

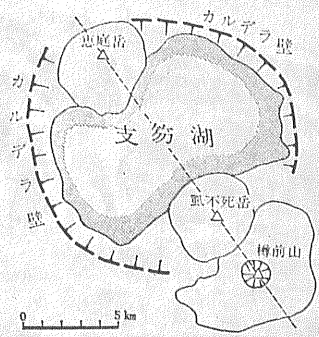
# 火山とカルデラ

大場与志男

## 樽前山

札幌から島松-千歳-美々と 溶結凝灰岩や火山灰を見学し 支笏湖畔で一休みしたあと 登山バスに乗って七合目の山小屋に向かう。途中から森林帯をぬけて軽石や火山灰の坂を登ると 道の切り割には人頭大の赤褐色の軽石塊が堆積しているのがみえる。これはTa-a層に相当する軽石流堆積物である。坂を登りつめたバスの終点は標高約700mで 外輪山まではあと一息である。一汗流して灌木とタルマエ草の生えた急坂を登りきると 目前に真黒なマンジュウ型の中央火口丘(溶岩円頂丘)が見えてくる。ここまで来るとわかるが 樽前火山は二重の外輪山からなり 中央は凹んでいる。そしてほぼ中央に直径450m 高さ150mの中央火口丘がある。これは粘性の大きな安山岩溶岩(分析値参照)が火道からしぼり出されて その周囲に盛り上って出来たものである。昭和新山とは別のタイプの溶岩円頂丘であり 近づいてみると 南東部に大きなキ裂が開き 硫気が盛んにあがっている。

この溶岩円頂丘の出来た明治42年(1909)の噴火はその年の1月にはじまり2月3日と数回の噴煙 降灰があった。4月4日の大井上義近の観察によれば 火口の直径は北西-南東約660m 北東-南西約540m 深さ約60mだったとのことである。その後山頂は濃霧に包まれ 鳴動 降灰がくり返さ



第1図 支笏湖と後カルデラ火山の配列

れたが 4月20日に支笏湖畔の人がはじめて山頂に円頂丘が生成したことを認めたという。5月1日には大井上が再び登山して生成した円頂丘を観察している。もしもこの期間が晴天で 実際に溶岩が押し出されて円頂丘を作る現象がみられたとしたならばと想像することも楽しいことである。

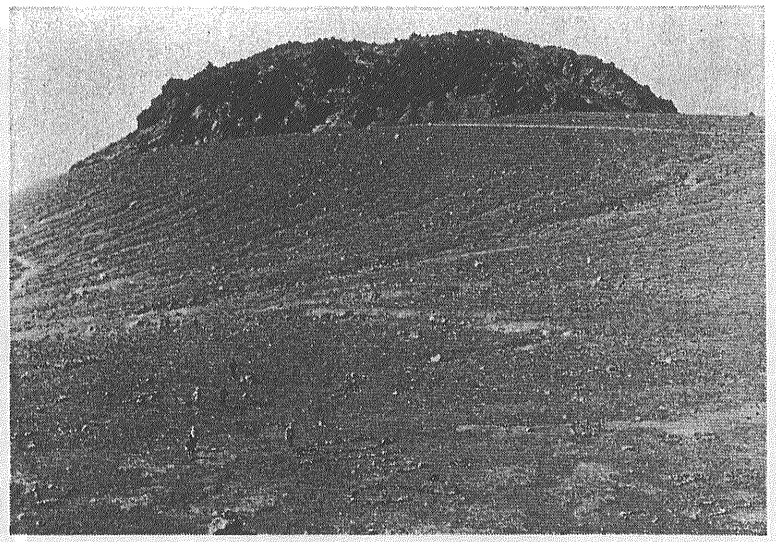
帰りに外輪山の最高点にある山小屋で一休みしよう。すぐ北方に もうひとつの古い火山である風不死岳(1103m)がみえる。目前には深い雨裂の入った斜面が 支笏湖までつづいている。樽前山は 大部分が軽石を主とする火山碎屑物からなり ほとんど溶岩を流さない成層火山である。

噴火記録は 寛文7年(1667)以来20回ほどあり 美々の露出で観察したように樽前火山のおもな噴出物は4層の降下火山灰(Ta-a Ta-b Ta-c Ta-d)と それぞれの活動期に伴われる軽石流堆積物が認められている。それらのうち Ta-a 期の軽石流堆積物は 元文4年(1739)の噴火によると考えられており モーラップ湖畔にその大塊が認められ ところによっては溶結したりしている。

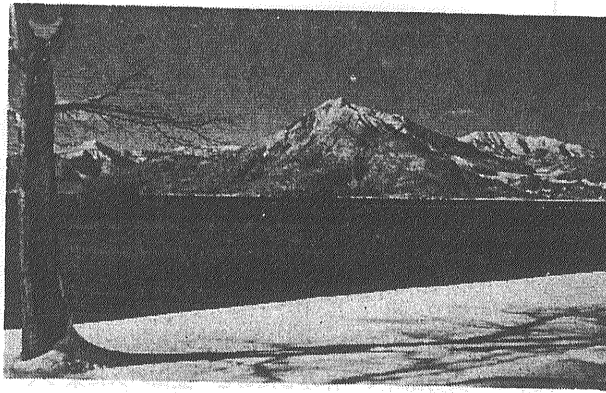
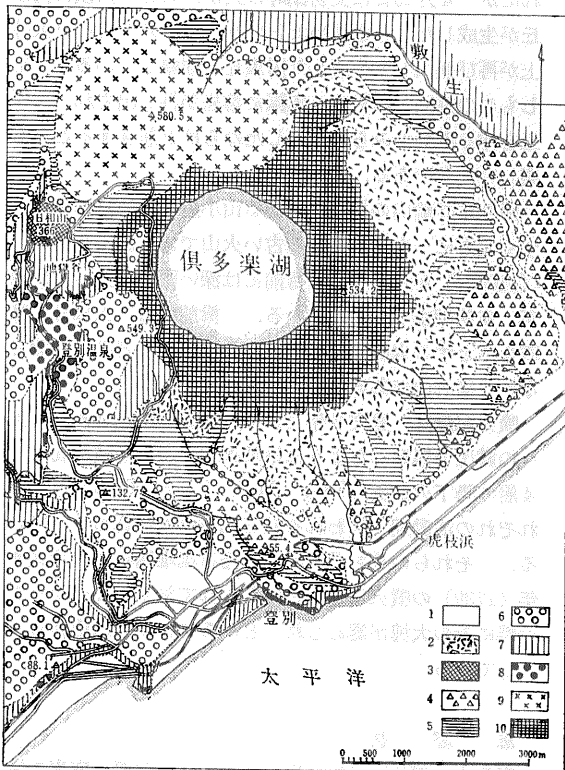
## 恵庭岳

支笏カルデラ陥没後に出来た火山は 北西-南東の構造弱線上にある。恵庭岳 風不死岳 樽前山と並ぶのがそれである。

支笏湖畔から対岸を望むと 美しい恵庭岳(1320m)がそびえるのが見える。その南西斜面は1972年札幌冬季オリンピックのアルペン競技コースに予定されている。この火山は樽前山と違い ほとんど溶岩流ばかりからなる火山で はじめに美々でみた恵庭降下軽石を大量に



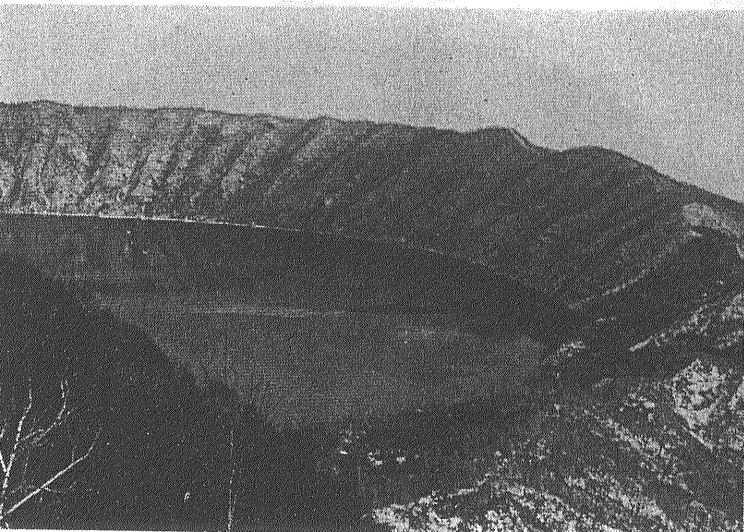
第2図 樽前山 溶岩円頂丘



第3図 恵庭市庭野山小岳

第4図 クツタラ火山の地質図(小池 1967による)  
 ①沖積層 ②崖錐 ③日和山円頂丘溶岩(石英安山岩)  
 ④支笏カルデラ噴出物(軽石流堆積物) ⑤登別層(砂・粘土)  
 ⑥ポンアヨロ軽石層 ⑦登別溶結凝灰岩 ⑧ランボーグ軽石層  
 ⑨北山溶岩(両輝石安山岩) ⑩クツタラ火山外輪山溶岩

噴出したあと、ほとんど同じ岩質の橄欖石含有輝石安山岩(分析値参照)の溶岩を多く流し、最後に大きな東西性の爆裂隙が生じた。現在なおこの裂隙の中に噴煙がみられる。

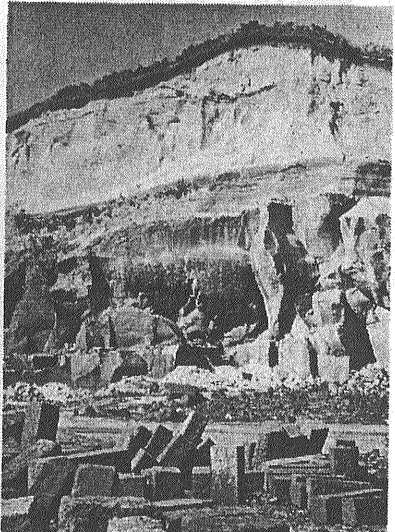


第5図 クツタラ湖(登別四方嶺より望む)

登別温泉とクツタラ火山  
 温泉の多い北海道でも一番の湯量と泉質の多いことで有名な登別温泉は、ぜひ訪ねてみたい所で、地質学的にも興味深い所である。クツタラ火山は、基底直径約6kmのひとつの成層火山で、山頂部に直径約2kmの完全なカルデラ地形(クツタラ湖)が残っている。登別温泉や大湯沼は、その西麓に出来た爆裂火口が湯の源となっている。いわばクツタラ火山の余燼である。

札幌から訪ねる人は、登別駅でちょっと海岸へ出てみよう。札幌側の踏切りを渡り、石切場へ抜けるトンネルをくぐると、海岸一帯にみごとな登別溶結凝灰岩の露出がある。現在、もっとも溶結度の強い部分を切り出して、登別軟石と称して出荷している。

石切場で観察すると、露頭の最下部は未凝固の軽石砂礫が成層しているが、この部分を削って、多くの軽石流堆積物が堆積したことがわかる。軽石流堆積物も底

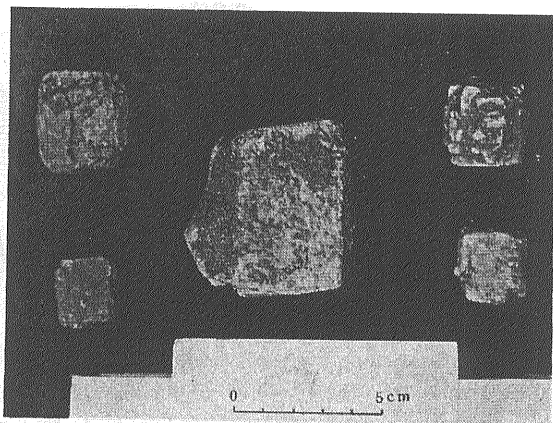


第6図 登別海岸石切場の登別溶結凝灰岩(上部にポンアヨロ浮石層がみえる)

部は淡褐色で 未凝固のマトリックスに軽石塊が散在して 上部にいくにしたがって軽石塊は扁平となり 溶結度を増し ついに軽石は縞状の黒曜石になって 固い灰色の溶結凝灰岩になっている。 岩質は輝石安山岩質である (分析値参照)

1953年に出版された「登別」地質図幅説明書では “登別泥溶岩” と名付けられているが 本当にそんな感じをうける岩石である。 この図幅説明書では 溶結凝灰岩の上下位にあつて それぞれ “ランポーゲ浮石層” “ポニアヨロ浮石層” とされたものは 登別溶結凝灰岩とは別な クッタラ火山の噴出物である。 この石切場では 上位のポニアヨロ浮石層との関係がよく観察される。ポニアヨロ浮石層は 2層の軽石流堆積物と 1層の降下軽石堆積物とからなり 全体の厚さも 20~100 m と場所によって変化する。 下位のランポーゲ浮石層は 3層の降下軽石堆積物と1層の軽石流堆積物とからなり その間に砂礫層が存在するが 駅から約1.5km南西のランポーゲ岬によく露出している。 こどもトンネルをくぐって岬を一廻りすれば関係がよく観察される。

登別駅前からバスに乗って登別温泉へ急ごう。 途中で急に谷が狭くなるあたりに 海岸でみた溶結凝灰岩の露頭がバスの右窓にみえる。 また 登別温泉街に入る少し手前 左側を流れる川の対岸に 赤褐色の非常に粗粒の降下軽石堆積物がみられるが これはランポーゲ浮石層とされたものの一部である。 バスを降りてまっすぐ観光土産店や旅館の並ぶ道を進むと 温泉街の一番奥にある地獄谷にやってくる。 地獄谷は さらに奥にある大湯沼と共に クッタラ火山の西麓に出来た爆裂火口で 奥行 450 m で強い硫気のために まわりの岩石は黄



第8図 クッタラ火山外輪山中腹の砕屑岩層から産する巨晶灰長石

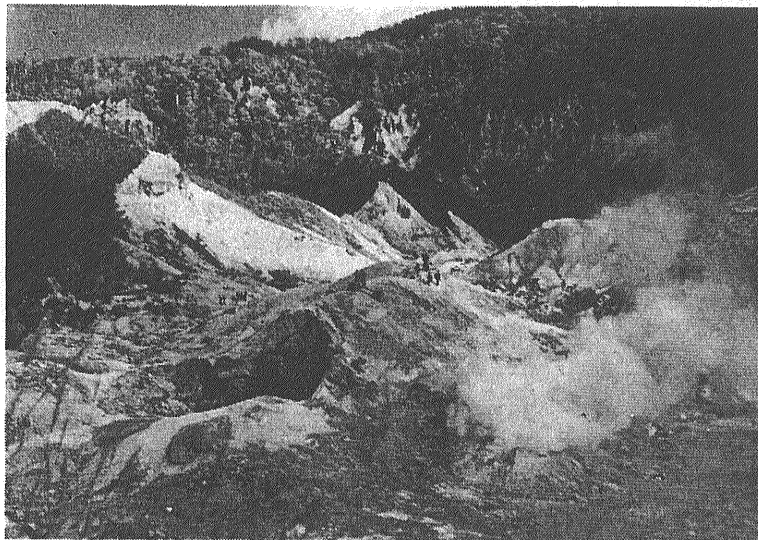
白色に変質し 絶壁を作ったり土柱状の奇岩をそそり立たせたりしている。 地獄谷は 谷頭から注入する沢水が火口底を流れたり 浸透している間に多数の硫気孔によって熱せられ 60~80℃の強酸性 その他の泉質の温泉となって湧出している所で 全体の湧出湯量は 35~55L/秒とされている。 昭和8年頃まで この奥に開けつ泉があったが 現在では活動は停止している。

大湯沼・クッタラ湖へ行くには 温泉バスターミナルへひきかえて クッタラ湖行のバスに乗る方法もあるが 健脚のむきには 地獄谷の左手の小径を登り切ると立派な観光道路にぶつかるので 右へ曲るとよい 少し歩くと左側に湯気をあげる大湯沼と 日和山溶岩円頂丘がみえてくる。 日和山は かなり新しい (沖積世?) 火山と思われ 溶岩は 含角閃石英英安山岩質である (分析値参照)。 大湯沼は 日和山溶岩円頂丘の基部に

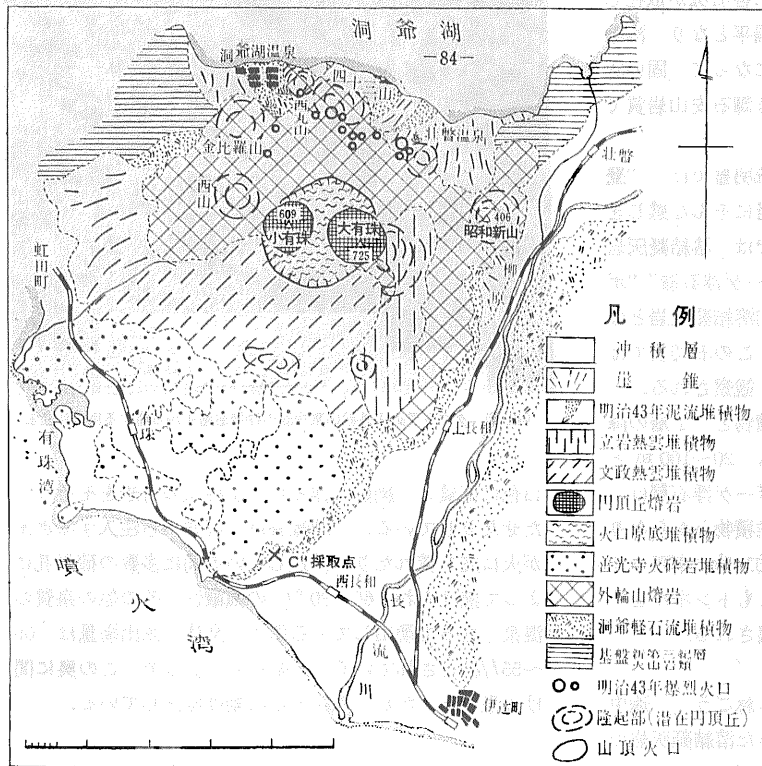
開いた爆裂火口で たまった水は沸騰し 強い硫黄臭をしめす。 かつて沼の水面に浮かぶ硫黄の中空球を採取していたことがあった。

大湯沼から 約2 km でクッタラ湖のみえるカルデラの縁にたどりつく 途中 ごく地表に近く真白い軽石が厚さ1 m くらいで分布しているのが観察される。 これは 有珠火山の降下軽石 (U-b 層) である。

さて クッタラ湖は面積4.34 km<sup>2</sup> 深さ147.5 m の非常に整った円形カルデラ湖で 周囲はすべてカルデラ壁にとりかこまれ 流入する沢も排水する出口もないめづらしい湖であ



第7図 登別地獄谷



第9図 有珠火山の地質図(大場 1964を簡略した)

第1表 有珠火山の生成史(大場 1964による)

時代	層	序	火山活動	
第四紀	沖積世	末期活動(溶岩門頂丘形成) (溶岩) 昭和新山門頂丘溶岩  大有珠門頂丘溶岩 小有珠門頂丘溶岩	(砕屑物) 火山灰(Ua0) 四十三山泥流堆積物 立岩熱雲堆積物 文政熱雲堆積物 火山灰(Ua1) (Ua2) (Ua3) 降下軽石(U-b)	昭和新山生成(1943~45) 四十三山隆起(1910) 立岩生成(立岩熱雲)(1853) 文政熱雲(1822) Ua1(1822又は1768) Ua2(1663) Ua3(350年前?) U-b(4~500年前?)
		主活動(外輪山形成) ビジョン輝石安山岩 外輪山溶岩 含かんらん石 複輝石玄武岩	善光寺火砕岩堆積物  岩滓流堆積物	山頂火口形成(2~3,000年前)
	洪積世	段丘堆積物 洞爺軽石流堆積物		中島火山形成 洞爺カルデラ陥没 (13,900±250B.P.) (16,400±300B.P.)
新第三紀	基盤新第三紀層	滝の上溶結凝灰岩 鮮新世火山岩類 堆積岩類		

る。クッタラ火山の外輪山は含橄欖石玄武岩ないし玄武岩質安山岩の溶岩、火山砕屑岩からなる(分析値参照)。外輪山東中腹には砕屑岩中に数cmにおよぶ結晶形の整った灰長石の結晶火山礫(Crystal lapilli)が産出する。

### 有珠火山

今日は洞爺湖や有珠火山の地質を案内したいと思う。地質見学のために旅館の付近を少し歩いてみよう。温泉街は扇状地のうえにあるが、これは明治43年の噴火活動で流出した土砂流の跡である。温泉街を東へ歩いて行くと、急に右手の山(西丸山)が洞爺湖畔にせまって来るところに出る。道路の切割をみると非常に斑晶(橄欖石と灰長石の大晶)の多い溶岩がある。有珠火山外輪山のもっとも早期に流出した溶岩で、ソレライト質の玄武岩である。もう少し余裕のある人は温泉街の裏山にある四十三山へ登ってみよう。明治43年の噴火でそれまではゆるい有珠火山北麓の畑地であったところが隆起して258mの山になったところである。

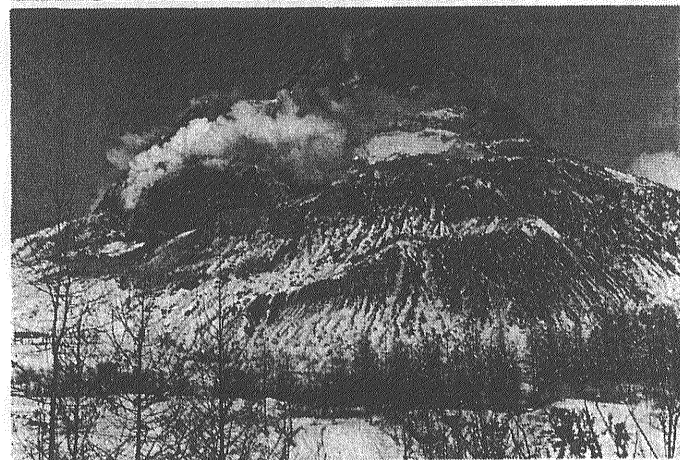
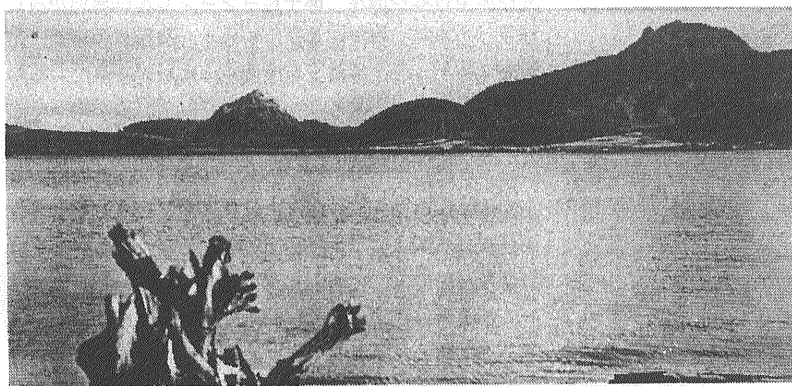
途中でみたスリパチ形の大きな噴火口は、当時できた多数の噴火口群の1つで、付近一帯は未だ噴煙がわずか認められ、地下温度も高温である。明治43年の活動は岩漿が地表まで達せずに地震地盤上昇、噴火口の生成、泥流などをもたらしたが、また洞爺湖温泉を誕生させた。温泉は洞爺湖の水が地下に浸透し、地下熱で暖められたと考えられている。

さてつぎに昭和新山ゆきのバスに乗ろう。湖畔沿いの快適な観光道路を少し走ると、右側に腕を伏せたような東丸山がみえる

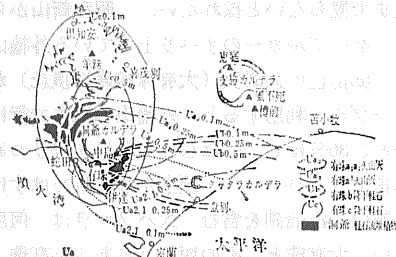


が、これは四十三山と同じく潜在円頂丘で、有珠火山をかこんで数個あり、地下から上昇した岩漿が地表まで達しないで止ったものと考えられている。もう世紀の奇蹟、昭和新山が赤褐色の岩肌をみせて目前にせまってい

る。バスは湖畔から直角に曲りゆるい坂を登りつめると、売店やらケーブルカーターミナルのある賑やかな所で止まる。モウモウと噴煙をあげる昭和新山は、昭和18年から20年にかけて、激しい噴火のあと、ゆっくりと畑地や家、道路を持ち上げて、高さ406mの溶岩円頂丘に成長したものである。ほとんど固結した溶岩が隆起した“屋根山”をつき破ってせり上ったもので、岩尖(スパイン)と呼ぶべきであろう。屋根山のうえには、押上げられた基盤岩や、河岸段丘礫とともに、有珠火山外輪山溶岩の最末期岩塊がたくさんみられる。とくに、昭和新山の南

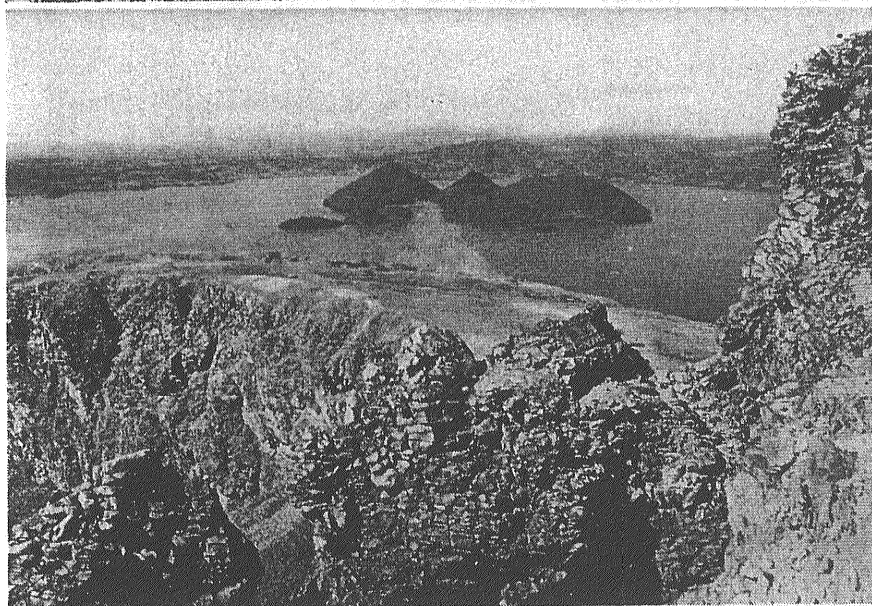


第10図 東丸山(中央)有珠火山北東麓にある潜在円頂丘

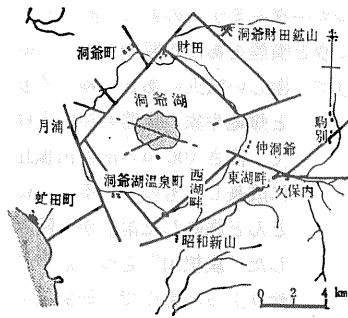


第13図 有珠火山の火山灰分布

第11図 昭和新山



第12図 大有珠頂上より洞爺湖を望むパノラマ



第14図  
洞爺湖付近の地質構造  
(太田1956による)

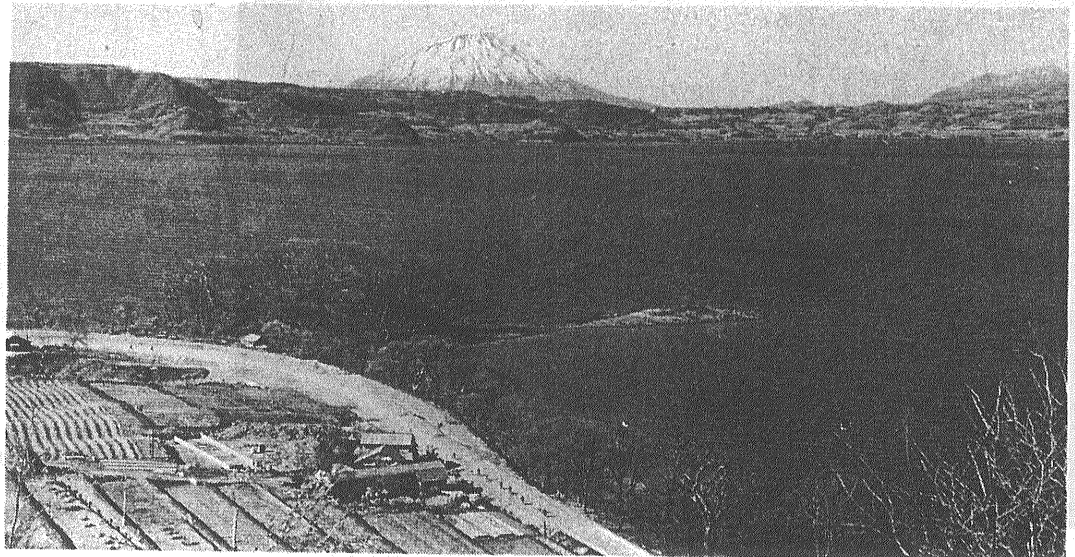
側の採石場の付近では 灰色で斜長石斑晶に富む ピジオン輝石玄武岩質安山岩 (分析値参照) が産する。ピジオン輝石の斑晶は まれにしか知られていない。

さて昭和山の溶岩は 灰白色の紫蘇輝石石英安山岩 (分析値参照) で 新鮮なサンプルは 円頂丘の北側中腹まで登らないと採れない。昭和山から ふり返ると ケーブルカーのすべり上っている外輪山と その上の 赤褐色の大岩塊 (大有珠溶岩円頂丘) が望まれる。ケーブルを利用すると 外輪山の縁まで行けるから そのあと30分ほど 岩だらけの急崖を登りつめると 大有珠頂上 (727m) だ。頂上からの眺めはすばらしく 昭和山や洞爺湖を含む 大パノマラは 何度みても飽きない 大有珠と その西隣りにある小有珠 (611m) は共に 中央火口の中にできた 石英安山岩の溶岩円頂丘で 岩質は ほとんど昭和山と同じで (分析値参照) 生成も同じタイプの火山活動によると思われる。有珠火山

は 外輪山形成後円頂丘形成・泥流・熱雲などの噴出・降灰などいろいろの火山活動形態をみせている。有珠火山の南麓にある 有珠海岸に出てみると 有名な善光寺のある付近の海岸 海中にゴツゴツした巨岩塊がみられる。また 地形図をひろげると 有珠火山南麓一帯にコブ山が 非常にたくさんあることがわかる。これらは 善光寺火砕流によってはこぼれた岩塊が作った “流れ山” 地形である。

図には 中央火口丘形成直前に 地下に溜った石英安山岩質岩漿が 激しい爆発活動を起こした際の 降下軽石(U-b層)の分布・層厚を示してある。昭和山からバスで帰るとき 右側の窓から 湖畔の低い丘陵地を注意してみると 厚さ2mほどの白色軽石層がみられる。この降下軽石は 登別温泉付近でも厚さ約1mが認められる。これは約500年位前の激しい活動の産物と考えられるが 記録は残っていない。U-b降下軽石は $K_2O$ に乏しい特徴的な化学組成を持っている (分析値参照) 有珠火山の噴火記録としては 寛文3年(1663)以来 6回の大きなものがある。最古の記録は大有珠生成時のものとする考えもあるが 植生や侵蝕の様子からみて大有珠はもう少し古いように思われる。文政5年(1822) 嘉永6年(1853)の活動は ともに大有珠基底部の爆裂活動で 文政・立岩の熱雲を生じた。大有珠の北東に突き出た立岩は その時 大有珠の一部が割れて出来た岩峰である。

U-a期の降下火山灰は 灰色砂質ないし粘土質で 有珠火山周辺に分布しており 噴火活動史とは前出の表の



第15図 羊蹄火山とニナルカ高原 (洞爺軽石流堆積物の作る高台)

第2表 樽前火山 クツラ火山 有珠火山のおもな溶岩・噴出物の化学組成

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	57.40	58.98	63.34	56.74	67.08	49.36	53.21	68.89	73.04
TiO <sub>2</sub>	0.53	0.58	0.20	0.60	0.37	0.69	0.87	0.47	0.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.27	17.02	15.73	16.71	15.27	16.07	19.22	14.92	12.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.50	2.72	4.48	3.76	3.19	3.79	2.34	3.01	1.11
FeO	6.01	4.86	2.28	5.85	1.80	7.68	6.33	1.78	1.54
MnO	0.15	0.11	0.40	0.17	0.06	0.21	0.13	0.16	0.06
MgO	3.89	3.70	1.76	4.20	1.64	8.92	4.21	0.90	0.36
CaO	7.30	7.97	6.10	8.34	4.32	10.75	10.43	4.10	2.41
Na <sub>2</sub> O	2.12	2.56	3.35	2.13	3.33	2.03	2.76	4.00	5.07
K <sub>2</sub> O	0.70	0.89	1.54	0.57	1.43	0.18	0.53	1.03	1.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n. d.	0.11	0.21	0.06	0.08	0.12	0.11	0.24	0.43
H <sub>2</sub> O(+)	Ig. loss	0.08	1.04	0.12	0.44	0.37	0.13	0.12	1.02
H <sub>2</sub> O(-)	0.43	0.30		0.39	0.56	0.10	0.19	0.32	0.21
	100.30	99.88	100.43	99.64	99.57	100.27	100.46	99.94	99.60

- 樽前山円頂丘溶岩 複輝石安山岩 分析者 中江(文献 鈴木 1935)
- 恵庭岳最新期溶岩 含かんらん石複輝石安山岩 頂上爆裂火口の北壁 分析者 大場・中村(未発表)
- 登別溶結凝灰岩 登別海岸石切場 分析者 佐藤・香川(文献 佐藤・香川 1956)
- クツラ火山外輪山溶岩 含かんらん石複輝石安山岩 クツラ湖南方観光道路 分析者 大場・小池(未発表)
- 日和山円頂丘溶岩 含角閃石石英安山岩 分析者 大場・小池(未発表)
- 有珠火山外輪山溶岩 含かんらん石複輝石玄武岩 洞爺湖温泉町西丸山北麓 分析者 大場(文献 大場 1964)
- 有珠火山外輪山溶岩 ビジョン輝石安山岩 昭和新山南麓石切場 分析者 大場(文献 大場 1964)
- 昭和新山円頂丘溶岩 紫蘇輝石石英安山岩 分析者 大場(文献 大場 1964)
- 有珠火山 U b 降下軽石 昭和新山北方 分析者 大場(文献 大場 1964)

ように対比されている。

洞爺湖と洞爺軽石流堆積物

洞爺湖は面積70.0km<sup>2</sup> 湖面海拔84m 最深179.2m 透明度23.5mの代表的な貧栄養湖である。洞爺湖をたたえているのは洞爺カルデラであり 直径8~11kmのほぼ円形を示し 中央には7個の角閃石安山岩からなる溶岩円頂丘がある。しかし くわしくみるとカルデラ内や周辺には カルデラ生成に伴う断層が多くみいだされ 湖岸は多くの個所で直線状を示しており これらは断層崖を示すものと考えられている。

洞爺湖温泉からは蝦夷富士の名で親しまれている羊蹄山がよくみえる。その時すぐ気付くのは 羊蹄山の手前 湖の対岸に平たい台地のあることである。これは洞爺カルデラ形成直前に 大量に噴出した軽石流堆積物によって旧地形がかくされ 標高300~400mの台地がカルデラの北西方に発達したものである。この軽石流堆積物の一部は40km北西の熱郭まで達したとされ 東~東南方では有珠山の下をもぐり 長流川両岸に良好な露

頭を作っている。西長和の国道の切り割り露頭で 軽石流堆積物を観察してみよう(本誌178号32頁参照)

厚い軽石礫まじりの堆積物は 降下軽石層 礫層などを挟んで2層に分けられることが分る。上部軽石流堆積物の基底部に埋没した木片の<sup>14</sup>C年代測定では16,400±300年 B. P. (GaK-868) 13,900±250年 B. P. (GaK-521) 11,520±400年 B. P. (Sa-244)などの値が発表されている。洞爺カルデラ生成は ヴェルム氷期末葉と考えられている。

(筆者は北海道大学理学部)

文 献

- 斉藤昌之・他2名(1953): 5万分の1地質図幅「登別温泉」および同説明書 北海道地下資源調査所
- 太田 良平(1956): 5万分の1地質図幅「虻田」および同説明書 地質調査所
- 土居 繁雄(1962): 5万分の1地質図幅「樽前山」および同説明書 北海道開発庁
- 近堂 祐弘(1963): 北海道有珠火山周辺における第4紀火山碎屑物の粘土鉱物学的研究 地質学雑誌 vol. 69
- 大場与志男(1964): 有珠火山の岩石学的研究—とくに外輪山溶岩について— 岩鉱 vol. 51
- 小池 祥太(1967): クツラ火山の地質と岩石 北大地理学論(手記)