15. 有珠山 し	Jsuzan		常時観測火山	
北緯 42°32′38″	東経 140° 50′ 21″	標高 733m	(大有珠)(標高点)	A 44 44
北緯 42°32′33″	東経 140° 51′ 52″	標高 398m	(昭和新山)(標高点)	
北緯 42° 32′ 39″	東経 140° 49′ 51″	標高 669m	(有珠新山)	
			(三角点・有珠岳)	



有珠山全景 南側上空から 2012 年 3 月 16 日 気象庁撮影

概要

約 1~2 万年前に洞爺カルデラの南壁上に生じた成層火山と溶岩ドーム群で、直径約 1.8kmの外輪山を持つ玄武岩-玄武岩質安山岩の成層火山と、その側火山(ドンコロ山スコ リア丘)及び3個のデイサイト溶岩ドーム(小有珠、大有珠、昭和新山)と多数の潜在ドーム (西山、金比羅山、西丸山、明治新山、東丸山、オガリ山、有珠新山、2000年隆起域ほか) から構成される。7000~8000年前に山頂部が崩壊して、南側に岩屑なだれが流下した(善 光寺岩屑なだれ)。その後、長い休止期を経て1663年に活動が再開した。以降、山頂部で は流紋岩-デイサイト質マグマによる軽石・火山灰を噴出する噴火を繰り返し、火砕流や 火砕サージも発生した。1910年以降は山麓でもマグマ水蒸気噴火や水蒸気噴火が発生し、 火口から火山泥流の流出が起こる場合もある。活動中には、粘性の高いマグマが上昇して 溶岩ドームや潜在ドームを形成する場合が多い。噴火の前兆として有感地震多発や顕著な 地殻変動を生じる特徴がある。(曾屋・他,2007)。構成岩石のSiO2量は49.3~73.1 wt.% で ある。





I火口 南西側から2011年5月10日 気象庁撮影



K-A 火口 (写真中央やや上)および K-B 火口 (写真 左) 北東側上空から 2011 年 7 月 19 日 気象庁撮影



N-B 火口(写真中央) 北東側上空から 2011 年 7 月 19 日 気象庁撮影



昭和新山 南西側上空から 2007年5月22日 気象庁撮影



銀沼火口 北東側のオガリ山から 2011 年 5 月 10 日 気象庁撮影



旧国道 230 号線のグラーベン(地溝) 北東側上空から 2000 年 7 月 2 日 稲葉千秋撮影



1910 年 8 月 2 日の噴火 洞爺湖畔から(Omori, 1911)



1944 年 7 月 3 日の噴火(Minakami et al.,1951)



1977年8月7日の噴火 北東側の壮瞥町から 気象庁撮影



2000 年 3 月 31 日の噴火 南西側上空から アジア航測株式会社撮影

火口周辺図







図 15-2 有珠山の地形 国土地理院発行の5万分の1地形図(伊達、洞爺湖温泉)及び数値地図 50m メッシュ(標高)

地質図



図 15-3 有珠山火山地質図(曾屋·他, 2007)

噴火活動史

過去1万年間の噴火活動

7000~8000年前に山頂部が大きく崩壊して南側に岩屑なだれが流下した(善光寺岩屑な だれ)。その後、長い休止期を経て1663年以降活動を再開した。1663年の噴火(寛文噴火) は大規模なプリニー式噴火で、東方に多量の火砕物が降下した。その後、17世紀末頃(1663 年噴火から数十年後)、1769年、1822年、1853年及び1977年の活動でプリニー式噴火が 起こり、17世紀末頃と1977年以外の活動では火砕流も発生した。1910年、1943~45年及 び2000年の噴火ではマグマ水蒸気噴火や水蒸気噴火が発生し、活動中に粘性の高いマグマ が上昇して溶岩ドームや潜在ドームを形成した(中川・他,2005; 曾屋・他,2007)。

噴火年代	噴火場所	噴火様式	主な現象・マグマ噴出量
$10 \leftarrow \rightarrow 7 \mathrm{ka}^{23, 29}$	山頂付近 ^{18,19}	マグマ噴火 ^{18,19}	I ~ Ⅲタイプ外輪山溶岩噴火:7回の主な噴火により玄 武岩-玄武岩質安山岩の溶岩、スコリアを噴出して成層 火山を形成。 ^{18,19,20}
10←→7ka ^{23, 29}	有珠山東麓, ドンコロ山 ^{23, 24, 29}	マグマ噴火 ^{23, 24, 29}	ドロンコ山降下スコリア噴火:北東麓でスコリア噴火、 火砕流が発生し、側火山(ドンコロ山スコリア丘)を形 成。 ^{23,24,29}
8←→7ka ²⁹	山頂部 23,24	(山体崩 壊) ^{23,24}	山頂部から噴火して山体崩壊を生じ、南側に岩屑なだれ が流下して山麓に大小の流れ山を形成(善光寺岩屑なだ れ堆積物)。 ^{23,24}

※噴火イベントの年代、噴火場所、噴火様式等については、(独)産業技術総合研究所の活火山データベ ース(工藤・星住, 2006-)を参考とした。なお、年代は暦年代で示す。表中の「ka」は「1000年前」 を意味し、西暦 2000 年を 0 kaとして示した。

A←→B:A 年から B 年までの間のどこかで起こった噴火イベント

・有史以降の火山活動(▲は噴火年を示す)

年代	現象	活動経過・被害状況等
▲1663(寛文3)年 3,6,15,29	大規模:マグマ噴 火 ^{6,15,23,24,29}	8月13日から地震、鳴動が頻発。16日に山頂部からマグマ水 蒸気噴火を開始し、17日にクライマックスである軽石噴火 (プリニー式噴火)が起こった(有珠 b 降下火砕堆積物)。地 震、噴火が共に激しく、火山雷を伴った。降灰が著しく、 南西海上は岸から約5km沖合まで降下物が厚く浮遊した。 噴煙柱は津軽地方からも見え、空振は庄内地方でも感じら れた。軽石噴火に引き続き、火山岩塊・火山灰の放出が繰 り返され、火砕サージが山麓へ何回も流下した。堆積物の 層厚は山麓で1~3m、山腹では数10mに達した。噴火は8 月末頃まで続いた。降灰で家屋が埋積または焼失し、死者 5名。6.15.23.24.29
▲1663←→1769 年 ¹³	中規模:マグマ噴 火 ¹³	先明和噴火:山頂部から軽石噴火が発生。火砕サージを伴う。 先小有珠溶岩ドームを生成。 総噴出物量 0.001km ³ 、マグマ噴出量 0.0004DREkm ³ 。(VEI2) ¹³
▲1769(明和 5)年 6,12,29	大規模:マグマ噴 火 ^{6,23,24,29}	噴火に先立ち、地震が起こった。 1月23日に山頂部から軽石噴火(プリニー式噴火)を開始。 軽石や火山灰の降下に引き続く火砕流(明和火砕流)で火災 が発生し、南東山麓の民家が残らず焼失。オガリ山潜在ド ームを形成。堆積物の層厚は山麓で30~50cm。 ^{6,23,24,29} 総噴出物量 0.11km ³ 、マグマ噴出量 0.04DREkm ³ (降下火砕物の みの体積)。(VEI4) ⁷

年代	現象	活動経過・被害状況等
▲1822(文政 5)年 6,12,29	大規模:マグマ噴 火 ^{6,23,24,29}	 3月9日に地震が起こり始め、次第に頻度を増した。 12日に軽石噴火(プリニー式噴火)を開始。噴火は次第に激しくなった。 15日頃最初の火砕流が発生。 23日には最大の火砕流(文政火砕流)が発生し、南東麓から 西麓の森林が一面焼き尽くされ、海岸のアブタ集落(現在の入江付近)を焼失して多数の死傷者を出す(死者数は三 松・多田(2003)によると103名、大臼山焼崩日記による と82名、横山・他(1973)によると50名)。堆積物の層厚 は西麓で30cm、東麓で1m近くに達した。小有珠溶岩ド ームを生成。噴火は少なくとも4ヶ月以上続いた。 6,23,24,29
		総噴出物量 0.28km ³ 、マグマ噴出量 0.11DREkm ³ (降ト火砕物の みの体積)。(VEI4) ⁷
▲ 1853(嘉永 6)年 6,23,24,29	大規模:マグマ噴 火 ^{6,23,24,29}	 4月12日から地震や鳴動が起こり始め、次第に激しくなって、 22日に山頂部東側から軽石噴火(プリニー式噴火)を開始。 29日には激しい噴火が起こり、5月4日頃まで続いた。翌5日には大有珠溶岩ドームの成長が始まった。堆積物の層厚は西麓で30cm、東麓で50~100cmに及ぶ。噴火後期には火砕流(嘉永火砕流または立岩火砕流)が発生。大有珠溶岩ドームはその後も成長を続け、その標高は1889年595m、1905年692m、1911年740mと測定された。
		総噴出物量 0.35km ³ 、マグマ噴出量 0.14DREkm ³ (降下火砕物の みの体積) (VEIA) ⁷
	 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	<u> </u>
1903 (明治 36) 年 ²¹ ▲ 1910 (明治 43) 年 ^{6, 29}	鳴動 ²¹ 中規模:水蒸気噴 火 ^{6,23,24,29}	 5~6月に鳴動。²¹ 7月21日から地震が多発し、次第に激しくなり、24日には M5 程度の地震が発生して虻田村で半壊破損 15棟。やや衰え始めた 25日夜に金比羅山で噴火を開始した。噴火は金比羅山 から東丸山の西側に至る西北西-東南東方向に並ぶ延長 2.7km に沿った地帯で断続的に起こり、大小様々な爆裂火 口を8月2日までに約15個、11月までには合計 45個生じた。 噴煙は最大約700mの高さに達し、火山岩塊は火口から300 m以内に落下した。高温の火山泥流(熱泥流)が6個の火口 から直接流出して洞爺湖に流下、1名が死亡。さらに、西 丸山の東側が11月10日までに約155m隆起して潜在ドー ムである「明治新山(四十三山)」を生成。付近の地形は著 しく変化して、家屋・山林・耕地に被害を生じた。マグマ 貫入により活動直後に洞爺湖畔で温泉が湧出するようになった。^{6,23,24,29} 総噴出物量 0.003km³。(VEI2)⁷

年代	現象	活動経過·被害状況等
▲1943~1945(昭和	マグマ噴火	(1) 先噴火期(1943 年 12 月 28 日~1944 年 6 月 22 日)
18~20)年 ^{4,6,29}	4, 9, 10, 23, 24, 29	12月28日、有珠山一帯で地震が起こり、北麓では1日20
		回近くの有感地震があった。
		1944年に入り、地震はやや少なくなり、震源が次第に東麓
		に集中。柳原では地盤隆起が始まり、4 月には 16mに達
		した。
		4月中旬から、隆起中心が北方のフカバ(現在の昭和新山東
		部に相当)に移り、最大 50m 降起した。地震は激しくなり、
		6月22日には250回の有感地震が起きた。
		(2) 爆発期 $(1944 \oplus 6 \oplus 23 \oplus -1944 \oplus 10 \oplus 31 \oplus)$
		6月23日、フカバ西方の東九万坪(現在の昭和新山中央部に
		相当)の畑地から水蒸気噴火が始まった。
		7月2日から、爆発が激しくなり、10月末主でに10数回の
		く 多量の噴石・火山灰を放出して農作物に大被害 東
		方の苫小牧・千歳方面主で降灰があった
		7日11日の爆発で 低温($60 \sim 70^{\circ}$)の火砕サージが発生し
		て保安林や家屋を破壊した 自復考1名 豊作物に被宝
		2日96日 幼児1夕死亡 宏長焼牛 一浦の爆発で松太山
		6月20日、幼児1日元し、豕座虎人。 座の塚光て仏平山 歯側に増出配列した7個のルロが開き 地般の路起た結
		用側に係仏配列した「個の八日が開き、地盤の隆起も続いて直ち 100~ほどの昆坦山(港在ドーム)となった
		いて同さ 100 III はこの産 依田 (宿任下三ム) こなうた。 (2) 涼典 ドー た 生 武 # (1044 年 11 日 ト 句。 1045 年 0 日)
		(3) 俗右下「ム生成朔(1944 牛 11 万工 町~1945 牛 9 万) 11 日中句 - 長担山中中郊の彊坐爆刻水口野の中心から新涼
		11月中旬、産低山中天部の現仏漆宏久口群の中心から利俗 巴ぶ現れ始め、めめ西側に空山まてたらに上見た使けた
		石が現40頃の、ヤヤ四側に矢田するように上升を続けた。
		1945年9月、地長か少なくなり、浴右トームの成長も終わ
		り、その貝部は 406.9m となった。生成された溶岩ドーム
		総噴出物量 0.11km ³ (溶岩の体積は潜在部分も含む)、マグ
		マ噴出量 0.11DREkm ³ 。 (VEI1) ^{10,14}

年代	現象	活動経過・被害状況等
年代 ▲1977~1978(昭和 52~53)年 ^{1,5,6,8,17,23}	現象 中規模:マグマ噴 火 ^{1,6,8,17,23,24,30}	活動経過・被害状況等 8月6日、03:30から有感地震多発。7日、09:12山頂火 ロ原(小有珠南東麓)からデイサイト質マグマによる軽石 噴火(プリニー式噴火)を開始、噴煙は1時間後に高さ 12000mに達したが、噴火は2時間半足らずで一旦休止。 以降、14日未明までに大きな軽石噴火を含む10数回の 噴火が断続。この1週間にわたる第1期噴火で、小有珠 溶岩ドーム東麓に第1~3火口、火口原北部に第4火口を 開き、火口周辺には多量の軽石・火山灰を堆積した。降 灰は山麓の住宅を破壊し、農作物や森林に被害を与えた。 8~9月には西麓で降雨による二次泥流災害が発生。第1期 噴火の噴出量は8,300万m ³ に達した。 第1期噴火以降、残りのマグマは上昇を続け、地震活動 を伴って火口原を隆起させ、小有珠北東麓からオガリ山 を通り大有珠までの間に断層を形成しながら新しい潜在 ドーム(有珠新山)を形成。断層の南西側には幅100~250 mの地溝が発達し、小有珠山頂部は沈降を続けた。噴火 開始後2ヶ月半で新山は40~50m隆起し、有珠外輪山北 東壁は外側へふくらんで水平移動量は48mに達した。山 頂部の顕著な地殻変動の影響が北麓にも及び、道路や建 物、上下水道等に深刻な被害を生じた。 11月16日から、山頂火口原で水蒸気噴火が始まる(第2期 噴火)
		1978年 7~9月にはマグマ水蒸気噴火も多発し、10月27日まで噴 火活動を繰り返した。この間、断層南側にはA-N火口を 開口し、このうちJ-N火口は結合して銀沼火口となった。 第2期噴火の噴出量は約750万m ³ と第1期の10分の1 に過ぎなかったが、10月16日と24日には降雨により有 珠山全域で二次泥流が発生し、死者2名、行方不明者1 名、軽傷者2名、住家被害196棟、非住家被害9棟、農 林業・土木・水道施設等に被害を生じた。 その後も、新山の隆起は地震活動を伴いながら1982年3 月まで続き、オガリ山と小有珠東麓部は約180m 隆起した ほか、北外輪山と洞爺湖岸との距離は約180m 短縮した。 1,6,8,17,23,24,30
		総噴出物量 0.09km ³ 、マグマ噴出量 0.04DREkm ³ 。(VEI3) ^{17,30}

年代	現象	活動経過・被害状況等
▲2000(平成 12)年	小規模:マグマ水	3月27日午後から地震が徐々に増加。
16,22,28	蒸気噴火	28日、01:31頃、最初の有感地震が発生(洞爺湖温泉地
	11, 22, 24, 25, 26, 27, 28	区で体感)。
		30日~31日、山頂部や北西山麓に断層や地割れが生じ、
		次第に発達拡大。
		31日、地震活動のピークが過ぎ、13:07に西山西麓から
		マグマ水蒸気噴火が発生。火口周辺に噴石を放出、噴煙
		は火口直上数 100m まで上昇後北東側へ流され、高さ
		3500mまで達した。風下の北東側で降灰、75km離れた千
		歳でも微量の降灰が認められた。31 日噴火の噴出物量は マー・
		4月1日、11:30頃、金比維山北四鹿から噴火開始。
		4月中旬まで、小規模な水烝気噴火を繰り返し、四田四鹿と
		並 1 維 山 同 辺 に 司 0 0 回 の 八 日 を 形 成 。 四 田 四 鹿 て は 4 月 1_9 日 - 今 世 羅 山 で け 4 日 9_10 日 に い く へ か の 止 口 か ら
		12日、並比維田では4月210日にいてうかの八日から 執泥液が発生
		4月中旬以降 活発な火口は4つ(西山西麓のN-B火口 N-C
		火口及び金比羅山北西麓の K-A 火口、K-B 火口)に限定さ
		れ、西山西麓ではマグマ貫入により最大約 80m 降起して
		潜在ドームを形成。
		8月以降、西山西麓の隆起は沈降に転じ、各火口の活動は
		徐々に低下。K-B 火口ではその後も空振を伴う噴石等の噴
		出が継続
		2001 年
		9月を最後に K-B 火口の空振や火山灰噴出は見られなくな
		った。
		噴火場所が北西山麓の一部居住地にかかっていたため、
		小規模噴火だったにも関わらず、道路や上下水道が寸断
		され、850戸の家屋に被害が生じた。11,22,24,25,26,27,28
		総噴出物量 0.0009km ³ (マグマ噴出量は微量)。(VEI1) ^{2,11}

※噴火イベントの年代、噴火場所、噴火様式等については、(独)産業技術総合研究所の活火山データベース(工藤・星住,2006-)を参考に、文献の追記を行った。なお、年代は暦年代で示す。表中の「ka」は「1000年前」を意味し、西暦 2000年を0 kaとして示した。 A←→B:A年からB年までの間のどこかで起こった噴火イベント

【引用文献】

- 1. 新井田清信・他(1982) 有珠山 1977 年噴火の推移と降下火砕堆積物,火山,**27**, 97-118.
- 2. 遠藤邦彦・他(2001) 有珠山 2000 年噴火におけるマグマ水蒸気爆発,日本大学文理学部自然科学研究所研究紀 要, 36, 65-73.
- 3. 古川竜太・他(1997) 北海道駒ヶ岳火山は 1694 年に噴火したか?-北海道における 17~18 世紀の噴火年代の再 検討-,火山,42,269-279.
- 4. Ishikawa, Toshio (1950) New Eruption of Usu Volcano, Hokkaido, Japan, during 1943-1945, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 7, 237-260.
- Katsui, Y., et al. (1978) Preliminary report of the 1977 eruption of Usu Volcano, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 18, 385-408.
- 6 勝井義雄・石川俊夫(1981) 有珠山の活動史, 噴出物調査および Disaster Map と災害評価,噴火災害の特質と Hazard map の作成およびそれによる噴火災害の予測と研究, 自然災害特別研究成果, 14-22.
- 7. Katsui, Y., et al. (1981) Usu Volcano. In:Katsui, Y. (ed)Field excursion guide to Usu and Tarumai Volcanoes and Noboribetsu Spa, Volcanological Society of Japan, 1-37.
- Katsui, Y., et al. (1985) Development of faults and growth of Usu-Shinzan cryptodome in 1977-1982 at Usu Volcano, North Japan, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 21, 339-362.
- 9. 三松正夫(1993)昭和新山生成日記―復刻増補版―,昭和新山誕生の全観察記録,三松正夫記念館,225p.
- 10. Minakami, T., et al. (1951) The 1944 eruption of Volcano Usu in Hokkaido, Japan, Bulletin of Volcanology, **11**, 45-157.
- 11. 三浦大助・新井田清信(2002) 有珠火山 2000 年噴火における岩脈貫入過程と潜在ドームの形成メカニズム,火山, 47, 119-130.
- 12. 村山 磐(1978) 日本の火山(I), 大明堂, 314p.

13. 中川光弘・他 (2005) 有珠火山の噴火史の再検討:寛文噴火(1663年)と明和噴火(1769年)に挟まれた 17世紀 末の先明和噴火の発見,火山,**50**, 39-52.

14. Nakamura, S. T. and T. Mori (1949) Science Reports of the Research Institutes, Tohoku University, **5**. 15. 中村有吾・他 (2005) 噴出物から推定した有珠山 1663 年噴火の推移,地学雑誌, **114**, 549-560.

16. 中田節也(2001) 有珠山 2000 年噴火の推移, 東京大学地震研究所彙報, **76**, 203-214.

17. Niida, K., et al. (1980) The 1977-1978 eruption of Usu Volcano, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, **19**, 357-394.

18. 大場与志男(1964) 有珠火山の岩石学的研究-特に外輪山熔岩について-(I),(II), 岩石鉱物鉱床学会誌, **51**, 53-66, 87-97.

19.0ba, Yoshio. (1966) Geology and Petrology of Usu Volcano, Hokkaido, Japan, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology, 13, 185-236.

20.大場与志男・近堂祐弘(1964) 有珠火山の降下軽石堆積物について,火山,9,75-86.

21. 大森房吉(1918)日本噴火志, 上編, 震災予防調査会報告, 86, 230-233.

22. 大野希一・他(2002) 有珠山 2000 年噴火でもたらされた火砕物の層序,火山 47,619-643.

23. 曽屋龍典·他(1981) 有珠火山地質図,火山地質図,地質調査所.

24. 曽屋龍典・他(2007)有珠火山地質図(第2版),火山地質図,独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合 センター.

25. 宝田晋治・他(2001) 有珠山 2000 年噴火の降灰と火口近傍の状況, 地質調査研究報告, 52, 167-179.

26. 宝田晋治・他(2002) 有珠火山 2000 年噴火の火口近傍堆積物,火山,47,645-661.

27. 宇井忠英・他(2002) 有珠山 2000 年噴火で発生した火砕サージ,火山,47,325-332.

28. 宇井忠英・他(2002)有珠山 2000 年噴火の推移,火山,**47**, 105-117.

29. 横山 泉・他 (1973) 有珠山,火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策-,北海道における火山に関す る研究報告書第3編,北海道防災会議,254p.

30. 吉田真理夫(1995) 有珠山 1977-1978 年噴火による火砕物火口付近での層序と岩相,火山,40,249-262.









図 15-5 歴史時代噴出物の全岩化学組成 SiO2 量の時間変化図 (中川・他, 2005; Matsumoto and Nakagawa, 2010)



図 15-6 歴史時代噴出物の全岩化学組成ハーカー図(Matsumoto and Nakagawa, 2010)

主な火山活動

	前兆地震 活動期間	活動域	噴火活動[継続時間] 新山[隆起量/継続時間]	新山形成に伴う地震活動など
1910年	5日間	北麓	(マグマ)水蒸気爆発[2週間] 明治新山[170m/4ヶ月]	新山付近の地震あり(?)
1943-45年	6ヶ月	東麓	マグマ水蒸気爆発[4ヶ月] 昭和新山 屋根山[200m/10ヶ月] ドーム[110m/11ヶ月]	新山付近でB型地震, ドーム上昇時にC型地震 広域的なA型地震活動
1977-78年	32時間	山頂	軽石噴火[1週間], マグマ水蒸気爆発[12ヶ月] 1977年新山(180m/55ヶ月)	新山周縁で活溌な地震活動 (地震空白域)
2000年	5日間	西麓	マグマ水蒸気爆発[21ヶ月] 2000年新山(80m/5ヶ月)	新山周縁の地震は観測されず. 広域的なA型地震活動

図 15-7 有珠山の最近 4 回の噴火活動

·1910 年噴火



図 15-8 有珠山 1910 年噴火の爆裂火口, 亀裂及び断層(Omori, 1911 を改編)

236





図 15-9 1910 年噴火後の洞爺湖岸の高さの変動(Omori, 1911 を基に作図) ・湖水位測定による洞爺湖南岸の隆起・沈降を観測



図 15-10 水準点の変動(Omori, 1913, 1920 を基に作図)

•1943-1945 年噴火







図 15-12 有珠山東山麓の隆起(Minakami, 1947a に加筆) ・噴火に先立つ時期にはC地点の隆起が,噴火後はB地点の隆起が顕著



・1977-1978 年噴火



図 15-14 1977 年噴火の推移,地図は噴火した火口の位置(勝井・他,1988)



図 15-15 1977 年 8 月噴火による降灰域(勝井・他, 1988)



図 15-16 山頂火口原内の地形変化(勝井・他, 1988)



図 15-17 有珠新山生成に関連した山頂浅部の火山性地震の震源分布(西村・岡田, 1987)



図 15-18 1977~1979 年の活動時に放出された地震エネルギー放出率(erg/day)と, おがり山隆起率(cm/day)の変化(横山,1993)



図 15-19 1977-82 年噴火の前後の写真による地形変化(三松三朗撮影)

•2000年噴火



左矢印:西山西麓(火口群)からの噴火開始,右矢印:金比羅山の噴火開始



図 15-21 2000 年噴火前後の比高変化と重力変化 (Oshima and Ui, 2003)



図 15-22 有珠山 2000 年噴火の推移(宇井・他,2002) 4月3日及び5月18日,新たに形成した火口及び断層の分布



図 15-23 2000 年噴火における熱泥流分布等(北海道建設部, 2001)



図 15-24 2000 年噴火開始後の震源分布 (気象庁, 2003)

過去の噴火における先駆現象

有史上の噴火においては、噴火発生の数十時間~数日前から顕著な有感群発地震が発 生し、山頂部や山麓で亀裂、断層の生成などの顕著な地殻変動がみられた。山体周辺で は噴火発生の数ヶ月~数日前から地下水位に変化が生じたり、噴火開始直前には、地震 波形の低周波化がみられたこともある。



図 15-25 有珠山 1910 年噴火の前兆地震活動(岡田, 1982 に加筆)



図 15-26 有珠山 1943-45 年噴火の前兆地震活動 (Minakami, 1949b・Kizawa, 1957 を基に作図)



図 15-27 1977-78 年噴火の前兆地震活動(気象庁 A(現在の南山麓)点および壮瞥臨時観測点での回数) (気象庁,1980 を基に作図)



図 15-28 2000 年噴火の地震活動 (気象庁, 2003 を基に作図)



図 15-29 1977-78 年噴火前兆地震の波形変化(高周波→低周波)(岡田, 1985) 上段:加速度振幅(伊達) 中段:変位振幅(札幌) 下段:速度振幅(樽前山)



図 15-30 2000 年噴火前に見られた地下水位の変化(Shibata and Akita, 2001) 左:観測点配置 右:地下水位変動



図 15-31 2000 年噴火で GPS 観測により捉えられた前兆地殻変動(高橋・他,2002) 上:観測点配置 左下:基線長変化 右下:3月 29 日~31 日の水平変動

近年の火山活動

活動経過図



図 15-32 活動経過(1964 年~2012 年 6 月)

・火山性地震の震源分布



図 15-33 震源分布図(2002 年 10 月~2012 年 6 月 30 日) +印は地震観測点を示す

地震活動





・有珠山浅部の地殻活動イメージ



地下構造



防災に関する情報

①火山防災協議会

·有珠火山防災会議協議会

関係都道府県	火山防災協議会の名称	設置	最近の主な活動の内容			
北海道	有珠火山防災会議協議会	1981.4.27	防災担当者現地勉強会の実施(年1回) 北海道防災ヘリによる有珠山防災状況調査(年1回) ・有珠火山防災会議協議会4市町合同防災訓練 ・有珠山2000年噴火から10周年記念フォーラムin豊浦(平成22年10月1日)			
		構成機	関			
火山防災協議会	のコアグループに相当する機関(※)	②は事務局)	左に挙げた以外の構成機関			
■道(防災部局) 胆振総合振興局 ■市町村 伊達市◎、洞爺湖町、壮瞥町、豊浦町 ■気象台 室蘭地方気象台 ■砂防部局 (国)室蘭開発建設部 (道)胆振総合振興局室蘭建設管理部 ■火山専門家等 一			 ■関係機関 (国)後志森林管理署、室蘭海上保安部、陸上自衛隊第7師団 (道)胆振総合振興局産業振興部・保健環境部 (警察・消防)伊達警察署、西胆振消防組合消防本部 			

②火山ハザードマップ等

有珠山火山防災マップ(全体版)2002(平成14)年3月伊達市防災対策室・虻田町有珠山噴 火災害復興対策室・壮瞥町総務課・豊浦町企画調整課・洞爺村総務課発行 北海道防災会 議地震火山対策部会火山対策専門委員会監修

http://www.city.date.hokkaido.jp/soumu/n96bln000008f27.html



③噴火警戒レベル(2008(平成 20)年6月9日運用開始)



		and the second s			
1	1		2000		平成20年6月運用開始
R -			有理	朱山の噴	火警戒レベル
予報 警報	対象 範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山 者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警報	居住地域及びそれより火口側	5 (避難)	居住地域に重大 な被害を及ぼす噴 火が発生、ある いは切迫している 状態にある。	危険な居住地域 からの避難等が 必要。	 ・地震活動のさらなる活発化や顕著な地殻変動が観測される等により、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が切迫している。 ・週去事例 2000年3月29日、1977年8月7日未明:身体に感じる地震が多発 ・山頂から噴火が発生し、大きな噴石や火砕流・火砕サージが居住地域まで到達。 ・週去事例 1977年8月7日09時12分、1853年4月22日、1822年3月12日、1769年1月23日:山頂火口原内から噴火。大きな噴石が山頂火口から 概ね4kmまで飛散、火砕流・火砕サージが広範囲に流下して山頂火口から最大10kmまで到達(1977年は除く)、多量の軽石や火山灰が式範囲に堆積 ・山麓から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 ・回蓋から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 ・回蓋から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 ・回義から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 ・回本事例 2000年3月31日13時07分、1944年6月23日、1910年7月25日:山麓から噴火。大きな噴石が火口から概ね2kmまで飛散、火砕サージが火口から最大3km(1944年7月事例)まで到達
		4(避難準備)	居住地域に重大 な被害を及ぼす噴 火が発生すると予 想される(可能性 が高まっている)。	 危険な居住地域 からの避難等が 必要。 警戒が必要な 置住地域での災害難 の準援護者の生活動 の状況に定災の避難 等が必要。 住民は通常の生活動 の状況に該者等。 住民は通常の近きう。 状況に接応じて災害 時要準備等。 会検移にじて災避 難準備等。 会検移になり、 	 ●地震活動がさらに活発化し身体に感じる地震が増加し始める等、山頂もしくは山麓からの噴火発生の可能性が高まっている。 過去事例 2000年3月28日、1977年8月6日04時頃:身体に感じる地震が増加
火口周辺	火口から居住地域近くまで	3(入山規制)	居住地域の近く まで重大な影響 を及ぼす(この範 囲に入った場合 には生命に危険 が及ぶ)噴火が発 生、あるいは発生 すると予想される。	住民は通常の生活 (今後の火山活動 の推移に注意)。 状況に応じて災害 時要援護者の避 難準備等。 登山禁止や入山規 制等危険な地域へ の立入規制等。	 ●地震活動が活発化し、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が予想される。 <u>過去事例</u> 2000年3月28日未明、1977年8月6日03時30分頃、1943年12月28日:
辺警報	火口周辺	2(火口周辺規制)	火口周辺に影響 を及ぼす(この範 囲に入った場合 には生命に危険 が及ぶ)噴火が発 生、あるいは発生 すると予想される。	住民は通常の生 活(今後の火山 活動の推移に注 意)。 火口周辺への立 入規制等。	 ●身体に感じない微小な地震活動の高まり等がみられる。 過去事例 2000年3月27日、1977年8月6日02時頃:微小な地震が増加 ●既存の噴気孔や地熱地帯からごく小さな噴火が発生し、 周辺に大きな噴石飛散。 過去事例 観測事例なし
噴火予報	火口内等	】 (平常)	火山活動は静穏。 火山活動の状態によっ て、火口内で火山灰の 噴出等が見られる(こ の範囲に入った場合に は生命に危険か及ぶ)。	状況に応じて火 ロ内及び近傍へ の立入規制等。	●火山活動は静穏。状況により既存の火口内及び近傍に影 響する程度の火山灰の噴出等の可能性あり。

にし、前本品では、前先にしためのなれてものに置い、いた日、としてない、朝人を言い、いた日、しまた。 では火口周辺への立入規制等、レベル3(入山規制)では入山規制や有珠山麓等での営林作業の中止等が必要である。 注2)本資料中の大きな噴石とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものとする。 この噴火警戒レベルは、地元市町等と調整の上で作成したものです。各レベルにおける具体的な規制範囲等については、 地域防災計画等で定められていますので、各市町にお問い合わせください。



④主な火山情報の発表状況

(1965年1月1日の情報発表業務開始以降2007年11月30日まで)

情報の種類	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
火山情報(臨時)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
情報の種類	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
火山活動情報*1		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臨時火山情報*1	35	38	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
			_	_								
情報の種類	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
緊急火山情報※2	—	_	—	—	_	—	—	—	—	_	_	5
臨時火山情報	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
火山観測情報 ^{※2}					_	—	—	—	—	_	_	334
情報の種類	01	02	03	04	05	06	07					
取合认识性却												

月 千区 ひつ 1里 天只	01	02	03	04	05	00	07
緊急火山情報			_				
臨時火山情報	—	—	—	—	—	—	—
火山観測情報	32	_	—	_	_	_	_

※1 昭和 53 (1978) 年 12 月 20 日,火山活動情報,臨時火山情報,定期火山情報の 3 種類の火山情報の発表 業務を開始. 従来は火山情報(定期または臨時)を発表.

※2 平成5(1993)年5月11日,火山活動情報を緊急火山情報と改正.火山観測情報を新設.

※ 平成 14 (2002) 年 3 月,常時観測火山だけで定期的に発表していた定期火山情報は廃止し,火山活動解 説資料に発展解消.

※ 1982年の臨時火山情報は,1977(昭和52年)から1982(昭和57年)までの有珠山の火山活動に関する統一 見解.

※緊急火山情報	第1号	2000年(平成12年)	3月29日11時10分	発表
※緊急火山情報	第2号	2000年(平成 12年)	3月30日13時20分	発表
※緊急火山情報	第3号	2000年(平成 12年)	3月31日11時50分	発表
※緊急火山情報	第4号	2000年(平成 12年)	3月31日13時16分	発表
※緊急火山情報	第5号	2000年(平成12年)	4月 1日12時05分	発表

⑤噴火警報等の発表状況

(2007年12月1日の噴火警報及び噴火予報の発表開始以降2012年12月31日現在まで)

・噴火警報・予報

年月日	警報・予報	対象市町村等	内容
2007(平成 19)	噴火予報(平常) *1		火山活動は静穏。
年 12 月 1 日			火口内等で噴気、火山ガスの噴出等が見ら
10:20			れる。火口内等では警戒が必要。
2008(平成 20)	噴火予報*2	北海道胆振支	火山活動は静穏。
年6月9日	(噴火警戒レベル1、平常)	庁伊達市、洞	火口内等で噴気、火山ガスの噴出等が見ら
10:00		爺湖町、壮瞥	れる。火口内等では警戒が必要。
		町、豊浦町	

※1 噴火警報及び噴火予報の発表開始に伴う発表

※2 噴火警戒レベルの運用開始に伴う発表

・火山の状況に関する解説情報の発表状況
 発表はなし。

⑥避難実績及び入山規制等の実績

· 避難状況

1977年噴火

噴火による降灰と火山礫と多発する有感地震の長期化が予想され被災市町村は住民 の安全を確保するため避難所(虻田町7カ所、壮瞥町1カ所、伊達市1カ所、洞爺村で 1カ所)を設置し、52,634人が避難した(適用8月8日~10月31日:北海道胆振支庁 による)。

2000年噴火

噴火開始前の3月29日に緊急火山情報が発表され、地元自治体はハザードマップ に基づき避難指示を発令し、ピーク時にはおよそ1万6千人の住民が避難した。なお、 避難指示区域については平成14年3月31日にK-B火口周辺が解除され、すべての区 域の避難が解除となった(北海道による)。

・登山規制の状況

現在、山頂火口原を含む国有林内への立入規制、治山の森遊歩道及び長距離自然歩道を除く

過去の登山規制履歴

年月日	規制内容
1977年8月7日	壮瞥町・伊達市・虻田町の一部避難命令※
1977年8月9日	洞爺湖温泉地区に避難命令※
1977年8月29日	虻田町洞爺湖温泉地区、壮瞥町温泉地区、伊達市上長和地区で夜間も避難命令※
	を制限つき解除
1977年9月7日	虻田町、泥流危険地区を除き避難命令※全面解除
1977年10月20日	避難全面解除
1978年2月25日	壮瞥町新山地区避難
2000年3月29日	三市町(伊達市・虻田町・壮瞥町)に避難指示
2000年3月30日	避難区域拡大
2000年6月10日	有珠山外輪山地区避難指示解除(南外輪山地区は引続き自主規制)
2002年2月25日	南外輪地区の自主規制解除
2002年3月31日	金比毘羅火口周辺の避難指示解除
2002年4月27日	治山の森遊歩道からの登山再開
2004年9月29日	災害危険区域内規制緩和区域の追加指定(長距離自然歩道)

※1977~78年の規制内容は1977年有珠山噴火災害対策の概要(北海道総務部)から転記

・規制の実施機関

有珠火山防災会議協議会

社会条件等

①人口

・伊達市	36,670人(17,747世帯)	平成 23 年 3 月 31 日現在
 洞爺湖町 	10,041人(5,120世帯)	平成 23 年 10 月 31 日現在
• 壮瞥町	2,833人(1,306世帯)	平成 23 年 10 月 31 日現在
・豊浦町	4,443人(2,279世帯)	平成 23 年 10 月 31 日現在

②国立·国定公園·登山者数等

- ・支笏洞爺国立公園(支笏・定山渓・登別地域)
- ・2008年12月、洞爺湖有珠山地域が「日本ジオパーク」として認定された。
- ・2009年8月、洞爺湖有珠山地域が「世界ジオパーク」として認定された。
- ·洞爺湖温泉地区 洞爺湖町 観光客年間入込客数 2,461,541人 平成 22 年度
- ・壮瞥温泉地区 壮瞥町 観光客年間入込客数 1,131,000人 平成 22 年度
 ・伊達地区 伊達市 観光客年間入込客数 2,211,900人 平成 22 年度

③付近の公共機関

機関・部署名	所在地	電話番号
伊達市役所	伊達市鹿島町 20-1	0142-23-3331
洞爺湖町役場	虻田郡洞爺湖町栄町 58	0142-76-2121
壮瞥町役場	有珠郡壮瞥町滝之町 245	0142-66-2121
豊浦町役場	虻田郡豊浦町字船見町 10	0142-83-2121
洞爺湖町役場洞爺湖温泉支所	虻田郡洞爺湖町洞爺湖温泉 142	0142-75-2281

④主要交通網

- ・道央自動車道、国道 37 号線、国道 230 号線、国道 453 号線、道道 2 号線、
 道道 703 号線
- ·JR 室蘭本線

⑤関連施設

・伊達市
 伊達市消防・防災センター
 ・洞爺湖町

洞爺湖ビジターセンター 火山科学館

·壮瞥町

そうべつ情報館 i(アイ) 三松正夫記念館 北海道大学 有珠火山観測所

関	係	す	る	主	な	気	象	官	署
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

機関・部署名	所在地	電話番号
札幌火山監視・情報センター	(札幌管区気象台)札幌市中央区北2条西18丁目2	011-611-2421
室蘭地方気象台	室蘭市山手町2丁目6-8	0143-22-2598

気象庁および大学等関係機関の観測網

広域 ※同一地点に複数の計器を設置している場合には、観測点の位置を●で示し、その周囲に設置している観測点の種類を示している。



図 15-37 有珠山 観測点位置図(広域)



山頂付近 ※同一地点に複数の計器を設置している場合には、観測点の位置を●で示し、その周囲に設置している観測点の種類を示している。

国土地理院発行の5万分の1地形図(伊達、豊浦、洞爺湖温泉)



図 15-38 有珠山 観測点位置図(山頂付近)

引用文献

- Aoyama, H., et al. (2009) Inter-eruptive volcanism at Usu volcano: Micro-earthquakes and dome subsidence, Journal of Volcanology and Geothermal Research, **187**, 203-217.
- 新井田清信・他(1982) 有珠山 1977 年噴火の推移と降下火砕堆積物,火山,27,97-118. 遠藤邦彦・他(2001) 有珠山 2000 年噴火におけるマグマ水蒸気爆発,日本大学文理学部自 然科学研究所研究紀要,36,65-73.
- 福富孝治(1946)有珠昭和新山の生成について、科学、16、3-8.
- 古川竜太・他(1997) 北海道駒ヶ岳火山は 1694 年に噴火したか?-北海道における 17~18 世紀の噴火年代の再検討-,火山,42,269-279.
- 北海道建設部(2001)平成12年(2000年)有珠山噴火, 19-20.
- 北海道防災会議地震火山対策部会火山対策専門委員会(2002)有珠山火山防災マップ.
- Ishikawa, Toshio (1950) New Eruption of Usu Volcano, Hokkaido, Japan, during 1943-1945, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 7, 237-260.
- Katsui, Y., et al. (1978) Preliminary report of the 1977 eruption of Usu Volcano, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 18, 385-408.
- 勝井義雄・石川俊夫(1981) 有珠山の活動史,噴出物調査および Disaster Map と災害評価, 噴火災害の特質とHazard mapの作成およびそれによる噴火災害の予測と研究,自然災害 特別研究成果, 14-22.
- Katsui, Y., et al. (1981) Usu Volcano. In:Katsui, Y. (ed)Field excursion guide to Usu and Tarumai Volcanoes and Noboribetsu Spa, Volcanological Society of Japan, 1-37.
- Katsui, Y., et al. (1985) Development of faults and growth of Usu-Shinzan cryptodome in 1977-1982 at Usu Volcano, North Japan, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 21, 339-362.
- 勝井義雄・他(1988) 有珠山 1977~78 年噴火-噴火の推移と有珠新山の形成-,有珠山-その変動と災害-,北海道大学図書刊行会.
- 気象庁(1980)有珠山噴火活動調查報告,気象庁技術報告,99,203p.
- 気象庁(2003)平成12年(2000年)有珠山噴火調査報告,気象庁技術報告,124,247p.
- Kizawa, T (1957) A Study of Earthquakes in Relation to Volcanic Activity (I) -Earthquakes that Occurred during the Formation Period of a New Dome"Showa-Shinzan" and Their Forerunners Near Volcano Usu-. Meteorological Research Institute, 8, 150-169.
- 松本亜希子・中川光弘(2011)岩石学的特徴からみる,有珠火山山頂溶岩ドーム群の形成 順序,日本火山学会講演要旨集 2011年度秋季大会,97.
- Matsumoto, A. and M. Nakagawa (2010) Formation and evolution of silicic magma plumbing system: Petrology of the volcanic rocks of Usu volcano, Hokkaido, Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 196, 185-207.
- 三松正夫(1993)昭和新山生成日記一復刻増補版一,昭和新山誕生の全観察記録,三松正 夫記念館,225p.
- 三松三朗・多田康之:災害情報学会予稿集 2003.

- Minakami, T. (1947a) Recent Activities of Volcano Usu(I). Bull. Earthq. Res. Inst., 25, 65-69.
- Minakami, T. (1947b) Recent Activities of Volcano Usu(II). Bull. Earthq. Res. Inst., 25, 71-75.
- Minakami, T (1949a) Recent Activities of Volcano Usu(Ⅲ)-Earthquakes at the Stage of Paroxysmal Eruption-. Bull. Earthq. Res. Inst., 27, 123-128.
- Minakami, T (1949b) Recent Activities of Volcano Usu(IV)-Earthquakes Followed by the Birth and Development of the Lava Dome-. Bull. Earthq. Res. Inst., **27**, 129-134.
- Minakami, T (1950a) Recent Activities of Volcano Usu(V)-Topographical Deformations During the 1943-1945 Eruption-. Bull. Earthq. Res. Inst., 28, 143-152.
- Minakami, T (1950b) Recent Activities of Volcano Usu(VI)-Precise Levelling Around Mt. Usu in 1949-. Bull. Earthq. Res. Inst., 28, 123-128.
- Minakami, T., et al. (1951) The 1944 eruption of Volcano Usu in Hokkaido, Japan, Bulletin of Volcanology, **11**, 45-157.
- 三浦大助・新井田清信(2002) 有珠火山 2000 年噴火における岩脈貫入過程と潜在ドームの 形成メカニズム,火山,47,119-130.
- 村山 磐(1978)日本の火山(I),大明堂, 314p.
- 中川光弘・他(2005) 有珠火山の噴火史の再検討:寛文噴火(1663年)と明和噴火(1769年) に挟まれた17世紀末の先明和噴火の発見,火山,**50**,39-52.
- Nakamura, S.T. and Mori, T. (1949) Science Reports of the Research Institutes, Tohoku University, 5.
- 中村有吾・他(2005) 噴出物から推定した有珠山 1663 年噴火の推移,地学雑誌, 114, 549-560.
- 中田節也(2001)有珠山2000年噴火の推移,東京大学地震研究所彙報, 76, 203-214.
- 西村裕一・岡田 弘(1987)1977-78 年有珠山の群発地震にみられる震源集中域,北海道 大学地球物理学研究報告, 49, 23-30.

Niida, K., et al. (1980) The 1977-1978 eruption of Usu Volcano, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 19, 357-394.

- 大場与志男(1964) 有珠火山の岩石学的研究-特に外輪山熔岩について-(Ⅰ),(Ⅱ),岩石鉱 物鉱床学会誌, 51, 53-66, 87-97.
- Oba, Yoshio. (1966) Geology and Petrology of Usu Volcano, Hokkaido, Japan, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology, 13, 185-236. 大場与志男・近堂祐弘 (1964) 有珠火山の降下軽石堆積物について、火山、9, 75-86.
- 岡田 弘(1982) 有珠火山 1910 年の群発地震,北海道大学地球物理学研究報告, **41**, 53-63.
- 岡田 弘(1985) 有珠山の噴火前兆地震の体感特性,火山体の物理的場の比較研究による 噴火災害予測,昭和 59 年度科学研究費補助金,自然災害特別研究(1),研究成果報告 書,114-124.
- 岡田 弘(1988) 有珠新山の生成と火山観測,有珠山-その変動と災害-,北海道大学図 書刊行会.

- Okada, H., et al. (1981) Seismological significance of the 1977-1978 Eruptions and the magma intrusion process of Usu Volcano, Hokkaido, Journal of Volcanology and Geothermal Research, **9**, 311-334.
- 岡田 弘・他(2002) 有珠山(補遺その1),平成12年有珠山噴火(噴火活動と火山地質),北 海道における火山に関する研究報告書第14編,北海道防災会議,58.

岡崎紀俊・他(2002) 高密度 GPS 観測による 2000 年有珠山噴火の地殻変動,火山, 47, 547-557.

- Omori, F. (1911) The Usu-san eruption and earthquake and elevation phenomena, Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee, **5**, 1-38.
- Omori, F. (1913) The Usu-san eruption and the earthquake and elevation phenomena:
 II-Comparison of the Bench Mark Heights in the Base District Before and after the Eruption-. Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee, 5, 101-107.
 大森房吉 (1918) 日本噴火志,上編,震災予防調査会報告, 86, 230-233.
- Omori, F. (1920) The Usu-san eruption and the earthquake and elevation phenomena III-Results of Precise Levelings in 1905-1919, with Accounts of the Observations relating to the Level Change of the Lake of Toya-. Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee, **9**, 41-76.
- Onizawa, S., et al. (2007) P-wave velocity structure of Usu volcano: implication of structural controls on magma movements and eruption locations. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **160**, 175-194.

大野希一・他(2002) 有珠山 2000 年噴火でもたらされた火砕物の層序,火山 47, 619-643.

- Oshima, H. and T. Ui (2003) Reports on volcanic activities and volcanological studies in Japan for the period from 1999 to 2002,火山, **48**, 22-31.
- Shibata, T. and F. Akita (2001) Precursory changes in well water level prior to the March, 2000 eruption of Usu Volcano, Japan, Geophysical Research Letters, 28, 1799-1802.
- 曽屋龍典・他(1981)有珠火山地質図,火山地質図,地質調査所.
- 曽屋龍典・他(2007)有珠火山地質図(第2版),火山地質図,独立行政法人産業技術総合研 究所地質調査総合センター.
- 高橋浩晃・他(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.
- 宝田晋治・他(2001) 有珠山 2000 年噴火の降灰と火口近傍の状況,地質調査研究報告, 52, 167-179.
- 宝田晋治・他(2002)有珠火山 2000 年噴火の火口近傍堆積物,火山, **47**, 645-661.
- Tomiya, A. and E. Takahashi (2005) Evolution of the magma chamber beneath Usu volcano since 1663: A natural laboratory for observing changing phenocryst compositions and textures. Journal of Petrology, 46, 2395-2426.
- Tomiya, A., et al. (2010) Depth and evolution of a silicic magma chamber: Melting experiments on a low-K rhyolite from Usu volcano, Japan. Journal of Petrology, **51**, 1333-1354.

宇井忠英・他(2002) 有珠山 2000 年噴火の推移,火山,47,105-117.

- 宇井忠英・他(2002) 有珠山 2000 年噴火で発生した火砕サージ,火山,47,325-332.
- 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 度とその時間的変化,火山,47,263-278.
- 横山 泉(1993) 有珠火山の噴火予知-その回顧-, 月刊地球, 号外7号.
- 横山 泉・他(1973) 有珠山,火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策-,北海道に おける火山に関する研究報告書第3編,北海道防災会議,254p.
- 吉田真理夫(1995) 有珠山 1977-1978 年噴火による火砕物の火口付近での層序と岩相,火山, 40, 249-262.