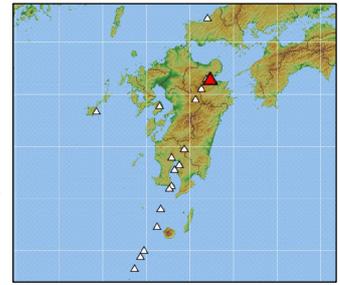


81. Tsurumidake and Garandake

Continuously Monitored by JMA

Latitude: 33°17'12" N, Longitude: 131°25'47" E, Elevation: 1,375 m (Tsurumidake) (Triangulation Point)

Latitude: 33°19'03" N, Longitude: 131°25'39" E, Elevation: 1,045 m (Garandake) (Triangulation Point)



Tsurumidake and Garandake taken from Yufudake on February 3, 2013 by the Japan Meteorological Agency

Right: Tsurumidake, Top Left: Garandake



Tsurumidake and Garandake on May 8, 2009 by the Japan Meteorological Agency

Summary

This volcano group consists of lava domes stretching 5 km north-south across the Beppu graben, which itself extends from east to west behind Beppu city. Tsurumidake is at its southernmost end. The volcanoes in the group are composed of andesite and dacite (is between 57 and 63 wt %). Tsurumidake is composed of deep lava flow deposits. A weak fumarole is located on the northern side of the summit of Tsurumidake, and very active fumaroles are in the crater of Garandake, at the northern end of the volcano group. The alluvial fan at the east foot of the volcano group contains the Beppu Onsen group, and a particularly large number of boiling springs and fumaroles are distributed on the border between the fan-shaped north-south rim and the mountain land. The SiO₂ content is between 56.7 and 64.9 wt %.

Photos



Fumarole at Jigokudani Akaike in Tsurumidake on October 30, 2012 by the Japan Meteorological Agency



Fumes at Garandake on October 31, 2012 by the Japan Meteorological Agency



Mud Volcano (Garandake) on September 21, 2007 by the Japan Meteorological Agency



Close-up photo of Mud Volcano (Garandake) on September 21, 2007 by the Japan Meteorological Agency

Topography around the Crater

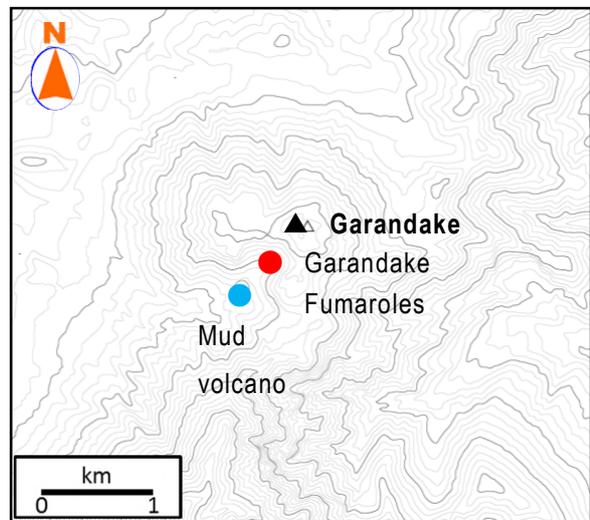
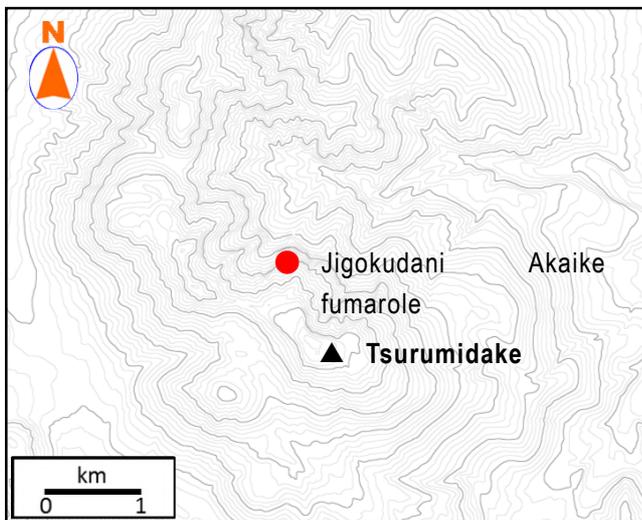


Figure 81-1 Topography around the crater.

Red Relief Image Map

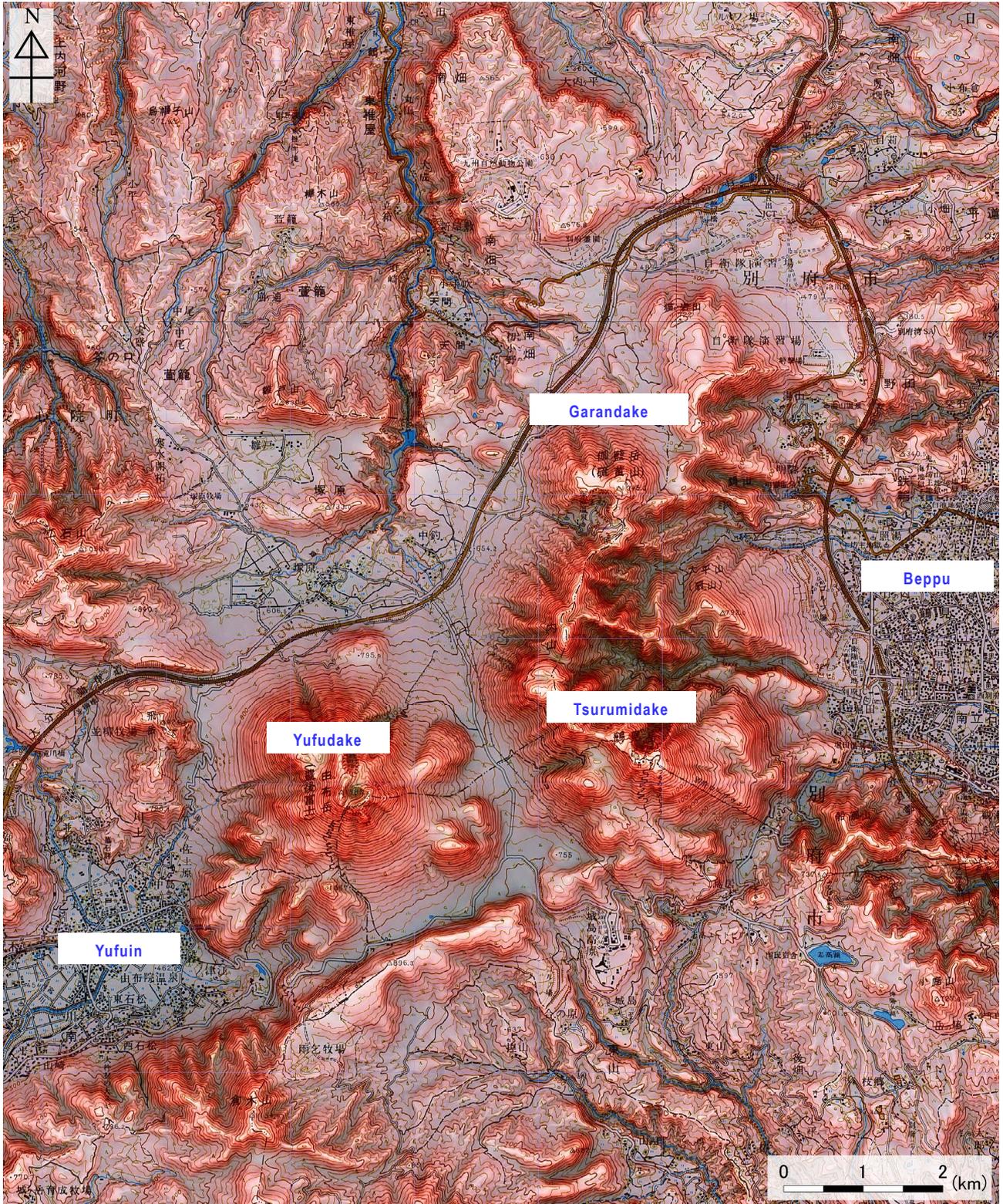


Figure 81-2 Topography of Tsurumidake, Garandake, and Yufudake.

1:50,000 scale topographic maps (Beppu and Toyooka) and digital map 50 m grid (elevation) published by the Geospatial Information Authority of Japan were used.

Chronology of Eruptions

▪ Volcanic Activity in the Past 10,000 Years

The majority of the volcanic edifice which makes up Tsurumidake is covered in Kikai-Akahoya (K-Ah) ash (7,300 years ago) (Kobayashi, 1984). The summit lava, from the latest lava flow, is also ejecta from an earlier time. After the deposition of K-Ah ash, volcanic ash was erupted from Tsurumidake about 1,800 years ago.

Garandake was formed slightly before 9,500 years ago, ejecting Garandake-3 volcanic ash (Fujisawa et al., 2002). One thousand and several hundred years ago, volcanic ash mainly composed of altered materials has been emitted two or three times (Hoshizumi et al., 1999; Fujisawa et al., 2002), and it is highly likely that the eruption in 867, described in the "Nihon Sandai Jitsuroku", corresponds with this phreatic eruption of Garandake. Inside the 300 m in diameter arc-shaped crater topography at the summit of Garandake fume activity is still ongoing, such as the formation of a new mud volcano in 1995 (Osawa et al., 1996).

Period	Area of Activity	Eruption Type	Main Phenomena / Volume of Magma
10.6ka	Northern side of Kuragadodake (Hana no Dai)	Magmatic eruption	Lava dome, pyroclastic flow, tephra fall. Magma eruption volume = 0.05 km ³ DRE. (VEI 2)
10.6←→7.3ka	Nabeyama southwest flank	Phreatic eruption (producing lahar)	Lahar
10.6←→7.3ka	Near Tsurumidake summit	Magmatic eruption	Lava flow. Magma eruption volume = 0.15 km ³ DRE.
1.9ka	Near Tsurumidake summit	Magmatic eruption	Tephra fall. Magma eruption volume = 0.0004 km ³ DRE. (VEI 2)

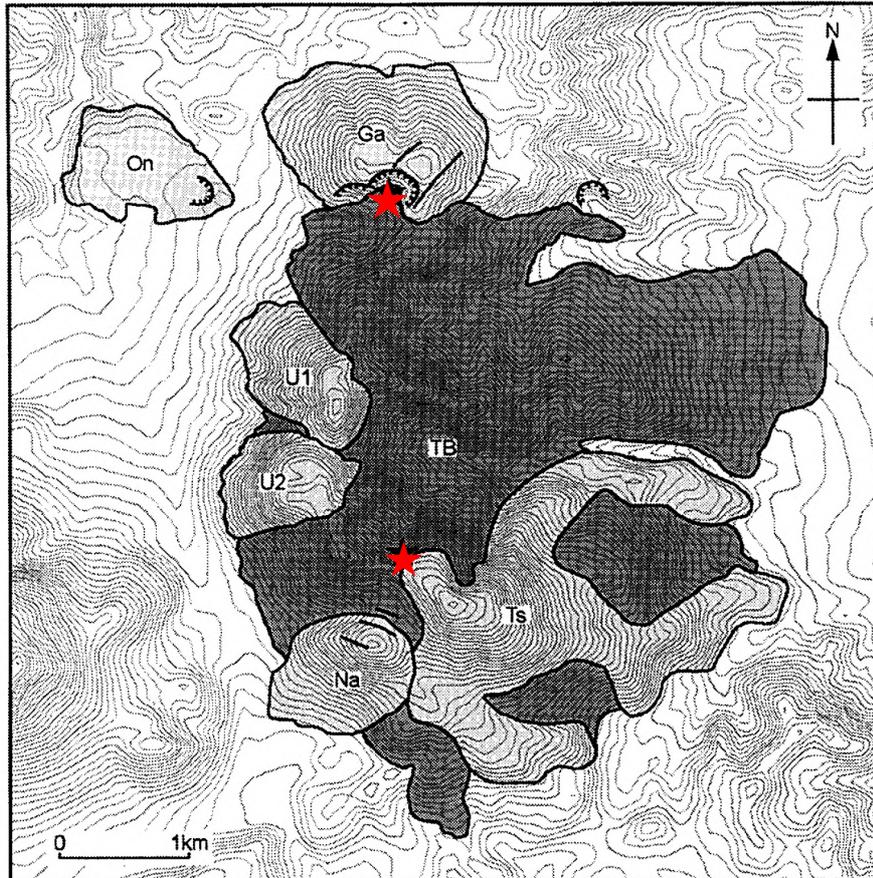
* Reference documents have been appended with reference to the catalog of eruptive events during the last 10,000 years in Japan, database of Japanese active volcanoes, and AIST (Kudo and Hoshizumi, 2006) for eruptive period, area of activity and eruption type. All years are noted in calendar years. "ka" within the table indicates "1000 years ago", with the year 2000 set as 0 ka.

A←→B: Eruption events taking place at some point between year A and year B

▪ Historical Activity

Year	Phenomenon	Activity Sequence, Damages, etc.
771 (Hoki 3)	Phreatic eruption (lahar)	July 9. Tephra fall? Lahar. Area of activity was Garandake. (VEI 1)
867 (Jogan 9)	Phreatic eruption (lahar)	February 28. Tephra fall? Lahar. Area of activity was Garandake. Rumbling, volcanic blocks, a black volcanic plume, ash and sand fall, river fish deaths. (VEI 1)
1949 (Showa 24)	Fume	Detected on February 5. Many white fumes approximately 10 m high and with temperatures of 95 °C in an oval-shaped area approximately 30 m ² at an elevation of 1100 m, approximately 500 m northwest of the summit of Tsurumidake.
1974 to 1975 (Showa 49 to 50)	Fume	December to May of following year. Fumes approximately 100 to 150 m high in same area as 1949 fumes, scattering small volcanic blocks in nearby area.
1995 (Heisei 7)	Mud volcano formation Fume	July to November. Mud volcano formation at Garandake: A mud volcano was formed at a former silica excavation site on Garandake. A fume with an initial diameter of approximately 1 m gradually grew in size from end of July. By mid-November an oval mud volcano with an embankment approximately 1 m high existed, a crater width on its long axis of approximately 10 m, a crater width on its short axis of approximately 7 m, and a depth of approximately 4 m.
1999 (Heisei 11)	Earthquake	December 20 to 21. Increase in earthquakes with hypocenter approximately 3 km east of the summit of Tsurumidake, with a depth of roughly 5 km. Maximum JMA scale seismic intensity of 3 (37 earthquakes with a JMA scale seismic intensity of 1 or greater).
2011 (Heisei 23)	Earthquake	March. Since the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (March 11, 2012) earthquake activity temporarily increased between roughly 4 and 5 km below the western and eastern sides of the summit.

* Reference documents have been appended with reference to the catalog of eruptive events during the last 10,000 years in Japan, database of Japanese active volcanoes, and AIST (Kudo and Hoshizumi, 2006) for eruptive period, area of activity and eruption type.



- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Ts : Tsurumidake summit lava | U2 : Uchiyama south lava |
| Ga : Garandake lava | Na : Nanpeidai lava |
| On : Oninomiya lava | TB : Tsurumidake basement lava |
| U1 : Uchiyama lava | |

Figure 81-3 The distribution of lava at Tsurumidake (Fujisawa et al., 2002).

Ts: Tsurumidake summit lava, U2: Uchiyama south lava, Ga: Garandake lava, Na: Nanpeidai lava,

On: Oninomiya lava, TB: Tsurumidake basement lava, U1: Uchiyama lava

Stars indicate positions of fumaroles.

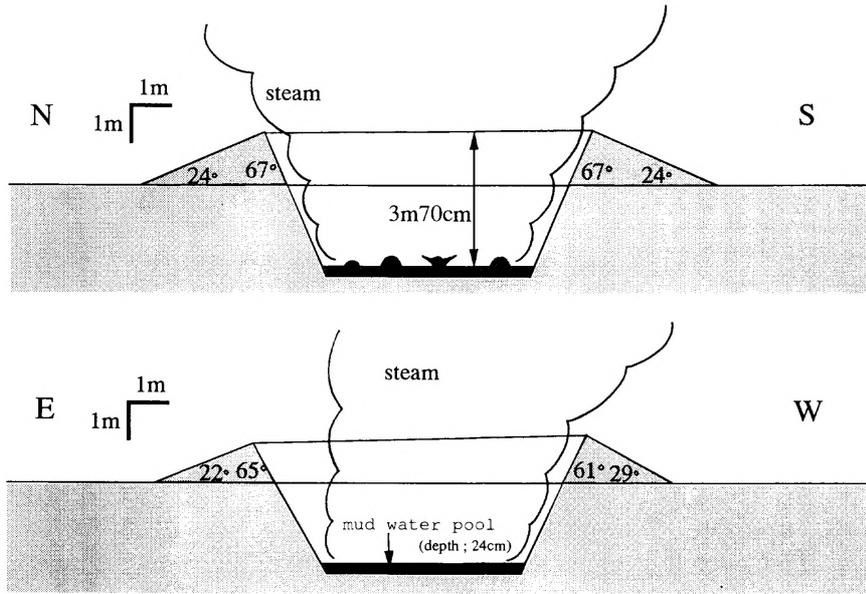


Figure 81-4 Garandake mud volcano which appeared at site of former Tsukahara Mine (Osawa et al., 1996).

The mud volcano is not theorized to have formed all at once, but instead to have been gradually built up as a type of phreatic explosion, based on the fact that fume activity was observed at the same location 3 years earlier, and because the site collects water.

Recent Volcanic Activity

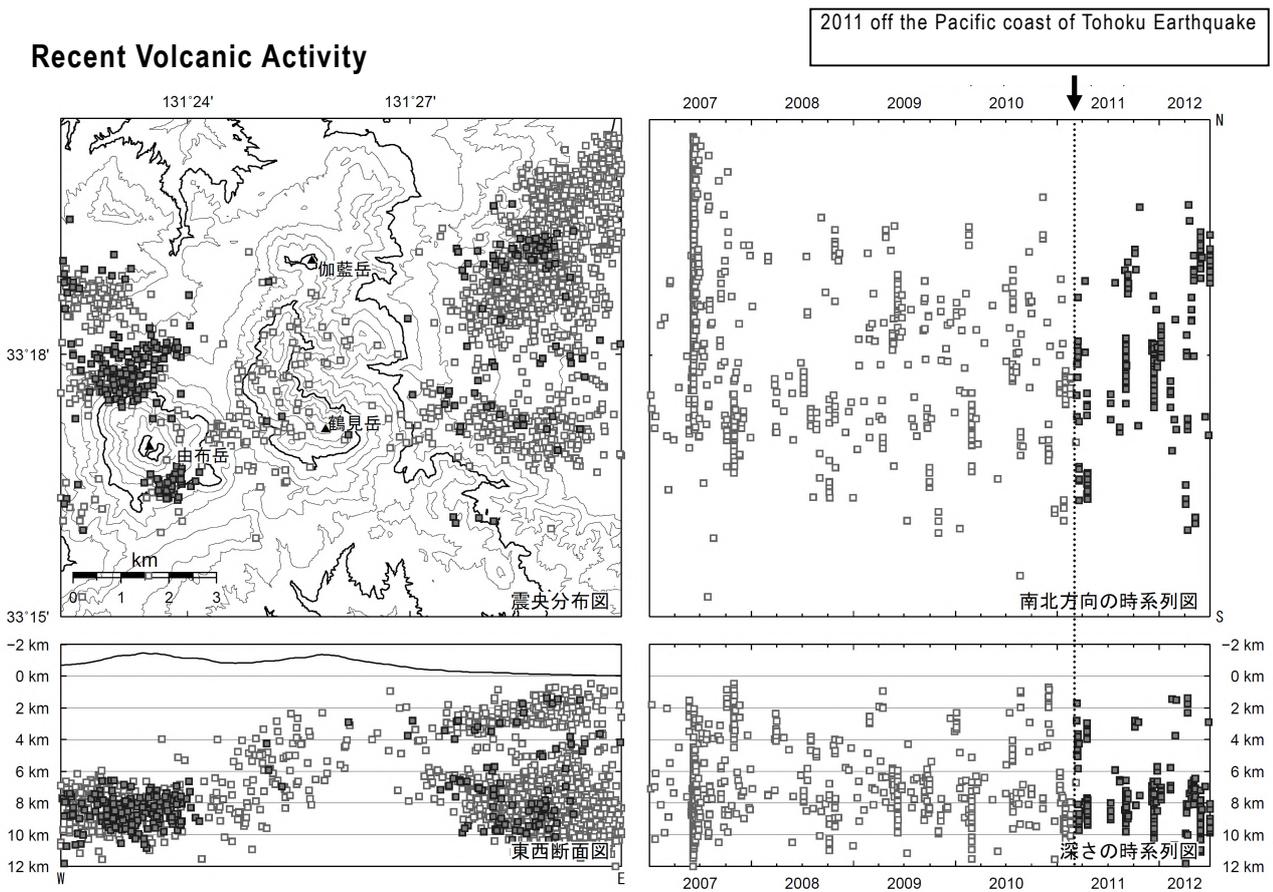


Figure 81-5 Distribution of volcanic earthquakes (January, 2007 to June 30, 2012).

- ① Epicenter distribution
- ② Space-time plot (N-S direction)
- ③ E-W cross-section
- ④ Depth time series

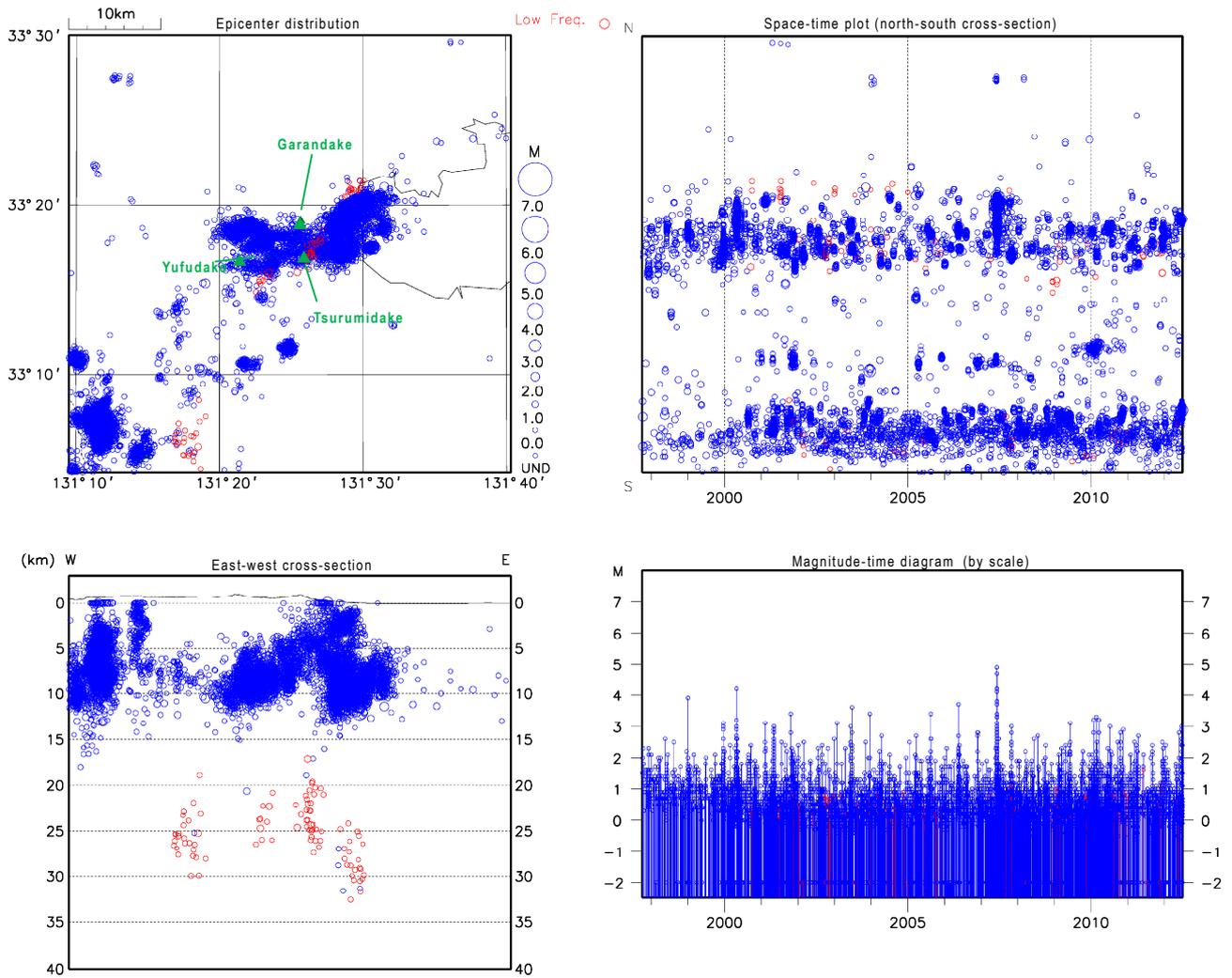


Figure 81-6 Activity of shallow VT earthquakes (blue circles) and deep low-frequency earthquakes (red circles) observed by a regional seismometer network (October 1, 1997, to June 30, 2012). Epicenter distribution (upper left), space-time plot (N-S cross-section) (upper right), E-W cross-section (lower left) and magnitude-time diagram (lower right).

Information on Disaster Prevention

① Hazard Map

Yufudake / Tsurumidake / Garandake Volcano Disaster Prevention Map - Oita Prefecture / Beppu / Yufu / Usa / Hiji - June, 2006

<http://www.pref.oita.jp/site/sabo/volcano.html>

由布岳・鶴見岳・伽藍岳火山防災マップ

火山防災マップの作成目的

由布岳、鶴見岳、伽藍岳は今も活動を続けている活火山です。火山活動による災害を防ぐためには、平日頃からの準備が重要です。そこで、地域住民の方々に火山に関する正しい情報を知りやすくお伝えするために、火山防災マップを作成しました。

このマップはどんな噴火を想定してつづられたの？

- 噴火 過去の噴火履歴で決められた噴火の規模を想定
- 火山ガス 噴火の際に発生する火山ガスと噴火の規模を想定
- 噴石 過去の噴火履歴で決められた噴石の規模を想定
- 火砕流・火砕サージ 過去の噴火履歴で決められた火砕流・火砕サージの規模を想定
- 土石流 過去の噴火履歴で決められた土石流の規模を想定

※この火山防災マップは、由布岳、鶴見岳、伽藍岳のそれぞれが個別に噴火した場合を想定しています。なお、由布岳、鶴見岳、伽藍岳が同時に噴火することは、過去の噴火履歴から見てほとんどないと考えられます。

火山災害の現象について

噴石（火山弾）
噴火の際に噴き出された火山岩の破片や塊は、火口の周辺に落下します。破片は鋭く、鋭い破片は、建物や車に当たると、人命に被害をもたらすことがあります。

火砕流・火砕サージ
火砕流は高温の噴出物が気流に巻き込まれて進行する現象です。高温で流動性が強いので、すべての噴石、噴煙物に巻き込まれる危険な火山災害です。また、火砕流は、火砕流の進行方向に垂直な崖に衝突すると、土石流が発生します。

溶岩流
マグマが火口から流れ出て、斜面を流下する現象です。溶岩流は、溶岩の流動性が高いため、溶岩流の進行方向に垂直な崖に衝突すると、土石流が発生します。

火山ガス
火口や噴火口の周辺から噴出する火山ガスが、火口周辺に滞留することがあります。

土石流
噴火によって斜面の土壌が崩壊し、土壌が崩壊した土壌が、斜面から崩壊して、斜面の下に堆積することがあります。

非常時の持ち出し品一覧
火山噴火からの避難にも役立ちます。
【5分以内の準備品】

- 着替え（長そで上着、シャツ、ズボン、下着、くつなど）
- 手ぶくろ・軍手
- ヘルメット（帽子）
- マスク
- 毛布・タオル
- 常備薬、救急箱
- 携帯電話
- リュックサック
- リュックサック（登山用）
- 非常食（水3リットル以上）
- 懐電（電池切れ防止）
- 現金・小銭
- ラジオ（手回し式）
- 懐中電灯（手回し式）
- ろうそく・ライター
- かさ・カッパ
- 防災用トイレ（簡易式）
- 防災用シート（簡易式）
- 非常食（水3リットル以上）
- 懐電（電池切れ防止）
- 現金・小銭
- ラジオ（手回し式）
- 懐中電灯（手回し式）
- ろうそく・ライター
- かさ・カッパ
- 防災用トイレ（簡易式）
- 防災用シート（簡易式）

【大分県「安全・安心のページ」をご覧ください】
<http://pref.oita.jp/10400/anzen/index.html>

市や町から避難指示や避難勧告などが発せられた場合にはそれにしたがって行動してください。

①上の絵のような格好が避難に適しています。
②避難の前には、水、電気の供給を確認しましょう。
③あわてず落ち着いて冷静に行動しましょう。
④お年寄り、赤ちゃん、身体の不自由な人、外国人など言葉の分からない人の避難も助けてください。
⑤非常時には車やバイクは必ず移動させます。

別府市 避難場所一覧

避難場所	住所	電話番号
1 別府市立第一中学校	29-4205	21-0031
2 別府市立第二中学校	21-1643	21-0045
3 別府市立第三中学校	21-0264	21-0053
4 別府市立第四中学校	26-0589	20-4118
5 別府市立第五中学校	21-1698	21-0053
6 別府市立第六中学校	21-2027	21-0053
7 別府市立第七中学校	29-1402	21-0053
8 別府市立第八中学校	24-0701	21-0053
9 別府市立第九中学校	21-0074	21-0053
10 別府市立第十中学校	29-4020	21-0053
11 別府市立第十一中学校	21-0074	21-0053
12 別府市立第十二中学校	29-4020	21-0053
13 別府市立第十三中学校	21-0074	21-0053
14 別府市立第十四中学校	29-4020	21-0053
15 別府市立第十五中学校	21-0074	21-0053
16 別府市立第十六中学校	29-4020	21-0053
17 別府市立第十七中学校	21-0074	21-0053
18 別府市立第十八中学校	29-4020	21-0053
19 別府市立第十九中学校	21-0074	21-0053
20 別府市立第二十中学校	29-4020	21-0053
21 別府市立第二十一中学校	21-0074	21-0053
22 別府市立第二十二中学校	29-4020	21-0053
23 別府市立第二十三中学校	21-0074	21-0053
24 別府市立第二十四中学校	29-4020	21-0053
25 別府市立第二十五中学校	21-0074	21-0053
26 別府市立第二十六中学校	29-4020	21-0053
27 別府市立第二十七中学校	21-0074	21-0053
28 別府市立第二十八中学校	29-4020	21-0053
29 別府市立第二十九中学校	21-0074	21-0053
30 別府市立第三十中学校	29-4020	21-0053
31 別府市立第三十一中学校	21-0074	21-0053
32 別府市立第三十二中学校	29-4020	21-0053
33 別府市立第三十三中学校	21-0074	21-0053
34 別府市立第三十四中学校	29-4020	21-0053
35 別府市立第三十五中学校	21-0074	21-0053
36 別府市立第三十六中学校	29-4020	21-0053
37 別府市立第三十七中学校	21-0074	21-0053
38 別府市立第三十八中学校	29-4020	21-0053
39 別府市立第三十九中学校	21-0074	21-0053
40 別府市立第四十中学校	29-4020	21-0053
41 別府市立第四十一中学校	21-0074	21-0053
42 別府市立第四十二中学校	29-4020	21-0053
43 別府市立第四十三中学校	21-0074	21-0053
44 別府市立第四十四中学校	29-4020	21-0053
45 別府市立第四十五中学校	21-0074	21-0053
46 別府市立第四十六中学校	29-4020	21-0053
47 別府市立第四十七中学校	21-0074	21-0053
48 別府市立第四十八中学校	29-4020	21-0053
49 別府市立第四十九中学校	21-0074	21-0053
50 別府市立第五十中学校	29-4020	21-0053
51 別府市立第五十一中学校	21-0074	21-0053
52 別府市立第五十二中学校	29-4020	21-0053
53 別府市立第五十三中学校	21-0074	21-0053
54 別府市立第五十四中学校	29-4020	21-0053
55 別府市立第五十五中学校	21-0074	21-0053
56 別府市立第五十六中学校	29-4020	21-0053
57 別府市立第五十七中学校	21-0074	21-0053
58 別府市立第五十八中学校	29-4020	21-0053
59 別府市立第五十九中学校	21-0074	21-0053
60 別府市立第六十中学校	29-4020	21-0053

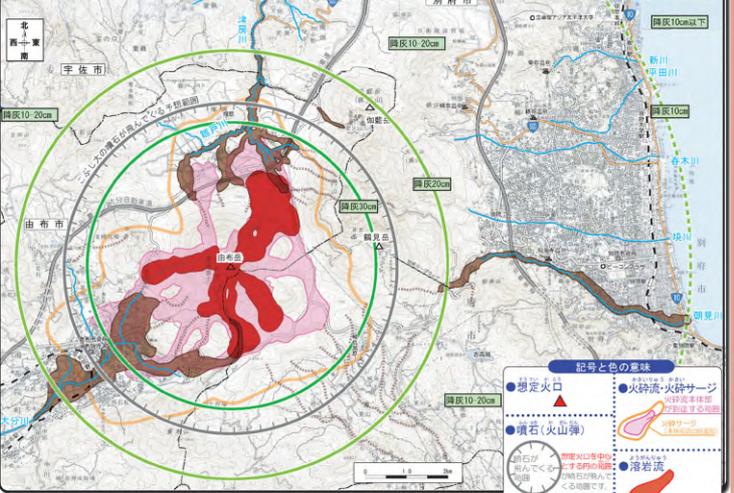
宇佐市 避難場所一覧

避難場所	住所	電話番号
1 宇佐市立第一中学校	72-0907	72-2883
2 宇佐市立第二中学校	72-0907	72-2883
3 宇佐市立第三中学校	72-0907	72-2883
4 宇佐市立第四中学校	72-0907	72-2883
5 宇佐市立第五中学校	72-0907	72-2883
6 宇佐市立第六中学校	72-0907	72-2883
7 宇佐市立第七中学校	72-0907	72-2883
8 宇佐市立第八中学校	72-0907	72-2883
9 宇佐市立第九中学校	72-0907	72-2883
10 宇佐市立第十中学校	72-0907	72-2883
11 宇佐市立第十一中学校	72-0907	72-2883
12 宇佐市立第十二中学校	72-0907	72-2883
13 宇佐市立第十三中学校	72-0907	72-2883
14 宇佐市立第十四中学校	72-0907	72-2883
15 宇佐市立第十五中学校	72-0907	72-2883
16 宇佐市立第十六中学校	72-0907	72-2883
17 宇佐市立第十七中学校	72-0907	72-2883
18 宇佐市立第十八中学校	72-0907	72-2883
19 宇佐市立第十九中学校	72-0907	72-2883
20 宇佐市立第二十中学校	72-0907	72-2883
21 宇佐市立第二十一中学校	72-0907	72-2883
22 宇佐市立第二十二中学校	72-0907	72-2883
23 宇佐市立第二十三中学校	72-0907	72-2883
24 宇佐市立第二十四中学校	72-0907	72-2883
25 宇佐市立第二十五中学校	72-0907	72-2883
26 宇佐市立第二十六中学校	72-0907	72-2883
27 宇佐市立第二十七中学校	72-0907	72-2883
28 宇佐市立第二十八中学校	72-0907	72-2883
29 宇佐市立第二十九中学校	72-0907	72-2883
30 宇佐市立第三十中学校	72-0907	72-2883
31 宇佐市立第三十一中学校	72-0907	72-2883
32 宇佐市立第三十二中学校	72-0907	72-2883
33 宇佐市立第三十三中学校	72-0907	72-2883
34 宇佐市立第三十四中学校	72-0907	72-2883
35 宇佐市立第三十五中学校	72-0907	72-2883
36 宇佐市立第三十六中学校	72-0907	72-2883
37 宇佐市立第三十七中学校	72-0907	72-2883
38 宇佐市立第三十八中学校	72-0907	72-2883
39 宇佐市立第三十九中学校	72-0907	72-2883
40 宇佐市立第四十中学校	72-0907	72-2883
41 宇佐市立第四十一中学校	72-0907	72-2883
42 宇佐市立第四十二中学校	72-0907	72-2883
43 宇佐市立第四十三中学校	72-0907	72-2883
44 宇佐市立第四十四中学校	72-0907	72-2883
45 宇佐市立第四十五中学校	72-0907	72-2883
46 宇佐市立第四十六中学校	72-0907	72-2883
47 宇佐市立第四十七中学校	72-0907	72-2883
48 宇佐市立第四十八中学校	72-0907	72-2883
49 宇佐市立第四十九中学校	72-0907	72-2883
50 宇佐市立第五十中学校	72-0907	72-2883
51 宇佐市立第五十一中学校	72-0907	72-2883
52 宇佐市立第五十二中学校	72-0907	72-2883
53 宇佐市立第五十三中学校	72-0907	72-2883
54 宇佐市立第五十四中学校	72-0907	72-2883
55 宇佐市立第五十五中学校	72-0907	72-2883
56 宇佐市立第五十六中学校	72-0907	72-2883
57 宇佐市立第五十七中学校	72-0907	72-2883
58 宇佐市立第五十八中学校	72-0907	72-2883
59 宇佐市立第五十九中学校	72-0907	72-2883
60 宇佐市立第六十中学校	72-0907	72-2883

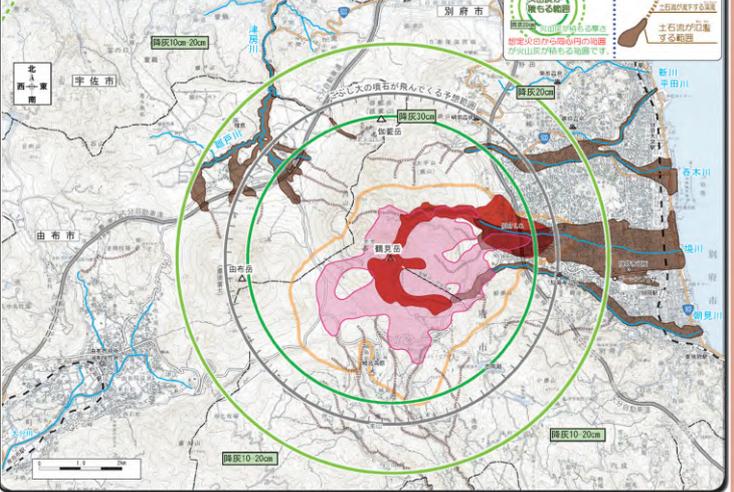
日守町 避難場所一覧

避難場所	住所	電話番号
1 日守町立第一中学校	72-0907	72-2883
2 日守町立第二中学校	72-0907	72-2883
3 日守町立第三中学校	72-0907	72-2883
4 日守町立第四中学校	72-0907	72-2883
5 日守町立第五中学校	72-0907	72-2883
6 日守町立第六中学校	72-0907	72-2883
7 日守町立第七中学校	72-0907	72-2883
8 日守町立第八中学校	72-0907	72-2883
9 日守町立第九中学校	72-0907	72-2883
10 日守町立第十中学校	72-0907	72-2883
11 日守町立第十一中学校	72-0907	72-2883
12 日守町立第十二中学校	72-0907	72-2883
13 日守町立第十三中学校	72-0907	72-2883
14 日守町立第十四中学校	72-0907	72-2883
15 日守町立第十五中学校	72-0907	72-2883
16 日守町立第十六中学校	72-0907	72-2883
17 日守町立第十七中学校	72-0907	72-2883
18 日守町立第十八中学校	72-0907	72-2883
19 日守町立第十九中学校	72-0907	72-2883
20 日守町立第二十中学校	72-0907	72-2883
21 日守町立第二十一中学校	72-0907	72-2883
22 日守町立第二十二中学校	72-0907	72-2883
23 日守町立第二十三中学校	72-0907	72-2883
24 日守町立第二十四中学校	72-0907	72-2883
25 日守町立第二十五中学校	72-0907	72-2883
26 日守町立第二十六中学校	72-0907	72-2883
27 日守町立第二十七中学校	72-0907	72-2883
28 日守町立第二十八中学校	72-0907	72-2883
29 日守町立第二十九中学校	72-0907	72-2883
30 日守町立第三十中学校	72-0907	72-2883
31 日守町立第三十一中学校	72-0907	72-2883
32 日守町立第三十二中学校	72-0907	72-2883
33 日守町立第三十三中学校	72-0907	72-2883
34 日守町立第三十四中学校	72-0907	72-2883
35 日守町立第三十五中学校	72-0907	72-2883
36 日守町立第三十六中学校	72-0907	72-2883
37 日守町立第三十七中学校	72-0907	72-2883
38 日守町立第三十八中学校	72-0907	72-2883
39 日守町立第三十九中学校	72-0907	72-2883
40 日守町立第四十中学校	72-0907	72-2883
41 日守町立第四十一中学校	72-0907	72-2883
42 日守町立第四十二中学校	72-0907	72-2883
43 日守町立第四十三中学校	72-0907	72-2883
44 日守町立第四十四中学校	72-0907	72-2883
45 日守町立第四十五中学校	72-0907	72-2883
46 日守町立第四十六中学校	72-0907	72-2883
47 日守町立第四十七中学校	72-0907	72-2883
48 日守町立第四十八中学校	72-0907	72-2883
49 日守町立第四十九中学校	72-0907	72-2883
50 日守町立第五十中学校	72-0907	72-2883
51 日守町立第五十一中学校	72-0907	72-2883
52 日守町立第五十二中学校	72-0907	72-2883
53 日守町立第五十三中学校	72-0907	72-2883
54 日守町立第五十四中学校	72-0907	72-2883
55 日守町立第五十五中学校	72-0907	72-2883
56 日守町立第五十六中学校	72-0907	72-2883
57 日守町立第五十七中学校	72-0907	72-2883
58 日守町立第五十八中学校	72-0907	72-2883
59 日守町立第五十九中学校	72-0907	72-2883
60 日守町立第六十中学校	72-0907	72-2883

由布岳が噴火した場合



鶴見岳が噴火した場合



伽藍岳が噴火した場合



大分地方気象台 TEL. 097-532-2247
 指宿官庁舎気象台気象情報センター TEL. 092-725-3606
 避難所の災害情報の確認
 NTT「災害用伝言ダイヤル」171（局番なし）

災害情報の連絡先
 別府市役所 TEL. 0977-21-1111
 由布岳 消防団 TEL. 0977-84-3111
 宇佐市 安心支援 TEL. 0978-44-1111
 日守町 役所 TEL. 0977-73-3111

「大分県防災マップ」についてのお問い合わせ先
 大分県土木建築部防災課（直轄） TEL. 097-537-3213

企画：大分県・別府市・由布市・宇佐市・日守町
 調査製作：財団法人地すべり技術センター
 印刷：鶴見岳火山防災マップ制作委員会（委員長：宮崎大学名誉教授 谷口義徳）
 資料提供：白尾元理、藤田健一、大分合同新聞社、民間印刷株式会社、国土交通省大分県土木建築部、気象庁

Social Circumstances

① Populations

(According to basic counts, such as 2010 national population census (Bureau of Statistics of the Ministry of Internal Affairs and Communications: released October 26, 2011))

Beppu City population: 125,385

Yufu City population: 34,702

Usa City population: 59,008

Hiji City population: 28,221

② National Parks, Quasi-National Parks, Number of Climbers

Aso Kuju National Park - Kuju area

Number of mountain-climbers per year unknown

③ Facilities

None

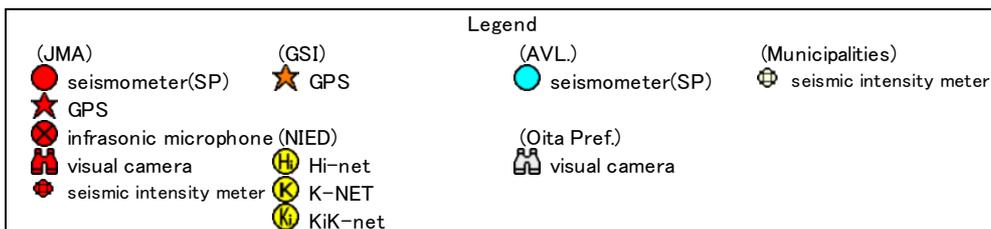
Monitoring Network

Wide Area

* Monitoring sites with multiple observation instruments are indicated by small black dots, and other symbols indicate types of monitoring.



1:200,000 scale regional maps (Nakatsu and Oita) published by the Geospatial Information Authority of Japan were used.



Bibliography

- Fujisawa, Y., et al. (2002): J. Geol. Soc. Japan., **108**, 48-58 (in Japanese with English abstract).
- Fukuoka District Meteorological Observatory (1976): Memoirs of Fukuoka District Meteorological Observatory, **31**, 1-162 (in Japanese).
- Fukuoka District Meteorological Observatory (2002): Memoirs of Fukuoka District Meteorological Observatory, **57**, 204-207 (in Japanese).
- Hoshizumi, H. et al. (1988) Geology of the Beppu district. With geological sheet map at 1:50,000: Geological Survey of Japan, 131p (in Japanese with English abstract).
- Hoshizumi, H. et al. (1999) Programme and abstracts the Volcanological Society of Japan, 1999, **2**, 106 (in Japanese)..
- Kobayashi, T. (1984): Mem. Geol. Surv. Japan., **24**, 93-108 (in Japanese with English abstract).
- Ohsawa, S., et al. (1996): Bull. Volcanol. Soc. Japan., **41**, 103-106 (in Japanese).
- Ohta, T., et al. (1990): J. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol., **85**, 113-129 (in Japanese with English abstract).
- Sugimoto, T., et al. (2006): J. Mineral. Petrol. Sci., **101**, 270-275.

(Hoshizumi, H.)