

樽前火山地質図

GEOLOGICAL MAP OF TARUMAE VOLCANO

1:30,000

古川竜太*・中川光弘**

Ryuta FURUKAWA* and Mitsuhiro NAKAGAWA**



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

2010



* 地質情報研究部門

** 北海道大学大学院理学研究院

1. はじめに

樽前火山は後支笏カルデラ火山のひとつであり、約9000年前に活動を開始した新しい火山である。樽前火山は17世紀以降、少なくとも6回のマグマ噴火をおこなっている活動的火山である。西暦1667年と1739年の噴火は樽前火山の活動史を通じて最大規模であり、これらの噴火が周辺の社会環境に与えた影響は大きかったはずであるが、詳細な記録は残されていない。樽前火山は1909年(明治42年)の噴火以来、マグマを噴出する噴火をしていない。ともに17世紀以降に活発化した有珠・北海道駒ヶ岳火山が21世紀に入っても活発に噴火活動を続けているのに比べると対照的である。しかし地震・地熱活動はともに活発である。ここでは中長期的活動予測に資することを目的として、樽前火山の地質と噴火史をまとめた。なお樽前山の英文表記はTarumaiとして使われることが多い(Tanakadate, 1917; 土居, 1957; 曾屋・佐藤, 1980; Simkin et al., 1981)、これは江戸時代から「たるまい」と記録されたことによる(例えば、松前年々記)。一方で、国土地理院の地形図及び気象庁(2005)の表記は「たるまえ」となっている。本火山地質図では国土地理院及び気象庁に従い、樽前の英文表記をTarumaeとするが、従来の研究との整合性を保つため、必要に応じてTarumaiを付記する。放射性炭素年代は、暦年較正を適用し、ka(cal.)と表記する。年月日はアラビア数字が新暦(グレゴリオ暦)、漢数字が旧暦での表記である。

2. 樽前火山周辺の地質

樽前火山は北側で風不死火山及び支笏湖と接する。東から南西側の広い範囲では支笏カルデラ起源の火砕流堆積物を覆い、南西側の一部で新第三系の堆積岩及び火山岩を直接覆う。新第三系はモラップ山南面及びシシャモナイ沢上流では後期中新世の泥岩及び砂岩が露出する(土居, 1957)。モラップ山、多峰古峰山などには鮮新世の安山岩が分布する。これらの岩体と同時期と考えられる支笏湖畔東岸の紋別岳(地質図外)デイサイト溶岩のK-Ar年代は 2.5 ± 1.4 Maである(渡辺, 1993)。

支笏湖は長径12km、短径6kmの蘭型のカルデラ湖である。支笏カルデラの最初の活動はおよそ60ka、もしくはそれより古く、降下火砕物(Ssfa)と火砕流(Ssfl)を噴出した。スコリア流堆積物の分布はカルデラ南側に偏っており、カルデラの南部に噴出中心があった可能性がある。さらに40～45ka頃には最大規模のカルデラ形成噴火をおこない、マグマ水蒸気噴火、

プリニー式噴火から大規模火砕流を発生した(勝井, 1959; 山縣, 1994; 町田・新井, 2003)。プリニー式噴火の噴出口はカルデラのほぼ中央で、火砕流発生時にはカルデラ南西部まで火口が拡大したか、新たに開口した(Yamagata, 1991)。プリニー式噴火の降下軽石及び火山灰は道南側方を除く北海道全域を覆う。火砕流は全方向に流出し、北東から南西側にかけて火砕流台地を形成した。火砕流噴火の直後に比較的小規模な降下軽石(En-c)を噴出した(山縣, 1994)。これらの一連の噴火で径12×14km、北西-南東方向にやや伸びた楕円形の支笏カルデラを形成した。カルデラ形成時の噴出量は 375 km^3 ($140 \text{ km}^3 \text{ DRE}$:緻密岩石相当体積)と推定される(山縣, 2000)。

後カルデラ火山群:支笏カルデラの形成後、カルデラ内に恵庭、風不死、カルデラ壁上に樽前の3つの後カルデラ火山群が活動した。

カルデラ南部で活動した風不死火山は山体の径6km、比高約1200mである。山体の中心部には厚い溶岩流と溶岩ドーム群が、山麓部には火砕流及び再堆積物が分布する。山麓部の火砕流堆積物は、中心部の溶岩ドームや溶岩流の先端部が崩壊することによって発生した。およそ25～26ka(cal.)の恵庭b降下軽石堆積物(n.En-b)は従来恵庭火山由来とされてきたが、軽石の岩石学的性質及び等厚層線の形状から風不死火山起源とされた(中川, 1993)。n.En-bが新鮮な安山岩溶岩の類質岩片を含むことから、風不死火山は26ka(cal.)以前に活動を開始していた可能性が高い。

恵庭火山はカルデラ北西部で活動した。およそ19～21ka(cal.)には恵庭a降下軽石(En-a)を噴出した(町田・新井, 2003)。しかしEn-aが新鮮な安山岩溶岩の類質岩片を含むことから、それ以前に活動を開始していた可能性が高い。最新のマグマ噴火は約2000年前である(中村, 1973)。最新の噴火は17～18世紀に少なくとも3回の水蒸気噴火で山頂火口群を形成し、既存の山体の一部は岩屑なだれとして支笏湖に流入した(中川ほか, 1994)。

3. 樽前火山の地形

樽前火山の山体は溶岩ドーム(標高1041m)、火砕丘及び火砕流堆積物の作る山麓緩斜面からなり、山体体積は約 1 km^3 である。山頂部は支笏カルデラ壁の南縁付近の上であり、山頂北東側の大から沢で標高約400m、南側の樽前川で400～700m付近に基盤の支笏スコリア流堆積物が露出することから、山頂付近ではおよそ400～600m前後の高さのカルデラ壁が伏在していると推定できる。よって山頂東側の東山(1023m)付近では600

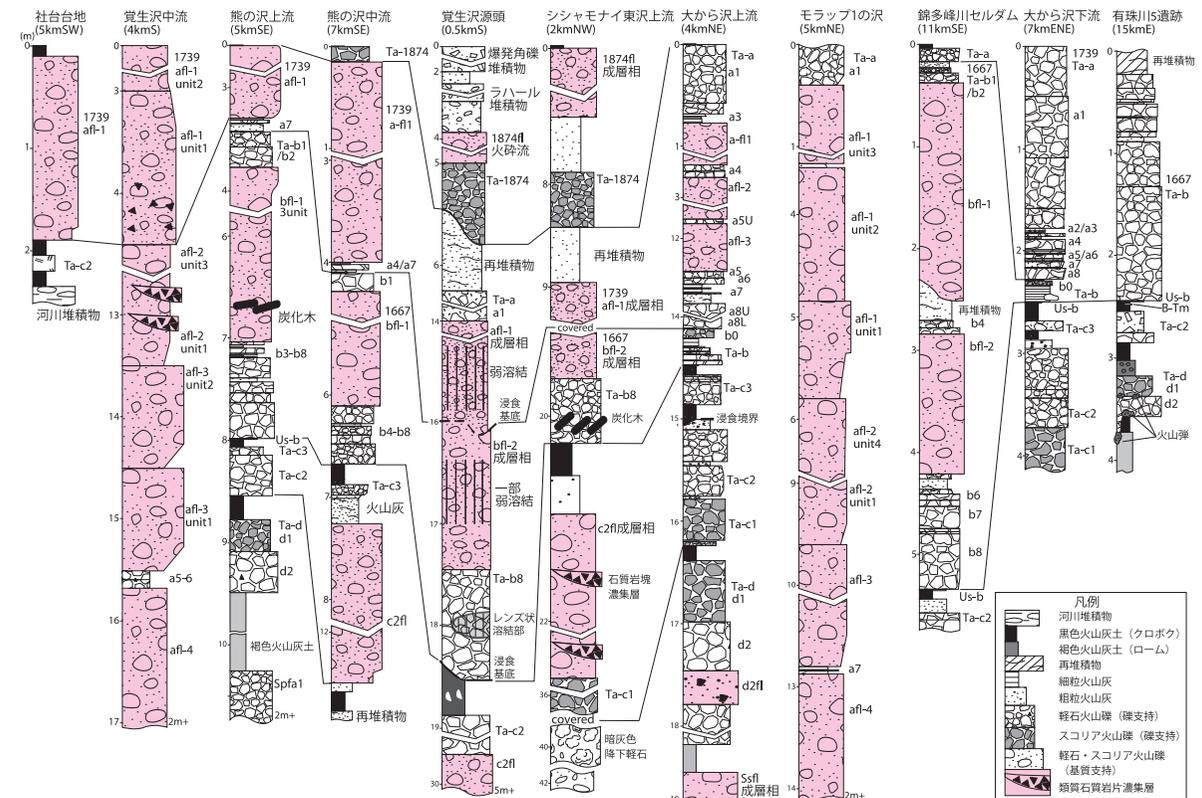


表1. 樽前火山のマグマ噴火活動史.

活動期	年代	降下火砕堆積物(略称)	火砕流堆積物(略称)	溶岩	噴出量(km ³)	総噴出量(km ³ DRE)	既存研究(石川ほか,1972など)
第3活動期	1909年(明治42年)	3月30日, 4月12日に火山弾放出		溶岩ドーム2	0.02	0.02	最新期 円頂丘溶岩II
	1883年(明治16年)			中央火口丘南麓に小丘(50×20m)	0.00001**	0.00001	
	1874年(明治7年)	樽前1874降下火砕堆積物(Ta-1874)	樽前1874火砕流堆積物(1874f)	(溶岩ドーム1の破砕)	1874f: 0.006 Ta-1874: 0.5	0.2	樽前1874降下軽石, 中央火口丘降下スコリア・スコリア流堆積物
	1867年(慶応三年)	中央火口丘		溶岩ドーム1	?	?	円頂丘溶岩I
	1804-1817年(文化年間)	樽前1804-1817降下火砕堆積物(Ta-1804-1817)			Ta-1804-1817: 0.08*	0.03	樽前1804降下軽石
	1739年(元文四年)	樽前a降下火砕堆積物(Ta-a), フォールユニットTa-a9からTa-a1	樽前a火砕流堆積物(下位af-4からaf-1)		Ta-a: 3.9 af-1: 0.2 af-2: 0.4	1.6	Ta-a期 樽前a降下軽石堆積物, af-1, af-2軽石流堆積物
第2活動期	2.0ka	樽前c3降下火砕堆積物(Ta-c3)	?	?	0.05	0.03	Ta-c期 フォールユニットc2 フォールユニットc1
	2.5ka	樽前c2降下火砕堆積物(Ta-c2)	樽前c2火砕流堆積物(c2f)	?	Ta-c2: 3.8 c2f: 0.3	1.4	
	2.5ka(Ta-c2と数十年の時間間隙)	樽前c1降下火砕堆積物(Ta-c1)	樽前c1火砕流堆積物(c1f)	?	Ta-c1: 0.2 c1f: 0.1	0.14	
第1活動期	9ka	樽前d降下火砕堆積物(Ta-d), 下位降下軽石d2, 上位降下スコリアd1(噴出初期に火山弾をともなう)	樽前d火砕流堆積物(d2f)	?	Ta-d1: 0.9 d2f: 0.02 Ta-d2: 2.8	1.4	Ta-d期 フォールユニットd1, d2

*火口から2km以上の範囲の分布は藤崎(1980MS)を参照して推定
**直径50m高さ20mの円錐と仮定

~400m程度が火山体の厚さとなる。火口西側の西山(995m)は山麓で鮮新世の安山岩が露出し、開析された地形を持つことから、鮮新世の火山体と、その表面を覆う厚い降下火砕堆積物からなると推定できる。火砕丘は20度前後の傾斜面をもち、厚い降下火砕堆積物と成層した火砕流堆積物からなる。火砕流堆積物のつくる山麓部は傾斜5°前後の単調な緩斜面をなしており、北及び北西側の緩斜面は支笏湖面下まで伸びている。火砕流堆積物の表面にはロープや条溝など流走方向を示す微地形が保存されている。火砕丘の頂部は直径1.4×1.2kmの大型の火口で、南東側内壁の傾動による二重山稜地形がある。火口内部は中央火口丘と呼ばれる平坦な火砕丘が火口を埋積しており、その中央には最大径約450m、比高約120mの溶岩ドームがある。

4. 樽前火山の活動史

活動史の概要:樽前火山はおおよそ9000年前に活動を開始した。噴火活動を1000年以上の休止期間をもって区分すると、3つの活動期からなる(表1)。第1活動期はおおよそ9000年前、第2活動期はおおよそ2500~2000年前、第3活動期は1667年(寛文七年)から現在に至る歴史時代からの活動である。山麓地域における噴出物の層序関係と模式層序を図1, 図2に示す。なお噴出物の記載においては、Ta-a, Ta-bなどの先行研究による名称を可能な限り継承した。

第1活動期

2回のプリニー式噴火をおこない、小規模な火砕流を発生した。活動期の総噴出量は3.8km³である(図2-1)。プリニー式噴火の堆積物は樽前d降下火砕堆積物(Ta-d)で、下位の岩相ユニットTa-d2と、上位のTa-d1からなる。両者の間に時間間隙を示す証拠はない。Ta-d2は軽石の比重0.4~0.6の発泡のよい赤褐色軽石を主体とする。火口から4kmの範囲内では、Ta-d2降下軽石中に火砕流堆積物(d2f)が挟在する。層厚30cmから1m前後で、成層構造が発達する。降下軽石と同質な赤褐色軽石火山礫からなる。上位のTa-d1は比重1.6~1.8の灰色スコリア火山礫からなる。粗粒なスコリアは丸みを帯びた外周部と湾入部を持つカリフラワー状の形態を示すものが多い。火口から東南東約15kmの苫小牧市有珠川5遺跡(地質図外)ではTa-d1直下の層準に火山弾が産出する(古川ほか, 2008)。Ta-d2直下の炭化木片から約10ka(cal.) (佐藤, 1971), Ta-d2直下の炭化植物片及び灰色火山灰土から8.7~9.2ka(cal.)の年代値が得られている(古川ほか, 2006)。

第2活動期

およそ6500年間の休止期を経た第2活動期では、3回のプリニー式噴火が短い休止期をはさんで起こった(図2-2)。活動期の総噴出量は4.6km³である。最初期の樽前c1降下火砕堆積物(Ta-c1: 曾屋・佐藤, 1980など)は暗灰色スコリア火山礫からなり、スコリアの比重は1.6~1.8である。c1f火砕流堆積物はTa-c1中に挟在し、同質なスコリア質粒子からなる。層厚は1m以下で斜交層理を示し、火口の北側, 5km以内の範囲に分布する。その上位の樽前c2降下火砕堆積物(Ta-c2: 曾屋・佐藤, 1980)は褐色軽石火山礫を主体とする。樽前火山周辺に広い範囲ではTa-c2は下位のTa-c1降下スコリアを直接覆うが、給源から30km程度離れた低湿地などの

土壌発達条件の良い場所では、厚さ2cm未満の茶褐色土壌が挟在する(鈴木, 1994)。このことから樽前c1噴火とc2噴火の時間間隙は地質学的に短い期間で、およそ数10年から100年以内と推定できる。樽前c2降下火砕堆積物は粒径変化から6つの岩相ユニットに区分できる。本質噴出物の褐色軽石は比重0.6~1.0で、上位ほど発泡度が低く、灰色軽石が増加する。最上位の火山灰からなるユニットは火口から30km以上の範囲に分布する。下位のユニットでわずかに普通角閃石を含む。火口から半径6kmの範囲ではTa-c2中にc2f1火砕流堆積物が挟在する。灰色軽石及び暗灰色スコリア岩塊を多く含む。Ta-c2の噴火年代は直下の黒色火山灰土及び泥炭層から2.5ka(cal.)前後の年代値が得られている(鈴木, 1994など)。次に噴出した樽前c3降下火砕堆積物は細粒な褐色軽石火山礫を主体とする。火口から15km以内の範囲で見つかり、現在の樽前山頂付近に向かって粗粒化・厚層化する(図3-2)。Ta-c2との間に褐色の土壌を挟み、上下の噴火堆積物の年代と挟在する土壌の厚さから噴火年代は2ka頃と推定される(古川ほか, 2006)。

第3活動期

1667年以降の活動を第3活動期とする。1667年と1739年には規模の大きなプリニー式噴火が発生した。19世紀以降は噴火の規模が減衰するものの、70回以上の噴火が記録されている。

1667年(寛文七年)の噴火:樽前火山から約150km南の下北半島由名部での記録によると、9月23日午後8時過ぎに鳴動が4~5回あり、翌24日から26日まで断続的に噴煙が上がり、周囲は霞がかかったようになった(古川ほか, 1997)。この噴火で樽前b降下火砕堆積物(Ta-b)が東方に広く堆積し、山麓には火砕流が堆積した。この噴火の総噴出量は2.9km³である。樽前火山の南側ではTa-bが1663年に噴出した有珠b降下火砕堆積物(Us-b)をごく薄い火山灰土または植物片を挟んで覆う。降下火砕堆積物は10層の岩相ユニットからなり、上位ほど発泡が悪く、灰色軽石及びスコリア火山礫を多く含む(図2)。火砕流堆積物は降下火砕堆積物中の2層準に挟在する。下位のb1-2火砕流堆積物は白色~灰色の軽石岩塊及び火山礫を多く含む塊状の火砕流堆積物である。降下火砕堆積物のユニットTa-b5は降下火山灰および細粒の降下軽石からなり、b1-2と同時異相関係にある。上位の火砕流堆積物b1-1は暗灰色の軽石・スコリア岩塊及び火山礫を多く含む。降下火砕堆積物のユニットTa-b3は桃灰色の火山灰混じりの降下軽石で、b1-1と指交関係にある。錦多峰川下流の口無沼、樽前川下流の森田沼などはb1-1により形成された堰き止め湖である可能性が高い。苫小牧市東部の沼の端(地質図外)では樽前b降下火砕堆積物に埋積された丸木舟が発見された(苫小牧市, 1966)。降下火砕堆積物の分布域では樹木の年輪幅に影響を与えた(Oka and Takaoka, 1996)。

1739年(元文四年)の噴火:8月16日に地震があり、18日から30日にかけて噴火が断続的に続いた。そのうちの2~3日間は周辺が暗くなるほどの降灰があり、噴火の末期で特に鳴動が強かった(石川ほか, 1972など)。この活動では樽前a降下火砕堆積物が北東方に広く堆積し、山麓には火砕流が流下した。この噴火の総噴出量は4.5km³である。降下火砕堆積物は9層の岩相ユニットからなり、最下位のユニットTa-a9は小規模な降下火山灰である。引き続きユニットTa-a8はスコリア及び灰色軽石火山礫に富むが、

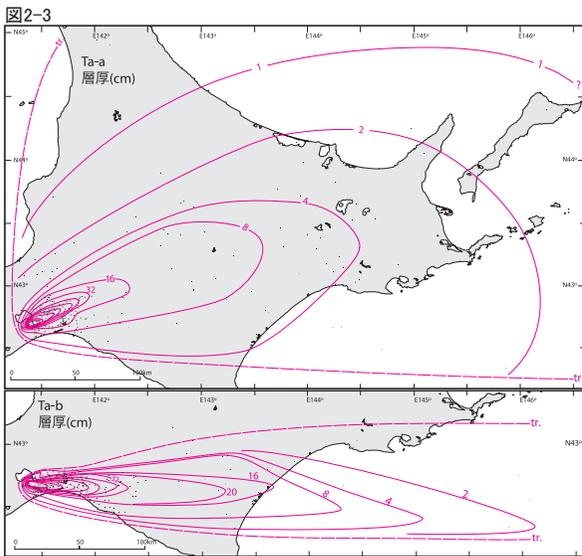
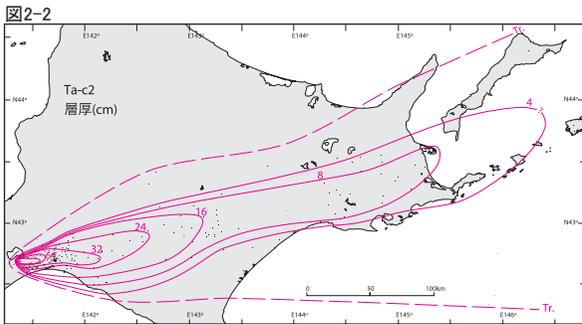
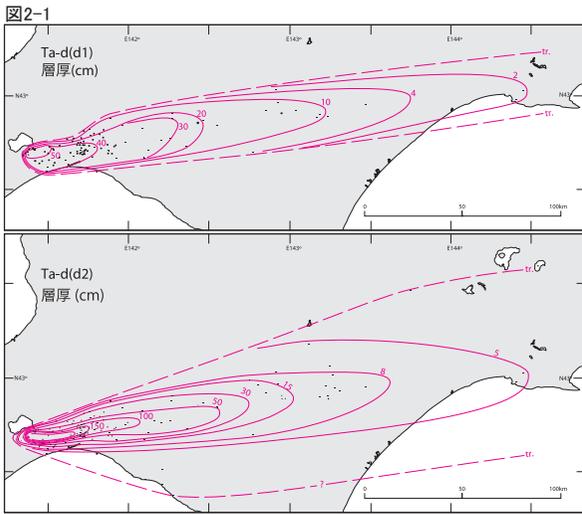
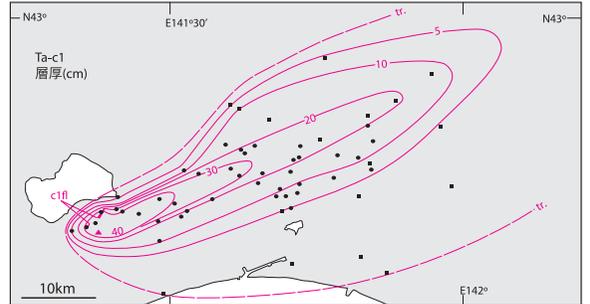
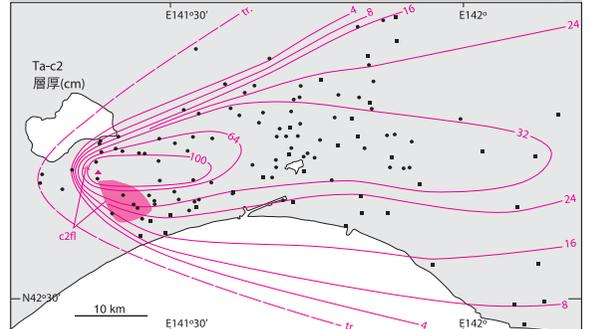
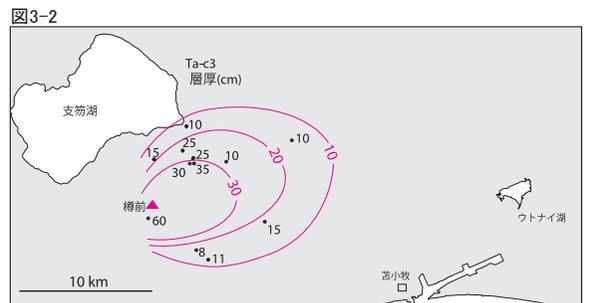
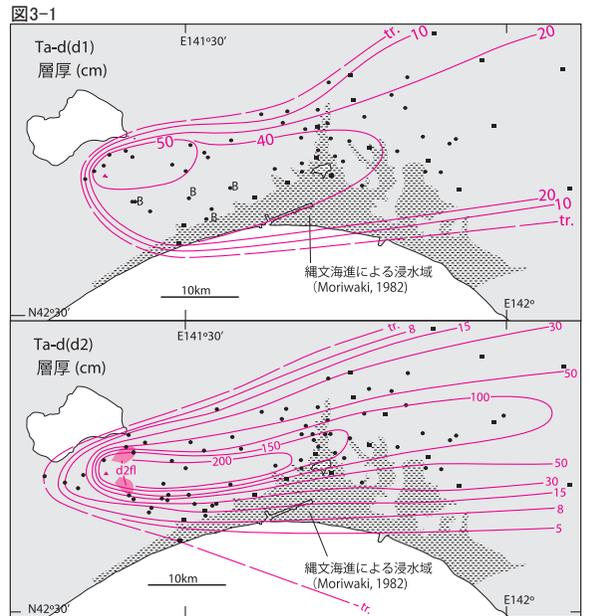


図2-1～3. 降下火砕堆積物の広域分布。tr. は肉眼で降下火砕堆積物を確認できる範囲を示す。黒点は層厚測定地点（古川・七山 2006；古川 2005 及び文献に基づく）。

それより上位のユニットは白色軽石火山礫及び火山灰が主体となる。最上位のフォールユニットTa-a1は軽石の発泡が悪く結晶を多く含むことが特徴で、分布・層厚ともにTa-a中で最大である。このことは噴火末期に最大規模の鳴動が記録されていることと調和的である。火砕流堆積物は火口から10kmの範囲に分布し、降下火砕堆積物中の4層準(afl-4～afl-1)に挟在する。afl-4及びafl-3は天から沢上流、覚生沢など火口から6kmの範囲に塊状相が分布し、その周辺部に粗粒火山灰主体の成層相が分布する。いずれも白色軽石を主要な構成粒子とする。afl-4は遠方では火山灰主体の降下火砕堆積物ユニットTa-a7に漸移する。afl-2は火口から7kmの範囲に塊状相が分布し、大から沢上流、覚生沢などで層厚10m以上と



なり、灰色軽石を多く含む特徴がある。afl-1火砕流堆積物は火口から10kmの範囲ではほぼ全方位に流下している。白色軽石を主要構成粒子としており、塊状相はほぼ全域で2～3mの層厚で堆積している。afl-1は火砕丘斜面では長周期の斜交層理を示し、デューン地形を形成している。afl-1は遠方では降下火砕堆積物のユニットTa-a3に漸移する。afl-1～afl-3火砕流は北麓及び北西麓で支笏湖に流入しており、モラップ湖岸及び風不死火山北西麓には、厚さ1m以上の細粒火山灰からなる再堆積物が分布

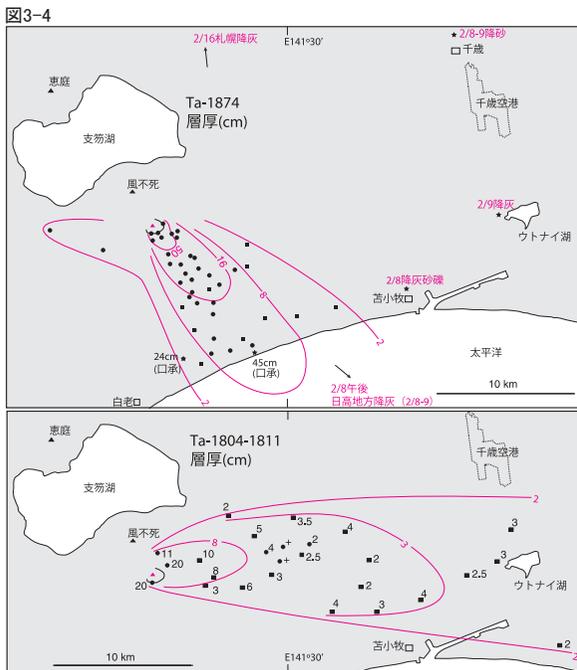
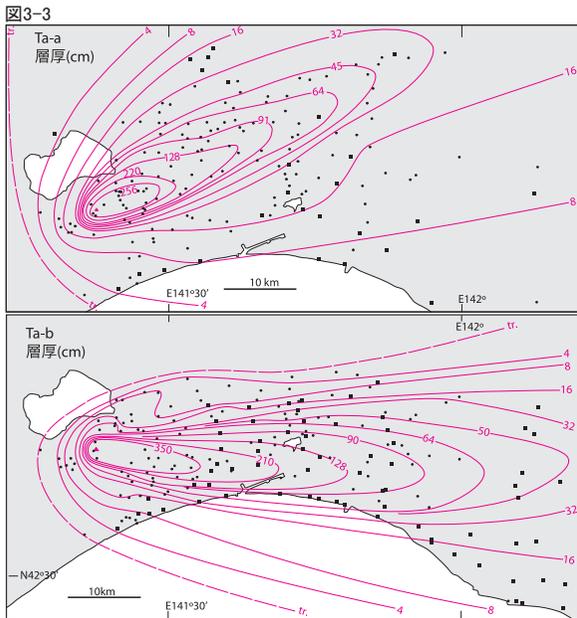


図3-1～4. 山体近傍域における降下火砕堆積物の層厚分布。図3-1のハッチ部分は縄文海進期の最大浸水域 (Moriwaki, 1982) を示す。Bfは火山弾を伴う地点。

する。モラップ湖岸には径5m以上の新鮮な褐色白色軽石岩塊の転石があり、湖水に流入したaf1-1火砕流から洗い出された軽石岩塊が漂着したものであろう。1799年(寛政十一年)頃、樽前山付近を通過した渋江長伯の絵画、及び1804年(文化元年)刊行の『日本名山図譜』では、樽前山の山頂部に溶岩ドームや噴気は描かれていない。よって1739年噴火で溶岩ドームは形成されず、小規模な活動も続いていなかった(石川ほか, 1972)。北半球では1740年に樹木年輪密度の変化があり(Briffa et al., 1998)、1739年の噴火が地球規模の気候変動に影響した可能性を示す。

19世紀以降の噴火活動:19世紀以降には70回以上の噴火及び活動記録があり、少なくとも5回の噴火ではマグマ物質を放出した。19世紀以降に噴火堆積物をもたらしたものの、明確な表面現象があったものについて、表2にまとめ、山頂部における火口地形等の変遷を図に示す。1804～1817年(文化年間)の噴火では細粒の降下火砕堆積物(Ta-1804-1817)が噴出した。噴火の詳細は記録されておらず、文化年間のある時期に噴火があったという伝聞があり(石川ほか, 1972)、現在は火口北東側2km以内で

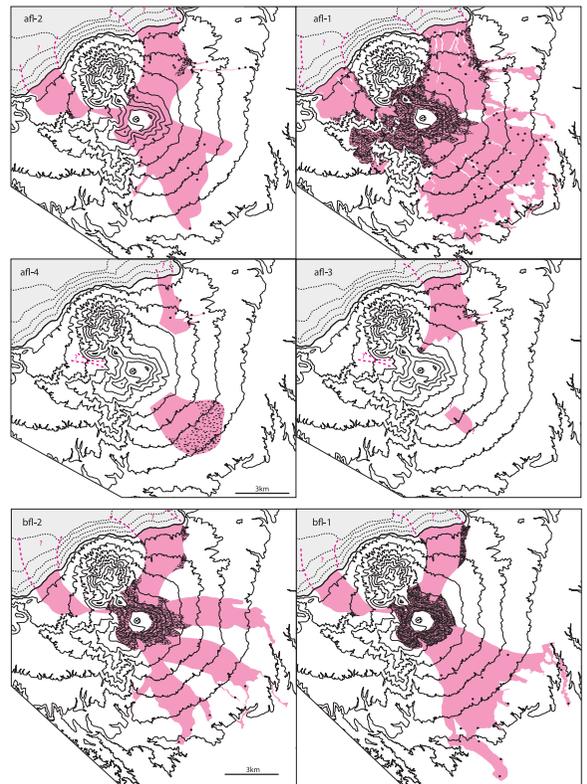


図4. 第3活動期火砕流堆積物の分布図。赤色部は火砕流堆積物塊状相、打点部は成層相、黒丸点は露頭地点を示す。等高線100m間隔の地形図上に表示。

散点的に確認できるのみである。1867年の噴火では白老で厚さ5～9cmの降灰・降礫が記録されているが、堆積物は見つかっていない。1874年の噴火直前には火口内に平坦な火砕丘と小型の溶岩ドームが存在していたとされることから、中央火口丘及び溶岩ドーム1の形成を1867年に対比する。1874年の噴火では中央火口丘内にあった溶岩ドーム1が破壊され、降下火砕物(Ta-1874)と火砕流(1874f)を噴出した。1874fは火口北西側ではスコリア岩塊及び火山礫を主体としているが、北東から南側にかけては白色～灰褐色の軽石を主体としており、舌状の末端崖を形成していることが多い。1883年の噴火では降灰と中央火口丘の南麓に小丘を形成した。小丘が溶岩か火砕丘かは不明であるが、1894年の噴火までの間に消滅した。この間に中央火口丘の火口はおよそ550mまで拡大した。1909年は3ヶ月間小規模な噴火及び鳴動が断続し、2回の爆発的噴火があり、火口近傍に火山弾と、比較的広範囲に降下火砕物を分布させた。4月17日午後には鳴動と噴煙が弱まった頃から溶岩ドームの噴出が始まったらしく、火映が目撃された。19日には山頂部に小丘が出現しているのが目撃され、4月23日と5月2日の現地観測で測量された。この溶岩ドームは4月17日から4月23日までに大半が形成され、その後ゆっくりと5月2日まで成長を続けていたらしい。その後、小規模な爆発によって溶岩ドームの東南部から中央火口丘に伸びるオールドフェイスフル列隕(割れ目火口)が形成された(Tanakadate, 1924)。1917年の調査では溶岩ドームの比高が低下し、北西側の崖錐に段差ができていた。1917年以降は北東-南西方向の列隕が形成され、さかんに降灰した。1926年10月30日の噴火は噴煙高度2km程度であったが、オホーツク海沿岸まで広範囲に降灰した(石川ほか, 1972)。1944～1955年、1979年～1981年の活動は火口付近での降灰や小規模な泥流が主体であった。1978年5月14日にはA火口から火山灰を噴出し、支笏湖岸で降灰した。220℃以上の粉体流が火口から約100m流下した(勝井ほか, 1979)。2001年及び2003年には火口の最高温度が600℃を超える時期があり、2002年と2003年にはA火口から土砂を噴出した(気象庁, 2005)。

5. 樽前火山噴出物の岩石学的特徴

樽前火山の噴出物は安山岩～デイサイト質の火砕物が中心で、軽石が卓越し、そのほかに灰色軽石や玄武岩質安山岩のスコリア、そして縞状軽石を産する。その中でTa-d2、Ta-c1、Ta-b0及び19世紀の噴出物ではスコリアが大部分を占める。19世紀以降の噴火では溶岩ドームが形成され

表3. 樽前火山噴出物の主成分化学組成。試料採取地点は地質図に表示。地質図外の採取地点；2*苦小牧市高丘第2畫圖，5**苦小牧市有珠の沢上流。

採取地点	1	2*	3	4	1	1	5**	6	5**	1	7	1	1	1	8	9	10
噴火層序	Ta-d	Ta-d	Ta-c	Ta-c	Ta-c	Ta-c	1667	1667	1667	1667-1739	1739	1739	1739	1739	1804-1817	1874	1909
ユニット	d1	d2	c1	c2	c2	c3	b1	b-fl2	b6	b0	a1	a-fl2	a-fl2	a8	Ila0	IIla-0	dome
性状	スコリア	白色軽石	スコリア	灰色軽石	白色軽石	スコリア	白色軽石	スコリア	白色軽石	スコリア	白色軽石	白色軽石	スコリア	縞状軽石	白色軽石	スコリア	溶岩
SiO ₂	52.23	61.91	56.11	61.08	62.49	57.63	61.8	59.8	61.79	54.49	61.99	61.72	55.64	59.87	61.32	56.57	59.75
TiO ₂	0.73	0.82	0.67	0.05	0.62	0.73	0.61	0.65	0.63	0.74	0.6	0.63	0.73	0.66	0.62	0.73	0.71
Al ₂ O ₃	20.16	18.08	19.76	16.80	16.92	17.73	16.43	16.98	16.4	17.67	16.42	16.37	17.19	16.62	16.61	16.65	16.34
Fe ₂ O ₃	9.86	7.84	8.31	8.08	7.28	9.18	7.16	8.28	7.57	10.83	7.15	7.46	10.46	8.31	7.07	9.99	9.01
MnO	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.16	0.14	0.15	0.15	0.19	0.14	0.15	0.19	0.16	0.14	0.18	0.17
MgO	4.23	1.60	2.93	3.21	2.74	3.65	2.49	3.16	2.66	3.91	2.58	2.69	3.79	3.01	2.58	3.81	3.45
CaO	9.47	5.47	9.23	7.15	6.37	7.44	6.55	7.53	6.57	9.13	6.52	6.74	8.75	7.33	6.63	8.13	7.27
Na ₂ O	2.06	2.97	2.62	2.76	2.77	2.39	2.98	2.84	2.97	2.18	3.07	2.22	3.1	2.75	3	2.73	2.84
K ₂ O	0.37	0.80	0.52	1.08	1.24	0.87	1.26	1.05	1.22	0.63	1.26	1.22	0.64	1.03	1.23	0.81	0.99
P ₂ O ₅	0.08	0.18	0.08	0.08	0.05	0.08	0.09	0.1	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.1	0.11
合計	99.38	99.83	100.40	100.44	100.64	99.87	99.5	100.53	100.05	99.85	99.72	99.28	100.56	99.82	99.27	99.69	100.65

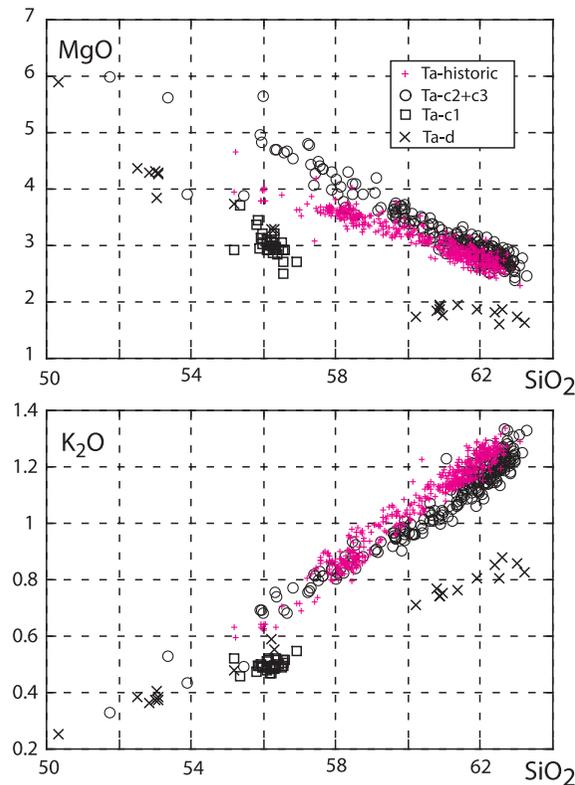


図6. 樽前火山噴出物の主成分化学組成ハーカー図

たが、それ以外の噴火では溶岩は確認されていない。軽石やスコリアはTa-d2噴出物を除いて、斑晶量が20%以上の斑晶に富んだ安山岩～玄武岩で、主要な斑晶鉱物として斜長石、斜方輝石、単斜輝石及び鉄チタン酸化物を含み、苦鉄質側ではこれに加えてかんらん石が含まれる。またTa-c期では、それらに加えて普通角閃石斑晶が認められることがある。Ta-d2噴出物のスコリアは、樽前火山では特徴的に斑晶に乏しく、5%以下である。

樽前火山で最も卓越する噴出物はSiO₂=60～63%のデイサイトに近い組成の安山岩であるが、特にTa-c2やTa-b及びTa-aでは安山岩～玄武岩質安山岩の噴出物も少量伴う。また第2及び第3活動期の後半の噴火での噴出物では、主としてSiO₂が60%以下の安山岩から構成されるようになる(表3)。それぞれの活動期あるいは活動期内のユニットで見ると、噴出物はハーカー図上で直線的なトレンドを描き、それらは互いに区別できる。Ta-d1噴出物はSiO₂=50.5～57.5%、Ta-d2はSiO₂=60～63.5%、とSiO₂量で区別できる。これらの第1活動期噴出物は、SiO₂-K₂O図で低カルウム系列、SiO₂-MgO図でMgOに乏しい点で、他の活動期の噴出物とは明瞭に区別できる(図6)。Ta-c期では、初期のTa-c1噴出物はSiO₂=55～57%と

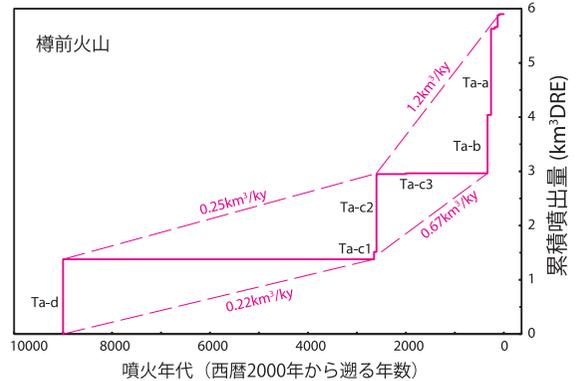


図7. 噴出量の時間発展

狭い組成幅であるが、Ta-d期と同じ低カルウム系列でMgOに乏しく第1活動期噴出物に類似する。しかし引き続いてのTa-c2以降の噴出物は中カルウム系列となり、MgOにも富むようになり、第2活動期の途中でマグマの化学組成は大きく変化している。Ta-c2噴出物はSiO₂=51.8～63.2%と広い組成幅を示し、Ta-c3ではSiO₂=57～58%となる。第3活動期はSiO₂=55～63%の組成幅があり、SiO₂-K₂O図ではTa-c2と類似しているが、SiO₂-MgO図ではTa-c2と比べてMgOに乏しく、ハーカー図上のトレンドとして区別できる(図6)。

6. 火山活動の監視体制

樽前火山では気象庁が噴煙高度と火口温度の測定を継続的に実施している(気象庁, 2005)。地震及び傾斜、空振の観測が気象庁、北海道大学、防災科学技術研究所により実施されており、火口北東麓及び南麓の施設は横坑内に設置され、高精度の観測を行っている。GPSによる地殻変動観測は気象庁及び国土地理院によって行われている。また火山監視カメラが気象庁、北海道大学により設置されている。

7. 火山防災上の注意点

樽前山の個々の噴火は、中～大規模のプリニー式噴火で噴煙柱から降下軽石や火山灰を遠方まで堆積させ、近傍では火砕流が流下すること特徴づけられる。溶岩の流下や溶岩ドームの形成は稀である。大規模なプリニー式噴火での噴出量は1km³を超えており、山麓部の居住域では火砕流や火山泥流、そして厚い降下軽石による被害が想定される。また、現在の樽前山の周辺は、空港に加え大規模な港湾施設や工業団地があり、JR・国道・高速道路などの幹線が走る、北海道の交通・経済の要所である。これらでは火砕流などによる直接的な被害は考えにくい、降灰による大きな影響が続くことが予想される。

樽前山の活動を長期的に見た場合には、休止期を挟んでの明瞭な噴火活動期が認められることが特徴である。2500年前の活動では、大噴火が短い休止期をおいて連発した後、中規模噴火があり、休止期に移行した。9000年前の活動期では中～小噴火の存在は確認されていないが、大噴火が連発して休止期に移行している。現在は3回目の噴火活動期にある

と考えられ、19世紀からは中～小規模の噴火が相次いでおり、2500年前の活動期の後半と似ている。過去2回の活動期を考えると、短～中期的に見て17～18世紀の大規模噴火が起こる可能性は低く、19世紀から続く中～小規模噴火が起こりうると考えるべきであろう。これらの噴火では、居住域での火砕流や降下軽石による災害の可能性は低いが、場所によっては火山泥流の影響が考えられる。しかし、中～小噴火であっても、樽前山の場合には空中に飛散した火山灰によって航空路に大きな影響を与える可能性が高く、注意が必要である。

謝辞

本火山地質図作成にあたり、現地調査では吉本充宏氏(北海道大学)、荒川忠宏氏(苫小牧博物館)、胆振東部及び石狩森林管理署、地形解析では北海道開発局室蘭開発建設部、佐々木寿氏(国際航業株式会社)、以上の関係各位の協力を受けた。

主な文献

- Briffa, K. R., Jones, P. D., Schweingruber, F. H. and Osborn, T. J. (1998) Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature*, vol.393, p.450-455.
- 土居繁雄 (1957) 5万分の1地質図幅「樽前山」及び同説明書。北海道開発庁, 51p.
- 古川竜太 (2005) GH04航海で得られた北海道東部沖海底堆積物中の火山灰。千島弧—東北日本弧会合部の海洋地質学の研究, 平成16年度研究概要報告書—根室沖・日高沖海域—, 地質調査総合センター速報, no.33, p.98-102.
- 古川竜太・七山 太 (2006) 北海道東部太平洋沿岸における完新世の降下火砕堆積物。火山, 第2集, vol.51, p.351-371.
- 古川竜太・吉本充宏・山縣耕太郎・和田恵治・宇井忠英 (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, 第2集, vol.42, p.269-279.
- 古川竜太・中川光弘・古堅千絵・吉本充宏 (2006) 樽前火山先史時代の噴火活動。月刊地球, vol.28, p.302-307.
- 古川竜太・吉本充宏・荒川忠宏・工藤 肇 (2008) 苫小牧市有珠川5遺跡における火山岩塊の産状とその意義。苫小牧博物館館報, vol.5, p.17-23.
- 石川俊夫・横山 泉・勝井義雄 (1972) 北海道における火山に関する研究報告書「樽前山」。北海道防災会議, 124p.
- 勝井義雄 (1959) 支笏降下軽石堆積物について、特に支笏カルデラ形成直前の活動について。火山, 第2集, vol.2, p.33-48.
- 勝井義雄・大沼晃助・新井田清信・鈴木建夫・近藤裕弘 (1979) 樽前山1978年5月の噴火。火山, 第2集, vol.24, p.31-40.
- 勝井義雄・岡田 弘・中川光弘 (2007) 北海道の活火山。北海道新聞社, 223p.
- 気象庁 (2005) 活火山総覧第3版。635p.
- Moriwaki H. (1982) Geomorphic development of Holocene coastal plains in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, vol.17, p.1-42.
- 中川光弘 (1993) 後支笏カルデラ火山群の形成史・活動様式及びマグマ系。計画研究「火山災害の規模と特性」報告書, 文部省科学研究費自然災害特別研究。代表者: 荒牧重雄, p.27-42.
- 中川光弘・増田健介・勝井義雄 (1994) 後支笏カルデラ, 恵庭火山の最新の噴火活動。火山, 第2集, vol.39, p.237-241.
- 中村忠寿 (1973) 恵庭火山の中期噴出物の¹⁴C年代。地球科学, vol.27, p.42-43.
- Oka S. and Takaoka S. (1996) A preliminary study on the effects of pyroclastic fall deposit on the forest ecosystem in southwestern Hokkaido, Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, vol.31, p.149-156.
- 佐藤博之 (1971) 樽前火山灰d層の¹⁴C年代。地球科学, vol.25, p.185-186.
- Simkin, T., Siebert, L., McClelland, L., Bridge, D., Newhall, C. and Latter, J. H. (1981) Volcanoes of the world : A regional directory, gazetteer, and chronology of volcanism during the last 10,000 years. U.S. Hutchinson Ross Publishing, Pennsylvania. 232p.
- 曾屋龍典 (1971) 樽前火山の形成—特にTa-a期, Ta-b期の活動について—。火山, 第2集, vol.16, p.15-27.
- 曾屋龍典・佐藤博之 (1980) 千歳地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 92p.
- 鈴木正章 (1994) 恵庭市ユカンボシE9遺跡における完新世後期のテフラ層序。北海道恵庭市発掘調査報告書, p.118-125.

- Tanakadate H. (1917) Physiographic development of the Tarumai dome in Japan. *Amer. J. Sci.*, vol.44, p.87-97.
- Tanakadate H. (1924) The activity of the Tarumai Dome after 1917, and its morphological development. *Jap. Jour. Geol. Geog.*, vol.3, p.49-58.
- 田中館秀三 (1926a) 樽前山噴火歴史。地球, vol.6, no.6, p.405-412.
- 田中館秀三 (1926b) 大正十五年樽前山活動。地学雑誌, vol.39, no.456, 61-66.
- 苫小牧市 (1966) 苫小牧市沼の端丸木舟発掘調査概要報告書。苫小牧市教育委員会・市立苫小牧図書館, 21p.
- 渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新世代後期の応力場。地質学雑誌, vol.99, p.105-116.
- Yamagata K. (1991) Formation of lithic breccia and vent evolution during the 32ka eruption of Shikotsu Caldera Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, vol.26, p.227-240.
- 山縣耕太郎 (1994) 支笏及びビククラ火山のテフロクロロジー。地学雑誌, vol.103, p.268-285.
- 山縣耕太郎 (2000) 支笏火山40ka噴火の規模に関する検討。上越教育大学研究紀要, vol.19, no.2, p.445-460.

Geology of Tarumae (Tarumai) volcano

Tarumae (Tarumai) volcano (1041m) is centered on the southernmost rim of the Shikotsu Caldera, and the edifice consists of lava domes, pyroclastic cones, and plateaus of pyroclastic flow deposits. The surface of the pyroclastic cone has an approximate angle of 20° and is composed of thick pyroclastic fall and stratified pyroclastic flow deposits. The summit crater of the cone is 1.4 × 1.2 km in diameter.

The basement of the Tarumae (Tarumai) volcano consists mostly of Spfl (40-45 ka) and Ssfl (>60 ka) plateaus of the Shikotsu Caldera and Fuppushi volcanoes in the northern part. Tertiary strata are regionally exposed in the north and west sides of the flank.

The activity of Tarumae volcano can be divided into three stages, the first stage (ca. 9 ka), the second stage (2.5-2 ka), and the third stage (from AD 1667 to the present). Ejecta of the first stage are Ta-d plinian fall deposits and a subordinating d2fl stratified pyroclastic flow deposit. The Ta-d is composed of a lower unit d2 pumice fall and an upper unit d1-a moderately sorted gray scoria fall deposit. In the second stage, Ta-c1 erupted as a scoria fall with subordinating proximal stratified scoria flow (c1fl). The Ta-c2 overlies Ta-c1 intercalating occasional thin peat less than 2cm thick and consists of pumice fall with a subordinating proximal pumice flow deposit (c2fl). The age of Ta-c1 and Ta-c2 is around 2.5 ka (cal.). The Ta-c3 is a small-scale pumice fall deposit of 2 ka.

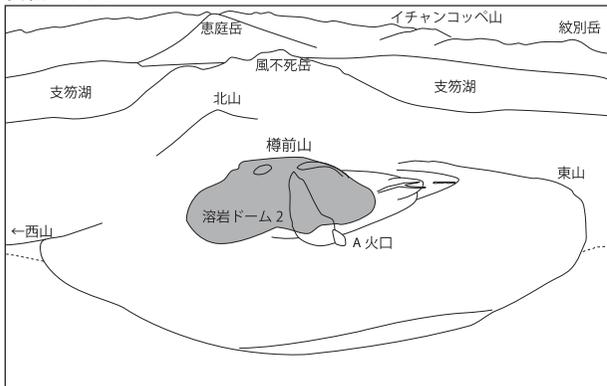
The onset of the third stage is the AD 1667 eruption. The eruptive products are a Ta-b pyroclastic fall deposit that consists of 10 lithologic units of pumice and ash fall deposits intercalating two pyroclastic flow deposits (bf-1, bf-2). The 1739 eruption also ejected pyroclastic fall and flow deposits. The fall deposits consist of 9 lithologic beds of pumice and ash intercalating 4 horizons of pumice flow deposits. The pumice flow deposits are massive in a low angled volcanic flank and stratified on the pyroclastic cone.

Since the 19th century, the frequency of eruption has increased and magnitude of eruption rapidly decreased. The ejecta of the Bunka era (1804-1817) is a small pumice fall deposit (Ta-1804-1817). During the eruption in 1867, the central pyroclastic cone and the Lava Dome 1 were formed within the crater. In 1874, the Lava Dome 1 was destroyed, and plinian pumice fall (Ta-1874) erupted toward the southern flank. The Ta-1874 is proximally overlain by scoria fall and flow deposits. In 1909, two preceding explosive eruptions were succeeded by an andesitic lava dome extrusion from April 17. A new lava dome was identified on April 19 and had been growing until early May. Its diameter and relative height were 450m and 134m, respectively, as measured immediately after the effusion. Subsequent explosions in 1917-1936 and 1944-1955 made fissures and pit-holes. In 1978, a small steam eruption of ash occurred from the vent of fumaroles at the rim of the crater. The ash was the sole accessory material, and the temperature of the flow was estimated to be 220 ± 10°C.

表2. 樽前火山の19世紀以降の噴火活動史。火口位置は図5参照。勝井ほか (2007), 気象庁 (2005), 石川ほか (1972) をもとに編集。

西暦	和暦	月日	噴火現象	噴出位置	表面現象及び噴出物分布
2003	平成15年	7月~12月	噴気活発化	B火口	火映, 溶融硫黄, 硫黄の燃焼, 砂状の噴出物
2002	平成14年	4月27日	噴気活発化	B火口	火映, 砂状の噴出物
1999-2001	平成11-13年		噴気活発化	A火口高温, B火口噴気再開	A火口の温度580-679°C. 赤熱現象, 地震群発を伴う
目立つ活動のない期間: 18年					
1981	昭和56年	2月27日	航空機から噴煙目撃	A火口?	山頂付近降灰
1979	昭和54年	1月~5月	1~5月に19回の小規模噴火	A火口	山頂付近降灰
1978	昭和53年	5月14日~12月29日	5月14日火山灰噴出, その後9回の小噴火	A火口	A火口より火山灰噴出, 北麓, 支笏湖畔降灰. 一部は粉体流として約100m流下
噴火のない期間: 23年					
1953-1954	昭和28-29年		3回の小噴火	A火口	火口付近に少量の泥流と降灰
1951	昭和26年	1月29日, 7月28日	爆発的噴火, 鳴動	B火口	1月: 苫小牧で降灰, 7月: 火口付近に火山礫投出, 150mの範囲に泥流
1944	昭和19年	7月2日	小噴火	不明	夜間に微量の降灰
噴火のない期間: 8年					
1936	昭和11年	11月15日, 25日	噴煙200m上昇	ドーム中央から噴煙 (D火口か)	15日: 支笏湖畔モラップで0.3cm. 錦岡, 江別, 栗山 (50km) で降灰. 25日: 苫小牧に降灰
1933	昭和8年	12月1日	噴煙1km上昇, 室蘭から噴煙観察	火口原F火口, オールドフェイスフル列陣南隣の小火口形成	シヤマコナイ沢, 美笛川で降灰
1926	大正15年	10月19日~30日	爆発的噴火6回, 30日噴煙2km上昇	溶岩ドーム北西側新火口, オールドフェイスフル列陣拡大, B・C火口形成	19日観例, 札幌郊外降灰. 30日岩見沢, 旭川, 落滑 (北東240km) 降灰
1923	大正12年	2月21日~8月23日	小噴火10回. 6月29日札幌から噴煙見える	オールドフェイスフル列陣	2月21日苫小牧降灰, 6月17日札幌降灰, 6月29日早来・追分降灰, 8月12日噴石で札幌の小学校教師2名負傷
1921	大正10年	7月6日	黒煙上昇, 鳴動	不明	山麓, 苫小牧市街地で降灰
1920	大正9年	7月17日, 22日	小噴火2回. 噴煙上昇, 鳴動	17日D火口が直径80m, 深さ100mに拡大	山麓, 白老で降灰
1919	大正8年	5月4日	噴煙1.5km上昇	不明	錦岡, 白老に多量の降灰, 苫小牧でわずかに降灰
1918	大正7年	6月13日	爆発的噴火	不明	モラップに少量の降灰
1917	大正6年	5月12日	噴煙5km上昇, 三条の噴煙が観察された. 溶岩ドームの比高126mに低下	オールドフェイスフル列陣及びD・E火口から噴火	山麓, 支笏湖畔, 早来で降灰
1917	大正6年	4月30日	噴煙が780m上昇, 鳴動	オールドフェイスフル列陣, A・E火口の3ヶ所から噴火	苫小牧で降灰
噴火のない期間: 8年					
1909	明治42年	5月18日	白煙上昇, 21日の鳴動を最後に静穏となる	A火口か	支笏湖畔でわずかに降灰
1909	明治42年	5月15日	新火口に噴気が集中するようになった	溶岩ドームの南麓にオールドフェイスフル列陣とA火口形成	山頂部降灰, 支笏湖畔で降泥
1909	明治42年	5月2日	溶岩ドームの成長がほぼ止まり, 頂部は平坦になり, 南側に小突起が生じた		体積が4/23から4分の1膨張. 比高134m, 最大径450m. 溶岩ドームの温度457°Cと測定 (佐藤, 1909)
1909	明治42年	4月23日	噴煙は衰えつつあり, 夜は火映があった	大井上が山頂調査	噴煙を上げながら溶岩ドームが成長しており, 西側から崩落が始まっている
1909	明治42年	4月20~22日	噴煙・鳴動は断続, 夜は火映		山麓, 白老から溶岩ドームが目撃される
1909	明治42年	4月19日			初めて溶岩ドームが目撃された (場所不明)
1909	明治42年	4月18日	噴煙, 鳴動, 火映が断続		降灰なし
1909	明治42年	4月17日	爆発的噴火の後, 噴煙が衰え, 火災 (火映のこと) が見られる. 鳴動は散発的	1894年火口から溶岩噴出開始か	山麓, 支笏湖畔で降灰
1909	明治42年	4月13~16日	噴煙, 強い鳴動が続く		山麓で降灰2回
1909	明治42年	4月12日	黒煙上昇, 振動, パン皮状火山弾放出		1回目の爆発では南に火山弾を飛ばし, 2回目には東北へ東に飛ばした. 山麓では径22cmの軽石, 支笏湖畔で砂状の降灰
1909	明治42年	3月30日	黒煙が7.6km上昇, 西側の山麓から立ち上がる. パン皮状火山弾放出		山麓, 苫小牧, 社台, 太平洋上の漁船に降灰. 山頂部ではパン皮状火山弾放出
1909	明治42年	1月22日, 2月6日	噴煙, 鳴動		山麓で降灰
噴火のない期間: 15年					
1894	明治27年	8月17日	黒煙上昇, 噴煙高度は約1km (平常の10倍)	これまでの活動で火口は直径550mまで拡大	山麓に降灰, 中央火口丘南麓の小丘が消滅
1886	明治19年	4月13~28日, 9月3日, 10月8日	爆発的噴火6回, 噴煙高度1.8km		北東12kmの範囲, 苫小牧で降灰
1885	明治18年	1月4日, 3月26日	黒煙2~10km上昇		樽前集落, 鶴川方面に降灰
1883	明治16年	10月7日~11月5日	爆発的噴火, 中央火口南麓に小丘形成 (長さ50m, 高さ20m)	中央火口丘南麓	白老より東側, 苫小牧, 札幌に降灰
1874	明治7年	2月8日~10日, 16日	鳴動, 黒煙上昇2回, 溶岩ドーム1を破壊	溶岩ドーム1を破壊し, 直径180mの火口を形成	社台, 樽前, 錦多峰集落に降下軽石 (Ta-1874). 苫小牧, 千歳, 日高で降灰
1867	慶応三年	秋頃	噴煙, 火柱	中央火口丘及び溶岩ドーム1形成	白老で降灰5-9cm. 溶岩ドーム1の西方に噴気孔・硫黄が多数生じて採掘された. 火口原南側に水たまりがあった
1804-1817	文化年間 (元年-十四年)	不明	東南東に降下火砕堆積物を分布させた	1739年火口内	火口北東側に降下軽石堆積物が分布. 北大演習林で5cm, 植苗で2-3cm (瀬尾ほか, 1968)

表紙スケッチ



<表紙写真解説>

南方上空から見た樽前山と支笏火山群。2008年6月北海道開発局ヘリから中川撮影。

著作権所有・発行者
平成22年2月26日発行

許可なく複製を禁ずる

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 ©2010
AIST10-G14016

No.15 樽前火山地質図 正誤表

(2012. 4 現在)

		誤	正
p. 2	左列下から 3 行目 右列下から 3 行目	スコリア流堆積物	Ssfl
p. 5	図 3-1~4 キャプション追加		層厚測定点の黒丸は著者測定, 黒四角は既存文献の引用.