<sup>1)</sup>・渡辺顕二<sup>1)</sup>・松原わかな<sup>1)</sup>・岡田 純<sup>8)</sup>・宮村淳一<sup>9)</sup>・谷口正美<sup>9)</sup>・吉川章文<sup>9)</sup>・加藤幸司<sup>9)</sup>・浜口博之<sup>10)</sup>・田中 聡<sup>10)</sup>・山崎 純<sup>11)</sup>・藤澤宏篤<sup>11)</sup>・小川康雄<sup>6)</sup>・野上健治<sup>6)</sup>・齋藤 晃<sup>6)</sup>・水橋正英<sup>12)</sup>・渡辺秀文<sup>4)</sup>・鍵山恒臣<sup>4)</sup>・萩原道德<sup>4)</sup>・中道治久<sup>4)</sup>・長田 昇<sup>4)</sup>・小山悦郎<sup>4)</sup>・井本良子<sup>4)</sup>・小林知勝<sup>4)</sup>・桧山洋平<sup>4)</sup>・杉岡 学<sup>4)</sup>・石峯康浩<sup>13)</sup>・山岡耕春<sup>14)</sup>・奥田 隆<sup>14)</sup>・小池勝彦<sup>14)</sup>・鈴木孝幸<sup>14)</sup>・鶴我佳代子<sup>15)</sup>・清水 洋<sup>3)</sup>・松本 聡<sup>3)</sup>・松本薫<sup>16)</sup>・大倉敬宏<sup>17)</sup>・迫 幹雄<sup>17)</sup>・吉川 慎<sup>17)</sup>・八木原寛<sup>7)</sup>・平野舟一郎<sup>7)</sup>・林元直樹<sup>7)</sup>・為栗 健<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>北海道大学大学院理学研究科 (\*現東京工業大学火山流体研究センター) ・<sup>2)</sup>秋田大学工学資源学部 ・<sup>3)</sup>九州大学大学院理学研究科 ・<sup>4)</sup>東京大学地震研究所 ・<sup>5)</sup>京都大学防災研究所 ・<sup>6)</sup>東京工業大学火山流体研究センター ・<sup>7)</sup>鹿児島大学理学部 ・<sup>8)</sup>北海道大学理学部 ・<sup>9)</sup>気象庁札幌管区气象台 ・<sup>10)</sup>東北大学大学院理学研究科 ・<sup>11)</sup>東北大学理学部 ・<sup>12)</sup>東京工業大学理学部 ・<sup>13)</sup>理化学研究所計算科学技術研究推進室 ・<sup>14)</sup>名古屋大学大学院理学研究科 ・<sup>15)</sup>核燃料サイクル開発機構東濃地科学センター ・<sup>16)</sup>九州大学理学部 ・<sup>17)</sup>京都大学大学院理学研究科

## Seismic exploration at Usu volcano with active sources

### —The outline of the experiment and the first arrival time data—

Shin'ya Onizawa<sup>1)\*</sup>, Hiromitsu Oshima<sup>1)</sup>, Hiroshi Aoyama<sup>1)</sup>, Hitoshi Y. Mori<sup>1)</sup>, Tokumitsu Maekawa<sup>1)</sup>, Atsuo Suzuki<sup>1)</sup>, Hiromu Okada<sup>1)</sup>, Tomoki Tsutsui<sup>2)</sup>, Norimichi Matsuwo<sup>3)</sup>, Jun Oikawa<sup>4)</sup>, Takao Ohminato<sup>4)</sup>, Keigo Yamamoto<sup>5)</sup>, Takehiko Mori<sup>6)</sup>, Takaaki Taira<sup>1)</sup>, Hiroki Miyamachi<sup>7)</sup>, Junji Koyama<sup>1)</sup>, Kiyoshi Yomogida<sup>1)</sup>, Kenji Watanabe<sup>1)</sup>, Wakana Matsubara<sup>1)</sup>, Jun Okada<sup>8)</sup>, Jun'ichi Miyamura<sup>9)</sup>, Masami Taniguchi<sup>9)</sup>, Akifumi Yoshikawa<sup>9)</sup>, Kouji Katoh<sup>9)</sup>, Hiroyuki Hamaguchi<sup>10)</sup>, Satoru Tanaka<sup>10)</sup>, Jun Yamazaki<sup>11)</sup>, Hiroatsu Fujisawa<sup>11)</sup>, Yasuo Ogawa<sup>6)</sup>, Kenji Nogami<sup>6)</sup>, Akira Saitoh<sup>6)</sup>, Shoei Mizuhashi<sup>12)</sup>, Hidefumi Watanabe<sup>4)</sup>, Tsuneomi Kagiya<sup>4)</sup>, Michinori Hagiwara<sup>4)</sup>, Haruhisa Nakamichi<sup>4)</sup>, Noboru Osada<sup>4)</sup>, Etsuro Koyama<sup>4)</sup>, Yoshiko Imoto<sup>4)</sup>, Tomokatsu Kobayashi<sup>4)</sup>, Youhei Hiyama<sup>4)</sup>, Manabu Sugioka<sup>4)</sup>, Yasuhiro Ishimine<sup>13)</sup>, Kousyun Yamaoka<sup>14)</sup>, Takashi Okuda<sup>14)</sup>, Katsuhiko Koike<sup>14)</sup>, Takayuki Suzuki<sup>14)</sup>, Kayoko Tsuruga<sup>15)</sup>, Hiroshi Shimizu<sup>3)</sup>, Satoshi Matsumoto<sup>3)</sup>, Kaoru Matsumoto<sup>16)</sup>, Takahiro Ohkura<sup>17)</sup>, Mikio Sako<sup>17)</sup>, Shin Yoshikawa<sup>17)</sup>, Hiroshi Yakiwara<sup>7)</sup>, Shuichiro Hirano<sup>7)</sup>, Naoki Hayashimoto<sup>7)</sup> and Takeshi Tameguri<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Graduate School of Science, Hokkaido University (\*Now at Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology) , <sup>2)</sup> Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University, <sup>3)</sup> Graduate School of Science, Kyushu University, <sup>4)</sup> Earthquake Research Institute, University of Tokyo, <sup>5)</sup> Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, <sup>6)</sup> Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, <sup>7)</sup> Faculty of Science, Kagoshima University, <sup>8)</sup> Faculty of Science, Hokkaido University, <sup>9)</sup> Sapporo District Meteorological Observatory, Japan Meteorological Agency, <sup>10)</sup> Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>11)</sup> Faculty of Science, Tohoku Univer-

\*e-mail: onizawa@ksvo.titech.ac.jp (〒377-1711 群馬県吾妻郡草津町大字草津字滝尻原 641-36)

sity, <sup>12)</sup> Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology, <sup>13)</sup> Computational Science Division, Institute of Physical and Chemical Research, <sup>14)</sup> Graduate School of Science, Nagoya University, <sup>15)</sup> Tono GeoScience Center, Japan Nuclear Cycle Development, <sup>16)</sup> Faculty of Science, Kyushu University, <sup>17)</sup> Graduate School of Science, Kyoto University

## Abstract

Seismic exploration using artificial sources was conducted at Usu volcano, Japan in November 2001 by 58 participants from nine national universities, Japan Meteorological Agency, Japan Nuclear Cycle Development, and Institute of Physical and Chemical Research to investigate subsurface seismic structures. The exploration was the eighth joint experiment under the National Project for Prediction of Volcanic Eruptions. A total of 288 temporal stations equipped with a 2 Hz vertical component seismometer and a portable data logger were deployed in and around Usu volcano and Toya caldera. Dynamite shots with charges of 200–250 kg were detonated at seven locations and seismic signals were successfully recorded. To reveal the P-wave velocity structure, first arrival times were picked from the seismograms and 1877 useful arrival times are listed in this paper. From the record sections and the arrival time data, characteristics reflecting the geological structure of the experimental area were identified.

**Key words:** Usu volcano, seismic exploration, seismic velocity structure, National Project for Prediction of Volcanic Eruptions

## 1. はじめに

有珠火山は北海道南西部に位置する国内でも有数の活動的な火山であり、1663年の爆発的な噴火以降2000年までに8回の噴火が記録されている。これらの活動は珪長質マグマの貫入・噴出や溶岩ドーム・潜在ドームの形成、マグマ貫入に伴う顕著な地震活動・地殻変動で特徴づけられる。2000年噴火活動ではその前兆現象から噴火活動、潜在ドーム形成に至る過程が様々な観測によって捉えられた。噴火前兆地震は3月27日から観測されはじめ、その震源は上方へ向け伸び、3月29日夕方から南方へ向け広がった後3月31日に有珠火山北西麓での噴火に至った(大島・他, 2000)。地殻変動も3月27日から広域的な変動が捉えられはじめ、噴火前の全山的膨張を経た後、噴火開始頃には隆起域は噴火地域に局地化され潜在ドームが形成された(例えば、森・宇井, 2000; 村上・他, 2000; 高橋・他, 2002)。また Yamamoto *et al.* (2002) は噴火開始直前から展開した高帯域地震計によって12秒周期の振動を捉え、その振動源が Tomiya and Takahashi (1995), 東宮 (1995) によって推定されたマグマ溜まりに対応するとした。このような様々な観測データやモデルを統一的に説明しマグマ供給系を明らかにする上でも、また噴火活動予測の上でも、速度構造を詳細に把握し震源決定精度を向上させることは非常に重要である。

またマグマがマグマ溜まりから地表へ向けて移動する

際、母岩構造が貫入現象、噴火現象に影響を与えるであろう。2000年噴火の前兆地震の多くは先新第三系と考えられる基盤内からその最上面に沿って発生していたと推定され、マグマ貫入に伴う地震活動が構造に強く規定されていたことが示唆された(鬼澤・他, 2002)。さらに1663年以降2000年までの噴火活動ではその噴火位置が山頂の場合プリニアン～サブプリニアンという爆発的なマグマ噴火を伴うが、山麓の場合2000年活動のようにそのような噴火は発生していないという特徴がある。このような貫入現象への地下構造の寄与や噴火様式の位置依存性を理解する手掛かりとして、マグマ活動、噴火活動の場としての力学的特性を理解しておくことは重要だろう。

これらの背景を踏まえて有珠火山において人工地震探査を2001年11月1日から7日にかけて行った。これは噴火予知計画に基づき1994年以降全国の火山地域において行われている火山体構造探査の8回目にあたる。有珠火山では当初2000年に予定されていたがこの年の3月から始まった噴火活動のため急遽次年度に予定されていた岩手火山と入れ替えて2001年に実施することになった(田中・他, 2002)。今回の探査では先新第三系基盤最上面深度とそれ以浅の3次元的なP波速度構造をより詳細に把握することを目的とした。さらにこの探査によって推定された速度構造を用いてより精密な震源決定を行うことも目指した。なお探査対象として2000年

噴火活動に関わる貫入マグマの検出にも興味を持たれたが、潜在ドームを横切る反射法探査を企画・実施したため(大島・他, 2001; 大島・他, 2002) そちらに譲ることにした。

本報告では今後の解析結果の解釈に有用と考えられる有珠火山周辺の地質概要とこれまでに得られているP波速度に関する情報をはじめにまとめる。その後、探査の観測概要、波形記録や観測点・発破点の座標等の基礎資料、P波速度構造解析に向けて作成した初動到達時刻データのリストを示す。ここではデータから読み取れる

特徴の解釈については定性的な議論に留め、より詳細な速度構造解析や結果についての議論は別の機会に報告する(例えば、鬼澤・他, 2002)。

## 2. 地質概要とP波速度

有珠火山およびその周辺地域の地質概要は曾屋・他(1981)、新エネルギー総合開発機構(1983)、八幡・他(1987)、和田・他(1988)、八幡(1992)などにより知ることができる。Fig. 1に産業技術総合研究所地質調査総合センター(2002)による表層地質を簡略化したものと

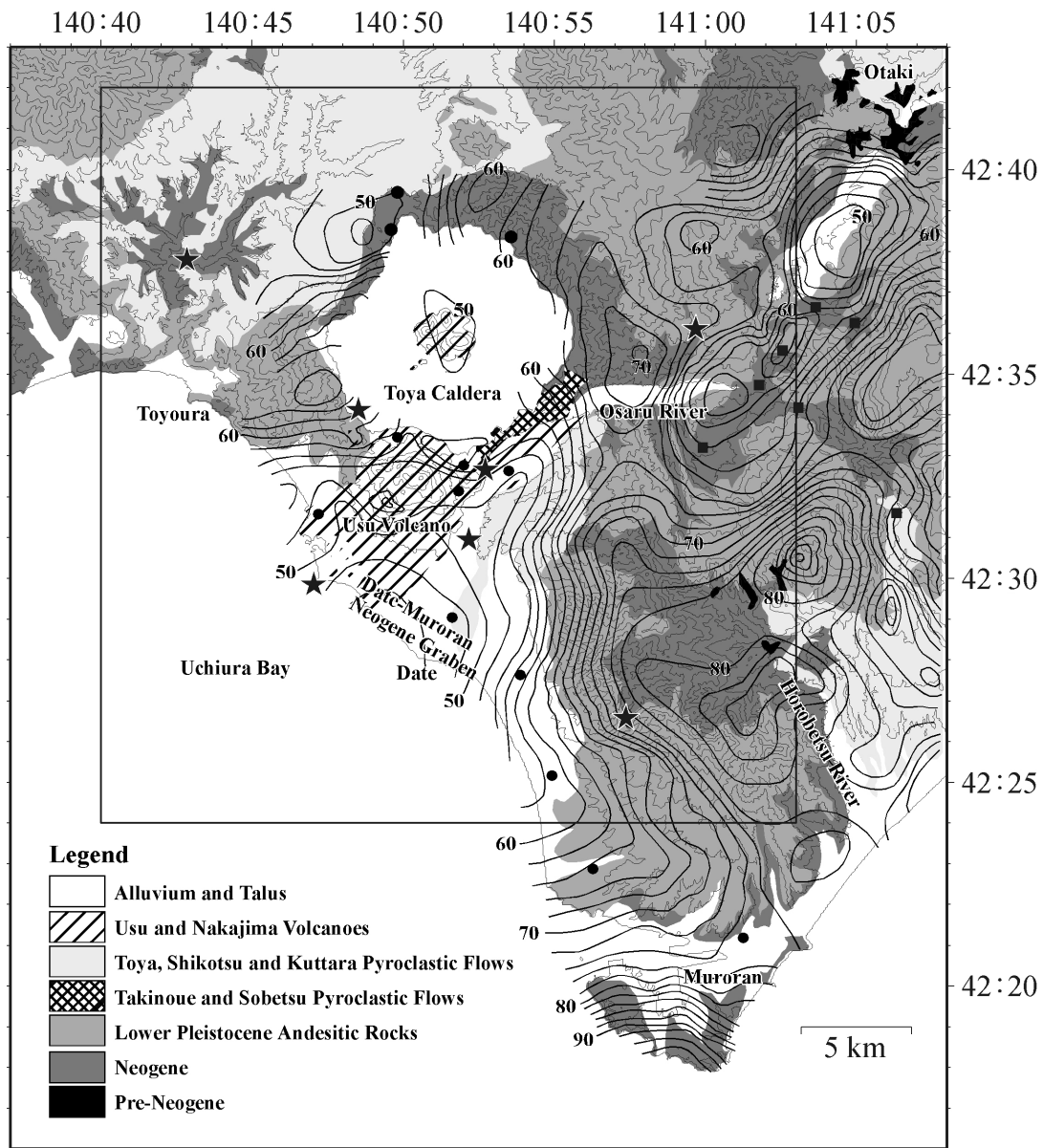


Fig. 1. Simplified geological map based on Geological Survey of Japan, AIST (2002) and Bouguer anomaly map after Wada *et al.* (1988). Contour interval of the Bouguer anomaly is 2mgal. Solid squares and solid circles indicate geothermal wells of NEDO and others, respectively. Shot points for the experiment are shown by solid stars. The rectangle indicates the experimental area shown in Fig. 2.

和田・他(1988)によるブーゲー異常図を、Table 1に地質層序を示す。表層は更新世前期に活動した新期安山岩類や末期の洞爺火砕流堆積物などの第四紀火山噴出物に広く覆われ、新第三系および先新第三系は主に洞爺湖畔、長流川や幌別川等の河川沿いに局部的に露出している。本地域の地質学的基盤である先新第三系は大滝三階滝と幌別川上流および長流川沿いの坑井深さ 1,528 m 以深で認められ、花崗閃緑岩、砂岩頁岩互層、ホルンフェルスからなる。新第三系以浅は一般に中期中新統下部が陸性～浅海性火山噴出物(長流川層・幌別層)、中期中新統上部～後期中新統が深～浅海性の砂岩・泥岩および火山噴出物(莊珠内川層・滝ノ川層・鹿ノ沢層)、鮮新統が湖沼性堆積物や火山噴出物(北湯沢層・レルコマベツ層)と浅海性の砂岩・泥岩および火山噴出物(室蘭層)、更新統以降が陸性の火山噴出物で特徴付けられる。

先新第三系基盤深度分布の特徴はブーゲー異常図によく表れている。有珠火山南を豊浦から室蘭に向けてNW-SE方向にのびる低重力帯は伊達-室蘭沈降帯とよばれる新第三系が厚く堆積した堆積盆であり、重力解析によれば先新第三系最上部は内浦湾岸で深さ 3.5 km 程度と深いことが予想されている。また広域的には伊達-室蘭沈降帯から北方および東方に向けて高重力になり先新第三系が浅くなることを示唆している。これは伊達-室蘭沈降帯で掘削された 1,000 m 級坑井では鮮新統が厚く堆積し中新統上部までしか達していないものが有珠火山北麓の坑井では中新統下部まで達していること、室蘭北方幌別周辺の高重力地域で先新第三系や中期中新統下部が露出していることと整合的である(和田・他, 1988)。

新エネルギー総合開発機構(1983)によって有珠火山東北東の長流川とその支流沿いで掘削された坑井(Fig. 1の■)では先新第三系基盤から更新統新期安山岩類に至るコアサンプルが得られ、そのP波速度の実測が行われている。先新第三系を除くどの地層も岩相の変化が激しく個々のサンプルごとの値は大きくばらつくがそれらの地層ごとに平均化した速度を見積もることができる。また根本・他(1957)はそれまでに行われた人工地震探査の結果と共に昭和新山溶岩や有珠外輪山溶岩など更新統・完新統の岩石サンプルのP波速度実測値をまとめている。年代によって実測値がないことやサンプルのある地域に偏りがあることといった問題はあるものの、これらの結果を集めると本地域の先新第三系から完新統までの層準に対応するサンプルのP波速度がまとめられる(Table 2左側)。P波速度は先新第三系基盤最上部で 5.6 km/s と最も大きく、概して年代が若くなるとともに空隙率の増加を反映して小さくなる傾向がある。ただし本地域の表層を広く覆う更新統新期安山岩類は溶岩や火山角礫岩という岩相を反映し、他のほぼ同時期の層準と比較大きい速度を持つ。

また Table 2 右側はこれまでに行われた人工地震探査で推定されたP波速度を上述の層準に対比させたものである。Okada *et al.* (1973)は南北海道の襟裳岬沖から積丹半島沖にかけての屈折法探査を実施している。また森谷・岡田(1980)は洞爺湖北岸の採石発破を利用した地震探査を行い有珠火山・洞爺カルデラ地域の速度構造を推定している。襟裳岬沖-積丹半島沖測線で 5.9 km/s、有珠・洞爺地域で 5.8 km/s と求まり上部地殻と解釈された層が先新第三系基盤に相当すると考えられる。さ

Table 1. Lithostratigraphic column based on Wada *et al.* (1988) and Yahata (2002).

Geological Time		Formations		Facies	
Quaternary	Holocene	Alluvium		Gravel, sand and clay	
		Usu dome and pyroclasts		Dacitic to rhyolitic lava and pyroclasts	
	Pleistocene	Usu somma lava and Nakajima lava		Basaltic and andesitic lava	
		Toya pyroclastic flow		Pumice flow deposit	
		Takinoue and Sobetsu pyroclastic flows		Dacitic to andesitic welded tuff	
Neogene	Pliocene	Lower Pleistocene andesitic rocks		Andesitic lava and volcanic breccia	
		Rerukomabetsu F.	Yanagihara F.	Conglomerate, sandstone, mudstone, rhyolitic pyroclasts and andesitic lava	Sandstone and siltstone
	Miocene	Kitayuzawa F.	Muroran F.	Mudstone, tuff and pumiceous lappili tuff Tuff, pumiceous tuff and mudstone Conglomerate, sandstone, mudstone and tuff	Dacitic lappili tuff, pumice and conglomerate Sandstone, mudstone, tuff and conglomerate Conglomerate, sandstone, mudstone, dacitic to rhyolitic lappili tuff, pumiceous tuff and andesitic tuff breccia
		Soshunagawa F.	Shikanosawa F.	Andesitic pyroclasts, shale, sandstone and conglomerate	Dacitic lappili tuff, pumiceous tuff and sandstone Andesitic tuff breccia, breccia, tuff, mudstone and sandstone
			Takinokawa F.	Pumiceous tuff and dacitic pyroclasts	Shale, rhyolitic tuff Conglomerate
		Osarugawa F.	Horobetsu F.	Rhyolitic lava, pumiceous tuff, dacitic pyroclasts, andesitic lava and pyroclasts Andesitic lava and pyroclasts, and dacitic tuff breccia	Andesitic lava and tuff breccia Dacitic pumiceous tuff and tuff breccia
Pre-Neogene	Pre- Neogene Rocks		Granodiorite, shale, sandstone and hornfels		

Table 2. Summarized P-wave velocities inferred from laboratory experiments and active seismic explorations by previous researchers.

Geological Time		Formations	Laboratory Experiments			Active Seismic Explorations		
				Vp [km/s]	Ref.		Vp [km/s]	Ref.
Quaternary	Holocene	Usu Showa- Shinzan	lava (room temp.)	2.54, 2.2- 2.3	1)	roof- mountain (weathered)	0.25- 0.37, 0.6- 0.7	1)
			lava (fresh)	3.48	1)	roof- mountain (Inner)	1.05- 1.25, 1.7- 1.9	1)
			lava (eroded)	1.9	1)	lava	2.15	1)
	Pleistocene	Usu somma				lava (fumaloro temp. < 800 °C)	3.9- 4.0	1)
		lava (fumaloro temp. = 310 °C)				lava (fumaloro temp. = 310 °C)	1.8- 2.2	3)
		Toya pyroclastic flow				1.48, 1.7- 1.8	1)	
		Takinoue pyroclastic flow		2.78	1)		(2.3- 2.5)*	1)
		Lower Pleistocene andesitic rocks		4.0±1.5	2)			
Neogene	Pleiocene	Kitayuzawa F.		2.3±1.0	2)			
	Miocene	Osarugawa F.		4.6±1.2	2)			
Pre- Neogene		Pre- Neogene Rocks	granodiorite, hornfels	5.6±0.1	2)	upper crust (Shakotan- Erimo)	5.9	4)
						upper crust (Usu and Toya)	5.8	5)

References: 1) summarized in Nemoto *et al.* (1957), 2) NEDO (1983), 3) Miyamachi *et al.* (1987), 4) Okada *et al.* (1973), 5) Moriya and Okada (1980)

\*: It is not sure that this value corresponds to whether Takinoue pyroclastic flow or Neogene.

らに有珠・洞爺地域では表層速度を 4.0 km/s と推定している。これは中新統以浅の平均的な速度を反映していると考えられる。根本・他 (1957) は昭和新山地域 の速度構造を推定し岩石サンプルの実測値と対比させた。さらに Miyamachi *et al.* (1987) は昭和 新山溶岩ドームの温度低下に伴う P 波速度の減少を捉えている。

### 3. 観測

有珠火山地域の地質学的基盤である先新第三系の最上部深度の広域的な分布を捉えるために有珠火山山頂から最大約 18 km の領域に観測点、発破点を展開した。また直接マグマ活動、噴火活動の舞台となる有珠火山体下での分解能を上げるために山体近傍では周辺領域より密に観測点を配置している。Fig. 2 に観測点、発破点分布を示す。観測点は有珠火山を北西-南東、北東-南西方向に横切る測線 (L1, L2 測線)、有珠火山体周辺での高密度な面的配置 (M 観測点)、広域での面的配置 (L3, N, E 観測点) で展開している。測線、面的配置はそれぞれ 2 次元、3 次元速度解析を意図している。L1, L2 測線では有珠火山山頂から約 5 km 以内でおよそ 250 m 間隔、それ以遠で 500 m 間隔を目処に配置した。有珠火山周辺での面的配置では約 750 m 間隔、広域での面的配置では 2-4 km 間隔で展開している。全 288 点の観測点には Mark Products 社製 L-22D 型上下動地震計 (固有周波数約 2.2 Hz, コイル抵抗約 2.2 kΩ) を設置し、ダンピング定数 0.7 で用いた。地震波形は白山工業社製の DataMark LS-8000 データロガー (森田・浜口, 1996) によってサンプリング間隔 4 ms, 分解能 16 bit で収録された。収録の際、震央距離に応じた増幅を行い、2 チャンネルを用い同一信号を高利得、低利得で記録した。観測点座標は GPS ラピッドスタティック測量により決定した。ただ

し必要に応じて偏心測量を併用している。位置決定精度は偏心測量の精度も考慮すれば 1-2 m 程度であると考えられる。Table 4 に観測点座標一覧と特記事項を示す。

発破点は L1, L2 測線の両端および測線上に計 7 点 (S1-S7) を配置した。ただし発破可能場所の制約から S5, S6 に関しては L1 測線からそれぞれ約 500 m, 約 800 m のオフセットを余儀なくされた。発破孔の掘削および発破作業は応用地質株式会社の請負によって行われた。発破孔の孔径は 146 mm, 深さは S1, S2 は 47 m, S3-S7 は 40 m である。掘削後には発破孔保護のため外径 114.3 mm, 肉厚 4.5 mm の鋼管を孔底まで挿入した。発破は 11 月 5 日 01 時 30 分から 02 時 00 分まで 5 分間隔でダイナマイト 250 kg (S1, S2) または 200 kg (S3-S7) を用いて行われた。各発破点ではショットマーク信号を 1 ms サンプリングで収録し発破時刻を読み取った。発破点座標は GPS スタティック測量および孔口から薬頭までの検尺により決定した。位置決定精度は 10-20 cm 程度であると考えられる。各発破点の発破日時、座標、薬量を Table 3 に示す。なお標高は薬頭の位置である。

### 4. 観測結果

Fig. 3 に S1, S2, S5, S6 発破に対する L1 測線上の観測点で取得された波形を、Fig. 4 に S3, S4, S7 発破に対する L2 測線上の観測点で取得された波形を示す。これらの波形記録は発破時刻を 0 s とし、見掛け速度 6 km/s で減じている。また、それぞれの波形はその最大振幅で規格化している。なお波形不良が認められる観測点の波形は除いた。Figs. 3, 4 からわかるように 7 点の発破に関してそれぞれ良好なデータを取得することができた。最も S/N 比の低かった S2 発破 (Fig. 3 (b)) に関してもほ

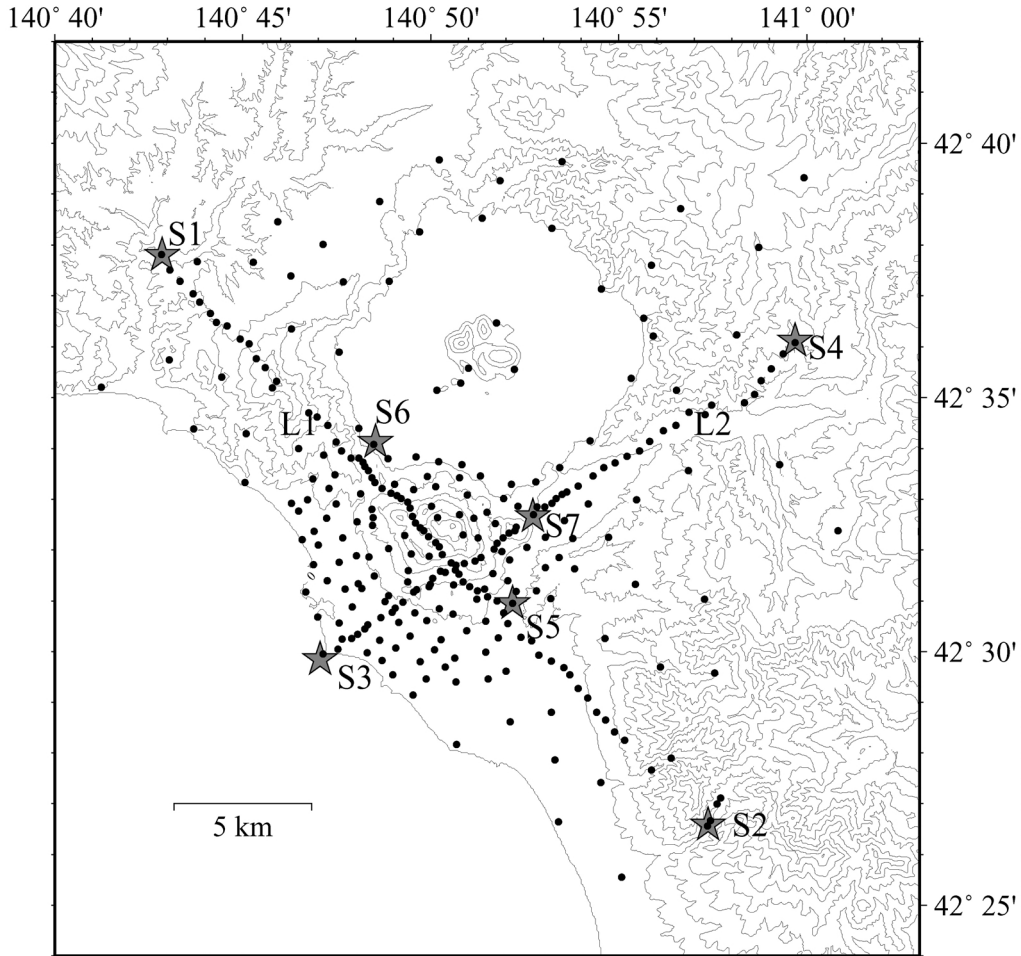


Fig. 2. Shot points and temporal seismic stations. Topographic contour interval is 100 m. Gray Stars and solid circles indicate locations of shot points and seismic stations, respectively.

Table 3. Shot locations, times, and charge sizes of seven explosions in the experiment. The coordinates are presented using the Tokyo datum system. The altitudes are at the head level of the dynamite.

Shot	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Date	Time (JST)	Charge [kg]
S1	42.630053	140.714194	51.0	05 Nov., 2001	01:30:00.609	250
S2	42.443042	140.956212	228.4	05 Nov., 2001	01:35:00.499	250
S3	42.497439	140.784150	- 2.5	05 Nov., 2001	01:40:02.345	200
S4	42.601857	140.994649	334.2	05 Nov., 2001	01:45:19.681	200
S5	42.515851	140.869598	- 5.4	05 Nov., 2001	01:50:00.738	200
S6	42.568724	140.808861	60.9	05 Nov., 2001	01:55:00.369	200
S7	42.544343	140.878536	28.7	05 Nov., 2001	02:00:02.251	200

ば探査領域全域で初動の確認が可能であった。

L1 測線での記録を見ると、S1 発破では S1 発破点から 6-9 km 付近、S2 発破では S2 から約 20 km 付近、S5 では発破点から北西側 6-12 km 付近で見掛け速度が大きくなる場所があり、局所的な高速度岩体の存在が予想される。また 2000 年噴火で形成された潜在ドームの隆起域では減衰が大きく、特に北西、南東端の S1、S2 発

破では初動が不明瞭である。

L2 測線の記録を見ると南西端の S3 発破 (Fig. 4 (a)) では震央距離約 6 km まで見掛け速度 2-3 km/s の直達波、それ以遠では 7-7.5 km/s の屈折波が初動となっている。一方北東端の S4 発破 (Fig. 4 (b)) では震央距離約 1 km 未満の発破点極近傍を除き見掛け速度約 4.5 km/s の波が初動となっている。また測線ほぼ中央の S7

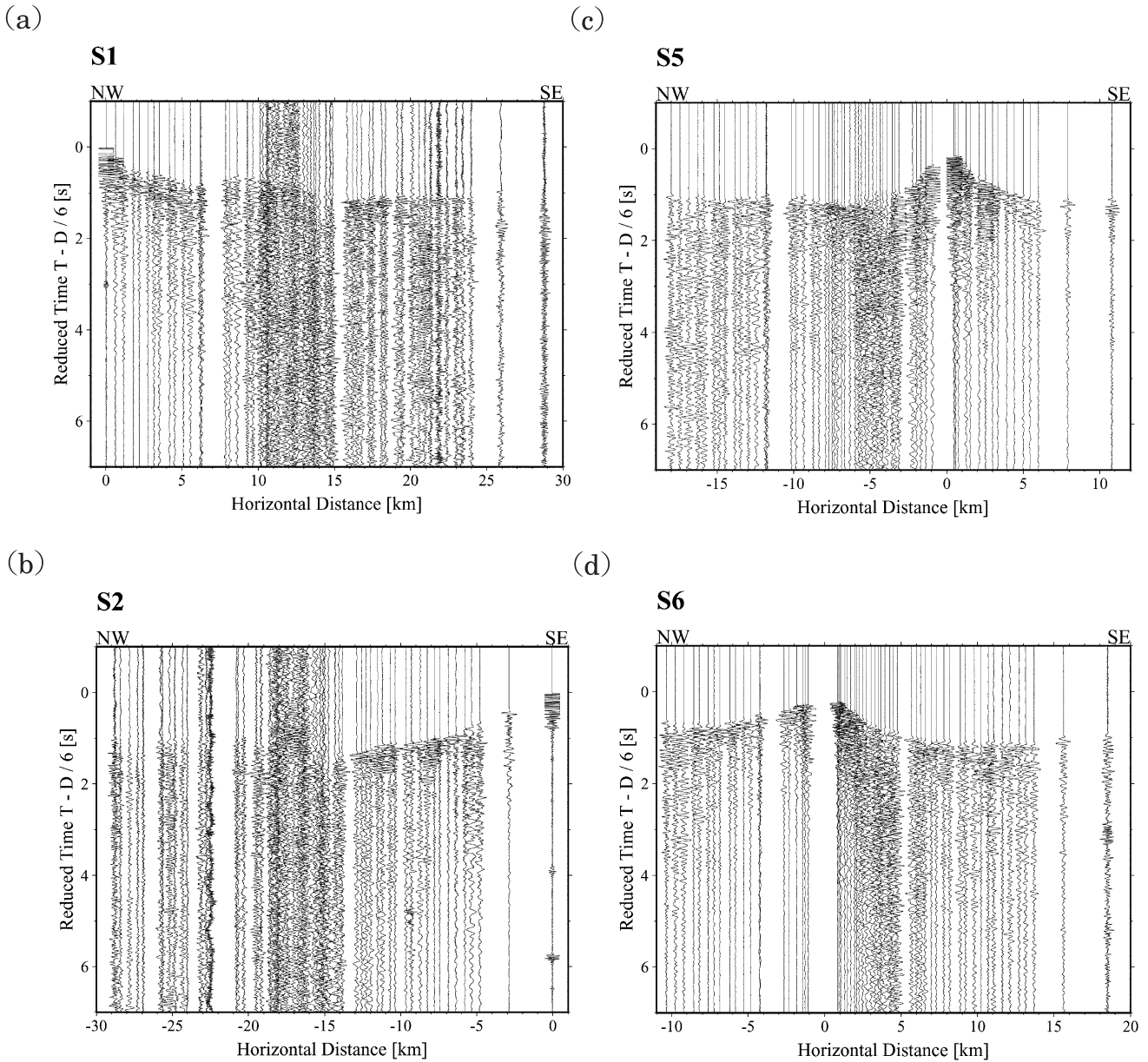


Fig. 3. Record sections of seismograms on L1 line for (a) Shot 1, (b) Shot 2, (c) Shot 5 and (d) Shot 6. Amplitude of each trace is normalized by its maximum value. The reduction velocity is 6 km/s.

発破 (Fig. 4 (c)) では震央距離約 3 km まで見掛け速度約 2.2 km/s の直達波が、それ以遠では北東方向、南西方向にそれぞれ 6.5 km/s、3.3-4.8 km/s の屈折波が初動となっている。これら 3 点の発破で見掛け速度 2-3 km/s 程度で表層の直達波が初動となる震央距離が北東に向かい小さくなっていること、屈折波の見掛け速度が北東方向に大きく、南西方向に小さいことは、この地域の基盤が南西方向に深くなっていることを示唆する。

浅部 P 波速度構造を推定するために、これらの記録から初動到達時刻を読み取りデータリストを作成した。こ

の作業は実験参加者中の有志による解析委員が行った。まず各委員が個別に全波形の初動到達時刻を読み取り、これらの値を持ち寄って全委員の検討により最終値を決定した。読み取りには到達時刻とその読み取り精度に応じたランク、極性の情報を付加している。読み取り精度のランクは ±10 ms 以内で初動を確定できたものを A ランク、以下、±10 ms ~ ±30 ms、±30 ms ~ ±100 ms、±100 ms ~ ±200 ms で確定できたものをそれぞれ B、C、D ランクとした。また初動を確認できないものに関しては X ランクとした。A ~ D ランクで決定された初動到達

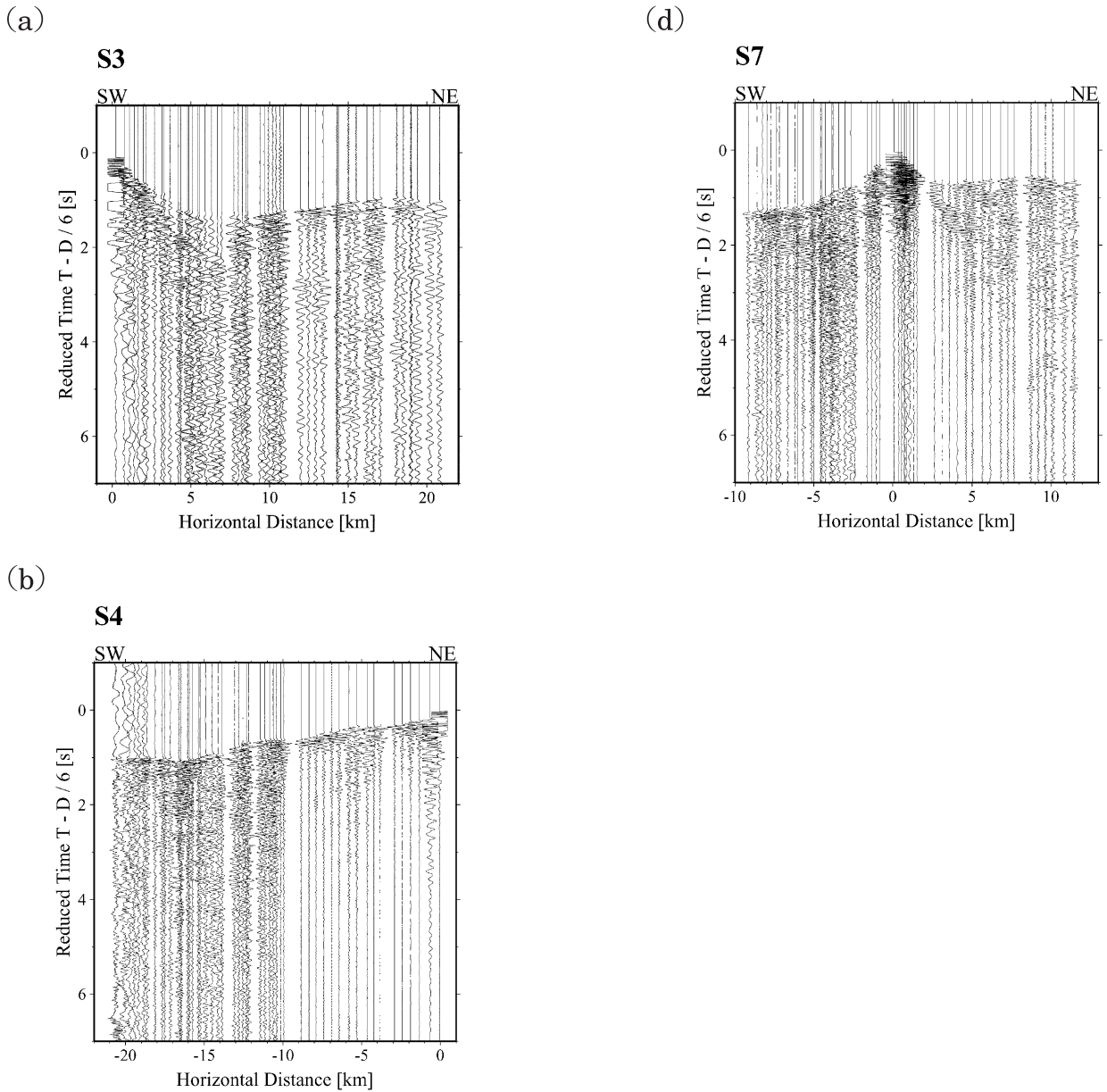


Fig. 4. Record sections of seismograms on L2 line for (a) Shot 3, (b) Shot 4 and (d) Shot 7. Annotations are the same as in Fig. 3.

時刻の数はそれぞれ 1172 個, 513 個, 165 個, 27 個であり, 総数 1,877 個の読み取り値が得られた. 最後に探査スケジュール前後に行ったデータロガーの時刻較正値を基に時刻補正を行い最終値とした. これらをまとめたものを Table 5 に示す. ここに示した到達時刻は表の最上部に記した時刻からの相対時刻である. なお極性が反転していると認められた観測点 (L1-42) に関しては修正した結果を記している.

全発破のデータを集めて作成した走時プロットを Fig. 5 に示す. この図から震央距離 8-10 km 程度までは

おおよそ上に凸の曲線で深さ方向への速度勾配を示唆しており, より遠方ではほぼ直線で近似でき速度勾配の小さい基盤内を屈折波として到達したことが読み取れる. 震央距離 8-10 km 以上の直線の傾きからは基盤での P 波速度は約 6 km/s と推定される.

各発破に対する走時プロットを Fig. 6 に示す. Figs. 3, 4 と同様に見掛け速度 6 km/s で減じている. 震央距離約 5 km 以遠ではどの発破でも走時は大きくばらつき, 震央距離や方位角の違いによる不均質が示唆される. 一方, 震央距離約 5 km 未満の走時からは発破点近



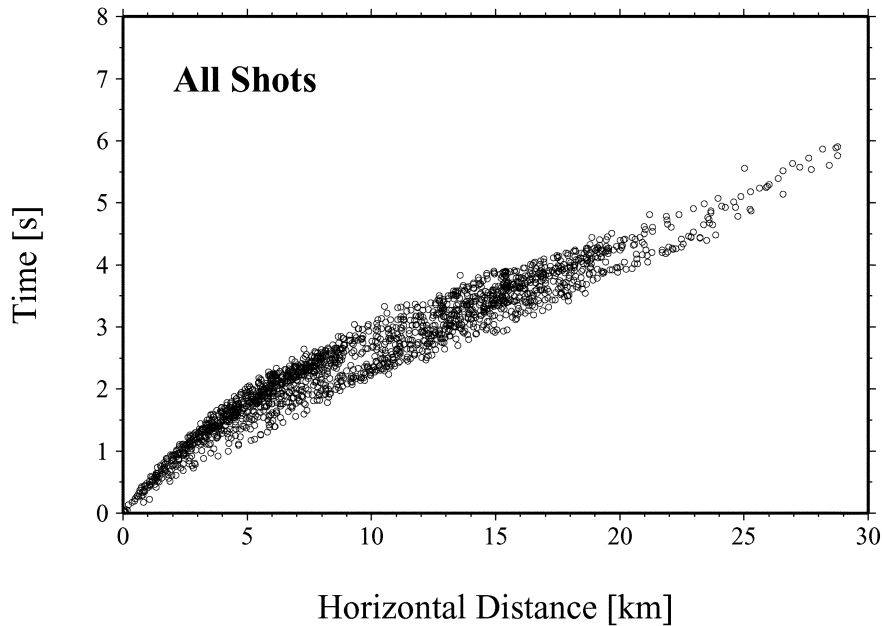


Fig. 5. Travel time plot for all data.

傍の表層速度の地域性が読み取れる。有珠火山周辺の洞爺湖南岸から内浦湾岸の領域に配置した S3, S5, S7 発破点での見掛け速度は 2-3 km/s 程度と比較的小さく、S1, S2, S4, S6 では 3 km/s 以上と大きい。

Fig. 7 に各発破に対する初動到達時刻の等時曲線を示す。この図からは水平方向の速度不均質が読み取れ、1) 伊達-室蘭地溝帯ではその東方の山地に比べ走時の遅れが見られる、2) 洞爺カルデラを通過する波は概して走時の遅れがある、といった大局的な特徴が認められる。また各発破に対する走時プロット (Fig. 6) で見たように発破点ごとの地域性も読み取れる。

## 5. 考 察

全発破データを用いた走時プロットからは約 6 km/s の速度を持つ層が推定された。これは上部地殻での一般的な値であり、過去に南北海道や有珠火山地域で行われた人工地震探査で得られた値 5.8-5.9 km/s (Okada *et al.*, 1973; 森谷・岡田, 1980) や先新第三系基盤最上部の花崗閃緑岩やホルンフェルスのボーリングコアサンプルの実測値 5.6 km/s (新エネルギー総合開発機構, 1983) とほぼ一致している (Table 2)。また L2 測線の波形記録から読み取れた基盤が南西に向けて深くなるという特徴は重力探査, MT 法探査, 地質調査 (和田・他, 1988; Matsushima *et al.*, 2001) で推定されていた先新第三系基盤が洞爺湖側から内浦湾へ向けて深くなる傾向と整合

的であり、この南西側は伊達-室蘭沈降帯に相当する。この沈降帯東方の山地で見掛け速度が大きくなることは、先新第三系基盤が相対的に浅くなること、表層を新期安山岩類が覆っていることを反映していると考えられる (Fig. 1)。また洞爺カルデラを横切る際に走時が遅れる特徴は、カルデラで基盤が深くなっていること、あるいはカルデラを埋めた低速度の fall-back に起因すると考えられる。

より局所的な特徴については発破点近傍の走時 (Figs. 6, 7) から読み取れる。有珠火山近傍の発破点 S3, S5, S7 では見掛け速度が 2-3 km/s と小さい。これは表層を沖積層や有珠火山噴出物などの第四系が覆っている地域に対応する。一方、新第三系あるいは新期安山岩類内での発破 (S1, S2, S4, S6) では相対的に見掛け速度が大きい。また L1 測線上で見られた局所的な高速度領域は表層において新期安山岩類が露出する場所に一致している。

## 6. まとめ

2001 年 11 月に有珠火山において人工地震による構造探査を行った。有珠火山および洞爺カルデラ周辺に展開された臨時観測点において発破による地震波形を成功裏に記録することができた。この波形記録から浅部 P 波速度構造解明を目的とした初動到達時刻の読み取りを行い、リストを作成した。測線上での波形記録や走時データからは本地域の地質構造を反映した特徴が認められた。こ

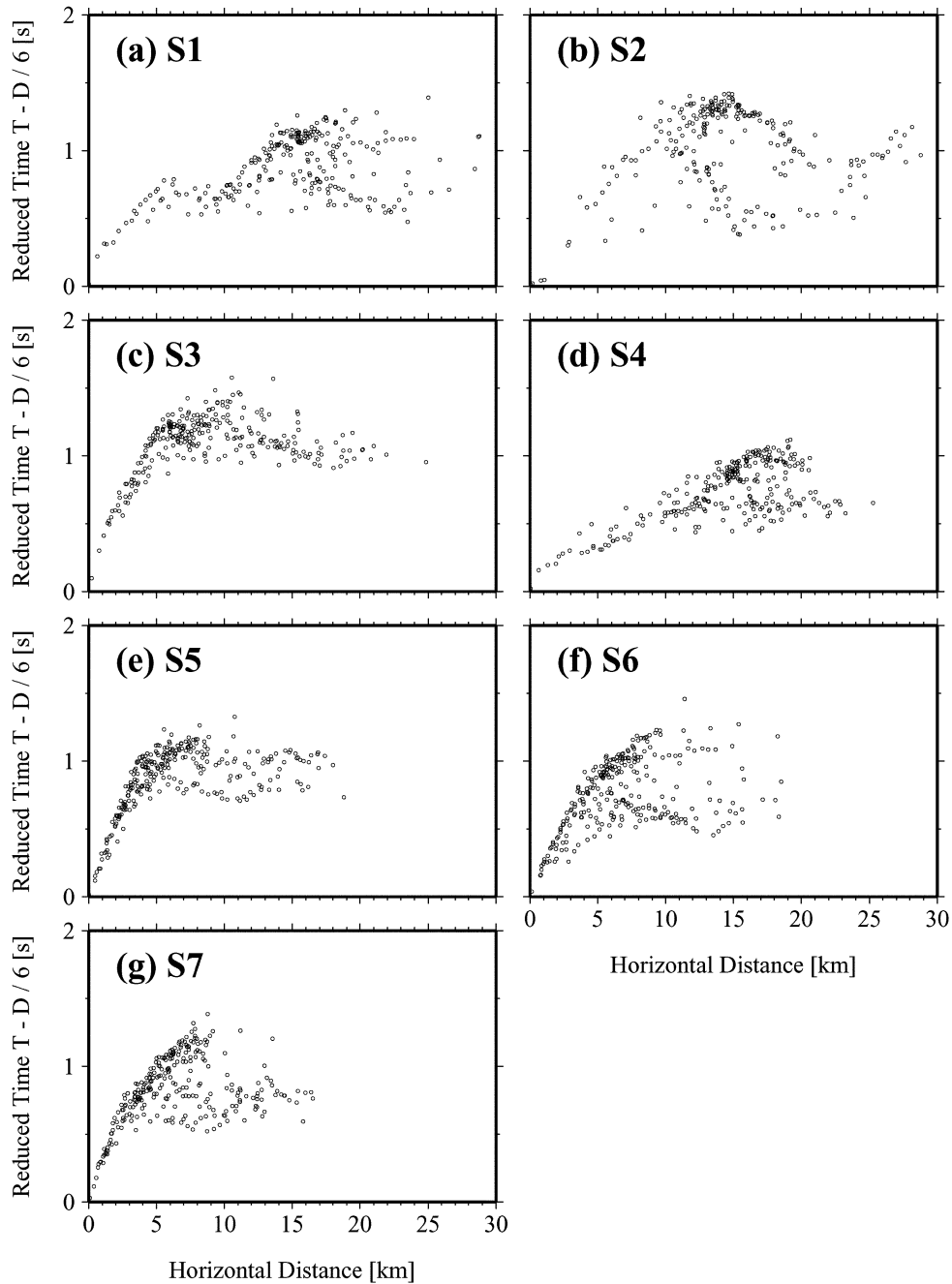


Fig. 6. Travel time plots for (a) Shot 1, (b) Shot 2, (c) Shot 3, (d) Shot 4, (e) Shot 5, (f) Shot 6 and (g) Shot 7. The reduction velocity is 6 km/s.

のデータを用いた詳細な速度構造解析の結果については別の機会に報告する。

#### 謝 辞

今回の実験は、地元の皆様の絶大なるご理解・ご協力によって実施することが出来ました。心より感謝申し上げます。

また本実験を遂行するにあたり以下の機関の方々に便宜を図って頂きました。伊達市、壮瞥町、虻田町、豊浦町、洞爺村、北海道、伊達警察署、自然環境局西北北海道地区自然保護事務所、北海道森林管理局後志森林管理署、北海道開発局室蘭開発建設部、応用地質(株)、北海道旅客鉄道(株)(JR北海道)、白山工業(株)、(株)岩崎、岩崎メンテナンス・サービス(株)、かんぼの宿洞爺、ワ

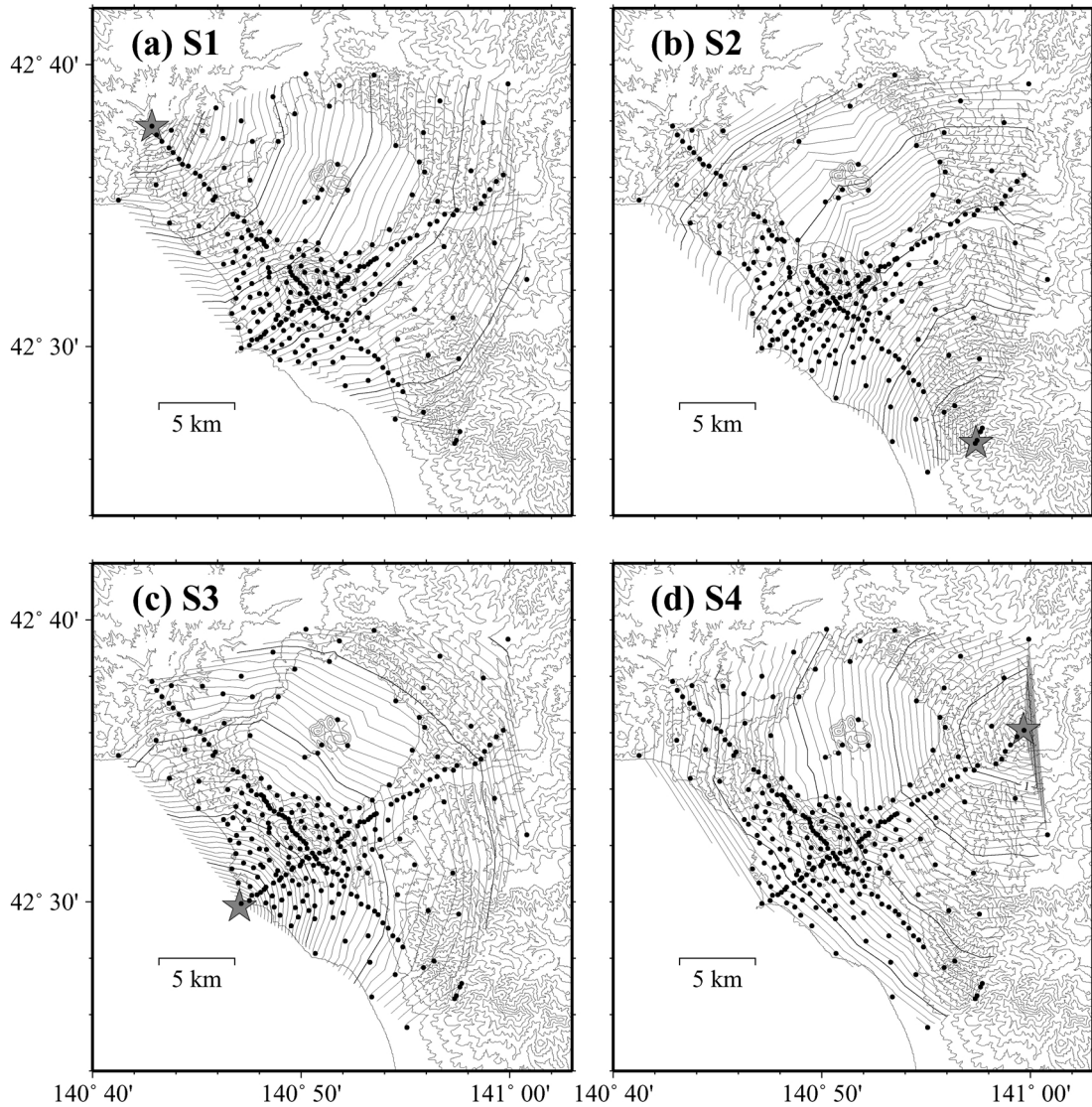


Fig. 7. Travel time contours for (a) Shot 1, (b) Shot 2, (c) Shot 3, (d) Shot 4, (e) Shot 5, (f) Shot 6 and (g) Shot 7. Contour interval is 0.1s. Open star: location of shot point. Solid circles: locations of seismic station from where the first arrival time was picked.

カサリゾート(株). 特に発破孔の掘削・発破作業等の業務を請け負って頂いた応用地質(株)には業務外の技術的支援を賜りました. 北海道旅客鉄道(株)には発破日の列車ダイヤの変更と列車走行状況の情報提供という形で多大なご協力を頂きました. かんぼの宿洞爺には宿泊時の参加者への様々な便宜を図って頂きました. さらに畠山恵美子さん, 筒井麻貴さんには裏方として実験を支えて頂きました. 皆様に厚く御礼申し上げます.

なお, 本実験は2000年度に計画されていましたが2000年有珠火山噴火のために2001年度に実施されることになりました. この間, 計画変更に伴い奔走して頂いた諸機関の方々に心より感謝申し上げます.

本調査は火山噴火予知計画経費「火山体構造探査」および東京大学地震研究所平成13年度特定共同研究「火山体構造探査」(代表者: 渡辺秀文 2001-A-12)により行われた. なお今回の実験の分担は次の通りである.

実験総責任者: 岡田 弘

予備調査・探査準備・交渉: 大島弘光・鬼澤真也・青山裕・前川徳光・鈴木敦生

観測: 著者全員

測量結果取りまとめ: 森 濟・鬼澤真也

記録解析: 鬼澤真也・筒井智樹・松尾紉道・及川 純・

大湊隆雄・山本圭吾・森 健彦・平 貴昭・宮町宏樹

最後にお二人の匿名の査読者には本原稿を改善する上で

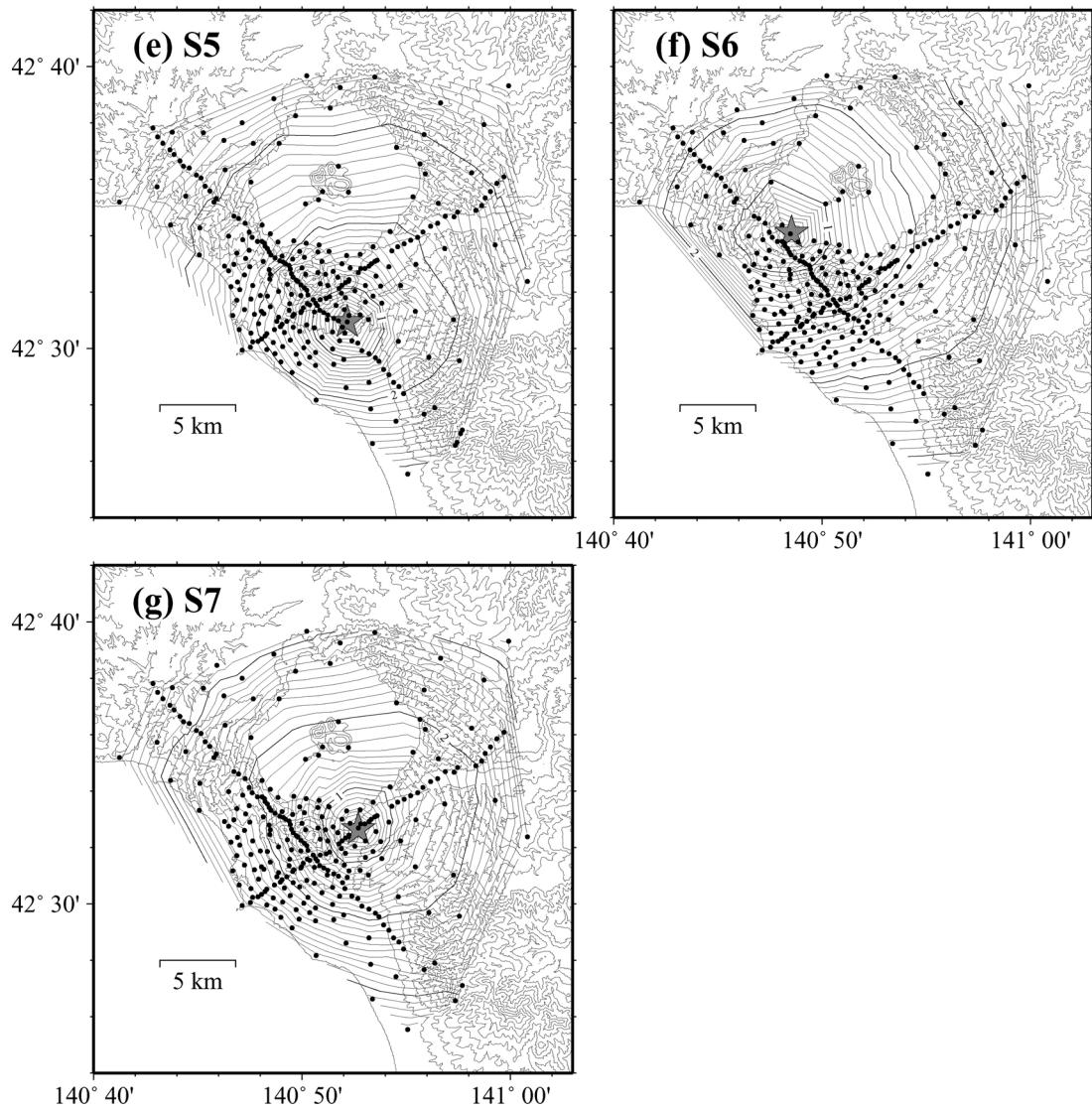


Fig. 7. (continued)

大変有益なコメントを頂きました。記して感謝致します。

参考文献

Matsushima, N., H. Oshima, Y. Ogawa, S. Takakura, H. Sato, M. Utsugi and Y. Nishida, 2001, Magma prospecting in Usu volcano, Hokkaido, Japan, using magnetotelluric soundings, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **109**, 263-277.  
 Miyamachi, H., H. Watanabe, T. Moriya, and H. Okada, 1987, Seismic experiments on Showa-Shinzan lava dome using firework shots, *PAGEOPH.*, **125**, 1025-1037.  
 森 濟・宇井忠英, 2000, 2000年有珠山噴火の地殻変動と噴火活動について, *自然災害科学*, **19**, 383-390.  
 森田裕一・浜口博之, 1996, 火山体構造探査のために高精度小型データロガーの開発, *火山*, **41**, 127-139.  
 森谷武男・岡田 弘, 1980, 有珠山における爆破地震動の観測—マグマによる走時・伝播異常—, *火山*, **52**, 63-74.

村上 亮・小沢慎三郎・西村卓也・鷺谷 威・矢来博司・今給黎哲郎・飛田幹男・多田 堯・小牧和雄, 2000, 2000年有珠山噴火にともなうマグマモデル: GPS連続観測を主とする地殻変動データによる推定, *日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集*, 172.  
 根本忠寛・早川正巳・高橋 清・小穴進也, 1957, 昭和新山地熱地帯における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.  
 Okada, H., S. Suzuki, T. Moriya and S. Asano, 1973, Crustal structure in the profile across the southern part of Hokkaido, Japan, as derived from explosion seismic observations, *J. Phys. Earth*, **21**, 329-354.  
 鬼澤真也・大島弘光・青山 裕・森 濟・前川徳光・鈴木敦生・筒井智樹・松尾紉道・及川 純・大湊隆雄・山本圭吾・森 健彦・平 貴昭・宮町宏樹・岡田 弘, 2002, 2001年有珠火山人工地震探査—3次元P波速度構造—, *月刊地球*, 号外 **39**, 14-21.

## 有珠火山における人工地震探査

- 鬼澤真也・大島弘光・森 濟・前川徳光・鈴木敦生・一柳昌義・岡田 弘, 2002, 有珠火山地域の3次元地震波速度構造, 火山, 47, 495-506.
- 大島弘光・鬼澤真也・青山 裕・松本 聡・松原由和・土田庸夫・佐々木知子, 2002, 有珠山の2000年新山における地震探査, 地球惑星科学関連学会2002年合同大会.
- 大島弘光・松本 聡・松原由和・鬼澤真也・岡田 弘・中村めぐみ・松尾綱道・清水 洋・橋本裕司・土田庸夫, 2001, 西山新山における人工地震探査, 地球惑星科学関連学会2001年合同大会.
- 大島弘光・森 濟・前川徳光・吉田邦一・田村真一・一柳昌義・岡田 弘・浜口博之・西村太志・青山 裕・辻浩・植平賢司・宮町宏樹・八木原寛・須藤靖明・高山鉄朗, 2000, 2000年有珠山噴火に伴う地震活動, 日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集, 33.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2002, 20万分の1地質図幅集(画像), 産業技術総合研究所, 数値地質図G-3.
- 新エネルギー総合開発機構, 1983, 地熱開発促進調査報告書「No. 4 胆振地域」, 506頁.
- 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子, 1981, 25,000分の1火山地質図2「有珠火山」, 地質調査所.
- 高橋浩晃・岡崎紀俊・石丸 聡・森 濟・松島 健・渡邊篤志・三浦 哲・中尾 茂・加藤照之・木股文昭・笠原稔, 2002, 2周波GPS受信機による2000年有珠山噴火前後の地殻変動観測, 火山, 47, 161-166.
- 田中 聡・他, 2002, 岩手山における人工地震探査—観測および初動の読み取り—, 地震研究所彙報, 77, 1-25.
- 東宮昭彦, 1995, 有珠火山は今後も噴火し続けるか, 科学, 65, 692-697.
- Tomiya, A. and E. Takahashi, 1995, Reconstruction of an evolving magma chamber beneath Usu volcano since the 1663 eruption, *J. Petrol.*, 36, 617-636.
- 和田信彦・八幡正弘・大島弘光・横山英二・鈴木豊重, 1988, 西胆振地域の地質と地熱資源, 地下資源調査所調査研究報告, 19, 93頁.
- 八幡正弘, 1992, 北海道南部, 西胆振地域の新生代後期の造構史と変質作用, 地下資源調査所報告, 64, 69-80.
- 八幡正弘, 2002, 有珠火山2000年噴火におけるマグマ水蒸気-水蒸気爆発による破砕深度とその時間的变化, 火山, 47, 263-278.
- 八幡正弘・大島弘光・高見雅三, 1987, 伊達-室蘭沈降帯北西延長部の地質構造, 地下資源調査所報告, 59, 1-18.
- Yamamoto, M., H. Kawakatsu, K. Yomogida and J. Koyama, 2002, Long-period (12 sec) volcanic tremor observed at Usu 2000 eruption: Seismological detection of a deep magma plumbing system, *Geophys. Res. Lett.*, 29, 10.1029/2001GL013996.

(Received March 27, 2003)

(Accepted September 9, 2003)

Table 4-1. Station codes, logger numbers, and station coordinates. The coordinates are presented using the Tokyo datum system. The status at each station is given in remarks.

Station Code	Logger Number	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Remark
L1- 00	L041	42.63018	140.71404	75	
L1- 01	L042	42.62508	140.71773	170	
L1- 02	L043	42.62139	140.72215	192	
L1- 03	L044	42.61732	140.72785	186	
L1- 04	L045	42.61462	140.73085	178	
L1- 05	L046	42.61091	140.73553	236	
L1- 06	L047	42.60788	140.73832	282	
L1- 07	L048	42.60673	140.74303	268	
L1- 08	L821	42.60247	140.74888	348	
L1- 09	L822	42.60095	140.75267	359	
L1- 10	L823	42.59598	140.75588	500	
L1- 11	L824	42.59320	140.75980	572	
L1- 12	L825	42.58869	140.76485	624	
L1- 13	L826	42.58657	140.76312	572	
L1- 15	L056	42.57824	140.77913	455	
L1- 16	L057	42.57691	140.78280	382	
L1- 17	L058	42.57420	140.78769	263	
L1- 18	L059	42.56878	140.79125	334	
L1- 19	L060	42.56579	140.79368	265	
L1- 20	L061	42.56344	140.79784	229	
L1- 21	L062	42.56337	140.80135	196	
L1- 22	L063	42.56215	140.80322	174	
L1- 23	L201	42.56063	140.80392	159	
L1- 24	L202	42.55935	140.80552	151	
L1- 25	L203	42.55698	140.80710	153	
L1- 26	L204	42.55540	140.80840	183	
L1- 27	L205	42.55352	140.81181	210	
L1- 28	L001	42.55186	140.81567	188	
L1- 29	L002	42.55123	140.81817	219	
L1- 30	L003	42.55024	140.82008	258	
L1- 31	L004	42.54908	140.82310	307	
L1- 32	L005	42.54696	140.82398	357	
L1- 33	L006	42.54426	140.82508	400	
L1- 34	L071	42.54208	140.82638	443	
L1- 35	L072	42.54052	140.82860	552	
L1- 36	L073	42.53959	140.83010	551	
L1- 37	L074	42.53765	140.83221	446	
L1- 38	L075	42.53579	140.83548	446	
L1- 39	L076	42.53439	140.83710	430	
L1- 40	L077	42.53186	140.83825	468	
L1- 42	L157	42.52902	140.84237	308	polarity reversed
L1- 43	L158	42.52539	140.84578	251	
L1- 44	L159	42.52276	140.84760	215	
L1- 45	L160	42.52129	140.85054	186	
L1- 46	L161	42.51997	140.85397	160	
L1- 47	L026	42.52042	140.85711	142	seismometer down
L1- 48	L027	42.51785	140.85851	129	
L1- 50	L106	42.51650	140.86265	45	
L1- 51	L107	42.51264	140.86567	17	
L1- 52	L108	42.50914	140.86747	13	
L1- 54	L109	42.50464	140.87327	93	
L1- 55	L178	42.50344	140.87794	62	
L1- 56	L179	42.49886	140.88127	57	
L1- 57	L180	42.49690	140.88675	68	
L1- 58	L121	42.49475	140.89223	80	
L1- 59	L122	42.49237	140.89497	81	
L1- 60	L123	42.48775	140.89860	81	
L1- 61	L124	42.48466	140.90289	107	
L1- 62	L125	42.48011	140.90680	140	

## 有珠火山における人工地震探査

Table 4-2. (continued)

Station Code	Logger Number	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Remark
L1- 63	L126	42.47743	140.91062	171	
L1- 64	L127	42.47350	140.91465	186	
L1- 65	L128	42.47082	140.91907	223	seismometer down
L1- 66	L129	42.46114	140.93114	168	
L1- 67	L130	42.44272	140.95603	248	
L2- 01	L841	42.49908	140.78561	3	
L2- 02	L842	42.50083	140.79214	4	
L2- 03	L843	42.50408	140.79409	2	
L2- 04	L844	42.50431	140.79817	12	
L2- 05	L845	42.50555	140.80074	8	
L2- 06	L846	42.50737	140.80392	8	
L2- 07	L847	42.50885	140.80534	18	
L2- 09	L848	42.51114	140.81116	12	
L2- 11	L849	42.51294	140.81611	48	
L2- 12	L850	42.51423	140.81736	46	
L2- 13	L851	42.51610	140.82096	70	
L2- 15	L007	42.51941	140.82566	212	
L2- 16	L008	42.52038	140.82695	212	
L2- 17	L162	42.52126	140.83247	194	
L2- 18	L163	42.52204	140.83310	212	
L2- 19	L164	42.52406	140.83422	244	
L2- 20	L165	42.52642	140.83756	256	
L2- 21	L166	42.52593	140.83970	254	
L2- 22	L167	42.52681	140.84410	264	
L2- 23	L168	42.52820	140.84453	290	no data
L2- 24	L169	42.52887	140.84811	307	
L2- 25	L170	42.52971	140.85283	339	
L2- 26	L171	42.53077	140.85564	309	
L2- 27	L028	42.53352	140.86144	197	seismometer down
L2- 28	L029	42.53553	140.86273	187	
L2- 29	L030	42.53730	140.86528	188	
L2- 30	L031	42.53889	140.86790	308	
L2- 31	L032	42.53965	140.87057	252	
L2- 32	L033	42.54077	140.87113	250	
L2- 34	L086	42.54495	140.87864	51	
L2- 35	L087	42.54741	140.88042	59	
L2- 36	L088	42.54746	140.88369	54	
L2- 37	L089	42.54868	140.88705	59	
L2- 38	L414	42.55018	140.88883	61	
L2- 39	L415	42.55152	140.89150	62	
L2- 40	L416	42.55231	140.89367	64	
L2- 41	L417	42.55418	140.89854	71	time calibration failure
L2- 42	L418	42.55768	140.90506	84	
L2- 43	L419	42.56030	140.90993	83	
L2- 44	L420	42.56183	140.91507	86	
L2- 45	L421	42.56410	140.92033	94	
L2- 46	L422	42.56581	140.92569	97	
L2- 47	L423	42.56892	140.93024	105	
L2- 48	L424	42.57235	140.93629	110	
L2- 49	L425	42.57422	140.94194	117	
L2- 50	L426	42.57840	140.94778	173	
L2- 51	L427	42.57778	140.95480	151	
L2- 52	L428	42.58085	140.95771	193	
L2- 53	L429	42.58162	140.97219	172	
L2- 54	L430	42.58440	140.97685	204	
L2- 55	L863	42.58890	140.97973	269	
L2- 56	L864	42.59269	140.98419	338	
L2- 57	L865	42.59761	140.98942	405	
L2- 58	L866	42.60141	140.99472	354	

Table 4-3. (continued)

Station Code	Logger Number	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Remark
L3- 03	L049	42.62779	140.72981	113	
L3- 06	L050	42.62767	140.75465	230	
L3- 09	L051	42.62310	140.77114	274	
L3- 12	L052	42.62124	140.79458	302	
L3- 15	L053	42.62143	140.81491	86	
L3- 16	L213				seismometer down
L3- 17	L214	42.60771	140.86234	83	
L3- 18	L215				seismometer down
L3- 20	L090	42.60930	140.92775	132	
L3- 21	L091	42.60340	140.93180	162	
L3- 23	L092	42.60390	140.96897	610	
M01- 03	L827	42.54862	140.77143	20	
M01- 05	L828	42.55652	140.78101	88	
M01- 06	L064	42.56439	140.78579	171	
M01- 08	L019	42.57318	140.80139	95	
M02- 03	L829	42.54608	140.77465	14	
M02- 04	L830	42.54974	140.77871	44	
M02- 05	L065	42.55344	140.78808	154	
M02- 06	L066	42.55804	140.79094	204	
M02- 08	L020	42.56797	140.80801	86	
M02- 12	L216	42.58571	140.83604	84	
M03- 02	L831	42.53667	140.77632	3	
M03- 03	L832	42.53948	140.78157	14	
M03- 04	L067	42.54371	140.78716	31	
M03- 05	L068	42.54841	140.79135	73	
M03- 06	L206	42.55167	140.80216	169	
M03- 08	L021	42.56319	140.81428	84	
M03- 13	L217	42.58802	140.84657	83	
M04- 02	L069	42.52849	140.78134	6	
M04- 03	L070	42.53502	140.78352	14	
M04- 04	L701	42.53726	140.79415	31	
M04- 05	L207	42.54247	140.80047	108	seismometer down
M04- 06	L208	42.54666	140.80716	255	
M04- 08	L009	42.55485	140.81718	231	
M04- 09	L022	42.56377	140.82679	84	
M05- 01	L702	42.51946	140.77788	10	
M05- 02	L703	42.52322	140.78750	21	
M05- 03	L704	42.52928	140.79262	46	
M05- 04	L705	42.53150	140.80026	70	
M05- 05	L209	42.54131	140.80742	197	
M05- 06	L210	42.54389	140.80778	226	
M05- 08	L023	42.55303	140.82576	199	
M05- 09	L024	42.55746	140.83165	144	
M05- 10	L025	42.56224	140.83687	103	
M06- 01	L852	42.51132	140.78317	9	
M06- 02	L010	42.52046	140.79526	22	
M06- 03	L011	42.52214	140.80117	39	
M06- 04	L012	42.53096	140.80588	102	
M06- 05	L211	42.53384	140.81460	214	
M06- 06	L078	42.53813	140.82168	466	
M06- 08	L079	42.54758	140.83354	461	
M06- 09	L401	42.55403	140.83537	225	
M06- 10	L402	42.55708	140.84610	141	
M06- 11	L403	42.56135	140.84720	84	
M07- 01	L853	42.50932	140.79257	5	
M07- 02	L013	42.51471	140.79857	10	
M07- 03	L014	42.52058	140.80281	36	
M07- 04	L015	42.52482	140.80821	87	
M07- 05	L016	42.52645	140.82336	300	



## 有珠火山における人工地震探査

Table 4-4. (continued)

Station Code	Logger Number	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Remark
M07- 06	L080	42.53196	140.82474	417	
M07- 08	L081	42.54386	140.83628	559	
M07- 09	L082	42.54498	140.84600	508	
M07- 10	L404	42.55141	140.84945	242	
M07- 11	L405	42.55755	140.85516	87	
M08- 03	L854	42.51630	140.81295	46	
M08- 04	L855	42.51840	140.81457	61	
M08- 05	L017	42.52281	140.82293	200	
M08- 06	L083	42.53127	140.83265	477	
M08- 08	L034	42.53829	140.84773	544	
M08- 09	L406	42.54376	140.85231	306	
M08- 10	L407	42.54560	140.85818	211	
M08- 11	L408	42.55025	140.86552	109	
M08- 12	L409	42.55491	140.86906	87	
M09- 01	L856	42.49951	140.80511	11	
M09- 02	L857	42.50361	140.81055	17	
M09- 03	L858	42.50951	140.81919	38	
M09- 04	L859	42.51272	140.82610	60	
M09- 09	L035	42.53727	140.85415	364	
M09- 10	L410	42.54206	140.86188	177	
M09- 11	L411	42.54770	140.87179	139	
M09- 12	L412	42.55571	140.87973	86	
M09- 13	L093	42.56033	140.89027	121	
M10- 01	L860	42.49710	140.81167	39	
M10- 02	L861	42.50121	140.81778	46	
M10- 03	L181	42.50501	140.82402	51	
M10- 04	L182	42.51011	140.83140	79	
M10- 05	L172	42.51403	140.83713	116	
M10- 06	L173	42.52176	140.84326	208	
M10- 08	L174	42.52560	140.86073	181	
M10- 09	L036	42.53283	140.86475	160	
M11- 01	L183	42.49231	140.81649	27	
M11- 02	L184	42.49669	140.82869	53	
M11- 03	L185	42.50063	140.83500	92	
M11- 04	L186	42.50388	140.83793	84	
M11- 05	L175	42.51223	140.84312	106	
M11- 06	L176	42.51708	140.85359	141	
M11- 08	L037	42.52312	140.86737	48	
M11- 09	L038	42.53009	140.86833	81	
M11- 10	L039	42.53419	140.87581	46	
M11- 11	L110	42.53746	140.88408	42	
M11- 12	L111	42.54286	140.89244	46	
M11- 13	L112	42.54842	140.90301	66	
M12- 02	L187	42.49102	140.83123	4	
M12- 03	L188	42.49494	140.83961	5	
M12- 04	L189	42.49785	140.84398	15	
M12- 05	L190	42.50686	140.84913	36	
M12- 06	L191	42.50992	140.85772	22	
M12- 08	L113	42.51975	140.87104	21	
M12- 09	L114	42.51981	140.87998	125	
M12- 10	L115	42.52753	140.88397	149	
M12- 11	L116	42.53091	140.89018	156	
M12- 12	L117	42.53715	140.89626	97	
M13- 01	L192	42.48576	140.82529	0	
M13- 03	L193	42.49006	140.84433	5	
M13- 05	L194	42.49976	140.85762	9	
M13- 06	L118	42.50453	140.86326	11	
M13- 09	L119	42.51734	140.88631	95	
M13- 11	L120	42.52703	140.89707	120	

Table 4-5. (continued)

Station Code	Logger Number	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Remark
M13- 13	L142	42.53749	140.91208	214	
N01	L833	42.58660	140.68737	65	
N02	L834	42.59570	140.71745	164	
N03	L835	42.58996	140.74050	250	
N04	L836	42.57304	140.72814	70	
N05	L837	42.57152	140.75143	155	
N06	L838	42.55547	140.75105	42	
N07	L839	42.56662	140.77460	252	
N08	L054	42.60583	140.77164	385	
N09	L055	42.59828	140.79263	88	
N10	L151	42.64094	140.76534	244	
N11	L152	42.63352	140.78565	267	
N12	L153	42.64752	140.81065	260	
N13	L154	42.63756	140.82825	85	
N14	L155	42.66119	140.83703	286	
N15	L094	42.65430	140.86403	128	
N16	L095	42.64206	140.85614	94	
N17	L096	42.63869	140.88690	90	no data
N18	L218	42.59289	140.84989	84	
N19	L219	42.59255	140.87045	84	
N20	L097	42.66061	140.89148	186	
N21	L098	42.64513	140.94407	656	
N22	L099	42.63249	140.97873	665	
N23	L100	42.62667	140.93115	343	
N24	L101	42.61884	140.90890	89	
N25	L102	42.58962	140.92220	89	
N26	L103	42.58580	140.94227	383	
N27	L104	42.56913	140.90395	90	
N28	L867	42.56139	140.98799	198	
N29	L143	42.55930	140.94732	184	
N30	L144	42.54980	140.92451	114	
N31	L145	42.52207	140.92392	256	
N32	L146	42.51718	140.95458	308	
N33	L131	42.50425	140.91038	234	
N34	L132	42.49496	140.93492	239	
N35	L133	42.49294	140.95911	390	
N36	L195	42.49087	140.85872	7	
N37	L196	42.46948	140.84464	1	
N38	L197	42.47697	140.86841	16	
N39	L134	42.48008	140.88675	37	
N40	L135	42.46434	140.88821	24	
N41	L136	42.44397	140.88988	15	
N42	L137	42.45689	140.90867	77	
N43	L138	42.46501	140.93971	233	
N44	L139	42.42586	140.91795	47	
N45	L140	42.45181	140.96160	314	
N46	L105	42.65541	140.99871	644	
N47	L868	42.53968	141.01376	444	
E01	L147	42.51574	140.86949	17	
E02	L141	42.44986	140.96006	302	
E03	L199	42.44443	140.95722	262	
E04	L198	42.49350	140.86663	69	

有珠火山における人工地震探査

Table 5-1. Arrival times, picking quality rank, and polarity of first arrival for each shot. The picking quality rank A, B, C, and D indicates that the accuracies of the first arrival times are within 10 ms, 30 ms, 100 ms, and 200 ms, respectively. Rank X indicates that no first motion is identified. U for polarity indicates that the direction of first motion is upward. X for polarity means that the direction is not determined.

Station Code	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	Arrival [s] (01:30)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:35)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:40)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:45)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:50)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:55)	Rank	Pol.	Arrival [s] (02:00)	Rank	Pol.
L1-00	0.628	A	U	6.258	B	U	6.013	A	U	24.127	A	U	4.709	A	U	2.672	A	U	5.766	A	U
L1-01	0.932	A	U	6.364	C	X	5.967	B	U	24.133	A	U	4.673	A	U	2.604	A	U	5.716	A	U
L1-02	1.115	A	U	6.214	C	X	5.897	A	U	24.090	B	U	4.595	A	U	2.539	A	U	5.638	A	U
L1-03	1.232	A	U	6.129	C	X	5.755	B	U	23.970	B	U	4.430	A	U	2.364	A	U	5.467	B	U
L1-04	1.381	A	U	6.014	C	U	5.700	A	U	23.920	B	U	4.373	A	U	2.333	A	U	5.436	C	U
L1-05	1.532	A	U	5.796	B	U	5.612	A	U	23.882	A	U	4.334	A	U	2.272	A	U	5.382	A	U
L1-06	1.620	A	U	5.737	B	U	5.577	B	U	23.921	B	U	4.293	A	U	2.238	A	U	5.359	A	U
L1-07	1.729	A	U	5.674	C	U	5.540	A	U	23.852	B	U	4.229	A	U	2.226	C	U	5.351	B	U
L1-08	1.939	A	U	5.511	B	U	5.420	A	U	23.723	A	U	4.093	A	U	1.984	A	U	5.126	A	U
L1-09	2.029	A	U	5.429	C	U	5.376	A	U	23.638	B	U	3.997	A	U	1.868	A	U	5.032	B	U
L1-10	2.173	A	U	5.335	B	U	5.287	A	U	23.600	B	U	3.903	A	U	1.785	A	U	4.961	A	U
L1-11	2.311	A	U		X	X	5.285	B	U	23.541	C	U	3.885	A	U	1.759	A	U	4.933	B	U
L1-12	2.391	A	U		X	X	5.179	A	U	23.549	C	U	3.775	A	U	1.590	A	U	4.831	B	U
L1-13	2.444	A	U		X	X	5.018	B	U	23.463	A	U	3.651	A	U	1.495	A	U	4.721	A	U
L1-15	2.635	A	U	4.864	C	U	4.971	A	U	23.323	B	U	3.503	A	U	1.215	A	U	4.543	A	U
L1-16	2.618	A	U	4.829	C	U	4.875	A	U	23.207	A	U	3.391	A	U	1.099	A	U	4.431	A	U
L1-17	2.636	A	U	4.818	A	U	4.783	A	U	23.114	A	U	3.265	A	U	0.934	A	U	4.313	A	U
L1-18	2.799	A	U	4.756	B	X	4.740	A	U	23.149	A	U	3.241	A	U	0.873	A	U	4.313	A	U
L1-19	2.863	A	U	4.747	C	U	4.706	A	U	23.117	A	U	3.195	A	U	0.836	A	U	4.259	A	U
L1-20	2.971	B	U	4.719	C	X	4.688	A	U	23.111	B	U	3.186	A	U	0.822	A	U	4.255	A	U
L1-21	2.981	B	U	4.691	B	U	4.691	A	U	23.076	B	U	3.117	A	U	0.739	A	U	4.190	A	U
L1-22	3.029	B	U	4.579	C	X	4.640	A	U	23.033	B	U	3.052	A	U	0.713	A	U	4.144	A	U
L1-23	3.105	B	U		X	X	4.676	B	U	23.070	B	U	3.067	A	U	0.773	A	U	4.183	A	U
L1-24	3.116	B	U		X	X	4.652	B	U	23.082	B	X	3.004	A	U	0.805	A	U	4.163	A	U
L1-25		X	X		X	X	4.630	A	U	23.079	B	U	2.976	A	U	0.889	A	U	4.177	B	U
L1-26		X	X		X	X	4.609	B	U	23.130	B	U	2.929	B	U	0.971	A	U	4.189	A	U
L1-27		X	X		X	X	4.601	B	U	23.162	D	U	2.829	C	U	1.057	A	U	4.090	A	U
L1-28		X	X		X	X	4.550	A	U		X	X	2.865	C	U	1.076	A	U	3.962	A	U
L1-29		X	X		X	X	4.545	A	U	23.091	C	U	2.801	B	U	1.158	A	U	3.884	B	U
L1-30		X	X		X	X	4.564	B	U	23.065	C	U	2.732	C	U	1.248	A	U	3.853	A	U
L1-31		X	X		X	X	4.562	A	U	23.102	C	U	2.559	A	U	1.314	A	U	3.843	A	U
L1-32	3.638	C	U	4.398	C	X	4.561	B	U	23.143	C	U	2.540	B	U	1.380	A	U	3.845	A	U
L1-33	3.734	B	U	4.390	C	X	4.513	B	U	23.063	A	U	2.426	A	U	1.509	A	U	3.821	A	U
L1-34	3.781	A	U	4.389	C	U	4.501	A	U	23.101	A	U	2.388	A	U	1.598	A	U	3.783	A	U
L1-35	3.900	B	U		X	X	4.581	B	U	23.175	C	U	2.409	A	U	1.730	A	U	3.808	A	U
L1-36	3.962	B	U	4.369	D	X	4.560	B	U	23.107	A	U	2.335	A	U	1.750	A	U	3.746	A	U
L1-37	4.093	C	U	4.358	D	X	4.517	C	U	23.067	A	U	2.199	A	U	1.727	A	U	3.645	B	U
L1-38	4.046	B	U	4.295	C	X	4.547	A	U	23.061	A	U	2.190	A	U	1.835	B	U	3.621	A	U
L1-39	4.048	B	U	4.127	C	U	4.515	A	U	23.047	B	U	2.162	A	U	1.918	A	U	3.621	A	U
L1-40	4.111	B	U	4.136	A	U	4.563	A	U	23.133	A	U	2.178	A	U	1.983	A	U	3.718	A	U
L1-42	4.430	D	D	4.013	B	X	4.585	A	X	23.120	A	D	1.882	A	D	2.123	A	D	3.630	B	D
L1-43	4.340	B	U	3.892	B	U	4.561	A	U	23.025	B	U	1.695	A	U	2.251	A	U	3.540	A	U
L1-44	4.433	B	U	3.852	A	U	4.548	A	U	23.059	B	U	1.589	A	U	2.317	B	U	3.570	A	U
L1-45	4.468	B	U	3.780	B	U	4.581	A	U	23.039	B	U	1.472	B	U	2.373	B	U	3.576	A	U
L1-46	4.496	B	U	3.693	A	U	4.598	A	U	23.018	A	U	1.379	A	U	2.412	A	U	3.588	A	U
L1-47		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L1-48	4.585	B	U	3.606	A	U	4.656	A	U	22.995	B	U	1.213	A	U	2.551	B	U	3.619	A	U
L1-50	4.580	B	U	3.476	A	U	4.656	B	U	22.940	A	U	1.017	A	U	2.603	A	U	3.562	A	U
L1-51	4.646	A	U	3.356	A	U	4.667	A	U	22.927	B	U	0.969	A	U	2.681	A	U	3.636	A	U
L1-52	4.719	B	U	3.301	A	U	4.706	A	U	22.970	A	U	1.071	A	U	2.760	A	U	3.728	A	U
L1-54	4.897	B	U	3.247	A	U	4.895	A	U	23.047	A	U	1.281	A	U	2.948	A	U	3.906	A	U
L1-55	4.904	B	U	3.116	A	U	4.931	A	U	22.960	A	U	1.304	A	U	2.948	A	U	3.891	A	U
L1-56	5.003	C	X	2.966	A	U	4.976	A	U	22.980	A	U	1.496	A	U	3.023	A	U	4.012	A	U
L1-57	5.052	B	U	2.872	A	U	5.051	B	U	22.966	A	U	1.661	A	U	3.113	A	U	4.069	A	U
L1-58	5.111	B	U	2.723	A	U	5.163	A	U	22.936	A	U	1.876	B	U	3.188	A	U	4.135	A	U
L1-59	5.213	C	U	2.665	A	U	5.213	B	U	22.936	A	U	1.960	B	U	3.249	B	U	4.210	A	U
L1-60	5.330	B	U	2.574	A	U	5.313	B	U	23.008	A	U	2.204	C	U	3.399	A	U	4.369	A	U
L1-61	5.421	B	U	2.372	B	U	5.387	A	U	23.029	A	U	2.403	A	U	3.465	A	U	4.438	A	U
L1-62	5.518	B	U	2.216	A	U	5.459	B	U	23.066	A	U	2.538	A	U	3.578	A	U	4.540	A	U

Table 5-2. (continued)

Station Code	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	Arrival [s] (01:30)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:35)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:40)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:45)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:50)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:55)	Rank	Pol.	Arrival [s] (02:00)	Rank	Pol.
L1- 63	5.595	B	U	2.081	B	U	5.566	A	U	23.082	A	U	2.623	A	U	3.641	A	U	4.630	A	U
L1- 64	5.682	B	U	1.904	B	U	5.652	A	U	23.100	B	U	2.748	A	U	3.735	A	U	4.744	A	U
L1- 65		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L1- 66	5.852	B	U	1.305	A	U	5.805	A	U	23.031	A	U	3.039	A	U	3.914	A	U	4.885	A	U
L1- 67	6.508	D	U	0.517	A	U	6.233	A	U	23.190	C	U	3.554	A	U	4.299	B	U	5.416	B	U
L2- 01	4.292	C	U	4.381	B	U	2.480	A	U	24.098	B	U	3.073	A	U	2.724	A	U	5.030	A	U
L2- 02	4.293	B	X	4.349	C	U	2.772	A	U	23.988	B	U	2.946	A	U	2.665	A	U	4.877	B	U
L2- 03	4.242	B	U	4.366	C	U	2.940	A	U	23.915	B	U	2.849	B	U	2.582	A	U	4.803	B	U
L2- 04	4.261	B	U	4.271	B	X	3.081	A	U	23.892	B	U	2.829	A	U	2.596	A	U	4.780	B	U
L2- 05	4.269	C	X		X	X	3.162	A	U	23.858	B	U	2.754	C	U	2.564	A	U	4.712	A	U
L2- 06	4.257	B	U	4.151	C	U	3.271	A	U	23.772	A	U	2.672	B	U	2.518	A	U	4.624	A	U
L2- 07	4.238	B	U	4.191	B	U	3.341	A	U	23.749	B	U	2.605	B	U	2.498	A	U	4.607	B	U
L2- 09	4.240	A	U	4.117	B	U	3.494	A	U	23.669	A	U	2.534	A	U	2.435	A	U	4.468	B	U
L2- 11	4.303	A	U	4.111	B	U	3.671	A	U	23.592	B	U	2.475	A	U	2.417	A	U	4.383	A	U
L2- 12	4.287	A	U	4.111	A	U	3.717	A	U	23.569	A	U	2.445	A	U	2.396	A	U	4.337	A	U
L2- 13	4.256	A	U	4.093	A	U	3.834	A	U	23.504	A	U	2.360	A	U	2.363	C	U	4.243	A	U
L2- 15	4.309	B	U	4.166	A	U	4.083	A	U	23.488	A	U	2.339	A	U	2.349	A	U	4.176	B	U
L2- 16	4.282	C	U	4.142	B	U	4.138	B	U	23.451	B	U	2.314	A	U	2.324	A	U	4.143	A	U
L2- 17	4.329	B	U	4.064	A	U	4.248	A	U	23.382	A	U	2.078	B	U	2.300	A	U	3.997	B	U
L2- 18	4.316	B	U	4.082	A	U	4.274	B	U	23.334	B	U	2.050	B	U	2.254	A	U	3.940	A	U
L2- 19	4.296	A	U	4.084	A	U	4.340	A	U	23.298	B	U	2.033	A	U	2.149	B	U	3.879	A	U
L2- 20	4.248	C	U	4.055	A	U	4.446	A	U	23.205	B	U	1.965	B	U	2.136	A	U	3.782	A	U
L2- 21	4.251	B	U	4.013	A	U	4.485	A	U	23.173	A	U	1.862	B	U	2.139	A	U	3.689	A	U
L2- 22	4.319	A	U	3.949	B	U	4.557	A	U	23.071	B	U	1.747	B	U	2.196	A	U	3.597	A	U
L2- 23		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L2- 24	4.282	B	U	3.869	B	U	4.629	A	U	22.970	B	U	1.719	A	U	2.205	A	U	3.496	A	U
L2- 25	4.331	B	U	3.788	B	U	4.670	B	U	22.916	A	U	1.676	A	U	2.221	A	U	3.404	A	U
L2- 26	4.384	B	U	3.803	B	U	4.702	B	U	22.897	A	U	1.673	A	U	2.260	A	U	3.368	A	U
L2- 27		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L2- 28	4.264	D	U	3.836	C	U	4.857	A	U	22.613	A	U	1.770	A	U	2.225	A	U	2.981	A	U
L2- 29	4.226	B	U	3.832	C	X	4.937	B	U	22.562	A	U	1.794	A	U	2.217	A	U	2.827	A	U
L2- 30	4.222	C	U	3.810	C	U	4.982	B	U	22.398	A	U	1.853	A	U	2.145	A	U	2.714	A	U
L2- 31	4.140	A	U	3.764	B	X	4.992	A	U	22.365	B	U	1.818	A	U	2.133	A	U	2.683	A	U
L2- 32	4.148	A	U	3.768	B	X	5.005	A	U	22.372	B	U	1.842	A	U	2.127	A	U	2.652	A	U
L2- 34	4.113	B	U	3.512	B	U	5.171	A	U	22.193	B	U	1.997	A	U	2.129	A	U	2.292	A	U
L2- 35	4.075	A	U	3.554	B	U	5.197	B	U	22.125	A	U	2.116	A	U	2.091	A	U	2.428	A	U
L2- 36	4.149	A	U	3.549	A	X	5.274	B	U	22.095	A	U	2.137	A	U	2.161	A	U	2.519	A	U
L2- 37	4.203	A	U	3.545	C	U	5.301	A	U	22.043	A	U	2.208	A	U	2.214	A	U	2.685	A	U
L2- 38	4.206	A	U		X	X	5.319	A	U	22.000	A	U	2.241	A	U	2.222	A	U	2.764	A	U
L2- 39	4.206	A	U	3.514	A	U	5.319	B	U	21.954	A	U	2.276	A	U	2.227	A	U	2.852	A	U
L2- 40	4.220	A	U	3.523	A	U	5.345	A	U	21.921	A	U	2.313	A	U	2.258	A	U	2.938	A	U
L2- 41		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L2- 42	4.260	A	U	3.502	A	U	5.506	A	U	21.723	A	U	2.527	A	U	2.347	A	U	3.297	A	U
L2- 43	4.324	A	U	3.477	C	U	5.589	A	U	21.604	A	U	2.611	A	U	2.416	A	U	3.368	A	U
L2- 44	4.366	A	U	3.474	C	X	5.635	A	U	21.496	A	U	2.662	A	U	2.499	A	U	3.475	A	U
L2- 45	4.402	A	U	3.434	C	U	5.689	A	U	21.339	A	U	2.713	A	U	2.545	A	U	3.574	A	U
L2- 46	4.446	C	X	3.377	D	U	5.720	B	U	21.235	A	U	2.733	A	U	2.556	B	U	3.601	A	U
L2- 47		X	X		X	X	5.791	A	U	21.138	A	U	2.845	A	U	2.636	A	U	3.726	A	U
L2- 48	4.496	B	U	3.496	D	U	5.865	B	U	20.985	A	U	2.903	A	U	2.696	A	U	3.793	A	U
L2- 49	4.526	A	U	3.455	C	X	5.926	A	U	20.873	A	U	2.959	A	U	2.740	A	U	3.864	A	U
L2- 50	4.579	A	U	3.448	B	U	6.025	A	U	20.778	A	U	3.073	A	U	2.819	A	U	3.973	A	U
L2- 51	4.622	A	U	3.410	A	U	6.055	A	U	20.679	A	U	3.099	A	U	2.876	A	U	4.023	A	U
L2- 52	4.620	A	U	3.434	A	U	6.104	A	U	20.601	A	U	3.155	A	U	2.900	A	U	4.062	A	U
L2- 53	4.792	B	U	3.455	C	U	6.266	A	U	20.467	A	U	3.302	A	U	3.068	A	U	4.226	A	U
L2- 54	4.856	A	U	3.619	B	U	6.360	A	U	20.365	A	U	3.392	A	U	3.167	A	U	4.323	A	U
L2- 55	4.864	B	U	3.764	B	U	6.473	A	U	20.197	A	U	3.514	A	U	3.256	B	U	4.431	A	U
L2- 56	4.948	B	U	3.878	B	U	6.578	A	U	20.097	A	U	3.644	A	U	3.349	A	U	4.550	A	U
L2- 57	5.055	A	U	3.930	B	U	6.756	A	U	19.945	A	U	3.831	A	U	3.509	A	U	4.731	A	U
L2- 58	5.044	A	U	3.993	A	U	6.785	A	U	19.709	A	U	3.859	A	U	3.527	B	U	4.762	A	U

## 有珠火山における人工地震探査

Table 5-3. (continued)

Station Code	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	Arrival [s] (01:30)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:35)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:40)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:45)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:50)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:55)	Rank	Pol.	Arrival [s] (02:00)	Rank	Pol.
L3-03	1.135	A	U	6.030	B	U	5.835	B	U	23.888	B	U	4.506	A	U	2.481	A	U	5.537	A	U
L3-06	1.719	A	U	5.884	B	U	5.861	A	U	23.632	A	U	4.346	A	U	2.293	A	U	5.328	A	U
L3-09	1.960	B	U		X	X	5.748	C	U	23.382	B	U	4.129	A	U	2.067	A	U	5.079	B	U
L3-12	2.394	B	U		X	X	5.745	B	X	23.095	C	X	3.932	A	U	1.960	A	U	4.865	C	U
L3-15	2.523	A	U	5.028	C	U	5.608	A	U	22.611	A	U	3.650	A	U	1.791	A	U	4.556	A	U
L3-16		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L3-17	3.372	C	U	4.797	D	U	5.758	A	U	22.148	A	U	3.422	A	U	1.985	A	U	4.229	A	U
L3-18		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
L3-20	4.152	A	U	4.043	B	U	6.206	A	U	20.950	A	U	3.379	A	U	2.768	A	U	4.247	A	U
L3-21	4.221	A	U	3.913	B	U	6.136	A	U	20.852	A	U	3.291	A	U	2.751	A	U	4.147	A	U
L3-23	4.763	A	U	4.003	B	U	6.587	A	U	20.294	A	U	3.669	A	U	3.273	A	U	4.549	A	U
M01-03	3.053	B	U	4.903	B	X	4.284	A	U	23.584	B	U	3.388	A	U	1.588	A	U	4.720	A	U
M01-05	2.948	A	U	4.768	B	U	4.442	A	U	23.330	B	U	3.273	A	U	1.160	A	U	4.466	A	U
M01-06	2.812	A	U	4.732	B	U	4.628	A	U	23.221	A	U	3.282	A	U	0.976	A	U	4.351	A	U
M01-08	2.750	B	U	4.632	B	U	4.768	B	U	22.902	A	U	3.091	A	U	0.661	A	U	4.070	B	U
M02-03		X	X	4.829	B	U	4.240	A	U	23.608	A	U	3.296	B	U	1.616	A	U	4.716	A	U
M02-04	3.084	A	U	4.677	B	U	4.184	A	U	23.369	A	U	3.155	A	U	1.245	A	U	4.495	A	U
M02-05	3.099	B	U		X	X	4.460	A	U	23.361	B	U	3.214	A	U	1.166	A	U	4.465	A	U
M02-06	3.046	A	U	4.733	B	U	4.561	A	U	23.233	A	U	3.227	B	U	1.034	A	U	4.374	A	U
M02-08	2.987	C	X		X	X	4.780	B	U	22.887	D	X	3.036	A	U	0.427	A	U	4.013	C	X
M02-12	3.216	A	U	4.517	C	U	5.252	A	U	22.534	A	U	3.072	A	U	1.383	A	U	3.972	A	U
M03-02		X	X		X	X	3.932	B	U		X	X	3.135	D	X	1.703	B	U	4.711	A	U
M03-03	3.404	B	U	4.648	C	U	4.091	A	U	23.648	B	U	3.178	B	U	1.708	A	U	4.701	A	U
M03-04	3.332	A	U	4.689	C	U	4.215	A	U	23.492	A	U	3.111	B	U	1.528	A	U	4.570	A	U
M03-05	3.253	A	U	4.680	C	U	4.350	A	U	23.387	A	U	3.063	A	U	1.262	A	U	4.481	A	U
M03-06	3.332	B	U	4.616	C	U	4.517	A	U	23.335	C	U	3.004	A	U	1.129	B	U	4.312	A	U
M03-08	3.152	B	U	4.509	C	U	4.711	B	U	22.875	B	U	2.922	B	U	0.653	A	U	3.959	A	U
M03-13	3.319	A	U	4.401	C	X	5.364	A	U	22.409	A	U	3.021	B	U	1.582	A	U	3.873	A	U
M04-02	3.633	B	U		X	X	3.661	B	U		X	X	3.106	C	U	1.998	A	U	4.723	B	U
M04-03	3.535	A	U	4.619	C	U	3.844	B	U	23.699	A	U	3.141	B	U	1.851	A	U	4.670	A	U
M04-04	3.592	A	U	4.593	C	U	4.011	B	U	23.512	B	U	2.932	A	U	1.698	A	U	4.472	B	U
M04-05		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
M04-06	3.520	B	U	4.562	C	X	4.431	B	U	23.261	B	U	2.853	A	U	1.333	A	U	4.216	B	U
M04-08		X	X		X	X	4.708	B	U		X	X	2.950	C	U	1.039	A	U	4.117	C	X
M04-09		X	X		X	X	4.867	C	U		X	X	2.850	B	U	0.996	B	U	3.815	C	X
M05-01	3.793	A	U	4.542	C	U	3.321	A	U	23.916	B	U	3.106	B	U	2.256	A	U	4.884	A	U
M05-02	3.792	B	U	4.500	B	U	3.477	A	U	23.790	B	U	2.997	B	U	2.142	B	U	4.762	C	U
M05-03	3.774	B	U	4.522	B	U	3.733	A	U	23.734	B	U	2.902	B	U	1.983	A	U	4.601	A	U
M05-04	3.763	B	U	4.443	B	U	3.889	A	U	23.556	A	U	2.791	A	U	1.839	B	U	4.431	A	U
M05-05	3.629	B	U	4.506	C	U	4.339	A	U	23.284	C	U	2.758	A	U	1.521	A	U	4.202	A	U
M05-06	3.564	B	X	4.542	C	X	4.393	A	U	23.280	C	U	2.795	B	U	1.404	A	U	4.198	A	U
M05-08	3.477	D	U		X	X	4.620	B	U	22.853	C	U	2.616	B	U	1.232	A	U	3.829	A	U
M05-09	3.516	A	U		X	X	4.764	B	U	22.668	B	U	2.616	A	U	1.219	A	U	3.652	A	U
M05-10	3.508	C	X		X	X	4.913	C	U	22.603	D	X	2.680	A	U	1.301	A	U	3.601	A	U
M06-01	3.971	B	U	4.443	C	X	3.096	A	U	23.961	A	U	2.952	C	U	2.408	A	U	4.847	B	U
M06-02	3.960	A	U	4.381	B	U	3.452	A	U	23.751	A	U	2.837	A	U	2.174	A	U	4.619	A	U
M06-03	3.970	B	U	4.356	B	X	3.573	A	U	23.675	A	U	2.686	C	U	2.135	A	U	4.543	A	U
M06-04	3.839	B	U	4.406	B	U	3.940	A	U	23.507	A	U	2.682	A	U	1.866	A	U	4.335	B	U
M06-05	3.890	A	U	4.399	A	U	4.291	A	U	23.394	A	U	2.632	A	U	1.782	B	U	4.127	B	U
M06-06	3.973	C	X	4.379	C	U	4.524	B	U	23.251	A	U	2.492	A	U	1.770	A	U	3.953	B	U
M06-08	3.903	B	U	4.358	C	U	4.712	B	U	22.900	A	U	2.424	A	U	1.577	A	U	3.630	B	U
M06-09	3.636	B	U	4.284	C	X	4.788	B	U	22.680	C	U	2.530	A	U	1.442	A	U	3.617	A	U
M06-10	3.650	C	X		X	X	4.962	B	U	22.540	C	U	2.469	A	U	1.588	A	U	3.402	A	U
M06-11	3.610	C	X		X	X	4.990	A	U	22.426	B	U	2.547	A	U	1.512	A	U	3.416	A	U
M07-01	4.099	A	U	4.288	B	U	3.114	A	U	23.862	A	U	2.808	B	U	2.478	A	U	4.761	B	U
M07-02	4.075	A	U	4.284	A	U	3.315	A	U	23.746	A	U	2.713	B	U	2.338	A	U	4.598	C	U
M07-03	4.029	A	U	4.314	B	U	3.540	A	U	23.674	A	U	2.704	A	U	2.184	A	U	4.515	A	U
M07-04	3.987	B	U	4.352	B	U	3.750	B	U	23.582	B	U	2.636	A	U	2.056	B	U	4.367	B	U
M07-05	4.181	B	U	4.251	B	U	4.182	B	U	23.439	A	U	2.428	A	U	2.135	B	U	4.105	B	U

Table 5-4. (continued)

Station Code	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	Arrival [s] (01:30)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:35)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:40)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:45)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:50)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:55)	Rank	Pol.	Arrival [s] (02:00)	Rank	Pol.
M07-06	4.104	A	U	4.327	B	U	4.395	A	U	23.300	B	U	2.434	A	U	1.957	B	U	3.913	B	U
M07-08	4.107	C	U	4.398	C	U	4.716	A	U	23.014	B	U	2.382	A	U	1.765	B	U	3.702	A	U
M07-09	4.130	A	U	4.248	C	U	4.875	B	U	22.920	B	U	2.391	A	U	1.959	A	U	3.458	A	U
M07-10	3.803	A	U	4.044	B	U	4.923	A	U	22.538	B	U	2.302	A	U	1.732	A	U	3.265	A	U
M07-11		X	X		X	X	5.056	C	U	22.404	B	U	2.391	A	U	1.658	B	U	3.200	A	U
M08-03	4.210	A	U	4.174	B	U	3.648	A	U	23.594	A	U	2.508	A	U	2.316	A	U	4.377	A	U
M08-04	4.192	A	U	4.191	B	U	3.710	A	U	23.545	A	U	2.486	A	U	2.259	A	U	4.305	A	U
M08-05	4.205	A	U	4.184	A	U	4.048	A	U	23.447	A	U	2.387	A	U	2.200	A	U	4.136	A	U
M08-06	4.074	B	U	4.209	B	U	4.456	B	U	23.178	A	U	2.262	A	U	1.935	A	U	3.765	A	U
M08-08	4.253	C	U	4.045	C	U	4.788	B	U	22.964	B	U	2.092	A	U	2.076	A	U	3.474	A	U
M08-09	4.047	B	U	3.984	C	X	4.876	B	U	22.684	B	U	2.147	A	U	1.987	A	U	3.160	A	U
M08-10	3.945	B	U		X	X	4.887	A	U	22.490	A	U	1.993	A	U	1.889	A	U	2.953	A	U
M08-11	3.932	B	U	3.736	D	X	5.046	B	U	22.296	A	U	2.132	A	U	1.899	A	U	2.824	A	U
M08-12	3.901	A	U	3.623	D	X	5.128	A	U	22.172	A	U	2.252	A	U	1.877	A	U	2.861	A	U
M09-01	4.429	B	U	4.145	B	U	3.226	A	U	23.901	C	X	2.770	B	U	2.697	B	U	4.780	A	U
M09-02	4.388	B	U	4.093	C	U	3.416	A	U	23.806	D	U	2.637	A	U	2.644	A	U	4.662	B	U
M09-03	4.389	A	U	4.037	B	U	3.699	A	U	23.614	A	U	2.415	A	U	2.507	A	U	4.396	B	U
M09-04	4.408	A	U	4.010	A	U	3.933	A	U	23.515	A	U	2.242	A	U	2.460	A	U	4.235	A	U
M09-09	4.282	C	U	4.000	C	X	4.830	A	U	22.804	B	U	2.000	A	U	2.137	B	U	3.269	A	U
M09-10	4.050	C	U	4.000	C	X	4.923	B	U	22.495	B	U	1.940	A	U	2.002	A	U	2.886	A	U
M09-11	4.037	B	U	3.656	B	U	5.130	B	U	22.253	A	U	2.104	A	U	2.028	A	U	2.618	A	U
M09-12	3.960	D	X		X	X	5.198	A	U	22.028	B	U	2.278	A	U	1.985	A	U	2.819	A	U
M09-13	4.024	B	U	3.556	B	U	5.336	A	U	21.817	A	U	2.382	A	U	2.086	A	U	3.021	A	U
M10-01	4.611	A	U	4.080	B	U	3.449	A	U	23.907	B	U	2.718	A	U	2.847	A	U	4.770	A	U
M10-02	4.545	A	U	4.006	B	U	3.604	A	U	23.772	B	U	2.543	B	U	2.736	A	U	4.594	B	U
M10-03	4.506	A	U	3.948	B	U	3.785	B	U	23.652	B	U	2.359	B	U	2.646	A	U	4.394	B	U
M10-04	4.522	B	U	3.936	B	U	4.032	A	U	23.492	A	U	2.098	B	U	2.546	C	U	4.220	A	U
M10-05	4.476	A	U	3.881	A	U	4.259	B	U	23.373	A	U	1.862	A	U	2.498	A	U	4.036	A	U
M10-06	4.405	A	U	3.916	A	U	4.486	A	U	23.177	A	U	1.709	A	U	2.309	B	U	3.695	A	U
M10-08	4.468	B	U	3.652	B	U	4.735	A	U	22.834	A	U	1.348	A	U	2.347	A	U	3.352	A	U
M10-09	4.324	A	U	3.683	C	X	4.853	B	U	22.646	A	U	1.636	A	U	2.316	B	U	3.041	A	U
M11-01	4.763	B	U	4.001	B	U	3.588	B	U	23.920	B	U	2.703	A	U	2.961	B	U	4.853	A	U
M11-02	4.752	A	U	3.856	B	U	3.898	B	U	23.732	A	U	2.440	A	U	2.900	A	U	4.546	A	U
M11-03	4.758	A	U	3.819	A	U	4.121	C	U	23.595	A	U	2.192	A	U	2.866	A	U	4.371	A	U
M11-04	4.721	A	U	3.805	A	U	4.218	A	U	23.529	B	U	1.995	B	U	2.789	A	U	4.248	A	U
M11-05	4.554	A	U	3.767	B	U	4.371	A	U	23.304	A	U	1.677	B	U	2.569	A	U	3.956	A	U
M11-06	4.566	B	U	3.671	B	U	4.579	A	U	23.064	B	U	1.381	A	U	2.525	B	U	3.684	B	U
M11-08		X	X	3.436	A	U	4.731	B	U	22.722	B	U	1.082	A	U	2.504	A	U	3.289	A	U
M11-09	4.345	B	U	3.506	B	U	4.836	B	U	22.601	A	U	1.446	A	U	2.371	A	U	3.077	A	U
M11-10	4.319	B	U	3.412	C	U	5.003	B	U	22.424	A	U	1.682	A	U	2.316	A	U	2.832	A	U
M11-11	4.342	B	U	3.422	B	U	5.203	A	U	22.326	A	U	1.842	A	U	2.357	A	U	2.696	A	U
M11-12	4.324	B	U	3.384	A	U	5.348	A	U	22.109	A	U	2.102	A	U	2.353	A	U	2.789	A	U
M11-13	4.396	B	U	3.359	B	U	5.505	A	U	21.928	B	U	2.401	A	U	2.448	A	U	3.182	A	U
M12-02	4.852	B	U	3.768	A	U	3.992	B	U		X	X	2.475	A	U	3.030	A	U	4.613	B	U
M12-03	4.844	B	U	3.667	B	U	4.193	B	U	23.628	A	U	2.234	A	U	2.974	A	U	4.445	A	U
M12-04	4.829	B	U	3.619	B	U	4.339	B	U	23.532	B	U	2.033	A	U	2.933	A	U	4.319	A	U
M12-05	4.669	B	U	3.624	B	U	4.439	B	U	23.298	A	U	1.580	A	U	2.740	A	U	4.005	A	U
M12-06		X	X	3.490	C	X	4.590	C	X	23.138	D	X	1.258	C	X	2.735	C	X	3.826	C	X
M12-08	4.549	A	U	3.309	A	U	4.764	B	U	22.712	B	U	0.930	A	U	2.574	A	U	3.357	A	U
M12-09	4.685	A	U	3.252	A	U	5.003	B	U	22.706	B	U	1.172	A	U	2.700	A	U	3.419	A	U
M12-10	4.561	B	U	3.328	A	U	5.159	A	U	22.570	A	U	1.580	B	U	2.571	A	U	3.191	A	U
M12-11	4.566	A	U	3.343	C	U	5.316	B	U	22.468	A	U	1.841	A	U	2.597	A	U	3.125	A	U
M12-12	4.521	B	U	3.287	B	U	5.406	A	U	22.231	A	U	2.074	A	U	2.560	A	U	3.032	A	U
M13-01		X	X	3.863	B	X	3.892	B	U	23.953	B	X	2.675	A	U	3.150	B	U	4.833	B	U
M13-03	5.051	C	U	3.577	B	U	4.381	A	U	23.664	A	U	2.321	B	U	3.112	B	U	4.530	A	U
M13-05	4.874	B	U	3.432	B	U	4.597	B	U	23.308	A	U	1.616	A	U	2.953	A	U	4.123	A	U
M13-06	4.790	A	U	3.332	A	U	4.656	A	U	23.117	A	U	1.306	A	U	2.843	B	U	3.910	A	U
M13-09	4.724	B	U	3.187	C	X	5.081	A	U	22.640	A	U	1.255	B	U	2.750	A	U	3.462	B	U
M13-11		X	X	3.214	B	U	5.359	A	U	22.403	A	U	1.841	A	U	2.697	A	U	3.337	A	U

## 有珠火山における人工地震探査

Table 5-5. (continued)

Station Code	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	Arrival [s] (01:30)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:35)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:40)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:45)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:50)	Rank	Pol.	Arrival [s] (01:55)	Rank	Pol.	Arrival [s] (02:00)	Rank	Pol.
M13-13	4.728	A	U	3.116	A	U	5.601	A	U	22.045	A	U	2.401	A	U	2.751	A	U	3.529	A	U
N01	2.124	A	U	6.071	C	U	5.578	C	U	24.545	C	U	4.619	A	U	2.686	A	U	5.792	B	U
N02	1.847	A	U	5.763	C	U	5.377	B	U	24.137	A	U	4.313	A	U	2.276	A	U	5.435	B	U
N03	2.131	A	U	5.444	B	U	5.200	A	U	23.845	A	U	4.006	B	U	1.952	A	U	5.101	A	U
N04	2.371	B	U	5.363	C	X	4.914	A	U	23.946	A	U	3.955	A	U	2.002	A	U	5.129	C	X
N05	2.485	A	U	5.102	B	X	4.746	B	U	23.614	A	U	3.635	A	U	1.601	A	U	4.770	A	U
N06	2.816	A	U	5.111	C	X	4.491	B	U		X	X	3.700	B	U	1.744	A	U	4.872	B	U
N07	2.729	A	U		X	X	4.608	A	U	23.289	A	U	3.329	A	U	1.098	A	U	4.431	A	U
N08	2.158	A	U	5.176	C	X	5.377	B	U	23.369	B	U	3.859	A	U	1.720	A	U	4.839	A	U
N09	2.363	A	U		X	X	5.164	A	U	22.998	B	U	3.480	A	U	1.339	A	U	4.430	A	U
N10	1.816	B	U		X	X		X	X		X	X		X	X	2.485	C	X	5.409	D	X
N11	2.171	A	U		X	X	6.001	B	U	23.290	B	U	4.262	A	U	2.284	A	U	5.209	B	U
N12	2.601	A	U		X	X	6.252	C	X	22.982	B	U	4.331	A	U	2.500	A	U	5.200	A	U
N13	2.774	A	U		X	X	6.005	C	U	22.575	A	U	3.946	C	U	2.184	B	U	4.858	D	X
N14	3.018	B	U		X	X	6.612	A	U	22.713	A	U	4.506	C	U	2.845	A	U	5.379	A	U
N15	3.244	A	U	5.420	B	U	6.439	A	U	22.151	A	U	4.149	A	U	2.665	A	U	4.978	A	U
N16	3.155	A	U	5.232	C	X	6.256	A	U	22.189	A	U	4.023	A	U	2.453	A	U	4.890	A	U
N17		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
N18	3.332	C	U	4.451	D	X	5.509	B	U	22.312	C	U	3.183	A	U	1.721	A	U	4.014	A	U
N19	3.643	B	U	4.373	B	U	5.764	A	U	22.096	A	U	3.205	A	U	2.085	A	U	4.014	A	U
N20	3.651	A	U	5.277	D	U	6.745	A	U	21.920	A	U	4.244	A	U	2.986	A	U	5.076	A	U
N21	4.361	B	U	4.787	B	U	6.916	B	U	21.218	A	U	4.167	A	U	3.404	A	U	5.021	A	U
N22	4.812	A	U	4.546	C	U	7.003	A	U	20.717	A	U	4.148	A	U	3.617	A	U	5.013	A	U
N23	4.200	A	U	4.435	C	U	6.509	A	U	21.069	A	U	3.743	A	U	3.004	B	U	4.605	A	U
N24	3.854	B	U	4.379	C	X	6.186	A	U	21.276	A	U	3.488	A	U	2.681	C	U	4.324	A	U
N25	4.235	B	U	3.692	D	X	5.914	A	U	21.071	A	U	3.048	A	U	2.547	A	U	3.899	A	U
N26	4.480	B	U	3.697	C	X	6.068	A	U	20.789	A	U	3.142	A	U	2.793	A	U	4.024	A	U
N27	4.154	A	U	3.583	B	U	5.570	A	U	21.550	A	U	2.626	A	U	2.315	A	U	3.358	A	U
N28	5.249	A	U	3.306	B	U	6.472	A	U	20.931	A	U	3.446	A	U	3.454	A	U	4.461	A	U
N29	4.703	B	U	3.138	C	X	5.896	B	U	21.072	A	U	2.900	A	U	2.842	A	U	3.832	B	U
N30	4.655	A	U	3.371	C	X	5.764	A	U	21.598	A	U	2.666	A	U	2.727	A	U	3.655	A	U
N31	4.931	A	U	2.621	A	U	5.518	A	U	22.038	A	U	2.213	A	U	2.975	A	U	3.823	A	U
N32	5.252	B	U	2.284	B	U	5.801	B	U	21.898	A	U	2.662	A	U	3.295	A	U	4.185	B	U
N33	5.147	A	U	2.613	A	U	5.477	A	U	22.501	B	U	2.149	A	U	3.182	A	U	4.041	A	U
N34	5.369	B	U	1.993	B	U	5.730	A	U	22.429	A	U	2.540	A	U	3.408	A	U	4.290	A	U
N35	5.503	D	X	1.756	A	U	5.891	A	U	22.230	A	U	2.869	A	U	3.549	A	U	4.467	C	U
N36	5.063	B	U	3.316	A	U	4.677	A	U	23.465	B	U	1.971	C	U	3.189	A	U	4.398	A	U
N37		X	X	3.459	B	U	4.622	B	U	23.996	B	X	2.893	A	U	3.725	C	X	5.095	B	U
N38	5.420	C	X	3.098	C	X	4.982	B	U	23.556	A	U	2.510	A	U	3.478	C	X	4.691	A	U
N39	5.390	D	X	2.626	B	U	5.185	A	U	23.301	B	U	2.394	B	U	3.472	B	U	4.546	A	U
N40		X	X	2.389	C	U	5.380	B	U	23.617	B	U	2.867	A	U	3.827	B	X	4.961	B	U
N41		X	X	2.290	B	U	5.674	B	U	23.947	C	U	3.359	A	U	4.202	B	U	5.376	C	X
N42	6.164	D	U	1.780	B	U	5.661	A	U	23.427	C	U	3.055	A	U	3.959	B	U	5.018	B	U
N43		X	X	1.265	A	U	5.863	A	U	22.820	C	U	3.037	B	U	3.858	B	U	4.780	B	U
N44		X	X	1.767	B	U	6.173	B	U	23.997	A	U	3.855	A	U	4.587	A	U	5.714	B	U
N45		X	X	0.726	A	U	6.110	B	U	22.946	C	U	3.325	A	U	4.089	B	U	5.014	C	U
N46	5.001	B	U	4.978	B	U	7.441	A	U	21.130	A	U	4.598	A	U	4.009	A	U	5.475	A	U
N47	5.745	C	U	3.042	C	U	6.752	A	U	21.477	A	U	3.668	B	U	3.939	A	U	4.940	C	X
E01	4.597	A	U	3.304	A	U	4.737	A	U	22.805	A	U	0.758	A	U	2.646	A	U	3.495	A	U
E02	6.213	C	U	0.677	A	U	6.155	A	U	22.999	B	U	3.369	A	U		X	X		X	X
E03	6.492	D	U	0.548	A	U	6.221	A	U	23.161	B	U	3.519	A	U		X	X		X	X
E04	5.119	C	X	3.217	B	U	4.819	B	U	23.324	B	U	1.797	B	U	3.165	A	U	4.291	A	U