

有珠火山地質図(第2版)

GEOLOGICAL MAP OF USU VOLCANO (2nd Edition)

1:25,000

曾屋龍典*・勝井義雄**

Tatsunori SOYA, Yoshio KATSUI

新井田清信***・堺幾久子****・東宮昭彦*****

Kiyoaki NIIDA, Kikuko SAKAI and Akihiko TOMIYA

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

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

2007



- * 元・地質調査所環境地質部，故人
- ** 元・北海道大学理学部地質学鉱物学教室
- *** 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学
- **** 堺幾久子技術士事務所(元・北海道大学理学部地質学鉱物学教室)
- ***** 地質情報研究部門

第2版(2007年)へのまえがき

有珠火山地質図の第1版発行(1981年)から四半世紀が過ぎたが、この間、有珠火山の調査研究は進み、また2000年噴火も起こった。そこで、主に2000年噴火に関する記述を増補した第2版を今回作成した。紙面の制約から1977~78年噴火に関する記述を一部割愛したほか、最近の知見に基づき一部の記述・用語の最小限の修正を行ったが、2000年噴火以外の部分は地質図も含め第1版から基本的に大きく変えていない。本地質図の内容については、第1版から引き継いだ部分は曾屋・勝井・新井田・堺が、第2版で改訂した部分は東宮が担当した。特に大きく改訂されたのは第3章および第5章である。

なお、第1版の内容は地質調査総合センターの活火山データベースにおいて今後とも閲覧可能である。

(URL = <http://riodb.ibase.aist.go.jp/db099/index.html>)

第1版(1981年)へのまえがき

支笏・洞爺国立公園の一部を占める有珠火山は、1663年(寛文三年)から今日まで7回(第2版注:1981年当時)の噴火を記録しており、わが国における最も活動的な火山の一つである。近年になって有珠火山に生じた明治新山(1910年)、昭和新山(1943~1945年)及び有珠新山(1977~78年)は、粘性の高い珪長質マグマによる特異な火山活動の産物として注目されている。有珠火山の周辺には、優れた火山地形、肥沃な火山性土壌、豊かな温泉の湧出などがみられ、観光、農・林・水産業などの開発がさかんである。観光客は年間500万人に及んでいる。しかし火山地域の開発には、噴火災害や山体の崩壊・泥流(土石流)などの災害に対する考慮も必要である。このことは、1977~1978年の噴火を通じて改めて得られた教訓の一つである。この火山地質図は、有珠火山についてのこれまでの地質学的研究の結果をまとめたもので、有珠火山の将来の研究ばかりでなく、噴火防災・地域開発・観光などのために利用されることがあれば幸いである。

1. 有珠火山周辺の地質

北海道西部の内浦湾(噴火湾)の北辺には、澄明な湖水をたたる洞爺湖がある。洞爺湖はほぼ円形のカルデラ湖で、直径約10km、湖面海拔84m、水深平均110m(最大179m)で、中央に輝石角閃石安山岩の溶岩ドーム群からなる中島火山があり南側に有珠火山が噴出している。プーゲー異常分布では、洞爺カルデラは低重力異常型に属し、カルデラ中心部は周縁より相対的に約11mgal低い。

洞爺湖の周辺には、この地域の基盤を作る新第三紀の変質安山岩及び輝石安山岩などが広く分布している。壮瞥町滝之上付近から洞爺湖東岸にかけては、更新世初期に噴出したと考えられる壮瞥火砕流堆積物(流紋岩質、大部分非溶結)と滝ノ上火砕流堆積物(安山岩質、大部分溶結)が分布している。長流川東岸には、滝ノ上火砕流堆積物をおおって、礫、砂及び泥からなる上長和層(中期更新世)が露出している。上長和層は洞爺湖町泉地区周辺の丘陵地にも分布している。以上の更新世の地層は、有珠火山の基底にも広く分布し、昭和新山ではこれらの地層が押し上げられて地表に露出している。

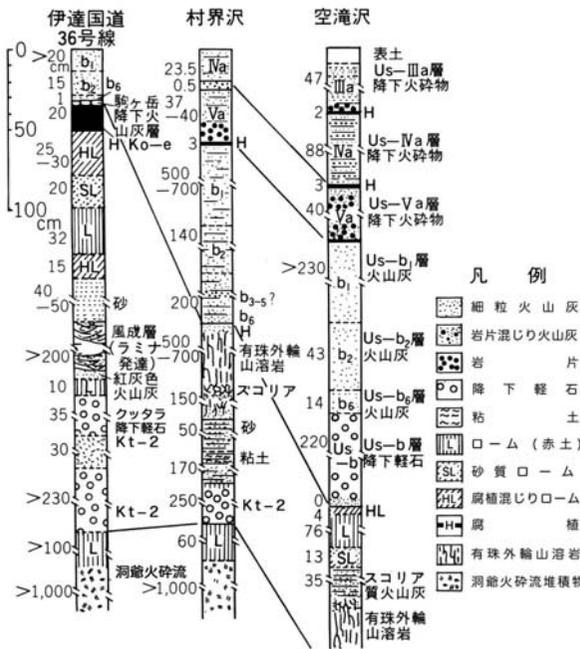
更新世後期には、現在の洞爺湖の中心付近で大規模な軽石噴火が起こり、洞爺カルデラが形成した。このときの噴出物が洞爺火砕流堆積物で、北方へはニナルカ台地をへて羊蹄山の基底から日本海の岩内海岸まで、また南方へは有珠山の基底から伊達市にかけて流下堆積している。これら洞爺火砕流堆積物の総量は20km³以上に及び、広域に分布する火山灰は150km³を超える(町田・新井, 2003)。長流川下流左岸の火砕流台地では上下2枚のフローユニットが認められ、下位が淡紅色火山灰流、上位が帯紅灰白色の軽石流(いずれも非溶結)からなっている。これらの岩質は輝石流紋岩である。洞爺火砕流堆積物の年代は、様々な放射年代値、他の広域テフラとの層位関係、酸素同位体層序に基づき、11.2~11.5万年前(町田・新井, 2003)と推定されている(第1表, 第1図)。

2. 有珠火山の概観

有珠火山は、洞爺カルデラの南壁上に生じた二重式の火山で、

直径約1.8kmの外輪山をもつ玄武岩-玄武岩質安山岩の成層火山(基底直径6km、比高約500m)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)から構成されている。潜在ドームは粘性の大きなマグマが地表を隆起させて生じたもので、この実例は1910年に明治新山の形成によって初めて明らかにされた。有珠山の溶岩ドームは、いずれも粘性の極めて高いデイサイトマグマが地表を隆起させて潜在ドームを作り、さらに引き続き溶岩が地表に突出したもので、その表面は滑り面をもつ赤い天然レンガで被覆されているのが特徴である。これらのドーム群は、山頂及び北麓を通る北西-南東方向の2帯に配列している。ドームのいくつかは歴史時代に生じたことが記録からも明らかである。

有珠山の形成史は約1~2万年前にさかのぼる(第1表)。まず、洞爺カルデラの南壁で玄武岩-玄武岩質安山岩の溶岩、スコリア(有珠外輪山溶岩)が噴出した。これらの噴出物は、はじめ洞爺カルデラの内側に流下し、山体成長とともに外側にも流下して、円錐状の成層火山を作った。この時期に、北東麓の洞爺カルデラ壁沿いでは小さなスコリア丘(ドンコロ山)を生じている。その後、7,000~8,000年前、有珠山の山頂部は大きく崩壊して現在の磐梯山のような姿になり、岩屑は南麓に広く流下して大小の流れ山を作った(善光寺岩屑なだれ堆積物)。この岩屑なだれ堆積物は、有珠外輪山溶岩のほか、洞爺火砕流堆積物や上長和層をもまきこんでおり、複雑な海岸線をもつ有珠湾を作り、また各所で採石されている。この堆積物の上位には、縄文早期から晩期までの人類遺跡が発見されている(若生貝塚)。有珠火山の周縁にはその後、数千年の間、この火山を起源とする火山噴出物が見当たらず、有珠火山は長い間活動を休止していたと考えられる。この間に、地下に極めて珪長質なマグマが作られ、1663年(寛文三年)の軽石噴火(ブリーニ式噴火)に始まる歴史時代の活動が起こった。有珠火山では歴史時代に軽石・火山灰噴火、水蒸気爆発などを繰り返し、火砕サージや火砕流をも発生し、さらに上述のような多数の溶岩ドームや潜在ドームを生じている。



第1図 有珠火山周縁の代表的柱状図(横山ほか, 1973, 一部改変)
Fig. 1 Selected columnar sections around Usu Volcano
(modified from Yokoyama et al., 1973)

3. 歴史時代の噴火

歴史時代の噴火の特徴

有珠火山の歴史時代の噴火は、歴史の短い北海道としては比較的良好に記録に残され、また火山周辺に広く分布するテフラ(火山灰などの火山砕屑物層)の層序ともよく照合されている(第1図)。有珠火山は1663年(寛文三年)以来現在までに記録に残るだけで8回噴火を起こしている(第1表)。いずれの噴火も珪長質マグマによって起こされたもので、軽石、火山灰等を放出し、ドームを形成している。火砕サーージ(1663年)、火砕流(1769、1822、1853年)の発生や、火口からの火山泥流の流出(1910、2000年)も起きている。火砕流は多量の発泡の悪い軽石を混じえ、山麓の四周へ流下している。一般に個々の噴火期は短く(1ヶ月～2年)、休止期は長い(約30～50年)。また、その活動は粘性の高いデイサイト質マグマによって引き起こされており、地震の多発と著しい地殻変動を伴う特徴がある。

8回の噴火のうち、1663、1769、1822、1853、1977～78年のものは山頂噴火であり、いずれも噴煙高度が10km以上に達するような爆発的な軽石噴火(プリニー式ないしサブプリニー式噴火)を噴火初期に起こした。一方、1910、1943～45、2000年のものは北西ないし北東山麓からの山腹噴火であり、そのような軽石噴火は起こさず、水蒸気噴火あるいはマグマ水蒸気噴火で始まっている。これらは以下で述べる噴火の推移から、1663年タイプ、1769/1822/1853/1977年タイプ、1910/2000年タイプ、1943年タイプの4種に分類できる。

1663年(寛文三年)の噴火

8月13日(旧暦七月十一日)から地震が頻発し、16日に噴火が始まり、17日には地震、噴火がともに激しく、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て陸のようになったという。噴煙柱は津軽地方からも見え、空振は庄内地方でも感ぜられた。降灰により家屋が埋積、焼失して、住民5名が死亡した。この噴火は8月末頃まで続いた。

この活動で2.5km²に及ぶ流紋岩質降下軽石(Us-b層)が東方に厚く堆積し、白老海岸でもその層厚は約1mに達している。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、山麓へ火砕サーージが何回も流下した。これら一連の堆積物(Us-b₁-b₂層)の層厚は山麓で1～3m、山腹では数10mに達し、大小の岩塊を混じえている。記録には無いが、従来、この活動の最後あるいは後述の1769年の活動の最後に小有珠溶岩ドーム(フシコヌブリ、古山の意)が形成したと推定されていた。しかし、岩石学的特徴が1769年の火砕物と良く一致する一方1663年のものとは全く異なることから、小有珠溶岩ドームは1769年噴火物の可能性が高い。

先明和噴火

記録には無いが、17世紀末頃にも小規模な噴火があったらしい。近年の北西山麓でのトレンチ調査で、降下軽石・火山灰及び火砕サーージ堆積物からなる層厚17cmの噴火物の存在が報告された(中川ほか、2005)。本噴火について詳しいことは分かっていない。

1769年(明和五年)の噴火

1月23日(旧暦十二月十六日)噴火が起こり、この噴火の後半に“一面に火降り”、南東麓の民家が残らず焼失した。噴火に先立ち、地震が起こったと記録されている。このとき軽石・火山灰からなる降

下火砕物(Us-Va層)が山麓で層厚30～50cm堆積している。火災は、軽石や火山灰の降下にひき続いて起こった火砕流(明和火砕流)によって発生したもので、この火砕流堆積物は南東側のみならず、南西及び北麓の谷沿いにも分布しており、多量の発泡の悪い軽石を含んでいる。既述のように、小有珠溶岩ドームの形成は、明和の噴火の最後に行われた可能性が高い。従って、第2版では小有珠溶岩ドームを1769年(明和五年)噴火の産物とした。

1822年(文政五年)の噴火

3月9日(旧暦閏一月十六日)に地震が起こり始め、次第に頻度を増したので噴火を警戒していたところ、12日に噴火が始まった。噴火は次第に激しくなり、15日頃にはおそらく最初の火砕流が山麓近くまで流下した。噴火はさらに続き、23日には最大の火砕流が発生し、南東麓から西麓にかけて森林が一面焼きつくされた。海岸のアブタ(現在の入江)の集落はこの火砕流によって焼失し、82名死亡、馬1437頭死亡という大きな犠牲を出した。この火砕流を文政火砕流と呼ぶ。噴火は少なくとも4ヶ月以上続いた。

1822年の軽石・火山灰などの降下火砕物(Us-IVa層)は多数のフォーユニットからなり、層厚は西麓で30cm、東麓で1m近くに達する。火砕流堆積物は、噴火記録にみられるように大きく2枚のフォーユニットに区分され、南麓一帯に広く分布するが、北麓や東麓でも谷沿いに流下堆積している。火砕流堆積物の厚さは1～3m、部分的には6～7mに及んでいる。また火口原北部の試錐では火砕流堆積物が20～42mの厚さに達している。火砕流堆積物は灰白色～帯紅灰白色の淘汰の悪い火山灰からなり、発泡の悪い軽石を多量に含み、パン皮状火山弾や炭化木片などを混じえている。文政の活動の最後に、恐らくオガリ山潜在ドームが形成された。但しオガリ山(“生長する山”の意)が火口原の中の小丘として認められるようになったのは、明治年間(1890年ごろ)らしい。オガリ山はその後1977～78年の活動で大断層により南北に2分され、北側が著しく隆起して、断層崖にはドーム内部の溶岩や火砕物を露出するに至った。

1853年(嘉永六年)の噴火

4月12日(旧暦三月五日)から地震や鳴動が起こり始め、次第に激しくなって、22日には山頂部の東側で噴火が始まった。29日には激しい噴火が起こり、5月4日ごろまで続いた。5月5日、地震はまだ起きていたが、“一面に赤く光る”大有珠溶岩ドーム(アシヌブリ、新山の意)が現れ始めた。ドームは2年後もいたるところから白煙を放出していた。1853年の降下軽石、火山灰(Us-IIIa層)の層厚は、西麓で30cm、東麓で50～100cmに及んでいる。東山腹から山麓にかけては、降下軽石、火山灰層の上位に厚さ2～3mの淘汰の悪い軽石および火山灰からなる堆積物が分布している。これは噴火の後期に発生した火砕流(嘉永火砕流又は立岩火砕流)の堆積物で、森林を焼き多数の炭化樹幹を含んでいる。1853年の噴火の最後に生じた大有珠溶岩ドームは、その後も成長を続けたらしく、その高さは1889年595m、1905年692m、1909年700m、1911年740mと測定されている。なお、大有珠の南東側の潜在ドームも、1853年の活動に伴って隆起したものと考えられる。

1910年(明治43年)の噴火

7月21日から地震が多発し、次第に激しくなり、やや衰え始めた25日夜、北麓の金比羅山で最初の噴火が起こった。噴火は西北西～東南東方向に2列に並ぶ延長2.7kmの地帯に沿って場所を点々と(3ページに続く)

印刷校訂:川畑 晶

本地質図の表示はJIS A 0204:2002による。

Presentation of this geological map is based on the JIS A 0204:2002.

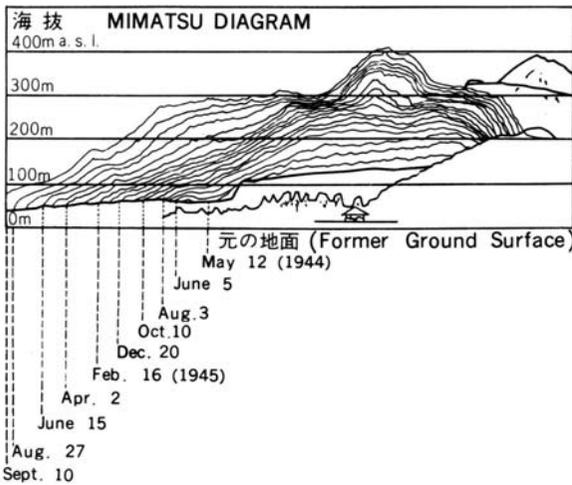
この地質図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2.5万分の1地形図を使用した。(承認番号 平18総使、第625号)

赤色の経緯度数値は世界測地系による。

Latitude and longitude values in red color are referred to the International Terrestrial Reference Frame (ITRF).

海底地形は(財)日本水路協会の海底地形デジタルデータM5020:噴火湾を利用した。

北海道地図株式会社(8色刷)



第2図 昭和新山溶岩ドームの成長を示すミマツダイアグラム (2.5km東方から観測) (三松, 1962)
 Fig. 2 Mimitsu Diagram showing the growth of Shōwa-shinzan Lava Dome (measured from 2.5km east) (Mimitsu, 1962)

(2ページより)

変えながら断続的に起こり、大小様々な爆裂火口が8月2日までに約15個、同11月までに合計約45個生じた。噴煙は最大約700mの高さに達し、火口周辺に粘土を多く含む降灰をもたらした(Us-IIa層)。火山岩塊は火口から300m以内に落下した。これらの噴火は、すべて水蒸気爆発で、新しいマグマに由来する物質は放出されなかった。高温の火山泥流(熱泥流)が6個の火口から直接流出し、洞爺湖に最大速度40km/時で流下し、1名がそのために死亡した。8月以降、有珠火山の北麓では地殻変動が続き、火口列の北側に正断層が発達し、その北側は11月10日までに約155m隆起して明治新山(四十三山)となった。明治新山と東丸山の中間の地域も約75m隆起した。これらはいずれも潜在ドームである。噴火活動は翌年8月5日までには停止した。1910年の活動は、マグマが北麓に貫入して豊富な地下水に接触して、激しい水蒸気爆発を起こし、さらに地表を押し上げて潜在ドームを作ったと考えられている。このマグマの貫入により、活動の直後に洞爺湖畔で温泉が湧出するようになった。

1943~45年(昭和18~20年)の噴火

1943年末に火山性地震が頻発し始めた。活動は1945年9月まで続き、東麓に昭和新山が誕生した。この活動は次の3期に分けられる。

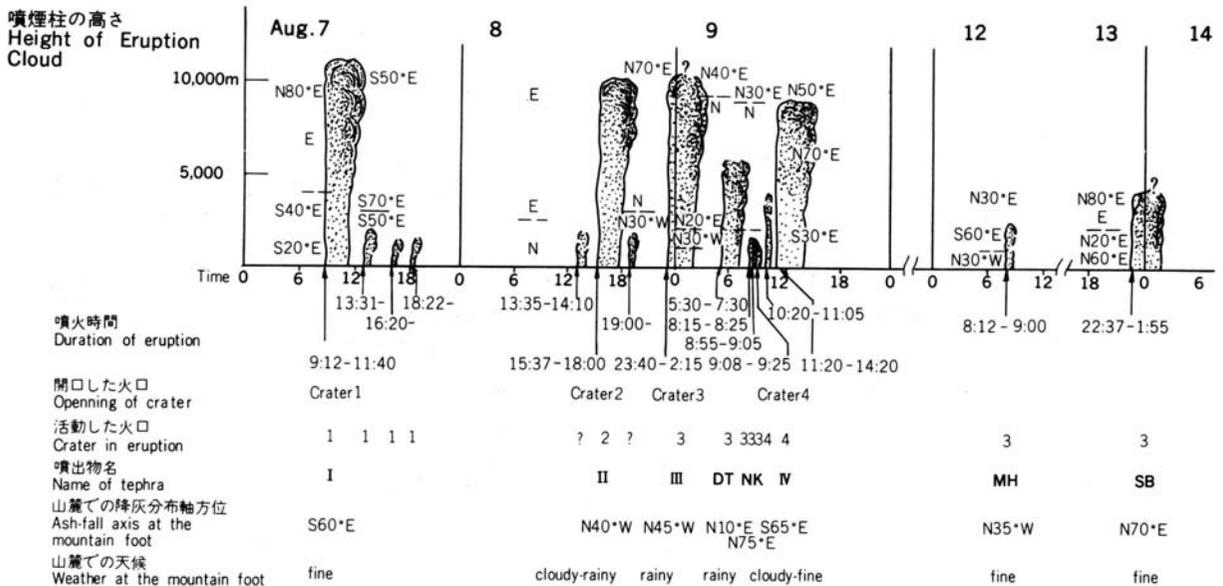
(i) 先噴火期(1943年12月28日~1944年6月22日): 1943年12月28日、有珠火山一帯で地震が起こり、北麓では1日20回近くの有感地震があった。1944年に入ると、地震はやや少なくなり、震源は次第に東麓の地下に集中するようになった。東麓の柳原では地盤の隆起が起こり、4月には隆起量が16mに達し、災害が発生した。4月中旬からは隆起の中心が北方のフカバ(現在の昭和新山東部に相当)に移り、最大50mも隆起した。地震は激しくなり、6月22日には250回の有感地震が起きた。

(ii) 爆発期(1944年6月23日~10月31日): 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)の畑地から水蒸気爆発が始まった。7月2日から爆発が激しくなり、10月末までに10数回の顕著な爆発が起こった。特に7月2日、3日の爆発は大きく、東方の苫小牧・千歳方面まで降灰があった。また、7月11日の爆発では低温(60~70°C)の火砕サージが発生し、保安林や小屋を吹き倒した。一連の爆発による降下火山灰(Us-Ia層)は火口から1kmで厚さ数cm堆積した。火山灰は灰色で大部分が既存の岩石の細粉であったが、後期には新溶岩の細粉が混入してケイ酸量が増加した(SiO₂=57→70%)。このような爆発で松本山の南側に環状に配列した7個の火口が開かれた。地盤の隆起も続き、もとの海拔120~150mの畑地は、海拔250mほどの屋根山(潜在ドーム)となった。ここまでの活動は、明治新山の形成とよく似ている。

(iii) 溶岩ドーム生成期(1944年11月上旬~1945年9月): 11月中旬、屋根山中央部の環状に配列した爆裂火口群の中心から、三角形の新溶岩が現れ始めた。溶岩はユリの根のように分かれて、複雑な動きを示しながら、全体としてやや西側へ突出するようにして上昇を続けた。溶岩は表面に粘土化した凝灰岩起源の赤い天然レンガの皮膜をかぶっていて、溶岩の上昇に伴う無数の擦痕がこの皮膜に刻まれた。一方、屋根山も膨脹を続け、1945年春から東部が急速に隆起した。新しい溶岩ドームは、しばらく噴煙に包まれ、夜間は破れた被膜の窓から赤熱した溶岩が点々として見られた。1945年9月、地震が少なくなり、溶岩ドームの成長も終わり、その頂部は海拔406.9mとなった(第2図)。

1977~78年(昭和52~53年)の噴火

1977年8月6日早朝、有感地震が多発し始めた。翌7日午前9時



第3図 有珠火山1977年8月7~14日、噴火の推移。札幌管区気象台による風向(風下方向)を示してある (Katsui et al., 1978)
 Fig. 3 Sequence of the Usu Volcano eruption on August 7-14, 1977. Direction of wind expressed by leeward at the Sapporo Station of Japan Meteorological Agency (Katsui et al., 1978)



第4図 有珠火山1977年8月7~14日噴出物の降灰域。噴出物名は第3図参照 (Katsui et al., 1978)
 Fig. 4 Area of the ash falls from Usu Volcano on August 7-14, 1977. Names of the ash falls are given in Fig. 3 (Katsui et al., 1978)

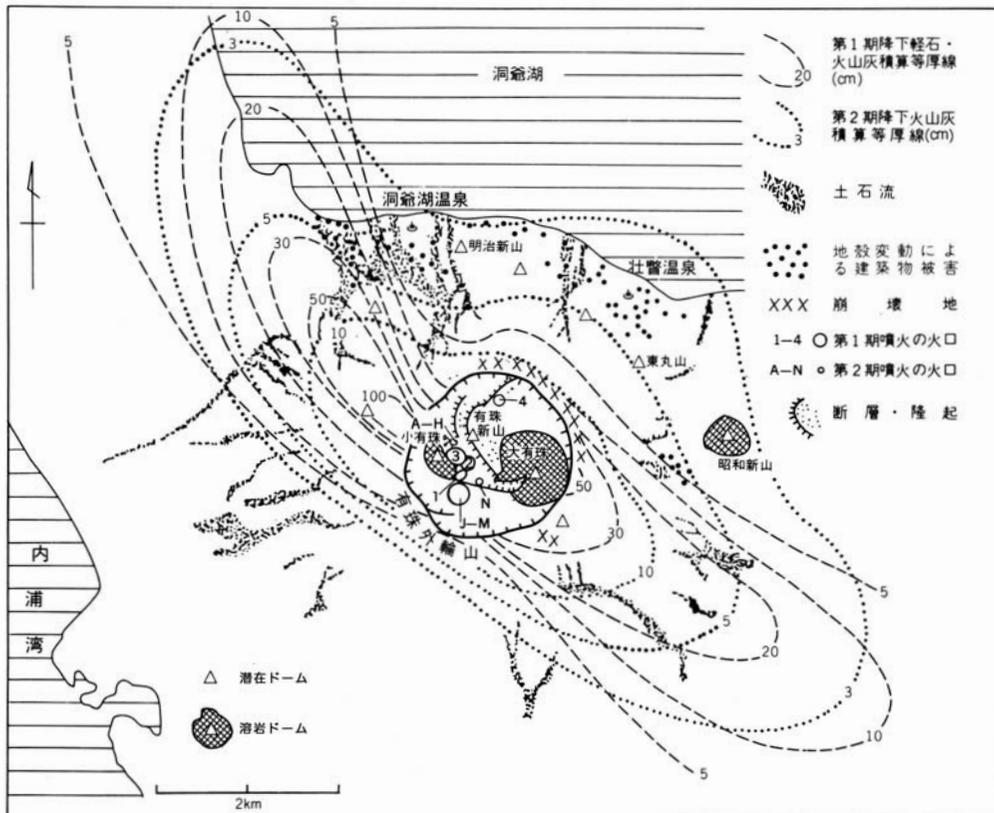
12分、約30時間の前兆地震のあと、山頂からデイサイト質マグマによる軽石噴火が起こった。噴煙は1時間後に高さ12kmに達し、まもなく火山の東方域は降灰におそわれた。この噴火は2時間半足らずで一旦休止したが、その後も大小の噴火が続発し、14日未明にはマグマの発泡度が悪くなって火山岩塊やパン皮状火山弾などを放出して噴火が終了した(第3図)。この1週間にわたる第1期噴火で、小有珠ドームの東麓に第1~3火口、火口原北部に第4火口が開かれた。軽石や火山灰は、当初東方に降灰したが、8日午後から9日

早朝までは低気圧の接近で雨模様となり、下層の風向が変わった。このため、火山近くでは北西側に降灰し、遠方では北から北東方向に降灰した。この結果、個々の噴火に対応する降灰域は複雑なパターンを示し(第4図)、これら降下火砕堆積物の積算等厚線は北西-南東に伸び、山頂部で1m、山麓で30~50cmで、総噴出量は8,300万 m^3 に達した(第5図)。

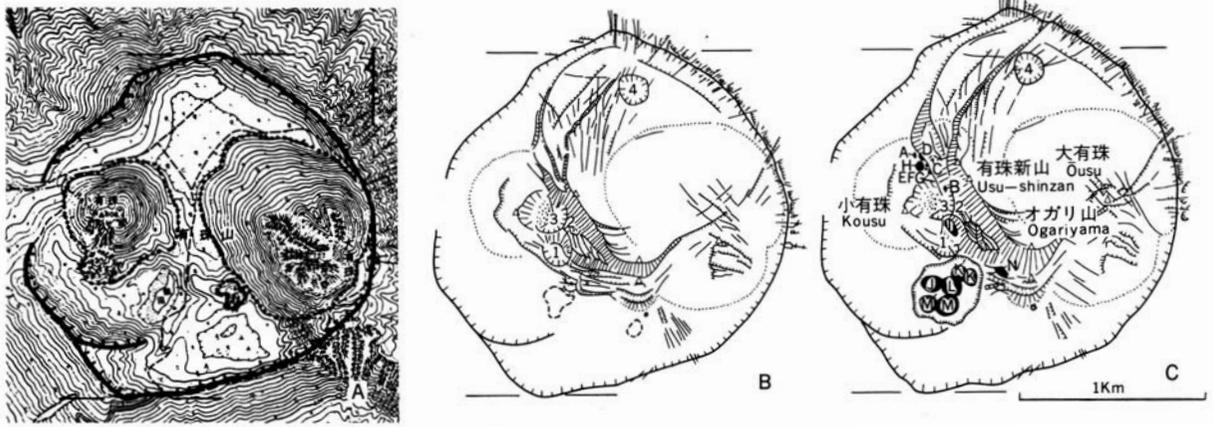
降灰は山麓の住宅を破壊し(全壊8、半壊4棟)、広範囲にわたって収穫直前の農作物や森林に被害を与えた。特に降雨中は、セメントミルク状の泥滴が降り、樹木に粘着して枝や幹を折った。火山灰中には少量の粘土鉱物が含まれていたため、このような折損が著しく、また乾燥後はセメントのように固化して樹木や農作物を枯死させた。また、有珠火山の地表は厚い降下軽石、火山灰堆積物におおわれたため、少量の降雨でも土石流が発生しやすくなり、このため8~9月には西麓で土石流災害が起きた。

第1期噴火のあと、残りのデイサイトマグマは上昇を続け、火山性地震を伴いながら火口原を隆起させ、噴気地帯も拡大した。大断層が小有珠の北東麓からオガリ山を通り大有珠にかけて発達し、その北東側の火口原中央部は北東に移動しつつ著しい隆起をとげ、新しい潜在ドーム(有珠新山)として成長し始めた(第6図)。大断層崖の南西側には幅100~250mの地溝が発達し、小有珠山頂部はこの地溝の成長に伴って沈降を続けた。噴火開始後2ヶ月半で、新山は40~50mも隆起した。これに伴い有珠外輪山北東壁も外側へふくらみ、水平移動量は48mに達した。地殻変動の影響は北麓に及び、建造物が徐々に破壊され始めた。

11月16日、第2期噴火が小規模な水蒸気爆発で始まった。翌1978年1月以降もこのような活動が続き、7~9月には中規模のマグマ水蒸気(一マグマ)噴火も多発し、10月27日に噴火は終わった。この間、大断層の南側にA-N火口が開かれ、このうちJ-M火口は結合して銀沼火口となった。第2期噴火による降灰量は火口原で厚さ約1m、山麓で数cm、総噴出量は約750万 m^3 に達した。この量は第1期噴出量の10分の1にすぎなかったが、降灰は山麓の住民の生活



第5図 有珠火山1977~78年の噴火に伴った降灰、土石流、地殻変動による災害発生域 (勝井, 1980編集)
 Fig. 5 Map showing disasters caused by pyroclastic fall deposits, debris flows and crustal movements during the 1977-1978 eruption of Usu Volcano (compiled by Katsui, 1980)



第6図 1977～1978年噴火前後における有珠火山口原の地形変化

A: 1977～1978年噴火前の地形図 (国土地理院, 1970)
 B: 1977年10月下旬, 1-4は, 第1期噴火の火山口 (新井田清信原図)
 C: 1978年10月下旬, A-Nは, 第2期噴火の火山口 (新井田清信原図)

Fig. 6 Topographic change of the atrio (crater floor) of Usu Volcano during the 1977-1978 activity.

A: Topographic map before the 1977-1978 eruption (Geographical Survey of Institute, 1970)
 B: Development of craters (1-4 of the stage-I eruption) and faults, end of October, 1977 (after K. Niida)
 C: Development of craters (A-N of the stage-II eruption) and faults, end of October, 1978 (after K. Niida)

をおびやかす、森林・農作物に被害を与えた。

第2期噴火で細粒火山灰が地表を被覆したため、雨水の浸透性がさらに悪くなった。10月16日と24日の降雨で、有珠山麓の全域で大きな土石流が発生し、家屋の全半壊・浸水などの災害が起こり、死者2名、行方不明1名の犠牲者を出した(第5図)。この土石流を誘発した降雨は、僅か20～30mm/日に過ぎなかった。噴火開始以来、有珠火山では土石流の警戒策がとられ、治山砂防工事が進められ、土石流を洞爺湖に導く5本の排水溝も作られた。また、空中から牧草の種子を撒き、人工的な植生回復も行われた。

地殻変動は第2期噴火後も衰えながら継続し、1980年3月末には有珠新山は約170m高くなって海拔656.8mとなり、外輪山北東部は外側に160m以上ふくらみ、多数の断層に切られて崩壊し始めた(第5図, 第7図)。有珠山北麓一帯では、地盤の圧縮, 断層, 亀裂が徐々に進行し、家屋などの被害は236戸(うち全壊74戸)に達し、このほか道路, 上下水道, 温泉泉源, 配湯管など各種施設も被害を受けた。全壊建築物の大部分は、直下に生じた断層により徐々に破壊されたものである(第5図)。新山の隆起は1982年3月まで続いた。

2000年(平成12年)の噴火

3月27日より地震活動が活発化し、同29日には噴火発生を予測して緊急火山情報が史上初めて噴火前に発表された。そして、住民の事前避難を完了し、多くの関係者が見守る中、3月31日13時07分に山体北西部の西山西麓で噴火が始まった。3月31日噴火はデイサイト質の本質物を数十%含むマグマ水蒸気噴火(ないし小規模な水蒸気ブリーチ噴火)であり、噴煙高度は最大3500m, 継続時間は短い休止を挟みつつ6時間以上、噴出量は 2.2×10^6 kgであった。降灰は約80km遠方の札幌でもわずかりではあるが認められた。この噴火中には、ごく小規模ながら低温の火砕サーージも観測された。

翌4月1日には、1910年噴火火口列の延長である金比羅山北西麓にも火山口が開き、以後は西山西麓と金比羅山北西麓の2地域(それぞれ西山西麓火山口群と金比羅山火山口群)で火山口を次々と開きながら繰り返し水蒸気爆発が起こった。4月以降の活動は、1910年噴火の推移とよく似ている。4月以降の爆発は3月31日噴火に比べるといずれもかなり小さいが、4月4日18時頃の噴火はやや大きく、噴出量は 4.9×10^6 kg, ニセコ町や真狩村付近まで降灰した。西山西麓火山口群では4月1日から2日、金比羅山火山口群では4月2日から10日にかけて、いくつかの火山口から熱泥流が発生し、後者は洞爺湖温泉街の一部に被害を与えた。一連の爆発によって4月中旬頃までに65ヶ所の火山口が形成されたが、その後は数ヶ所の固定された火山口からの噴煙活動及び小爆発に活動が限定されるようになった。

4月中旬頃からは、西山西麓を中心とした著しい地盤の隆起と断層群の形成が目立つようになった。地下浅部へのマグマ貫入に伴う潜在ドーム形成活動であり、7月頃にほぼ収束するまでに一帯は最大約80m隆起した。ただし傾斜地のためドーム地形は不明瞭である。

地殻変動がほぼ停止した後も、西山西麓における地熱地帯の形成・拡大や、一部火山口の活動がしばらく続いた。爆発による最後の空振が観測されたのは翌年9月である。

2000年噴火の火山口域は、これまでの有珠山の火山口域に対して北西にやや外れた場所であり、一部居住地にも掛かっていた。このため、噴火は比較的小規模であったにも関わらず、国道230号線を始めとする道路や上下水道などが寸断され、家屋の被害が850戸(うち全壊119戸)に達するなど、大きな被害が出た。被害の多くは地殻変動, 泥流, 投出岩塊による。しかし、事前避難が功を奏したため死傷者は1人も出なかった。

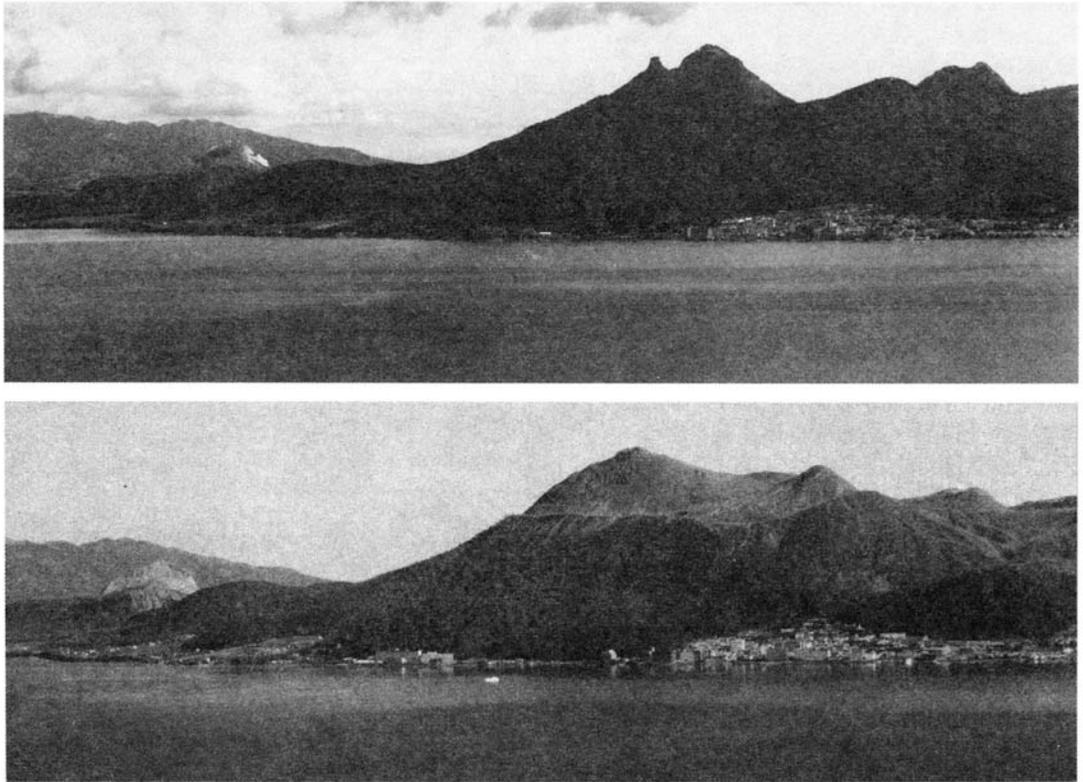
4. 有珠火山の岩石

有珠火山の本体を構成している外輪山溶岩は、玄武岩-玄武岩質安山岩であるが、1663年以降の歴史時代に噴出した軽石やドーム溶岩は、流紋岩-デイサイトである。

玄武岩及び玄武岩質安山岩は、暗灰, 暗褐色で、一般に著しい斑状組織を示し、斜長石, かんらん石, 斜方輝石(紫蘇輝石), 単斜輝石(普通輝石)などの斑晶を含み、ときに灰長石の大型斑晶(直径2～3cm)を含んでいる。石基は填間状(intersertal)又は間粒状(intergranular)組織を示し、おもに斜長石, 単斜輝石(普通輝石, ビジョン輝石)からなり、少量のチタン磁鉄鉱, クリソバル石, 燐灰石, 火山ガラスなどを含んでいる。

流紋岩は、1663年降下軽石(Us-b層)として産し、大部分が白色で発泡のよい火山ガラスからなり、ごく少量の斜長石, 斜方輝石, チタン磁鉄鉱などの斑晶を含んでいる。流紋岩質軽石には、このほか、稀に単斜輝石と普通角閃石の斑晶も含まれるが、石英は認められない。

デイサイトはドーム溶岩, 軽石, パン皮状火山弾, 火山岩塊などとして産する。ドーム溶岩は、いずれも緻密で淡灰色を呈し、斑晶として一般に少量の斜長石, 斜方輝石, チタン磁鉄鉱を含み、石基は填間状又は隠微晶質組織を示し、斜長石, クリソバル石, アンソクレース, 斜方輝石, チタン磁鉄鉱, 燐灰石, 火山ガラスなどからなる。以上のほかごく稀に石英, 単斜輝石, 普通角閃石を斑晶として含むことがある。火山岩塊やパン皮状火山弾では石基が一般にガラス質で、軽石は大部分が無色ないし灰白色の多孔質ガ



第7図 北方からみた有珠火山。上：1976年8月，下：1979年8月（坂井康夫氏提供）
Fig. 7 Usu Volcano viewed from the north. Top: August 1976; Bottom: August 1979 (photo by Y. Sakai)

ラスからなっており、ともにドーム溶岩と同じように斜長石、斜方輝石、チタン磁鉄鉱の斑晶を少量含んでいる。

有珠火山の代表的な岩石の化学組成を第2表に示す。外輪山溶岩は SiO_2 が49～53%で低く、 Al_2O_3 、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 CaO 、 MgO などに富んでいる。一方、歴史時代の軽石・ドーム溶岩は SiO_2 が68～73%で高く、一般に Al_2O_3 、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 CaO 、 MgO などに乏しい(第8図)。これらに共通した特徴は、アルカリ、特に K_2O に乏しいことである。有珠火山では、 SiO_2 が55～66%の中間組成の岩石が欠如している。外輪山が形成してから、歴史時代の活動が始まる数千年の長い休止期に、極端に珪長質なマグマが生じたのである。

歴史時代の有珠火山の噴出物は、上述のようにいずれも珪長質であるが、初期のものは最も SiO_2 に富む流紋岩で、後期のものほど SiO_2 量がやや減少し、 Al_2O_3 、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 MgO 、 CaO 量がやや増加してデイサイトとなっている。本質噴出物のこのような経時的な組成変化は、有珠火山の地下に、下部ほど SiO_2 量が少なくなるような組成勾配を持ったマグマ溜まりが存在することを暗示する。歴史時代の活動では、このマグマ溜まりの上部から次々に噴出が行われたと考えられる。実験岩石学(実験室で岩石を高温高压で融解させマグマが存在していた温度や深さを調べる研究)からは、有珠火山のマグマ溜まりが深さ約10kmと深さ約4～6kmの2ヶ所に存在すること、このうち浅い方のマグマ溜まりが組成勾配を持つことなどが推定されている。

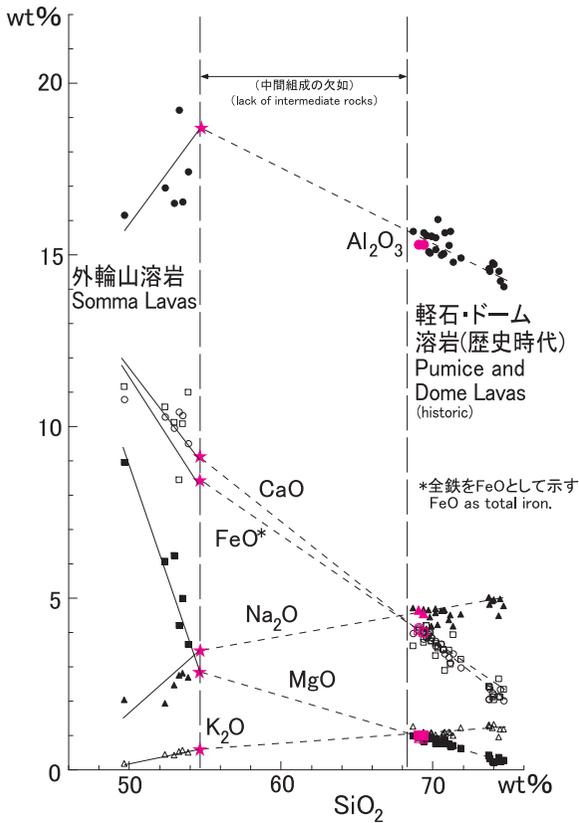
5. 活動の監視・観測

有珠火山の1910年の噴火では、臨時に設置された地震計により地震観測が行われ、また水準測量によって噴火に伴う地殻変動が観測された。大森房吉によるこれらの観測は、日本における近代的火山観測の先駆となった。1943～45年の昭和新山の生成については、地震観測をはじめ、地殻変動、地形変化、地磁気・地温変化、さらに新溶岩、火山ガス、昇華物等の詳細な研究が行われ、粘性の大きなデイサイト質マグマの火山活動の特徴が明らかになった。

有珠火山では、その後、大学、気象庁、地質調査所(現・産総研地質調査総合センター)などの機関により、多面的な調査観測が実施された。特に1977～78年及び2000年噴火に際しては、火山噴火予知連絡会は現地に有珠山総合観測班を設け、各観測班の連絡・調整に当たるとともに観測結果の検討を行って、火山活動に関する情報を関係自治体の災害対策本部等に提供した。また、1977年には北海道大学有珠火山観測所(UVO)が設置された。他の機関の常時・臨時の観測も合わせると、有珠火山は日本でも最もよく監視観測が行われている火山の一つとなった。

現在、北海道大学有珠火山観測所、気象庁、国土地理院などによって、地震観測、及びGPS、傾斜計、辺長・水準測量等による地殻変動の観測や、重力、地磁気、地電流、地温、噴気温度、地下水位などの観測を連続的に、あるいは繰り返し実施している。また各大学その他の機関の研究者によって軽石や火山灰等の噴出物、火山ガスや温泉などについても観測および研究が進められている。

2000年噴火における噴火直前及び開始直後の地震活動・地殻変動の推移の観測結果を第9図に示す。まず3月27日頃から、有珠山を取り囲む伊達一虻田一壮瞥それぞれの間のGPS基線長が伸び始め、深さ10km付近での膨張を示した。それとほぼ同時に深さ数kmで地震活動が始まり、その震源は次第に浅くなる傾向を示した(ステージIの(I))。3月28日夕方より、震源の浅所への移動は鈍化する一方、震源域が水平方向に拡大し始めた(同(II))。3月29日午後から、深さ10km付近での膨張は収縮に転じるとともに、地震活動が最盛期を迎え、震源域の水平方向への拡大も進んだ(同(III))。そして3月31日13:07に噴火が開始した。これらの観測結果は、前述の実験岩石学的推定と合わせて次のように解釈できる:(1) 3月27日頃、深さ10kmのマグマ溜まりで圧力が増加(膨張)してマグマが上昇を開始、深さ5～6kmのマグマ溜まりへと注入;(2) 3月29日頃から深さ10kmのマグマ溜まりは収縮する一方、深さ5～6kmのマグマ溜まりからマグマは更に上昇を続け、一部は水平方向に薄く(シル状に)貫入;(3) 上昇を続けたマグマが3月31日に地表に噴出。



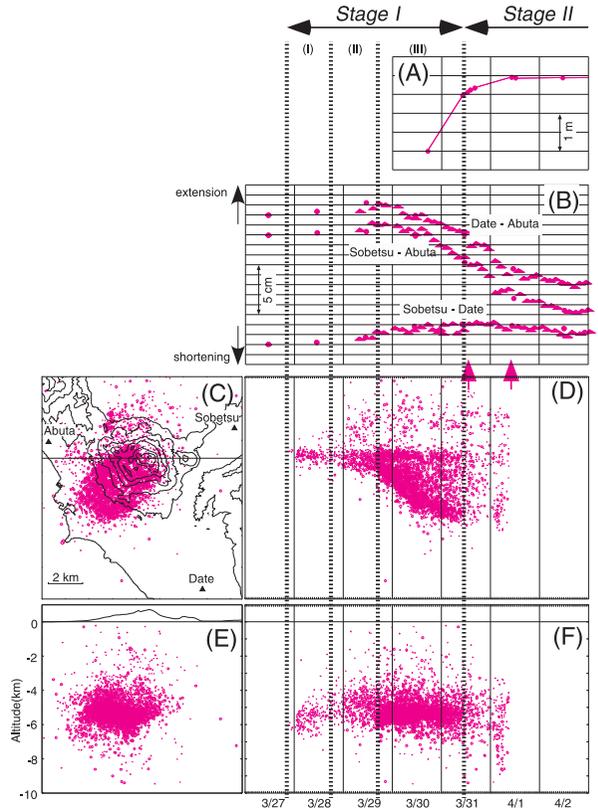
第8図 有珠火山の本質噴出物の化学組成変化図。SiO₂=69wt.%付近の赤い記号は2000年輕石、SiO₂=54wt.%付近の赤い記号は歴史時代のマグマが2端成分マグマ混合(破線)でできたと考えた場合に想定される苦鉄質側の混合端成分 (Katsui *et al.*, 1978; Tomiya and Takahashi, 1995; 中川ほか, 2002)
 Fig. 8 Variation diagram of oxides for the somma lavas, historic pumice and dome lavas of Usu Volcano. Red symbols at SiO₂=69wt. %: the 2000 pumice; those at SiO₂=54wt. %: hypothetical end member of a magma mixing model shown by the broken lines (Katsui *et al.*, 1978; Tomiya and Takahashi, 1995; Nakagawa *et al.*, 2002)

6. 将来の活動と災害の予測

有珠火山は、約30~50年の休止期を経て噴火を反復している。このような噴火の反復性は長期的な噴火時期の予測の上で重視されている。さらに、過去のいずれの噴火でも、顕著な地震活動が先行している。このような現象は、マグマが珪長質で粘性が高いため起こると考えられ、2000年には噴火に先行する諸現象の解析により、直前の噴火予知と事前避難に成功した。

噴火史と火山構造から予測される将来の噴火地点は、有珠山頂部を含む北西-南東の地帯と、これに平行した北麓の地帯である。これらの地帯では、明治新山や昭和新山の形成時も、また1977~78年や2000年の活動でも、破壊的な地殻変動が起こっている。この地帯は、洞爺カルデラ南壁の内側に相当しており、地盤も弱く、マグマの上昇の場となるだけでなく、マグマの上昇に伴う地殻変動も受けやすいと考えられる。

噴火様式は、本質的にはマグマの性質に左右される。有珠火山の歴史時代のマグマの組成は珪長質で、ごく僅かずつSiO₂量が減少する傾向にある。しかし、今後数10年間にマグマの組成が著しく変化する可能性は少ない。従って、将来も当分はデイサイトマグマを噴出する活動を起こすであろう。この場合、その活動様式としてまず考えられるのは多量の軽石や火山灰を噴出する爆発的噴火であり、その際は過去3回の噴火にみられたように火砕流が発生する可能性がある(第10図)。粘性の大きなマグマの上昇により、地殻変動を伴いながら、潜在ドームまたは溶岩ドームを形成する公算も



第9図 有珠火山2000年噴火開始時の震源分布および地殻変動。(A) 小有珠溶岩ドームの高さの時間変化;(B) GPSネットワークの基線長の時間変化(国土地理院);(C) 震央分布の時間変化(南北方向);(D) 震源分布(東西断面);(E) 震源分布の時間変化(深さ)(有珠火山観測所)。3/31および4/1の矢印はそれぞれ西山西麓および金比羅山北西麓での最初の噴火を示す(Oshima and Ui, 2003, 一部改変;注:その後の解析によって震源の深さは全体的にこれより2kmほど浅いことが分かっている)
 Fig. 9 Seismic activity and ground deformation during the first stage of the Usu Volcano's 2000 activity. (A) Height of Kousu Lava Dome; (B) baseline length by a GPS network (GSI); (C) distribution of epicenters; (D) temporal variation of epicenters in the NS direction; (E) EW cross section of hypocenters; and (F) temporal variation of hypocentral depth (UVO). Arrows at March 31 and April 1 represent the first eruptions at the Nishiyama and the Kompira Yama Craters, respectively (after Oshima and Ui, 2003)

大きい。洞爺湖側の北麓で噴火が発生すると、1910年や2000年の活動のように高温のマグマが豊富な地下水層に接触して、激しい水蒸気爆発が起こったり、火口から直接火山泥流を発生する危険が考えられる。噴火地点(マグマの出口)は過去のドームを避けて選ばれる傾向があるが、山頂部は既にドームが密に存在している。その意味では今後、山麓での噴火の頻度が高まることも考えられるが、一方でもし山頂噴火になった場合には既存のドーム(山体)の崩壊といった現象も考慮すべきだろう。

以上のような噴火予測に基づけば、その災害要因としては、1977~78年の活動のような火砕物降下、地殻変動に加え、火砕流及び火山泥流、さらに可能性は低い山体崩壊なども想定される(第10図)。これらにより災害が発生する範囲は、個々の要因によって異なる。軽石や火山灰降下による災害は風向に支配され広範囲に及ぶが、火山岩塊や火山弾の落下は火口から2.0~2.5km以内の範囲にとどまる。予想される破壊的な地殻変動は、主に山頂から北麓地帯に限られる。火砕流は最も警戒すべき現象で、その到達範囲は過去の例によれば山頂から半径5~6kmである。また、火山泥流は火口の位置、地形及び下流域の水系に支配されて流下する。

以上のほか、たとえ噴火中でなくても、1977~78年の活動に伴ったように、大雨によって土石流が発生する危険は今後も存続する。外輪山の北東部一帯及び南東側の一部における崩壊は、今後も長く続くであろう。土石流防止の対策は将来も必要である。

主な参考文献

有珠火山地質図第1版(曾屋ほか, 1981)は, 太田(1956)及び勝井・大場・小野の地質図(横山ほか, 1973付図)をもとに当時の調査資料を加えて作成された。第2版では, この第1版をベースとして, 主に2000年噴火に関する記述を加え, それ以外の箇所について若干の修正・加筆を行っている。

有珠火山に関する文献は極めて多数にのぼるが, 以下では第2版の改訂にあたり特に参考にしたものを中心に紹介する。

1910年(明治43年)の噴火について

Omori, F. (1911) The Usu-san eruption and earthquake and elevation phenomena. Bull. Imp. Earthq. Inv. Com., vol. 5, no. 1, p. 1-38; no. 3, p. 101-107.

佐藤伝蔵(1910)有珠嶽火山破裂調査概報。地質調査所報告, no. 22, p. 1-46.

佐藤伝蔵(1913)有珠火山破裂調査報文。地質要報, vol. 23, no. 1, p. 1-54.

2000年(平成12年)の噴火について

「火山」2000年有珠山噴火特集。火山, vol.47, nos.3-5。(宇井ほか, 2002; 中川ほか, 2002; 長井ほか, 2002; 大野ほか, 2002; 東宮・宮城, 2002 など)

「地質調査研究報告」有珠火山2000年噴火特集。地調研報, vol.52, nos.4-5。(宝田ほか, 2001; 東宮ほか, 2001 など)

「北海道立地質研究所報告」有珠山2000年噴火特集。道立地質研報告, no.73。(広瀬ほか, 2002; 八幡ほか, 2002 など)

国土地理院時報, vol.95。(関口ほか, 2001; 村上ほか, 2001 など)

Oshima, H. and Ui, T. (2003) The 2000 eruption of Usu volcano (In "Reports on volcanic activities and volcanological studies in Japan for the period from 1999 to 2002"). Bull. Volcanol. Soc. Japan, vol.48, no.4, Appendix, p.22-31.

有珠火山の地質・岩石等について

北海道立地質研究所 (2003) 有珠山火山活動災害復興支援土地条件等調査報告。北海道立地質研究所, 196p.

北海道立地質研究所 (2007) 有珠山の地殻変動予測に関する研究。北海道立地質研究所調査研究報告, No.35, 162p.

近堂祐弘・後藤弘之・新井田清信・勝井義雄 (1982) 1:10,000 有珠火山地質図(文部省科学研究費 自然災害特別研究研究成果 No.A-57-7, 付図)

中川光弘・松本亜希子・田近 淳・広瀬 亘・大津 直 (2005) 有珠火山の噴火史の再検討: 寛文噴火(1663年)と天明噴火(1769年)に挟まれた17世紀末の先明和噴火の発見。火山, vol.50, p.39-52.

太田良平(1956)5万分の1地質図幅「虻田」及び同説明書。地質調査所, 76p.

Ōba, Y. (1966) Geology and petrology of Usu Volcano, Hokkaido, Japan. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, vol. 13, p. 185-236.

Ōba, Y., Katsui, Y., Kurasawa, H., Ikeda, Y. and Uda, T. (1983) Petrology of historic rhyolite and dacite from Usu volcano, North Japan. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, vol. 20, p.275-290.

Tomiya, A. and Takahashi, E. (1995) Reconstruction of an evolving magma chamber beneath Usu volcano since the 1663 eruption. Jour. Petrol., vol.36, p.617-636.

Tomiya, A. and Takahashi, E. (2005) Evolution of the magma chamber beneath Usu volcano since 1663: A natural laboratory for observing changing phenocryst compositions and textures. Jour. Petrol., vol.46, p.2395-2426.

横山 泉・勝井義雄・大場与志男・江原幸雄(1973)有珠山 一火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策。北海道防災会議, 札幌, 254p (付:1/25,000地質図)。

町田 洋・新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]。東京大学出版会, 東京, 336p.

高橋正樹・小林哲夫(編) (1998) フィールドガイド日本の火山(3) 北海道の火山。築地書館, 東京, 152p.

横山 泉・荒牧重雄・中村一明(編) (1992) 岩波地球科学選書 火山 岩波書店, 東京, 306p.

備考

地質図の作成において, 噴出物(地質ユニット)の分布を表現する基準は厚さ約30cm以上とした。また, 年月日の表示については, 旧暦を漢数字で, 新暦をアラビア数字で記した。

Geology of Usu Volcano

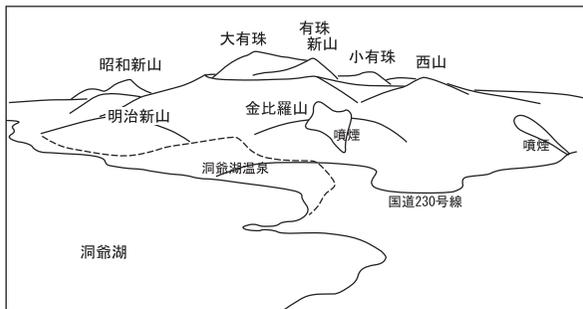
Usu Volcano is one of the most active volcanoes in Japan. It is located on the northern coast of Uchiura Wan (Bay) in southwest Hokkaido. The volcano is a postcaldera cone of Toya Caldera, which was formed as a result of large-scale eruptions of pyroclastic flow in the late Pleistocene age. The volcanic edifice of Usu is composed of a somma volcano with a parasitic scoria cone and a number of lava domes and cryptodomes.

The main volcanic body of Usu was formed on the southern rim of Toya Caldera by repeated eruptions of lava and scoria of basalt and basaltic andesite (Usu Somma Lava) in the latest Pleistocene age. A parasitic scoria cone (Donkoroyama) erupted on the northeastern foot in this stage. After the completion of the stratovolcano, about 7 or 8 thousand years ago, its summit was broken by a sector collapse accompanied by a debris avalanche (Zenkoji Debris Avalanche) which rushed down on the southern foot into the sea. The destruction of the summit resulted in the formation of a somma, 1.8km in diameter and about 500m in elevation.

Detailed tephrochronological studies indicate that the volcano had been in a dormant state for several thousand years since the formation of the somma. During this long period of quiescence, the nature of the magma changed into extremely felsic. After this period, a strong Plinian eruption of rhyolitic pumice (Usu-b Pumice Fall) occurred in 1663. Eight explosive eruptions have been recorded in 1663, 1769, 1822, 1853, 1910, 1943-1945, 1977-1978 and 2000, sometimes being accompanied with pyroclastic flows, base surge or volcanic mudflows. Occurrence of conspicuous crustal movements with an earthquake swarm and formation of lava domes and cryptodomes are the characteristic features of these historic activities, which may have been caused by the high viscosity of magma. By these activities, three dacite lava domes (Kousu, Ousu and Showa-shinzan) and many cryptodomes (e.g., Nishiyama, Kompira Yama, Nishi-maruyama, Meiji-shinzan, Higashi-maruyama, Ogariyama, Usu-shinzan, and the area of upheaval during the 2000 activity) were formed, although the dates of some domes are uncertain. These domes are aligned in two parallel zones running NW-SE through the summit and north flank, probably controlled by the southern wall structure of Toya Caldera.

Eruptions of Usu have occurred at an interval of 30-50 years recently so it may be used in the prediction of future eruptions. Occurrence of locally felt shocks preceding each eruption has also been noticed. The duration of the preceding earthquakes was generally short, less than 10 days, except for that of the 1943-1945 activity.

The rocks of Usu Volcano are divided into two groups; one is the somma lavas of olivine-pyroxene basalt and basaltic andesite of the low-K tholeiite series, and the other is the historic pumice and dome lavas of hypersthene rhyolite and dacite of the calc-alkali series. Intermediate rocks are lacking. The chemical composition of the historic products varies with time from rhyolitic to dacitic, decreasing gradually in SiO₂ contents. Such a change in composition may be interpreted in terms of a compositionally zoned magma chamber.



表紙スケッチ

表紙写真:北西から見た有珠火山。玄武岩および玄武岩質安山岩からなる成層火山体の山頂部に直径1.8kmの火口があり、その火口原および山腹にいくつもの溶岩ドームおよび潜ドームが形成されている。山頂中央に大有珠溶岩ドームおよび有珠新山、その右に小有珠溶岩ドーム、山体左斜面奥に三角形に見えるのが昭和新山。写真中央および右端の噴煙はそれぞれ金比羅山火口群と西山西麓火口群のもの。
(2000年4月1日 東宮撮影)

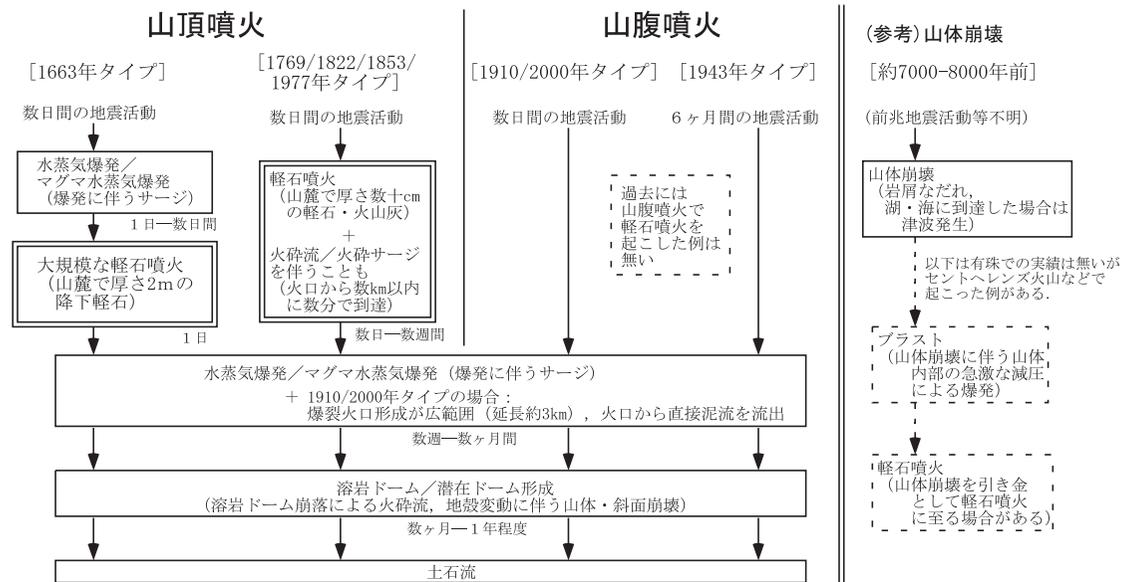
Cover photo: Usu Volcano viewed from the northwest. The volcano consists of a stratocone of basalt and basaltic andesite with a summit crater 1.8 km in diameter and many lava domes and cryptodomes. Ōsu Lava Dome, Usu-shinzan Cryptodome and Kōsu Lava Dome are in the summit caldera. Shōwa-shinzan Lava Dome is on the eastern flank (left of the photo). The smoke at the center and right side of the photo is from the Kōpira Yama and West Nishiyama Craters, respectively.
(Photo by A.Tomiya on April 1, 2000)

第2表 有珠火山の代表的な本質噴出物の化学組成 (曾屋ほか, 1981を改変)

Table 2 Chemical analyses of representative products of Usu Volcano (modified from Soya et al., 1981)

No.	Sample	(A.D.)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O(+)	H ₂ O(-)	Total
1	外輪山溶岩 (西丸山北麓) /Somma Lava	-	49.36	0.69	16.07	3.79	7.68	0.21	8.92	10.75	2.03	0.18	0.12	0.37	0.10	100.27
2	外輪山溶岩 (西山南麓) /Somma Lava	-	51.80	0.83	16.79	4.14	6.74	0.17	6.01	10.20	1.93	0.46	0.33	0.26	0.32	99.98
3	外輪山溶岩 (東麓 村界の沢) /Somma Lava	-	53.02	0.79	16.42	3.22	7.09	0.17	4.95	10.24	2.80	0.58	0.16	0.17	0.18	99.79
4	外輪山溶岩 (金比羅山) /Somma Lava	-	53.36	0.86	17.27	3.81	7.47	0.09	3.63	9.41	2.67	0.51	0.31	0.28	0.11	99.78
5	Us-b軽石 /Us-b Pumice	1663	73.04	0.26	12.95	1.11	1.54	0.06	0.36	2.41	5.07	1.14	0.43	1.02	0.21	99.60
6	小有珠溶岩ドーム /Kōsu Lava Dome	1769	71.25	0.43	13.21	3.19	1.96	0.27	0.84	3.10	4.02	1.15	0.46	0.50	0.25	100.63
7	文政火砕流の本質軽石 /Bunsei Pyroclastic Flow Deposit	1822	70.83	0.33	14.86	1.86	1.61	0.09	0.78	3.53	4.71	0.93	0.08	0.05	0.18	99.84
8	オグリ山溶岩ドーム /Ogariyama Lava Dome	1822	69.58	0.32	15.88	1.16	2.48	0.14	0.78	3.59	4.19	0.79	0.19	0.33	0.06	99.49
9	大有珠溶岩ドーム /Ōsu Lava Dome	1853	69.23	0.36	15.40	1.82	2.09	0.15	0.91	3.83	4.15	1.08	0.21	0.19	0.14	99.56
10	昭和新山溶岩ドーム /Shōwa-shinzan Lava Dome	1945	68.89	0.47	14.92	3.01	1.78	0.16	0.90	4.10	4.00	1.03	0.24	0.12	0.32	99.94
11	Us-1977-Iの軽石 /Us-1977-I (pumice)	1977	68.74	0.45	15.52	1.42	2.39	0.08	0.84	3.78	4.62	1.10	0.28	0.47	0.10	99.79
12	Us-1977-SBのパン皮状火山弾 /Us-1977-SB (bomb)	1977	67.89	0.37	15.53	1.24	2.76	0.15	0.96	3.97	4.57	1.12	0.22	0.43	0.23	99.44
13	Us-2000軽石 /Us-2000 Pumice	2000	66.93	0.46	14.85	4.39	-	0.17	1.00	4.02	4.51	0.90	0.16	-	-	97.39

分析者: 1-5, 7-12 大場与志男, 6 八木健三, 13 中川光弘 /Analyst: 1-5, 7-12 Y. Ōba, 6 K. Yagi, 13 M. Nakagawa



第10図 有珠火山の過去の噴火シナリオ。地質調査所が2000年噴火直前に火山噴火予知連絡会に提出した資料(地質調査総合センター, 2004, p.61)を改変。推移は模式的に書かれており、実際にはこれとやや異なる経過をたどる場合がある。積雪時には融雪により泥流が発生する場合がある。二重枠は特に規模の大きな爆発。

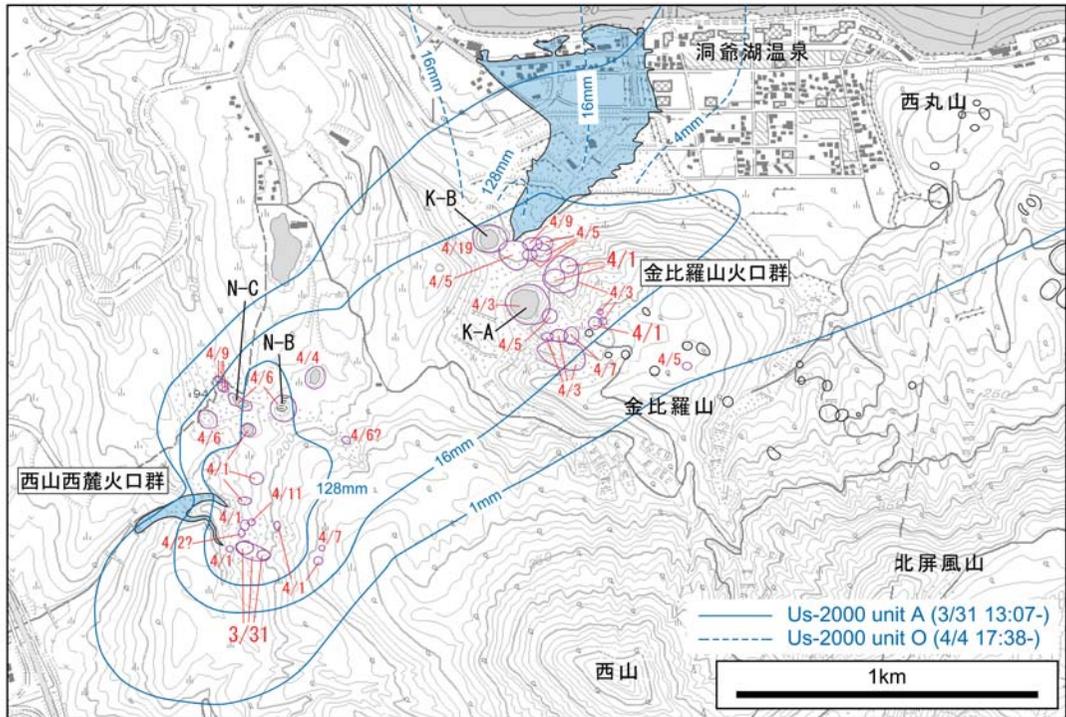
Fig. 10 Schematic diagram for eruption style and sequence of Usu Volcano (modified from GSJ, 2004)

著作権所有・発行者 許可なく複製を禁ずる
平成19年8月31日発行

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

〒305-8567 茨城県つくば市東1丁目1-1
TEL (029) 861-3606

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST ©2007
AIST07-G14015



第 11 図 有珠火山 2000 年噴火の火口 (紫) 及び火山泥流 (水色) の分布. 日付は火口が初めて確認された日であり, 3/31 と 4/1 のものを除き必ずしも形成日を意味しない. 比較のため 1910 年噴火による火口を黒色で示した. (宇井ほか, 2002, 八幡ほか, 2002, 大野ほか, 2002 などに基づき, 東宮, 2007 編集)

Fig. 11 Distribution of craters (purple) and volcanic mud flows (light blue) at the 2000 eruption of Usu Volcano. The date beside each crater is when the crater was first found and not necessarily when it was formed, except for March 31 and April 1. The craters formed at the 1910 eruption are also shown in black for comparison. (compiled by Tomiya, 2007, after Ui *et al.*, 2002, Yahata *et al.*, 2002, Ohno *et al.*, 2002 and others)

第1表 有珠火山の形成史と歴史時代の噴火(曾屋ほか, 1981を改変)
 Table 1. Geologic sequence and historic eruptions of Usu Volcano
 (modified from Soya *et al.*, 1981)

時代	地質層序		火山活動	
	(火砕物層序)	(火砕物体積) (新たに生じた山体)	(噴火年代)	(その他)
新 有 珠 火 山 世	火山泥流 Us-2000降下軽石・火山灰	0.001 km ³	2000年隆起域 (潜在ドーム)	2000年 降灰・火山泥流・地殻変動により 災害
	Us-1978降下火山灰 Us-1977降下軽石・火山灰	0.09 km ³	有珠新山潜在ドーム	1977～78年 降灰・地殻変動により災害, 土石流により犠牲者3名
	Us-Ia降下火山灰	0.001 km ³	昭和新山溶岩ドーム	1943～45年 降灰・地殻変動により災害, 幼児窒息死1名
	火山泥流 Us-IIa降下火山灰	0.003 km ³	明治新山潜在ドーム	1910年 降灰により災害, 火山泥流により犠牲者1名
	嘉永(立岩)火砕流 Us-IIIa降下軽石・火山灰	0.35 km ³	大有珠溶岩ドーム	1853年 住民避難, 赤く光る溶岩ドーム出現
	文政火砕流 Us-IVa降下軽石・火山灰	0.28 km ³	オガリ山潜在ドーム	1822年 火砕流により南西麓で1村全焼, 死者82名
	明和火砕流 Us-Va降下軽石・火山灰	0.11 km ³	小有珠溶岩ドーム (※)	1769年 火砕流により南東麓で家屋火災
	先明和火砕物	?	?	17世紀末 記録なく詳細不明
	Us-b ₁ b ₂ 降下火山灰 火砕サーージ Us-b降下軽石	2.5 km ³	?	1663年 多量の降灰により家屋埋積・焼失, 死者5名
	休止期			若生貝塚 2,860±950 y. B.P. (GaK-4199) 縄文早期～晩期人類遺跡
後 期 新 世	善光寺岩層なだれ堆積物		山体崩壊、外輪山形成	
	トシコ山スコリア丘		側火山(スコリア丘)形成	
中 期 新 世 ・ 新 第 三 紀	有珠外輪山溶岩		成層火山形成	
	段丘堆積物			
	(中島火山溶岩) 洞爺火砕流堆積物		(中島火山形成) 洞爺カルデラ形成 112-115 ka	
上長和層 流ノ上火砕流堆積物 壯誓火砕流堆積物 新第三紀火山岩類				

(※) 小有珠溶岩ドームの形成時期は従来1663又は1769年のいずれかと考えられてきたが、岩石学的特徴が1769年の火砕物と良く一致する一方1663年のものとは全く異なることから、1769年噴出物の可能性が高い。