

有珠山 2000 年噴火とそのツメ跡：巡検ガイド「有珠山」 2000 eruption of Usu volcano and it's hazards.

新井田清信（北海道大学理学研究科）・地徳 力（地団研北海道支部）・岡本 研（士別高等学校）
Kiyooki NIIDA (Hokkaido University), Tsutomu CHITOKU (AGCJ Hokkaido branch), and Kiwamu OKAMOTO (Shibetsu High School)

有珠山 2000 年噴火は、3 月 31 日 13 時 07 分、有珠山西側山麓部の西山西側山腹で始まった（図 1）。噴火の前兆となる火山性地震は、噴火開始 4 日前の 3 月 27 日から始まっていた。ちょうど、前回の 1977 年噴火から 23 年後にあたる。この山麓噴火は、小規模なデイサイト質マグマの軽石噴火にはじまり、その後長期間、西山火口群と金比羅山火口群の複数の火口で水蒸気爆発が続発した。噴火開始直後の時期には、火口から熱泥流が発生し、西山火口群の周辺には多数の正断層群が生じ、その北側には潜在溶岩ドームが成長した。新たな地熱地帯もできて、熱泥も突沸した。2000 年噴火は、1910 年の明治新山の活動にきわめて類似した山麓噴火であった。

この噴火活動は、江戸時代以降くり返し引き起こされてきた有珠山の歴史時代の噴火の延長線にあっているとみなすことができ、今回も粘性の高いデイサイト質マグマによる火山活動の典型例の 1 つとして噴火記録に残された（表 1）。

ここでは、有珠山 2000 年噴火の推移と特徴点を

まとめ、デイサイト質マグマの活動特性との関係について解説する。このまとめと解説の多くは、主に新井田（2000）によっている。また、具体的な観察事項は、巡検ストップごとに記述する。

今回実施される地学団体研究会 2002 年総会プレ巡検「有珠山」が、天候に恵まれ、成果の多い巡検になることを願ってやまない。

（ 1 ）2000 年噴火の推移と噴出物

有珠山 2000 年 3 月 31 日の最初の噴火は、デイサイト質軽石などマグマの本質物質を放出するマグマ噴火であった（図 1）。マグマ噴火で始まる山麓噴火は、明治新山や昭和新山の活動では記録されておらず、今回の噴火がはじめてである。噴火は断続的に勢いを強め、噴煙は最高高度で 3200 m。降灰は洞爺湖温泉街からさらに東北東の大滝～支笏湖におよんだ。この噴火による降灰物の厚さは、主軸にあたる洞爺湖温泉街で 1 cm 程度（図 2）。軽石のサイズは、大きいもので数 mm、稀に 1.5 cm。



図 1 有珠山 2000 年 3 月 31 日の噴火。14 時 05 分。有珠山の北北西約 9km「サイロ展望台」から佐藤秀幸氏（北大・地震火山研究観測センター）撮影。

表 1

有珠山の噴火史 Historic eruptions of Usu Volcano						
噴火年	休止期間	前兆地震	噴火地点	テフラ・火砕流	新しい山体	
1663	数千年	3日	山頂	Us-b軽石, Us-b1-b6火山灰・サージ	?	
1769	106年	?	山頂	Us-Va軽石・火山灰, 明和火砕流	小有珠	
1822	52年	3日	山頂	Us-IVa軽石・火山灰, 文政火砕流	オガリ山	
1853	31年	10日	山頂	Us-IIIa軽石・火山灰, 嘉永火砕流	大有珠	
1910	57年	6日	北麓	Us-IIa火山灰, 火山泥流	明治新山	
1943-45	33年	6ヵ月	東麓	Us-Ia火山灰, 火砕サージ	昭和新山	
1977-82	32年	32時間	山頂	Us-1977軽石・火山灰, Us-1978火山灰	有珠新山	
2000-01	23年	4日	西麓	Us-2000火山灰, 火山泥流	虻田新山?	

放出されたマグマ物質の量は、前回 1977 年の軽石噴火の噴出量に比較できないくらい少なかった（宝田ほか，2001）。

温泉街の東にある西丸山の山頂で、降灰物の堆積状態（テフラの断面）が観察された（図 3）。堆積物は、灰白色の下半部と暗灰色の上半部の 2 つのユニットからなっていた。灰白色の下半部には、新鮮なデイサイト質軽石の粒子が含まれ、層厚約 5 mm。軽石の発泡状態はきわめて悪い（図 4）。

この堆積物と、噴火を記録したビデオ映像や多数の噴火画像との照合によって、噴火と降灰時間を検討した。この堆積物の下半部のユニットは、3月31日13時07分から14時52分までのマグマ噴火の噴出物にあたる。上半部は、その後の水蒸気爆発による降灰物である。

水蒸気爆発によって放出された噴出物の構成粒子は、噴火口によって違いがある。主な構成粒子は、有珠山の山体をつくる外輪山溶岩（主に玄武



図 3 3月31日火山灰の堆積状態（西丸山山頂の降灰物の断面）。灰白色の下半部にデイサイト質軽石が含まれる。

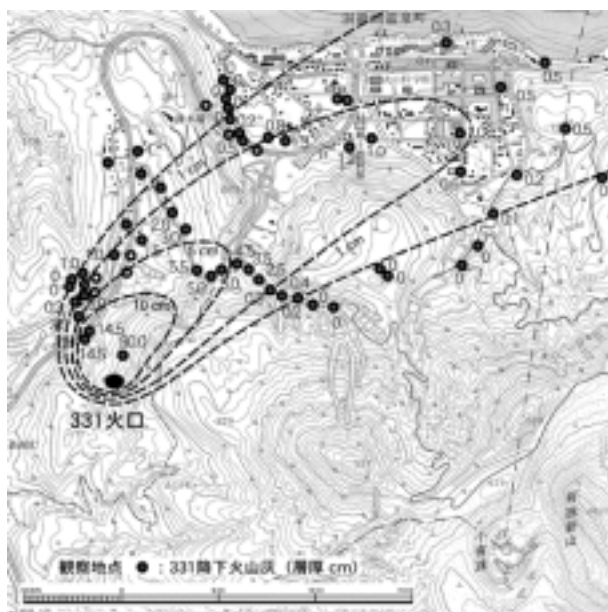


図 2 有珠山 2000 年 3 月 31 日噴火の降下火山灰（Us-2000-331ash）の分布（等層厚線図）

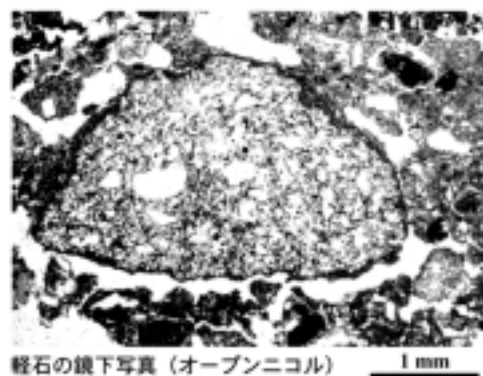
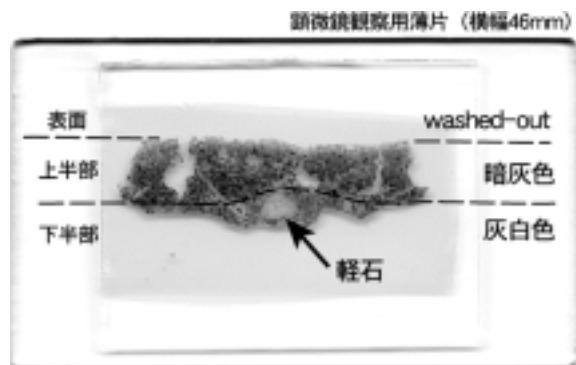


図 4 西丸山山頂で採取された 331 降灰物断面（図 3）の薄片（上）とその鏡下写真（下）。灰白色下半部に含まれるデイサイト質軽石。

岩)や洞爺カルデラの軽石, 基盤の新第三紀火山岩など, 火口直下の地質をつくっている既存の岩石であった。

有珠山の歴史時代の噴出物は, 1663 年以降, 噴火がくり返されるたびに, 徐々に SiO_2 に乏しいマフィックな化学組成に変化することが知られている (Oba et al., 1983). 2000 年噴火で噴出したデイサイト質軽石は, $\text{SiO}_2=69 \sim 70\text{wt}\%$ で, 1663 年以降最もマフィックな軽石であり, 江戸時代から続く歴史時代の有珠山デイサイト質マグマの組成変化と調和的である (図 5: 中川ほか, 投稿中). 2000 年のデイサイトを 1977-78 年の噴出物と比較しても, 明らかに化学組成上の違いが認められ, 例えば MgO や TiO_2 含有量が高い (図 5).

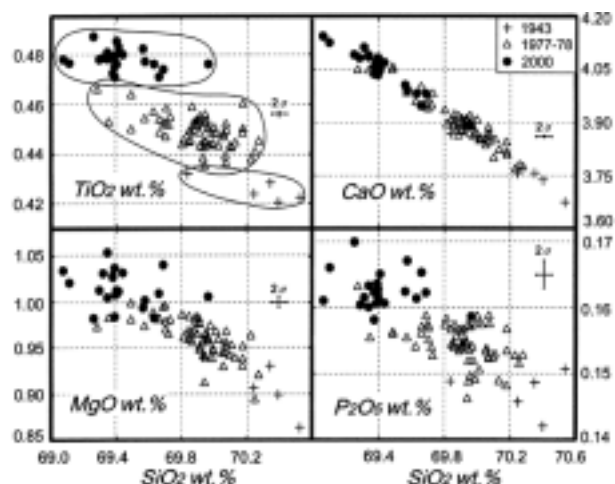


図 5 有珠山 2000 年輕石の化学組成 (中川ほか, 投稿中). 有珠山 2000 年輕石は, 1977-78 年輕石に比べて SiO_2 に乏しく, MgO や TiO_2 に富む。

(2) 続発した水蒸気爆発

3 月 31 日のデイサイト質マグマの噴火の直後から, 水蒸気爆発が多発し, それは長期間におよんだ。翌日の 4 月 1 日午後には, 金比羅山の西側山麓にも火口が生じ, 水蒸気爆発は西山の西側山麓と金比羅山の 2ヶ所で頻発した。新しい火口が次々につくられ, これらは「西山火口群」・「金比羅山火口群」と呼ばれた。現地の総合観測班地質グループによって, 大小 60 以上の火口が記録された。

今回の山麓噴火では, 「コックスティルジェット型」の典型的な水蒸気爆発が何度も起こった (図 6)。これは, 火口直下の既存の岩石が, 噴石や土砂として空中に放出される時にできる噴煙柱のタイプである。4 月の始め頃には, 高度が数 100 m に達するコックスティルの柱が何度も観察された。また, 特徴的に「炸裂型」の水蒸気爆発も起こった (図 7)。この時, 噴出物は火口上空に放出されるのではなく, 四方八方に散乱した。噴出物は, 噴石だけではない。噴泥 (泥の塊) も大量に放出された。火口周辺に堆積しているペロペロになっ

た粘土が, 火道中に逆流入して火口の閉塞・開口がくり返えされ, 「炸裂型」爆発が発生する。火道浅所ないし火口直上で起こる破壊的な爆発である。爆発が起こると, 火道から気球が一気に膨らんで空中炸裂し, 噴泥・噴石が散乱した。爆発の勢いが弱い時は, 噴泥・噴石は数珠のように一列になって, 火口から空中に「ノズル状」に放出された。

水蒸気爆発が発生すると, 爆裂音とともに激しい空振が起こった。民家の窓や建具はガタガタと音をたてて振動した。火口から数 km 離れていても体に感じ, 火口に近いところでは窓ガラスも破損した。

水蒸気爆発はなかなかおさまらなかった。高温のデイサイトマグマが地下浅所へ進入し, すでに固化しながらそこに居座ったためである。水蒸気爆発は長期におよび, 西山火口群 (NB 火口) では 9 月までのおよそ 5 ヶ月間, 金比羅山火口群 (KA 火口と KB 火口) では 2001 年 6 月に噴火活動が終息するまで, 断続的に水蒸気爆発が起こり, 噴石・噴泥を飛ばしつづけた。



図 6 4 月 7 日, 西山火口群で発生した「コックスティルジェット型」の水蒸気爆発 (北海道新聞: 公開画像)



図 7 5 月 9 日. 金比羅山火口群で水蒸気爆発が続発. KB 火口 (右下) 直上に「炸裂型」気球が見える。

(3) 火山泥流(熱泥流)の発生

今回の山麓噴火では、金比羅山の火口から高温の火山泥流も発生した。これは、熱泥流とも呼ばれている。水蒸気爆発にともなって、粘土を多量に含んだ高温の熱泥水が火口から流出したのである。

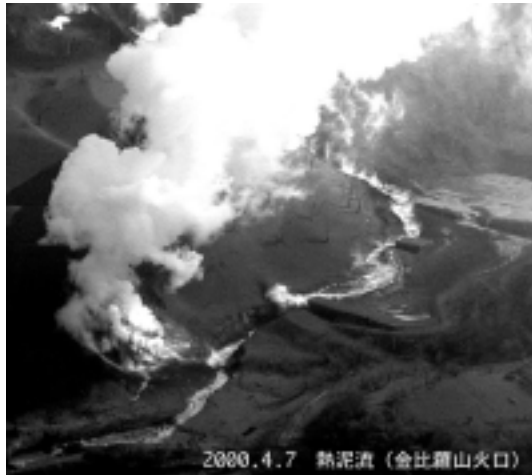


図8 4月7日、金比羅山火口から発生した高温火山泥流(総合観測班地質グループ:稲葉千秋氏撮影)



図9 4月10日、金比羅山火口から流出した火山泥流は洞爺湖温泉街の西側一帯を流下した。

4月5日に、初めて小規模な高温火山泥流が発生した。7日には、金比羅山の火口から流出した火山泥流は洞爺湖温泉街の流路溝を湯気をあげながら流下し、洞爺湖に流入した(図8)。4月9日朝には、火山泥流は流路溝からあふれ出て、市街地を流下した。10日朝には、さらに温泉街の西側一帯に広がっていた。今回の火山泥流については、多数の画像に記録され、火山泥流堆積物の分布図もつくられている(図9)。

このような火山泥流は、明治新山ができた1910年噴火の際にも観察され、以下のように記録されている。

<1910年噴火で発生した火山泥流(佐藤, 1910)>	
1910.7.27 金比羅山	(火口IV)
1910.7.27 中部(ポントカリ)	(火口XXVIII)
1910.7.27 西山南西麓	(火口XI)
1910.7.28 中部(シズカリウシ)	(火口XXXIII)
1910.7.28 中部(高穴)	(火口XXVI)
1910.7.29 東丸山西麓(源太穴)	(火口XXXVI)

有珠山北麓の山麓噴火の際に、なぜこのような高温火山泥流が発生するのだろうか? この解答として、次のようなことが考えられる。有珠山北麓の地下に広く粘土層が伏在していることが、温泉ボーリングの基礎資料で知られている(地質研究所:HPで公開中)。ひとたび北側山麓で水蒸気爆発が発生すると、地下の粘土が熱水とともに流出するのである。さながら、有珠山の北側山麓の地下は熱水タービンのようになっていて、既存の岩石がどんどん変質し、粘土化がいちじるしく進行しているのではないだろうか。金比羅山や西丸山(年代不明の潜在ドーム)は、明治新山が形成された1910年以前にできていたことがわかっており、過去に何度も地下浅所にデイサイトマグマが貫入し、そのつど、局所的に地熱の高い部分が地下につくられてきたのである。有珠山の山麓噴火の場合、火山泥流の発生は注目すべき火山現象の1つである。

(4) 正断層群・潜在ドームの形成

有珠山のデイサイト質マグマは粘性が高く、江戸時代以降、活動のたびに多数の溶岩ドームや潜在ドームがつくられてきた(図10)。溶岩ドームは、地表に溶岩がドーム状に露出したもので、有珠山の山頂火口原にできた大有珠・小有珠が代表的である。潜在ドームは、地表を突き上げた溶岩が地表に露出しなかったもので、正式には潜在溶岩ドームと呼ばれている。なかでも、1943-45年の活動でできた昭和山は、デイサイトの溶岩ドームとして世界的に有名である。約160mの高さの潜在ドーム(屋根山)から150mの溶岩塔を突き出し、みごとな容姿をとどめている(三松正夫,1962)。1910年の山麓噴火でも、比高155mの「明治新山(四十三山)」,比高約75mの「源太穴」潜在ドームが成長し、この時すでにあった「金比羅山」潜在ドームも数10m隆起した。1977-82年にも、180mの「有珠新山」潜在ドームができた(勝井ほか,1988)。今回の2000年噴火活動でも、西山火口群の北側に直径約1km,高さ75mほどの潜在ドームが形成されている(図10)。

ドーム形成の際には、かならず激しい地殻変動がともなわれる。4月3日の朝に、西山火口群で北落ち正断層が確認され、翌朝その北側に南落ち正断層ができて、グラーベン(地溝)が生じた(図11)。噴火が始まるやいなや西山火口群の北側が急激に上昇し、ドーム形成が始まったのである。当初の

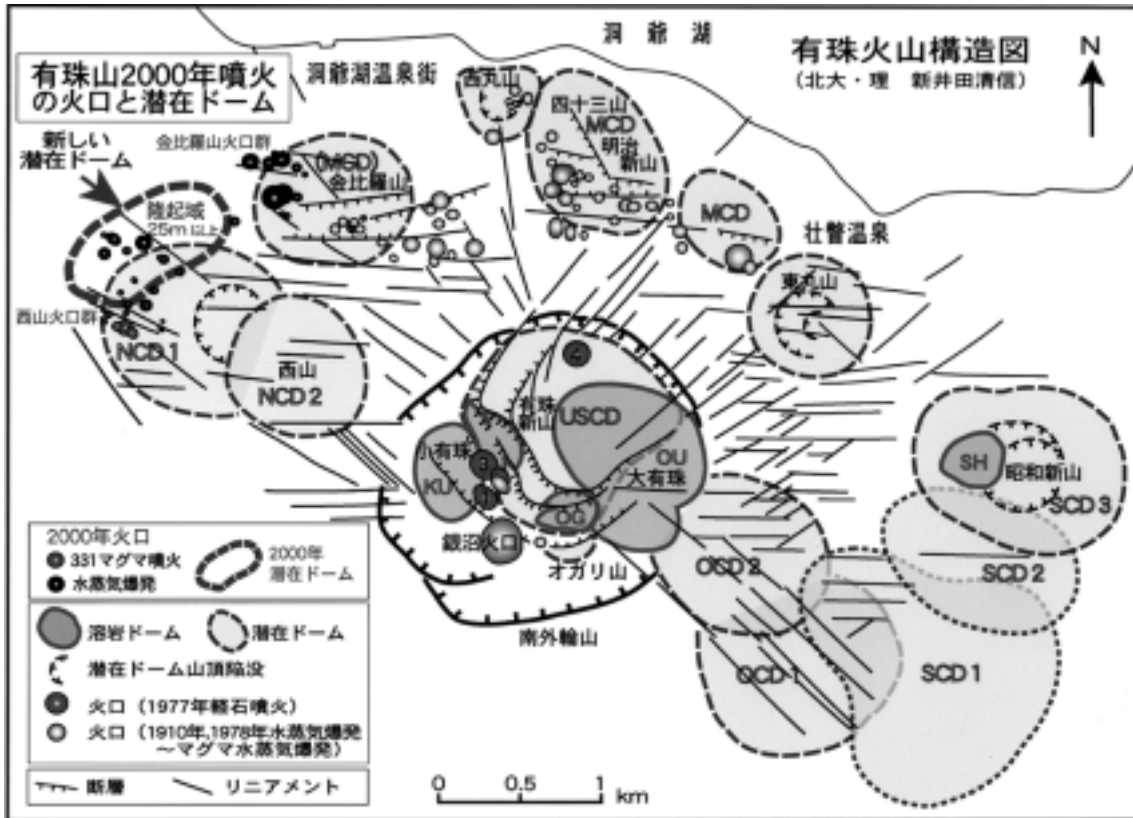


図 10 有珠山の火山構造図。歴史時代の噴火でできた溶岩ドーム・潜在ドーム・火口・断層およびリニアメント。2000年噴火で新たにできた火口および潜在ドーム(25m以上の隆起域)を示す。

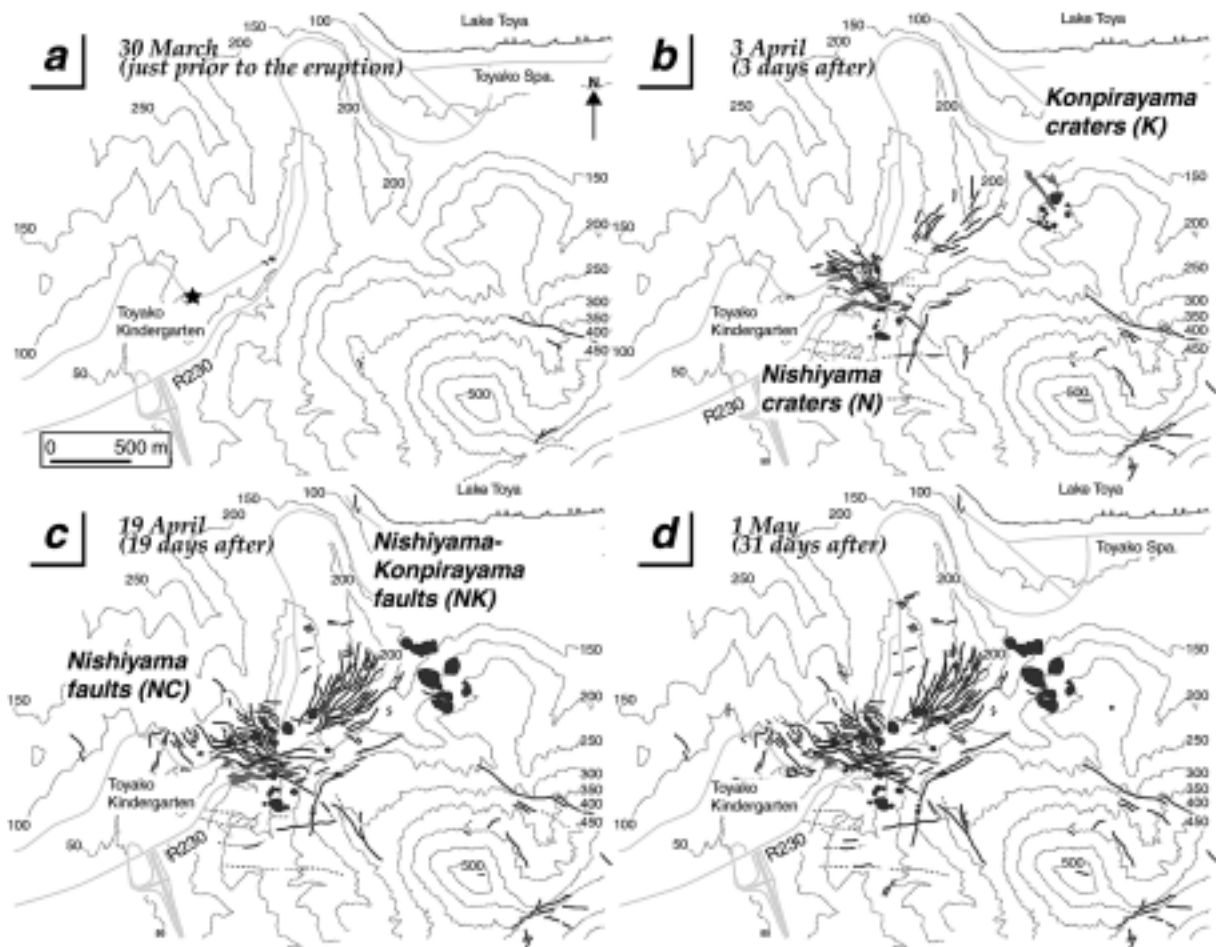


図 11 有珠山 2000 年噴火で生じた断層・火口の発生・成長課程(三浦・新井田, 印刷中)

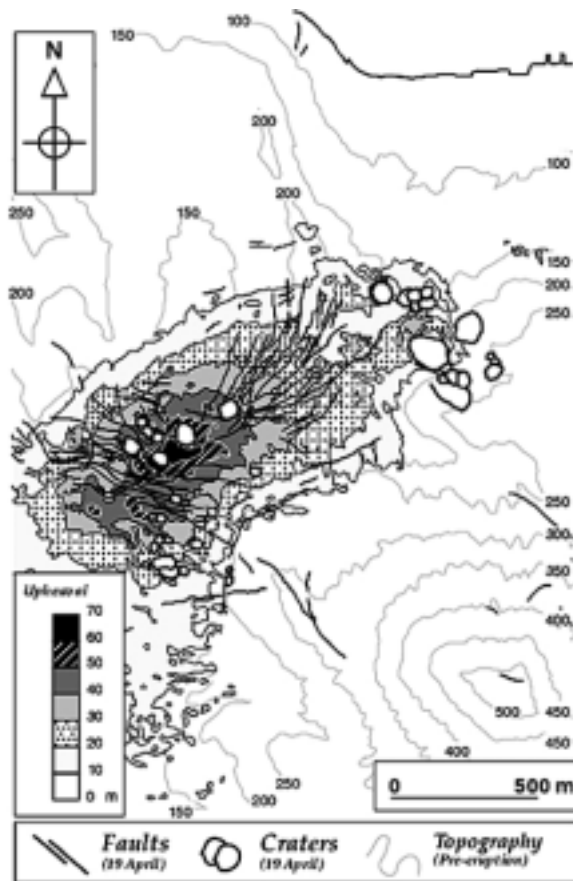


図 12 2000 年噴火の火口・断層の分布および潜在ドームの位置（三浦・新井田，印刷中）. 上昇量（m）は建設省土木研究所による 2000 年 4 月 26 日のレーザー測量結果（未公表資料）.



図 13 西山火口群 NB 火口の南側に生じた南落ち正断層群。2000 年潜在ドーム（比高約 75m）の南斜面。断層崖には国道 230 号線の建造物が露出。2000.7.16 撮影。

隆起スピードは 1 日約 3 m。その後隆起率を低下させながら，1 ヶ月後には比高およそ 65 m の潜在ドームになっていた（図 12）。その頃になると，隆起域は「潜在ドームの丘」として人びとの目にとまるようになり，「平成新山」とか「虻田新山」と呼ばれるようになった。この隆起域は，もともと洞爺湖温泉街と虻田市街を結ぶ国道 230 号沿いに位置し，地形的には，虻田方面（南の噴火湾方向）

にむかって緩やかに下降する山間の谷間にあっていた。そのために，隆起スピードの速かった噴火直後に，このような潜在ドーム形成の実体（全体像）の把握が困難だった。

今回できた潜在ドームは 1 つであった（図 12）。しかし，有珠山の歴史時代のドームは 1 つとは限らない（図 10）。西山は，2 段重ねの潜在ドームである（NCD 1 および 2）。1853 年の大有珠の場合，まず 2 つの潜在ドーム（OCD 1 および 2）が 2 段重ねに成長し，さらにその上に大有珠溶岩ドーム（OU）ができた。1943-45 年にも，3 つの潜在ドーム（SCD 1，2，および 3）がつくられ，最後に屋根山（SCD 3）の上に溶岩塔（SH）が突き出して昭和山ができた。これは「昭和山生成日記」（三松正夫，1962）に詳しい。

このような潜在ドームの成長の際には，かならずや正断層群が発達し，グラベン（地溝）がつくられる（図 13）。地下浅所へ進入した粘性の高いデイサイト質マグマの突き上げによって，地表がドーム状に膨れるためである。今回も，多数の正断層が形成された。図 13 の画像は，西山西山腹に西北西—東南東方向にできた正断層群で，国道 230 号線の構造物を寸断し，底の深いグラベンができています。

今回の活動にかぎらず，歴史時代の活動でできた変形地形は，今なお明瞭に残されている。金比羅山や明治新山にみられる東西方向の正断層群や，前回 1977-82 年の活動で有珠山山頂にできた有珠新山南側の断層崖は，いまでも原形が残され，この好例である（門村ほか，1988）。

（5）2000 年噴火口と潜在ドームの位置

図 10 を見て欲しい。新しくできた潜在ドームの火山地質学的な位置は，歴史時代にできた西山潜在ドームと洞爺カルデラ壁の基盤岩の間のちょうど「すき間」にあたる。今回のマグマは，3 月 27 日以降，前兆地震を伴いながら『地表の出口』を探して地下を上昇した。北海道大学の自動震源処理システムによると，噴火前の前兆地震は，山頂火口原を中心にその地下で起こっていた（図 14）。

この地震が地下のマグマの動きをとらえていたとすると，この時マグマは，深部のマグマ溜まりから「有珠山直下の通路」を上昇したと思われる。「有珠山直下の通路」を正確に表現すると，山頂火口原の南側，小有珠から南外輪の南側斜面の直下にあたる。

今回の地震発生深度は，前回 1977-78 年噴火（2-3km 深）に比べて，極めて深いところで起こっていた。図 14 のように，深い地震は地下約 10km，多くは 4~8km 付近に集中している。

もう 1 つの特徴は，噴火の開始前，前兆地震が起こっていたときに，大規模に有珠山全体が隆起していたことだ（図 15）。おそらく，地下深部（約

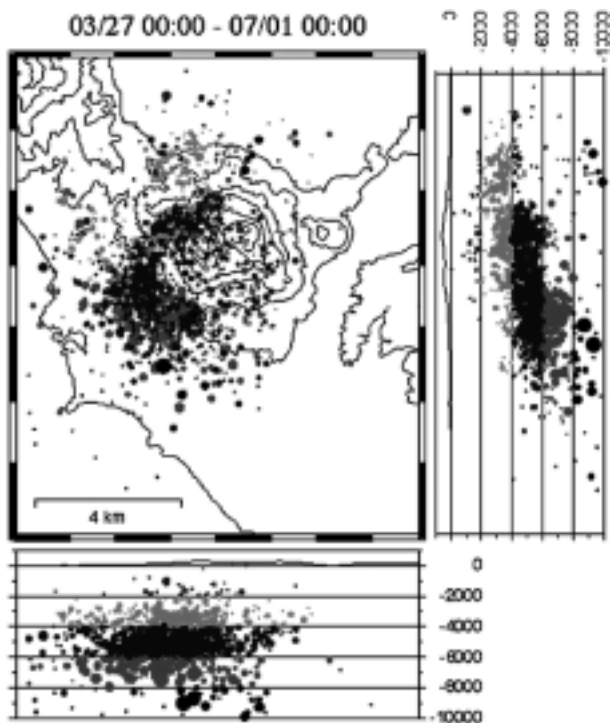


図 14 2000 年噴火にともなう地震活動．2000 年 3 月 27 日～7 月 1 日に発生した地震の震央分布図(北海道大学，火山噴火予知連絡会有珠山部会報告資料)．

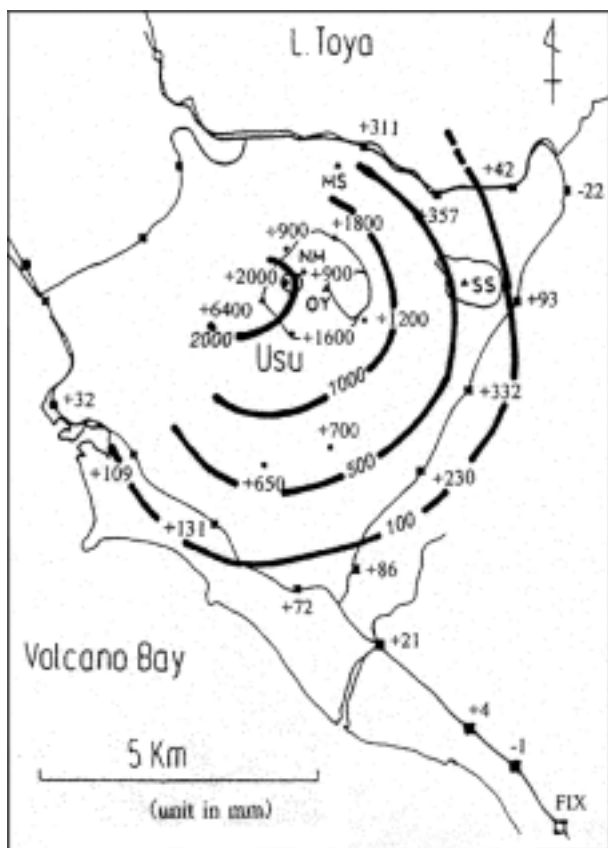


図 15 有珠山 2000 年 3 月 31 日噴火に先立つ前兆上下変動(北海道大学・京都大学・名古屋大学，火山噴火予知連絡会有珠山部会報告資料)．噴火前に，有珠山全体が広域的に隆起していた．

5km 付近)に上昇してきたデイサイト質マグマが，広域的に有珠山を持ち上げたと解釈される．このような前兆上下変動は，山頂で軽石噴火が起こった前回の 1977-78 年噴火のときには観察されていない．

その通路からさらに『出口』を探して動き回り，ついには西山の西側の地下浅所にはまり込んだのである．このマグマが，3 月 31 日午後になって急激に発泡してマグマ噴火を引き起こし，地下水系を加熱して水蒸気爆発の引き金になった．地下浅所へ進入したマグマは，水蒸気爆発をくり返すたびに(マグマ内部のガス圧が減少して)結晶作用が進み，ますます固くなった．それでも地下のマグマは，地表を持ち上げて潜在ドームをつくった．今回のマグマの動きについては，以上のような説明も可能である．

(6) 地熱地帯の拡大

西山火口群周辺の山麓部に，地熱地帯ができた(画像 7-8)．最初に確認されたのは 5 月 9 日であった．これは，ヘリコプター観測による総合観測班メンバーの報告によっている．この地熱地帯は，徐々に西北西に拡大し，8 月には断層沿いに約 500 m ほどに広がった(図 16)．地熱地帯の温度はほぼ沸点にたっし，場所によっては熱泥が突沸した(図 17)．2000 年末の時点で，西山火口群周辺の地熱地帯は，さらに西側から北側にむかって拡大中である．地元では，登別温泉の「地獄谷」や「大湯沼」を連想して，『虻田地獄』とか『虻田湯沼』などと呼ばれている(図 17)．

地熱地帯ができるのは，有珠山の火山活動の特徴の 1 つである．これは，粘性が高く高温のデイサイト質マグマが地表近くに進入するためである．マグマが地下で活発に活動中の火山では，地表面象としての地熱地帯の観察はきわめて重要である．

とくに有珠山では，前回の 1977-78 年噴火で，軽石噴火の後に山頂火口原に地熱地帯が生じ，これが拡大しながら第 2 ステージの 1978 年噴火に連動した経緯がある(Niida ほか，1980)．第 1 ステージのマグマ上昇にひきつづいて深部からのマグマ供給が継続すると，地表で観察される地熱地帯は「地下のマグマの動きを示すシグナル」になるかもしれないのである．あるいは，昭和火山の時のように，そこに放射状の断層・割れ目ができて溶岩塔が突きだすかもしれない(三松正夫，1962)．溶岩塔の形成時は，メラピ火山や雲仙普賢岳で経験したような小規模火砕流が発生する可能性もあり，昭和火山形成時には実際に火砕サージが発生したのである．

こうして，2000 年山麓噴火の場合も，地熱地帯の盛衰にも注意深い観測がつけられた．結果的には，以上の予測は取越し苦労に終わったようだ．今回の地熱地帯の拡大は，実際には，地下浅所に



図 16 西山の西側山麓部にできた地熱地帯。西山火口群から断層沿いに西北西に拡大。2000.6.30 撮影。



図 17 西山火口群の断層沿いの地熱地帯。沸点に達した熱泥が突沸。2000.6.30 撮影。

進入した固体状態のデイサイト質マグマが発熱体となり、新しく生じた断層・割れ目系が地熱の地表への通路になったと説明される。

(7) 2000 年山麓噴火のまとめ

有珠山 2000 年噴火では、破壊的な火砕流や高温火砕サージは発生しなかった。噴火活動が活発だった最初の段階では、多くの関係者がこのような破壊的な大規模噴火を警戒した。もちろん有珠山の地元では、今回の活動が始まる以前から、火山災害予測図(ハザードマップ)にその可能性を明示し、災害対策の基本にすえてきた。

有珠山 2000 年噴火では、以上に紹介したように、まず前兆地震が発生し、ほぼ同時に有珠山全体の隆起が起こった。3 月 31 日に西山の西山麓でマグマ噴火が起こり(図 1)、ひきつづき水蒸気爆発が西山火口群と金比羅山火口群で長期間にわたって継続した(図 6-7)。金比羅山の山麓火口からは熱泥流も発生した(図 8)。地盤は著しく変形し、多数の断層・割れ目群ができて一部が隆起し、潜在ドームができた(図 10-13)。地熱地帯も生じた(図 16-17)。今回の活動は、2001 年 6 月に終息した。活動様式と噴火の推移の点では「1910 年の明治新

山の活動にきわめて類似した山麓噴火であった」と結論される。

有珠山では、活動の終息を判断する明瞭な基準が確立されている。これは、前回 1977-1982 年の活動記録にもとづいている。前回、1977-78 年噴火のあとも潜在ドームの隆起がつづいた。噴火は 1978 年 10 月におさまったものの、地下浅所に入したマグマは 1982 年 3 月まで上昇しつづけたのである。今回の 2000 年噴火では、2000 年 3 月以降ほぼ半年で潜在ドームの成長がとまっている。しかし、その後も金比羅山火口群(KA 火口と KB 火口)で水蒸気爆発がつづき、活動は開始から 1 年 3 ヶ月の長期間におよんだ。

<有珠山の火山活動の終息を判断する基準>

- (1) マグマ噴火～水蒸気爆発など、あらゆるタイプの噴火活動がおさまる。
- (2) 地下のマグマの移動・上昇をしめす火山性地震がおさまる。
- (3) 溶岩ドーム・潜在ドームの成長など、地核変動がとまる。

(8) 有珠山のデイサイト質マグマ活動の特性

有珠山は、洞爺カルデラの南縁に位置し、玄武岩質マグマの穏やかな噴火によって流出した溶岩流が成層してできた円錐形の火山である。およそ 1 万年ほど前のことだ。数 1,000 年前に、山体崩壊を起こして岩屑なだれが発生し、山頂に火口原をもつ「臼」の形をした有珠山ができた。有珠山でデイサイト質マグマの活動がはじまったのは、江戸時代になってからである。1663 年以降、山頂部や山麓部で、周期的に噴火をくり返してきた(表 1)。江戸時代以降の歴史時代の活動は、古文書などの形で書き記されており、その軽石・火山灰堆積物とも照合されている(横山ほか、1973; 勝井、1979; など)。

有珠山の歴史時代の活動では、特徴的な活動特性が知られている。それは、(1) 爆発的・破壊的な噴火、(2) 大規模な地殻変動、(3) 活発な火山性地震活動、そして(4) 長期におよぶ火山活動である。このような活動特性の全てが、粘性の高い高温のデイサイト質マグマの活動に起因する。

以下に、その特徴点を、有珠山の歴史時代の活動事例から整理してみる。これらは、伊豆大島や三宅島、ハワイなどの玄武岩質マグマの火山活動と異なり、全てが対照的である。

(1) 爆発的・破壊的な噴火

中規模火砕流・火砕サージ：1769 年・1822 年・1853 年
 小規模火砕流・火砕サージ：1944 年
 プリニー式軽石噴火：1769 年・1822 年・1853 年・1977 年
 水蒸気爆発～マグマ水蒸気爆発：1910 年・1944-45 年・1977-78 年

(2) 大規模な地殻変動

断層群・割れ目群・地殻群の発達
 溶岩ドーム・潜在ドームの形成

(3) 活発な火山性地震活動

前兆地震・直下型・最大マグニチュード5-6程度

(4) 長期におよぶ火山活動

明治新山：1910.7.11～1910.11（6ヶ月）

昭和新山：1943.12.28～1945.9（1年10ヶ月）

有珠新山：1977.8.6～1982.3（4年6ヶ月）

このなかで特筆すべき点は、やはり、高温のまま山体を流下・流走する火砕流・火砕サージの発生である。有珠山の歴史時代の噴火活動の記録をみると、中規模火砕流は、江戸時代の3回に限られている。1769年（明和）・1822年（文政）・1853年（嘉永）の火砕流である。なかでも1822年（文政）火砕流は規模が大きく、何度もくり返して発生しており、その時の破壊的な災害実態が有珠にある善光寺の古文書に生々しく記述されている（横山ほか、1973）。江戸時代の3回以降、有珠山では中規模火砕流は発生していない。しかし、そのことは「有珠山の火砕流の発生が江戸時代で終わっている」ことを意味しない。1977-78年の山頂噴火でも、起こる可能性があった。1977年8月7-14日のプリニー式軽石噴火の間に起こった中規模軽石噴火（新井田ほか、1982；勝井ほか、1988）は、発泡不良の重い（密度の大きい）軽石や本質岩片を噴出しており、火砕流を発生する可能性が高かった。また、その翌年（1978年）の第2ステージのマグマ噴火（Niidaほか、1980）は、火砕流が

でなかったことが不思議なくらい噴出物の特徴が江戸時代の火砕流によく似ていた。実際に、小規模な火砕流や火砕サージが発生した山麓噴火は、昭和新山ができた1944年夏に記録されている。ちょうど、昭和新山の屋根山が成長していた時である。これらは「昭和新山生成日記」（三松正夫、1962）から読みとることができる（例えば、1944年7月11日の噴火）。地下浅所に進入したデイサイト質マグマが突然短時間に上昇すると、マグマにかかる地盤の荷重圧（封圧）よりもマグマのガス分圧が大きくなり、揮発性成分（ガス）が急激にマグマ（メルト）から解離して発泡すると考えられる。これが火砕流や火砕サージの発生誘因になるのである。

(9) 噴火のツメ跡から

有珠山2000年噴火がこのまま終息すると、火砕流や高温火砕サージこそ発生していないものの、上述したような特徴的な活動が記録されることになる。噴火のあとに残されるものは何か？ 一つは『山』（潜在ドーム）であり、次に『穴』（火口）、そして『傷』（断層・割れ目群）と『熱』（地熱地帯）である。有珠山では、活動のたびに、軽石・火山灰などの噴出物が降灰し、山麓部を覆ってき



図18 水蒸気爆発がつづく金比羅山火口群と灰を被った洞爺湖温泉街。2000.5.27撮影。



図19 水蒸気爆発がつづく西山火口群～金比羅山火口群。虻田上空から洞爺湖方面。2000.5.27撮影。

た。また、2 次的な泥流や土石流が発生して、その堆積物が山麓部の谷や扇状地を埋めた。そして必ずや、次の4つの「ツメ跡」が噴火のあとに残されてきたのである。その「ツメ跡」の全てが、粘性の高いデイサイト質マグマが高温のまま地下浅所へ進入して活動した結果である。

- (1) 『山』: 溶岩ドームや潜在ドーム
- (2) 『穴』: 軽石噴火口や水蒸気爆発の爆裂火口
- (3) 『傷』: 断層・割れ目群
- (4) 『熱』: 温泉や地熱地帯

今回の活動でも、たくさんの噴火口ができた。新しい潜在ドームやズブズブに変動した断層地形もできた。そして地熱地帯ができて、熱泥も突沸した。さまざまな噴火のツメ跡が残された。図 18 と図 19 の画像は、水蒸気爆発が活発だった 2000 年 5 月の金比羅山火口群と洞爺湖温泉街の様子である。

現地では、泥流などの2 次的な災害に対する緊急対策が始まり、災害復興計画が策定されている。

次の噴火まで 20 数年(23-32 年)。かならずや、次の噴火が 23~32 年後に起こると予想されるなかで、そして将来の噴火をみすえながら、地元の人たちはこのような活動的火山とどのように付き合っていくのか? 災害のない復興計画はどうあるべきか?

これは「火山と人間のつきあい方」の模索である。その模範解答は、いまだ国策として確立していない(岡田・宇井, 1997)。

有珠山山麓の住民にとっては、火山そのものが生活の場であり、かけがえのない観光資源になってきたのだ。しかし、火山災害からの復興は、噴火前の状態に復活させることではない。今回の噴火を教訓に、次の噴火にそなえる復興が必要なのである。

<引用文献>

- 勝井義雄(1979)有珠山。岩波地球科学講座, 7, 278-282.
- 勝井義雄・新井田清信・鈴木建夫(1988)有珠山 1977~78 年噴火 噴火の推移と有珠新山の形成。門村 浩ほか編「有珠山 その変動と災害」, 北大図書刊行会, p.23-43.
- 門村 浩・岡田 弘・新谷 融(1988)有珠山その変動と災害。北海道大学図書刊行会, 259pp.
- 三松正夫(1962)昭和新生生成日記。北海道壮瞥町, 209pp.
- 三浦大助・新井田清信(印刷中)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, 特集号。
- 中川光弘・石塚吉浩・吉本充宏・工藤 崇・相澤幸治・北川淳一・平賀正人・松本亜希子・戸狩英紀・高橋 良・石井英一・江草匡倫・清野寛子・和田恵治・新井田清信(投稿中)有珠火山 2000 年噴火での噴出物: タイ

プとその時間変化。火山。

- 新井田清信(2000): 有珠山 2000 年噴火 デイサイト質マグマの活動とそのツメ跡。郷土と科学, 113, 7-15.
- 新井田清信・鈴木建夫・勝井義雄(1982)有珠山 1977 年噴火の推移と降下火砕堆積物。火山, 27, 97-118.
- NIIDA, K., KATSUI, Y., SUZUKI, T. and KONDO, Y., 1980, The 1977-1978 eruption of Usu volcano. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV, 19, 357-394.
- 岡田 弘・宇井忠英(1997)噴火予知と防災・減災。宇井忠英編「火山噴火と災害」, 東京大学出版会, 79-116.
- 宝田晋治・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・山元孝広・川辺禎久・高田 亮・中野 俊・星住英夫・宮城磯治・西村裕一・三浦大助・廣瀬 亘・石丸 聡・垣原康之・遠藤祐司・八幡正弘・野呂田 晋・新井田清信・石塚吉浩・工藤 崇・相澤幸治・本間宏樹・江草匡倫・石井英一・高橋 良(2001)有珠火山 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.
- 横山 泉・勝井義雄・大場与志男・江原幸雄(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, 254pp.

見学ストップと観察内容

今回の巡検は、地学団体研究会 2002 年総会のプレ巡検として企画されました。ここでは、有珠山 2000 年噴火の生々しいツメ跡を見学します。主な観察内容は、水蒸気爆発を起こした金比羅山火口群と西山火口群、水蒸気爆発堆積物、火山泥流堆積物、潜在ドームと正断層群、地熱地帯、2000 年噴火の最初の軽石噴火（3 月 31 日）の堆積物、噴石（直撃弾）災害などです。

これらの観察をつうじて、有珠山の噴火史や火山活動の特徴にも興味をもっていただき、さらには、洞爺カルデラを形成した大規模な火砕流の活動や有珠山本体をつくった玄武岩質マグマの活動、江戸時代以降の有珠山歴史時代のデイサイト質マグマ活動など、洞爺カルデラから有珠山の火山活動を本格的に学ぶ絶好の機会にしていただければ嬉しく思います。洞爺～有珠は、「島弧マグマ」の典型的な火山活動を繰り返しており、噴火様式も多彩で教科書的であり、ちょうど「自然の火山博物館」といえます。ここは、まさに生きた火山学のフィールドなのです。また、有珠山 2000 年噴火では、噴火災害や災害

対策の面でも多くの教訓を残しました。この巡検が、「活動的火山の周辺の住民はどのように火山噴火とかがわっていくべきか?」「人間生活と自然災害」の正しい付き合い方などを考えていただき、将来的な「人と自然の豊かな共生」を模索していただく機会にしていただければ幸いです。

<見学コース(図 20)>

集合場所：洞爺湖温泉街「火山科学館前(道南バスターミナル前)」駐車場(P)

ストップ(1): 洞爺湖温泉街(旧国道 230 号線)

ストップ(2): 金比羅山火口群

ストップ(3): 旧避難道路

ストップ(4): 泉北地区(「西山火口沼」駐車場)

ストップ(5): 西山火口群

ストップ(6): 地熱地帯

ストップ(7): 旧わかさいも工場

ストップ(8): 旧国道 230 号線

ストップ(9): 旧幼稚園(駐車場)

解散場所:「旧幼稚園(駐車場)」ストップ(9)

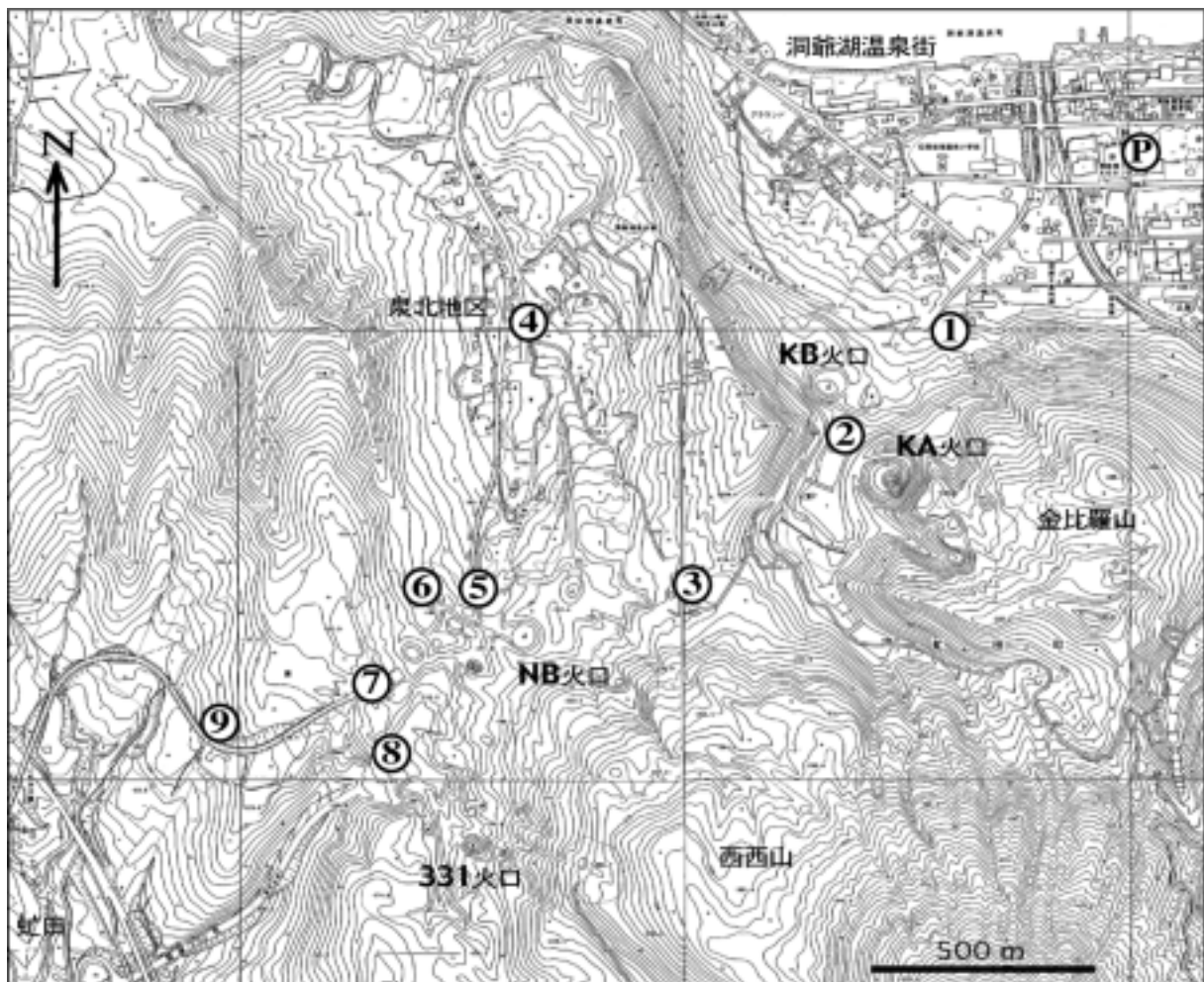


図 20 「有珠山 2000 年噴火とそのツメ跡」巡検ストップ(国土地理院 1/5,000 国土基本図を使用)

<見学予定と見学コースの現況>

*現地集合：8月2日午前9時・洞爺湖温泉街の火山科学館前（道南バスターミナル前）駐車場（P）

*見学コース：図20のストップ（1）（2）（3）（4）（5）（6）（7）（8）（9）の順に、すべて徒歩で見学します。

*コースの現況と参加スタイル：雨天のばあい、足元がドロドロになります。各自、昼食（弁当）持参（ルートにコンビニは無い）。トイレは、ストップ（P）（4）（9）にあります（ただしコース途中では1箇所のみであることに注意）。遊歩道（観光散策路）以外のところでは、かならずヘルメットを着用します。

*現地解散：ストップ（9）旧幼稚園駐車場。JR洞爺駅、午後4時。

<個人見学のために>

なお、別途個人見学を計画される方は、以下の2点にご注意ください。

*この地域の観光見学以外の調査・視察にあたっては、（国立公園になっていますので）各種手続きが必要です。わからない人は、現地の公園事務所におたずねください。

*この見学コースの遊歩道（観光見学）以外の多くの地域は、2000年噴火の避難指示は解除されていますが、「緊急災害対策工事」や「災害復興事業」の工事が行われており、見学のための許可が必要です。その時々によって状況が変わりますので、詳しくは虻田町役場にお問い合わせください。

ストップ（1）：洞爺湖温泉街（国道230号線付近）

ここから、2000年噴火の金比羅山火口群を目前に見ることができます。正面左側、金比羅山西側山麓斜面にある大きな火口はK A火口、右手の火口はK B火口と呼ばれています（画像S1-A）。

金比羅山火口群は、2000年3月31日の最初の噴火の翌日（4月1日）水蒸気爆発を開始し、その後2001年6月に活動が終息するまで、水蒸気爆発は長期にわたって続発しました（図7）。

また、4月5日には、高温火山泥流（熱泥流）が金比羅山の火口から発生し、4月10日の朝までつづきました（図8）。最初は、木の実の沢から国道230号線の脇に沿う流路溝の中を流下しましたが、徐々に流路溝をあふれて市街地に流れ出し、温泉街の西側一帯に厚い泥流堆積物が堆積しました（図9）。画像S1-Bおよび画像S1-Cは、5月下旬と7



画像 S1-A：金比羅山火口群（左がK A火口、右がK B火口）。2000.5.27撮影。



画像 S1-C：金比羅山火口群周辺から流下する2次泥流。2000.7.17撮影。



画像 S1-B：金比羅山に近い市街地。2000.5.27撮影。



画像 S1-D：火口に近い民家の屋根。2000.7.17撮影。

月中旬に撮影されたもので、2次的な泥流が金比羅山火口群から流下した様子わかります。この周辺には、泥流堆積物が厚く堆積し、市街地でも場所によっては層厚1~2mに達しています。

この地域は、さらに噴石災害のツメ跡を残しています。噴石は、火口から直接弾道を描いて放出されます。金比羅山火口群のK A火口とK B火口から約500mの圏内にあたる場所では、画像 S1-Dのように、噴石の落下によって屋根に多数の穴が開きました。

ストップ(2): 金比羅山火口群

ここで、金比羅山火口群のK A火口とK B火口を見てみましょう。この2つの火口は、2000年山麓噴火では最後まで活発に水蒸気爆発を起こした火口です。

火口周辺のマウンドは、火山学では火砕丘と呼ばれています。火砕丘は、火口から放出された噴出物が火口周辺に厚く堆積してつくられます。その噴出物は、一般に、噴火を引き起こしたマグマが固まった本質物質か、あるいは火口直下の既存の岩石です。しかし、有珠山の山麓噴火の場合はどうでしょう？



画像 S2-A: 金比羅山火口群 K A 火口の水蒸気爆発。噴石とともに噴泥を放出。2000.11.1 撮影。



画像 S2-B: 金比羅山火口群 K A 火口の水蒸気爆発。火口底には多数の小火口ができていた。2000.11.6 撮影。

水蒸気爆発で放出される噴出物は、固い岩石だけではありません。噴石と一緒に、粘土を大量に含んだベトベトの噴出物が放出されています。画像 S2-A と画像 S2-B には、噴石とともに噴泥を放出している水蒸気爆発の様子が写っています。K A火口とK B火口の火砕丘は、ここでは「噴泥・噴石丘」の名前がぴったりです。

ストップ(3): 旧避難道路

ここは、噴火前の避難道路で、金比羅山から泉北地区に通じていました。有珠山北麓~北側外輪山(北屏風山)にかけて行われていた治山事業の作業道の入口にあたっています。

道路は、噴火開始直後からつくられた正断層群によって、ズタズタに寸断されています(図 11)。断層の走行は、あとで観察する西山火口群周辺の東西方向の正断層群とは異なっていて、北北東~北東方向に走っています。垂直変位(落差)の大きい正断層ができたところは、ガタンと落ち込んでいて、グラーベンができました(画像 S3-A および画像 S3-B)。



画像 S3-A: 金比羅山火口群の南西域にできた正断層群。最大落差は約 10m。右上に K A 火口。2001.5.2 撮影。



画像 S3-B: 旧避難道路を横切る正断層群。グラーベンをつくっている。2001.5.2 撮影。



画像 S4-A：泉北地区上空から西山火口群周辺の 2000 年潜在ドームを眺む。右上に虹田市街。隆起域は、西山火口群周辺から金比羅山火口群に細長く伸び、このため、国道 230 号線（泉北地区）に水溜まりができた。2000.6.30 撮影。

ちょっと先走って、ここで図 12 を見てください。金比羅山火口群と西山火口群の間には 2000 年潜在ドームができています（図 12）。潜在ドームは、次のストップ（4）から（8）までの間で、じっくり観察しますが、この旧避難道路の周辺は、北西～南西方向に「まゆ型」に伸びた形の潜在ドームのちょうど北東部分にあたっています。

ストップ（4）：泉北地区（「西山火口沼」駐車場）

ここから、遊歩道がはじまります。一般観光客の迷惑にならないように注意しながら、遊歩道に沿って見学します。

泉北地区での観察ポイントは、国道 230 号線を

水没させている水溜りです。地元の人たちは、これを「西山火口沼」と呼んでいます。実際には、この沼はどのようにしてできたのでしょうか？

もともと 2000 年噴火の前には、国道 230 号線は虹田方面に向かって南に緩やかな『下り』になっていました。それがどうでしょう。今では、沼の向こう側に潜在ドームができて隆起したために「せき止め湖」になったのです（画像 S4-A）。

2000 年潜在ドームの形成は、遅くとも 3 月 31 日の噴火直後にははじまっていたと考えられます。実際には、現地観測班による 4 月 3 日早朝のフライトで確認された「西山火口群周辺にできた正断層群の形成」によって、その北側に潜在ドームの生成がはじまっていたことを知りました。噴火直後はドームの成長スピードが速く、その隆起速度は 2-3



画像 S4-B：泉北地区にできた「西山火口沼」。正面の西山火口付近が、潜在ドームのピーク。2000.5.27 撮影。



画像 S4-C：遊歩道の途中で見られる北落ち正断層群。2001.4.8 撮影。

m/day であったと推定されています。潜在ドーム（最高点）の上昇量は、4月26日には約70mにたっていました（図12）。

今回の噴火でできた潜在ドームのピークは、国道230号線がもっとも隆起した正面の火口周辺です（画像S4-B）。そこは、噴火前には谷間になっていたのですが、いまではちょっとした丘に見えませんか？

さあ、それでは遊歩道をとって潜在ドーム（ストップ（5））に登ってみましょう。遊歩道の途中から、国道230号線沿いに建っている家を観察してください。北西側に傾いています。南西側が隆起したためです。

そもそも、皆さんがたどっている旧町道沿いの遊歩道も、もとは「下り坂」になっていました。今では「上り坂」ですね。潜在ドームの隆起地形が実感できるでしょうか？ 遊歩道の坂の途中で、手前側が落ち込む北落ち正断層群が観察できます（画像S4-C）。旧町道のアスファルトが階段状になっているので、すぐわかります。

ストップ（5）：西山火口群

さあ、2000年潜在ドームのピークです。ここでは、ゆっくりと西山火口群の火口見学を楽しみましょう。あちらこちらに火口ができていますね。近く



画像 S5-A：西山NB火口の火口底。2001.6.27撮影。



画像 S5-B：西山NC火口の火口底。2001.6.27撮影。

にある火口は、すべてが水蒸気爆発の噴火口です。

ピークの東側（西山側）にある大きな火口が、西山火口群のなかで最も活発だったNB火口です（図19）。この火口は、4月7日の水蒸気爆発で開口したあと半年間、断続的に噴火活動をつづけたました（図6）。水蒸気爆発が終息した後は、一年以上にわたって高温ガスをだしつつ、噴気ガスの温度は昨年夏には200℃近くあって、火口底にたまった粘土が赤桃色に焼けて固くなっていました（画像S5-A）。今年の火口底はどうでしょうか？

正面の断層崖に沿って細長く伸びた火口は、NC火口と呼ばれていました。4月9日の水蒸気爆発でできましたが、噴火は持続せず、熱泥水がたまって地獄谷のようになっていました。今でも、高温の噴気スポットは沸点以上の温度が観測されています（画像S5-B）。

ストップ（6）：地熱地帯

このストップは、西山火口群のなかでも、多数の正断層が集中的にできている部分に位置しており、潜在ドームの最高点（ピーク）のすぐ南側の断層沿いで、高温の地熱地帯になっています（図16-17）。

この地熱地帯ができたのは、最初の噴火から約一と月たってからで、当時の現地総合観測班のメンバーによる定時へり観測によって「急激な地熱地帯の



画像 S6-A：西山火口群の地熱地帯。2000.11.3撮影。



画像 S7-A：西山火口群の火口のすぐそばにある旧わかさいも工場。2001.4.8撮影。



画像 S8-A：国道 230 号線の南側から温泉街方面を眺む低空空撮．正面に 2000 年潜在ドーム．中央右手に N B 火口．左手の噴気は地熱地帯．国道 230 号線を横切って，東西方向に多数の正断層群ができています．2000.5.27 撮影．

拡大」が確認されています．その後この地熱地帯は，断層沿いに西北西に拡大し，現在のようになっています．

ところどころに，熱泥が突沸しているところを見ることができます（画像 S6-A）．遊歩道近くの高温スポットも沸点を越えていますので，噴気地点の地熱部を直接素手で触らないように注意しましょう．

ストップ（7）：旧わかさいも工場

地熱地帯から落差の大きな断層崖を降りると，もう一つの火口があります．火口のリムにそって，遊歩道沿いに旧わかさいも工場を見に行きましょう（画像 S7-A）．

注目点は，まず屋根の穴です．火口があまりにも近くにできたために，至近距離の火口から飛んできた噴石が落下してできた大きな噴石孔が多数開いています．ほぼ真上から落下していることがわかるでしょうか？

もう一つは，工場や周囲の建造物が壊れた原因です．噴石災害もそうですが，主要には断層による変形によって壊れているのがわかるでしょうか？ 旧わかさいも工場の南側にも，壊れた家が残っています．断層と建造物の位置関係に注目して観察してみてください．

ストップ（8）：旧国道 230 号線

さて，遊歩道を離れて，国道 230 号線に降りて

みます．（ここからの見学は，一般観光客にはできません）

画像 S8-A は，国道 230 号線の南側（虻田インターチェンジ側）の空中（低空）から，正面に 2000 年潜在ドームの丘を見たものです．国道 230 号線を横切って，東西方向に多数の正断層群ができてるのがわかります．このような規模の活構造を丸裸で観察できる場所は，ほかにはあまり知られていませんので，この際じっくりと観察しましょう．

断層に近づいてよく見ると，国道に沿って使われていたアスファルトや排水管などの建造物が断層崖に残っていますので，断層のセンスがわかると思います（画像 S8-B）．ほぼ平行に東西～西北西方向に走る正断層群が階段状に数 m オーダーの落差でできていて，「向こう側（北側）上がり」＝「手前（南側）落ち」になっています（画像 S8-B）．逆に，南側には，北側が落ちる正断層があり，この正断層群はグラーベンをつくっていることがわかります．

一般に，グラーベンは，2つの向かい合った正断層の間のブロックが陥没して溝ができたものと説明されています．ここのグラーベンはやや違っていません，ここで，全体をじっくり見てみましょう．全体的な変位は，北側と南側で対称的ではありません．西山 N B 火口にむかって「北側上がり」の正断層が多数できていますので，このグラーベンは向かい合った対の正断層の中央部が単純に陥没したのではなく，相対的に北側がより高く持ち上がっていることがわかります．

もう一度，図 12 を見てください．このストップ（8）の位置は，2000 年潜在ドームの南端に近く，

ちょうど最大隆起部（ストップ（5）付近）の南側にあたっています。すなわち、北側の断層崖の上にあるNB火口の周辺が、潜在ドームの頂上にあっているのです。

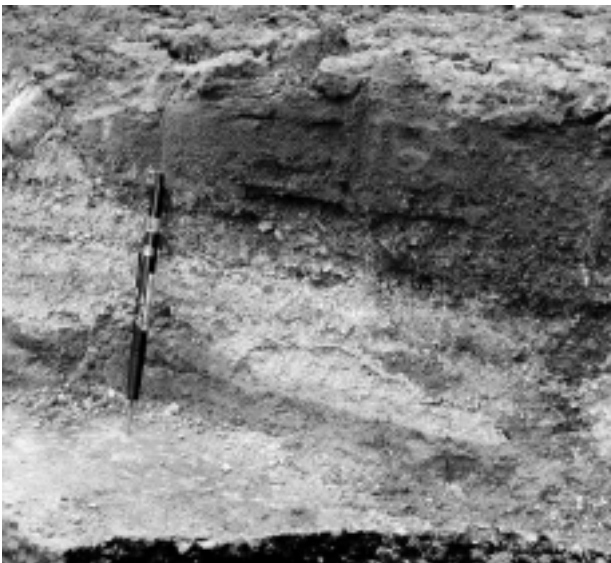
さて次に、2000年噴火の最初の軽石噴火（3月31日13:07~14:52）の噴出物を見てみましょう。まず、火口ですが、2000年3月31日軽石噴火の火口が見えるでしょうか？

図20に331火口と書かれています。331火口は、西山の西側斜面、西西山潜在ドーム（図10のNC D-1で、形成年代不明）の西側山腹にポツカリ開いている穴です。複合火口になっていて、噴火当時（3月31日13:07~14:52）複数のベントから軽石噴火が起きました。一度に5つのベントから噴煙柱が立ち上っている記録画像も残されています。

軽石噴火の噴出物（Us-2000-331）は、この辺りで層厚約15cm程度です（図2）。噴出物の堆積断面は、ここで容易に観察できます。国道230号線のアスファルトの上の堆積物を、ショベルで削って観察しましょう（画像S8-C）。噴出物の堆積断面は、画像S8-Cのように主に2層になっていて、



画像 S8-B：2000年潜在ドーム南側の正断層群。旧国道230号線が階段状になっている。2001.4.8撮影。



画像 S8-C：灰白色の下半部が2000年3月31日の軽石噴火の噴出物（Us-2000-331）。2000年デイスaitoを含む。上半部は水蒸気爆発堆積物。2001.6.21撮影。

アスファルト直上から灰白色の下半部が3月31日の軽石噴火の噴出物です。暗灰色の上半部は、軽石噴火の直後から開始した水蒸気爆発の噴出物です。最上部は、細粒火山灰で覆われていますが、これは主に2000年秋までつづいたNB火口の水蒸気爆発噴出物です。

2000年噴火の冒頭に発生したこの軽石噴火は、デイスaito質マグマによって引き起こされました（図3~5）。今回の山麓噴火では、小規模ではありましたがこの軽石噴火が起こったので、私たちは2000年のマグマの放出物（軽石）を手に入れることができました。1910年の明治新山をつくった山麓噴火のマグマの本質物質を、いまだ私たちは入手していませんので、ここで観察する2000年デイスaito質軽石のサンプルは、とても貴重です。331噴出物を良く観察すると、大小さまざまな軽石が含まれています。小粒でも稀に最大で2cm以上の軽石もみつかります。

ストップ（9）：旧幼稚園（駐車場）

さて、遊歩道の終点です。この幼稚園は、2000年噴火の最初の軽石噴火（3月31日13:07~14:52）の際に、大量の大型噴石が着弾して被害を受けました。幼稚園は、331火口から西北西に約650m



画像 S9-A：幼稚園の噴石災害。庭に落ちている岩石ブロックは3月31日の噴石。2000.11.5撮影



画像 S9-B：幼稚園周辺の旧町道、地殻変動によってズタズタになっている。2000.11.5撮影

の位置にあります．ここでは，火山噴火による噴石災害を観察します．図 20 を見て，位置関係を確認しましょう．

幼稚園の屋根や壁に大きな穴が開いていますが，これは噴石の落下孔です．時間に余裕があれば，ぜひ幼稚園の庭を見てみましょう．庭の中に落ちている岩石ブロックは，全てが 331 火口から飛んできた噴石です（画像 S9-A）．この時の映像は，報道関係のビデオに収録されていますが，皆さんも噴石が着弾したときの様子を思い浮かべてみてください．集中砲火を受けている様子がわかるでしょうか？ 画像 S9-C 右上の大きな 331 火口が，この噴石の放出火口です．

この時の噴石のサイズは，最大直径が 60cm です．噴石の多くは，玄武岩や安山岩で，これらは噴火前に 331 火口直下にあった既存の岩石です．多くが斜長石斑状玄武岩（有珠山外輪山溶岩）で，よくみると斜長石斑状輝石安山岩（有珠山の基盤の岩石）もみつかります．

ところどころに，地面に数 10cm～2 m の穴が開いていて，中に噴石が着地したまま残っているものもあります．これは，噴石着弾のときにできたインパクトクレーターです．クレーターは一般に楕円形になっていて，その伸長方向は噴出地点（331 火口）を向いています．実際に，自分の目で確かめてみましょう．



画像 S9-C：2000 年 4 月 3 日の西山火口群．右上の大きな火口が 3 月 31 日に軽石噴火を起こした 331 火口．西山西側山腹から旧わかさいも工場の周囲にかけて，すでに北落ちの正断層ができていた．2000.4.3 朝 9 時過ぎに撮影．