

【大雪山地質解説】

大雪山，旭岳の地質見学案内

佐藤鋭一*・和田恵治**

Geological Excursion Guide to Asahidake in the Taisetsu Volcano

Eiichi SATO* and Keiji WADA**

Abstract

We made a geological excursion guide to Asahidake in the Taisetsu volcano. Asahidake (2,291 m) is the youngest volcanic edifice in the Taisetsu volcano, central Hokkaido. Its activity started about 30-20 ka, and the latest eruption occurred about 250 years ago. We introduce the two excursion courses (Summit and Susoaidaira courses) to understand the volcanic activity of Asahidake. In the two courses, various volcanic landform and volcanic products can be observed. The two excursion courses are useful in understanding the volcanic activity and mechanism of eruptions of Asahidake.

Keywords : Asahidake, excursion guide, volcanic activity, volcanic landform, volcanic product

1. はじめに

日本は110の活火山が存在する世界でも有数の火山国である。そのうち北海道には20もの活火山が存在しており（国後島・択捉島を含めると31）、火山活動が活発な地域といえる。近年では、2,000年に有珠山でマグマを噴出する噴火が生じており、2,000年以降でも北海道駒ヶ岳、十勝岳、雌阿寒岳で小規模な水蒸気爆発が生じている。

火山はひとたび噴火すると周辺地域に大小の被害を及ぼすことが予想される。したがって、個々の火山の噴火史や噴火の特徴を知ることは、周辺地域に暮らす人々にとって防災の観点からも特に重要なことである（勝井・他 [編], 2007）。北海道の活火山については、高橋・小林 [編] (1998) の一般向けの解説書が出版されている。これは北海道の6つの活火山（雌阿寒岳、十勝岳、恵庭岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳）について、噴火史や噴火の特徴を記すとともに、一般の人でも観

*〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲 1-2-1
神戸大学大学教育推進機構

Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, Tsurukabuto 1-2-1, Nada, Kobe 657-8501, Japan.

**〒070-8621 北海道旭川市北門町 9 丁目
北海道教育大学旭川校地学教室

Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, Hokumon-cho 9, Asahikawa 070-8621, Japan.

Corresponding author: Eiichi Sato
e-mail: esato@people.kobe-u.ac.jp

察可能な露頭の解説を行ったものである。このような解説書は、個々の火山の噴火史や噴火の特徴を知る手助けとなる。

本稿で紹介する大雪山もまた活火山であり、最新の火山体である旭岳は約250年前に小規模な噴火を行っている。現在は静穏期であるが、将来的な噴火の可能性を秘めた火山である。火山としての大雪山について、火山活動の特徴を知るための一般向けの解説書としては、これまで石川〔編〕（1958）や国府谷・小林（1970）の報告がある。しかし、現在では一般的には入手困難である。また、ビジターセンターやロープウェイの駅において、火山の情報をわずかに得ることができるが、それだけでは不十分といえる。

著者らはこれまで、大雪山地質解説と題して、大雪山の火山活動における特徴的な露頭を紹介し、露頭の記載を通して過去の噴火についての解説を行ってきた（佐藤・和田，2010，2011，2012）。本稿では、旭岳についての著者らのこれまでの研究成果を基に噴火史や噴火の特徴を解説する。また、ロープウェイ姿見駅を起点とした2つの地質見学コースを紹介する。これらのコースを見学することで、旭岳の噴火史や噴火の特徴を理解することができる。

2. 大雪山の地質概説

大雪山は、千島海溝から約300 kmのところであり、北海道の中央部に位置する第四紀火山群である（図1）。大雪山は、20以上の火山体から構成される複合火山であり（国府谷・他，1966，1968；勝井・他，1979），その活動は噴出物のK-Ar年代値から約100万年前から開始したとされる（新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO），1990）。和田・野口（1995）は、約100万年前から現在までの活動を4つのステージ（ステージⅠ～Ⅳ）に分類した（表1）。

ステージⅠは約50万年前までの活動によるもので、大雪山の基部を構成し、平坦な溶岩地形をつくっている場合が多い。ステージⅡは20万年前を境に前期と後期に分けられる。前期には溶岩を主体とする成層火山、後期には溶岩ドーム群が形成された。ステージⅢとⅣは3万年前からの活動を示し、ステージⅢは大規模な火砕流の流出による御鉢平カルデラの形成、ステージⅣは御鉢平カルデラ形成後の溶岩を主体とする成層火山や溶岩流の活動である。大雪火山の中で最も新しい火山体は旭岳であり、現在も活発な噴気活動を行っている。

3. 旭岳の噴火史

旭岳は上述したように大雪山の活動の中で最も新しい火山体であり、その噴火活動は約1-2万年前に開始したと考えられている（大沼・和田，1991）。旭岳の噴火活動は噴火様式の違いから3つ

表1. 大雪山の噴火史（和田・野口（1995）を基に作成）

活動期		年代	火山体
後カルデラ期	ステージⅣ	現在～ 3万年前	旭岳・ミクラ沢溶岩・熊ヶ岳・後旭岳・小旭岳
カルデラ期	ステージⅢ	3万年前	御鉢平カルデラ
前カルデラ期	ステージⅡ	後期 3万年前～ 20万年前？	凌雲岳・白雲岳・黒岳・比布岳・北鎮岳・烏帽子岳・赤岳・桂月岳・東岳・緑岳・鋸岳
		前期 20万年前？～ 50万年前？	安足間岳・永山岳・旧御鉢平溶岩・赤岳下部溶岩・上川岳
	ステージⅠ	50万年前？～ 100万年前？	高根ヶ原・緑岳下部溶岩・銀泉台溶岩・白水川溶岩・天幕山溶岩・愛山溪溶岩

のステージ（ステージ1～3）に分類される（大沼・和田，1991；佐藤・和田，2007）（図1）。以下に、佐藤・和田（2007）の分類に基づいて噴火史の概要を示す。

ステージ1（約1-2万年前～約6,500年前）は、多数の溶岩の流出によって成層火山の下部を形成した時期である。図1では、ステージ1の溶岩流を噴出時期の古い順に1-1～1-4のサブステージに分類している。これらサブステージの溶岩流はそれぞれ複数の溶岩流から構成される。旭岳の溶岩の多くには溶岩堤防や溶岩じわなどの表面地形がよく保存されている。溶岩の多くは安山岩の化学組成を示すが、一部デイサイト質の溶岩も存在する。安山岩質の溶岩とデイサイト質の溶岩が縞状溶岩を形成することもある。また、苦鉄質包有物を多数含む溶岩も存在する。ステージ1の活動は約6,500年前には終了し、その総噴出量は約2.4 km³であった。

ステージ2（約6,500年前～約3,000年前）は、主に爆発的な噴火によって円錐形の火山体を形成した時期である。このステージはスコリアを主体とする降下火砕物が卓越しているが、山頂部から中腹の谷沿いに小規模な火砕流堆積物も確認されている。また、小規模ではあるが溶岩流の存在も確認されている。ステージ2の総噴出量は約0.2 km³である。

ステージ3（約3,000年前～現在）は、主に水蒸気爆発によって地獄谷火口や小火口群を形成した時期である。地獄谷火口は約3,000年前～2,000年前の一時期に生じた水蒸気爆発によって形成されたものである。この噴火によって旭岳の山体西側の一部が崩壊し、岩屑なだれが発生したために、馬蹄形をした地獄谷火口が誕生した。この噴火によって旭岳はほぼ現在の姿になった。岩屑なだれは現在のロープウェイ姿見駅周辺を埋め、最も流下したものは現在の旭岳温泉付近まで達している（図1）。姿見の池や夫婦池などは地獄谷火口形成後に誕生した小火口である。旭岳の最新の噴火は約250年前に生じた水蒸気爆発であり、これは旭岳の山腹に確認される樽前火山1739年噴火の火山灰（Ta-a）の上位に旭岳起源の火山灰が堆積していることから確認された（和田・他，2003）。このステージでは、水蒸気爆発による火山灰が堆積したが、その噴出量は0.01 km³に満たない。

旭岳でマグマが噴出したのはステージ1およびステージ2であり、ステージ3では、現在のところマグマの噴出は確認されていない。

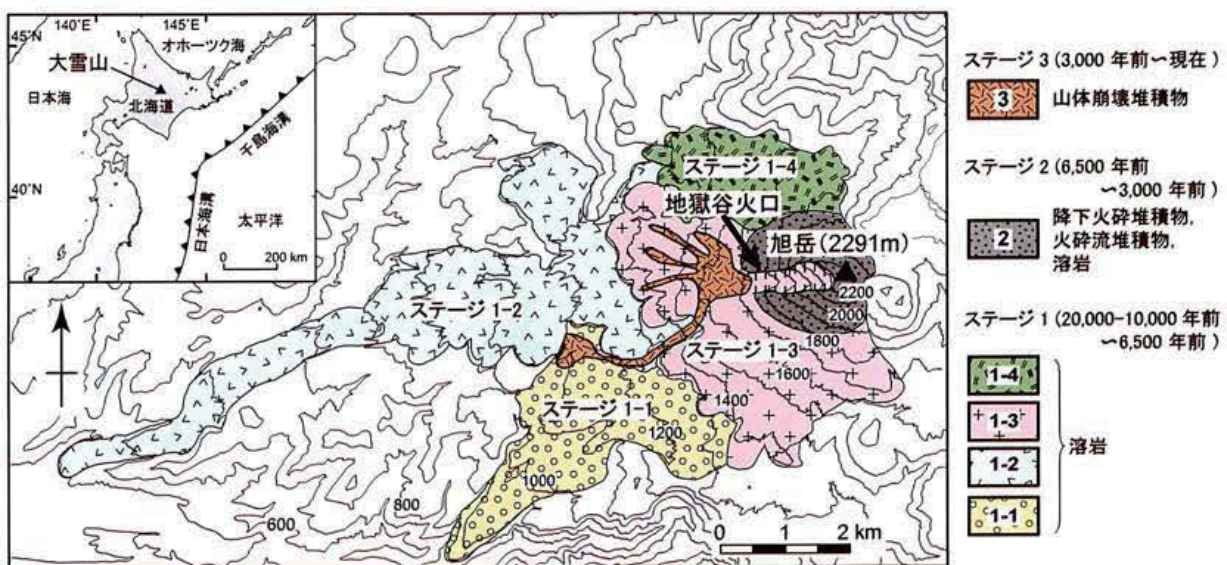


図1. 大雪山の位置図および旭岳の地質図。

ステージ1の溶岩流は噴出時期の古い順に1-1～1-4に分類している。
地質図は佐藤・和田（2007）を一部修正したものである。

4. 岩石の化学組成とマグマ供給システム

旭岳の岩石の SiO_2 量は 54-65 wt.% で玄武岩質安山岩からデイサイトの化学組成を示す (図 2)。 SiO_2 量の高い岩石は高カリウム系列にプロットされるが、多くは中カリウム系列にプロットされる。また、岩石はカルクアルカリ系列のトレンドを示す。岩石中に含まれる斑晶鉱物は、斜長石、斜方輝石、オーザイト、鉄チタン酸化物で、ホルンブレンドが含まれることもある。また、 SiO_2 量の低い岩石にはまれにカンラン石が含まれる。

旭岳の岩石は、(1) 苦鉄質包有物を含む溶岩、縞状軽石などの不均質な噴出物の存在、(2) 高 An 組成と低 An 組成の斜長石斑晶のように非平衡な斑晶鉱物の共存、(3) 逆累帯構造を示す斑晶鉱物の存在、などの点から噴火前のマグマ混合によって形成されたことが明らかにされている (佐藤・和田, 2007)。佐藤・和田 (2007) は、旭岳の地下には 1 種類の珪長質マグマと 2 種類の苦鉄質マグマが存在しており、それらが噴火前に混合するモデルを提案した (図 3)。また、マグマ混合における珪長質マグマと苦鉄質マグマの混合比は時間とともに変化しており、ステージ 1 と比較してステージ 2 の方が、マグマ混合における苦鉄質マグマの混合比が増加していることが示された。

岩石記載、鉱物および全岩化学組成、マグマ供給系に関する詳細な議論は佐藤・他 (2005)、佐藤・和田 (2007) を参照されたい。

5. 旭岳地質見学案内

本稿では、上述したようにロープウェイ姿見駅 (標高約 1,600m) を起点とした登山道沿いの二つの地質見学コース (山頂コース、裾合平コース) を紹介する (図 4)。これらのコースは、国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図「旭岳」, 「愛山溪温泉」の範囲内にある。

5-1 見学時期と交通

地質見学に適するのは登山道沿いの雪

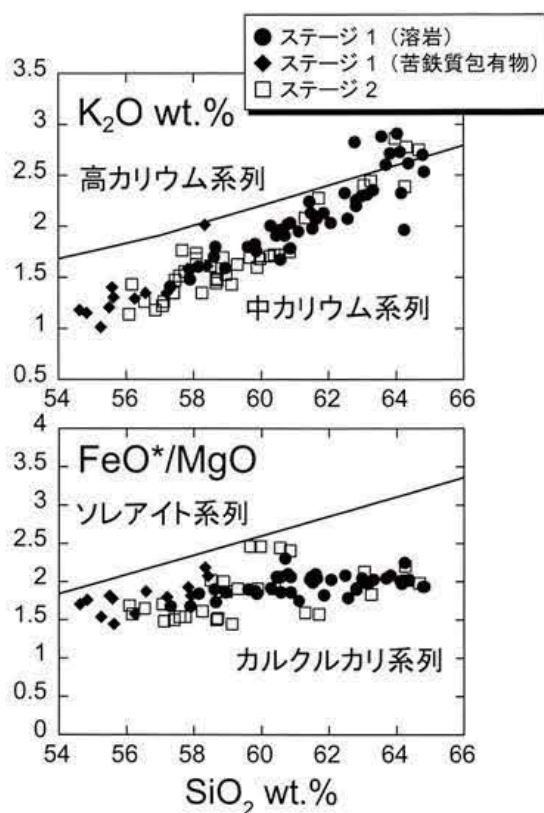


図 2. 旭岳噴出物の全岩化学組成。
(a) K_2O - SiO_2 図。高カリウム系列と中カリウム系列の境界は Gill(1981) による。(b) FeO^*/MgO - SiO_2 図。ソレライト系列とカルクアルカリ系列の境界は Miyashiro(1974) による。

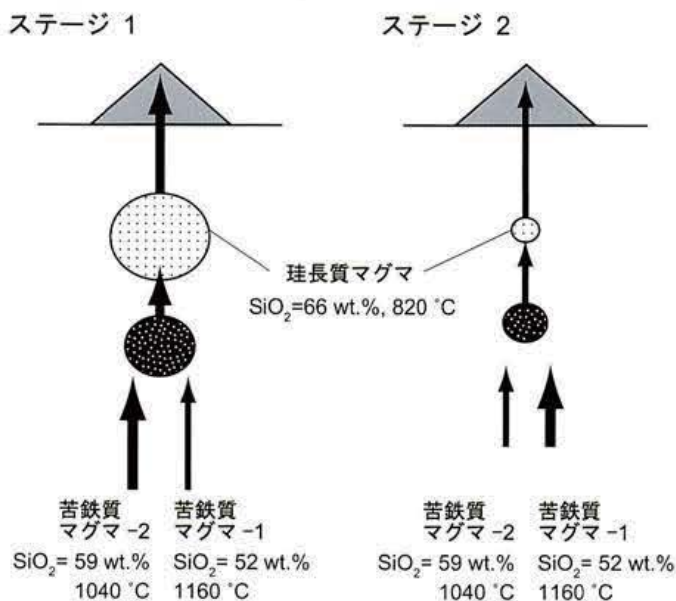


図 3. 旭岳のマグマ供給システム。

図は佐藤・和田 (2007, Fig. 12) を一部修正したものである。

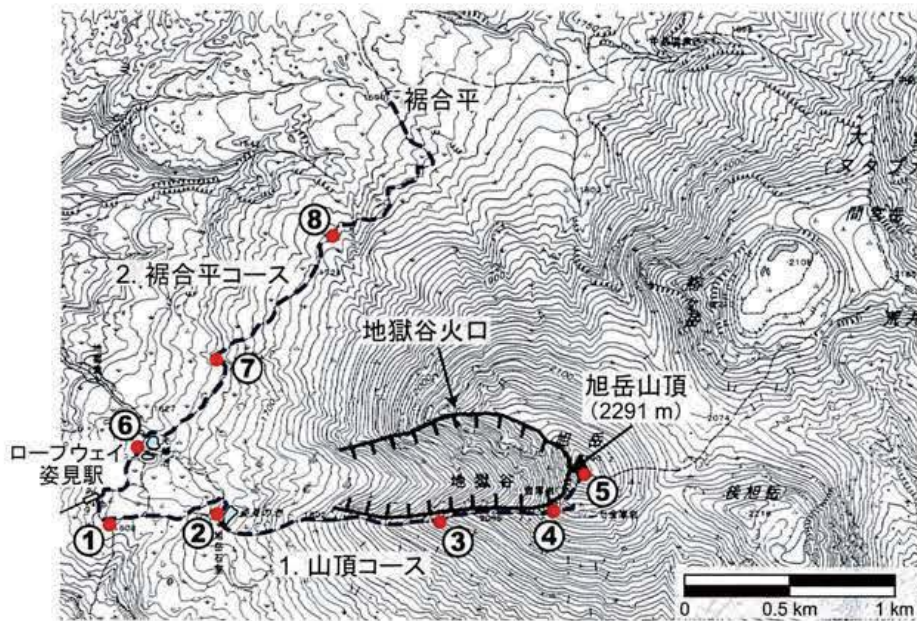


図 4. 旭岳の地質見学コース。

点線は見学コースであり、①～⑧は見学地点を示している。国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「旭岳」、「愛山溪温泉」を使用している。

が解ける 7 月中旬から雪が降る前の 9 月中旬～下旬までである。天候によっては、夏季でも寒くなるためしっかりとした防寒対策が必要である。

地質見学に車を利用する場合は、JR 旭川駅から約 1 時間、旭川空港からは約 40 分で旭岳の登山口（標高約 1,100m）に到着することができる。公共の交通機関を利用する場合は、JR 旭川駅から登山口までのバスが運行している。この登山口からはロープウェイが運行しており、約 10 分でロープウェイ姿見駅に到達することができる。ロープウェイの運行状況は時期によって異なるため、事前の確認が必要である。ロープウェイの運行状況は、大雪山旭岳ロープウェイのホームページで確認できる (<http://www.wakasaresort.com/asahidakeropeway/index.htm>)。ロープウェイを使用しない場合は登山口から姿見駅まで約 2 時間半の登山となる。

5-2 地質見学コース

5-2-1 山頂コース

本コースは、ロープウェイ姿見駅から旭岳山頂に向かうコースである（図 4）。ステージ 3 の水蒸気爆発によって形成した地獄谷火口や姿見の池、成層火山の内部構造、ステージ 2 で噴出した降下火砕堆積物などを観察することができる。ロープウェイ姿見駅から山頂までは観察時間を含めて 3 時間ほどで到達することができる。以下に各見学地点の詳細を示す。

・地点 1：旭岳の外観と山体崩壊堆積物

ロープウェイ姿見駅からは、旭岳の円錐形の外観と馬蹄形の地獄谷火口を観ることができる。この様子をよりよく観察できるのは、姿見の池までの遊歩道と旭岳登山口に下山する登山道との分岐付近からである（図 4、図 5a）。

大雪山は 2,000m を超える複数の火山体から構成されている。北海道の屋根とも称される大雪山の中で、旭岳（2,291m）は最も標高が高く、北海道の最高峰でもある。旭岳の円錐形部分は、基部にステージ 1 の溶岩が観察できるが、多くはステージ 2 の降下スコリア堆積物、火砕流堆積物、溶岩で構成されている。標高 1,700m から山頂までの平均傾斜は $19^{\circ} \sim 25^{\circ}$ である。

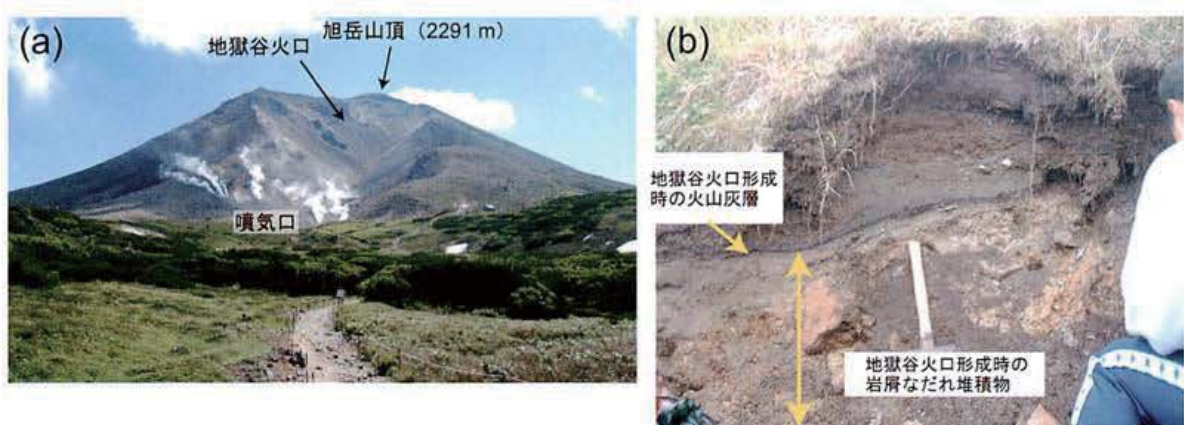


図 5. (a) 旭岳の円錐形部分. (b) ロープウェイ姿見駅周辺の岩屑なだれ堆積物.

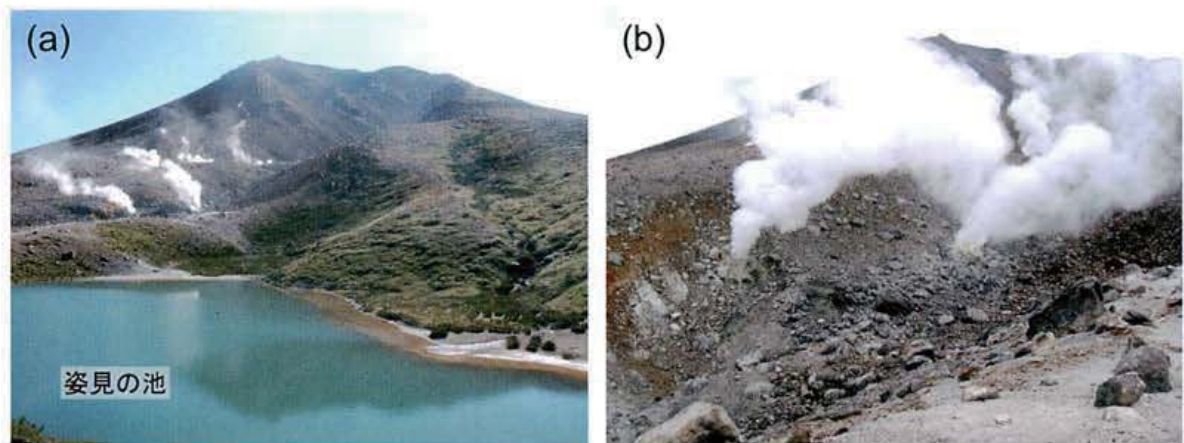


図 6. (a) 姿見の池. (b) 噴気孔から噴出する噴気.

正面に観察できる馬蹄形の火口は、地獄谷火口と呼ばれる（図 5a）。この火口は、「3. 旭岳の噴火史」でも述べたように、約3,000年～2,000年前の一時期に生じた水蒸気爆発に誘発され、山体西側で生じた山体崩壊によって形成されたものである。このとき生じた岩屑なだれの堆積物は、姿見の駅周辺の谷沿いで確認できる（図 5b）。崩壊前に山体を形成していた岩塊はオレンジ色を呈しており、その直上には地獄谷火口形成時の水蒸気爆発によって生じた火山灰が降り積もっている（図5b）。

・地点 2：姿見の池と噴気孔

この地点（旭岳 5 合目）は休憩地点となっており、ここから姿見の池を間近に観察することができる（図 6a）。姿見の池は、地獄谷火口形成後の水蒸気爆発によって生じた小火口群の一つである。姿見の池火口の長径は約90mで、それらの火口群の中で最も大きい。

この休憩地点から遊歩道沿いのわずかに北側の地点にはいくつかの噴気孔があり、現在でも活発に活動する噴気を間近に観察することができる（図 6b）。Iwasaki et al. (1962) によると、この噴気は約 98 % が水蒸気であり、水蒸気以外のガス成分としては、多い順に CO_2 、 SO_2 、 H_2S 、 HCl などを含む。また、噴気の温度は153～175℃であることが報告されている。

・地点 3：地獄谷火口壁の堆積物

地点 2 から山頂までは本格的な登山となる。登山開始後しばらくして後方を振り返るとロープウェイ姿見駅や姿見の池を観ることができる。

地獄谷火口は細長く西側に開いており、登山道は火口壁の南側に沿っている（図 4）。地点 3 付近

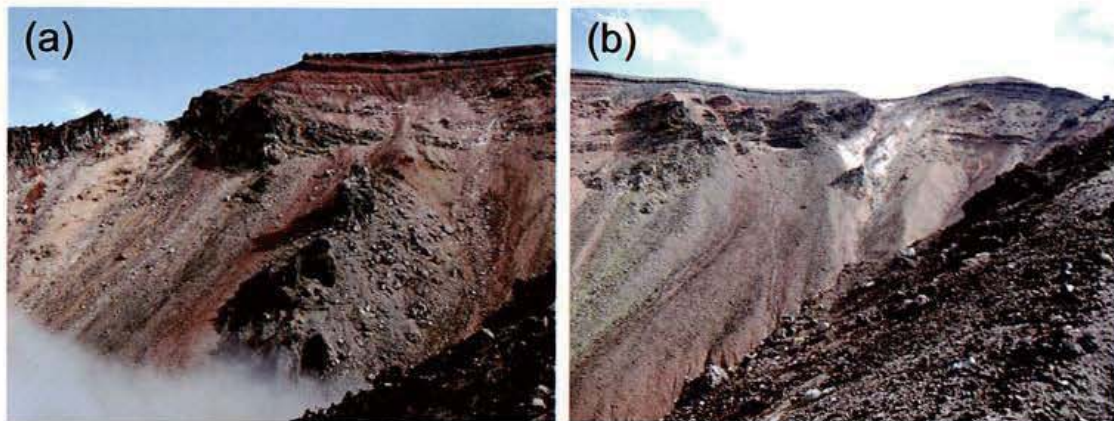


図 7. (a) 地獄谷火口北側の斜面. (b) 山頂西側の斜面.

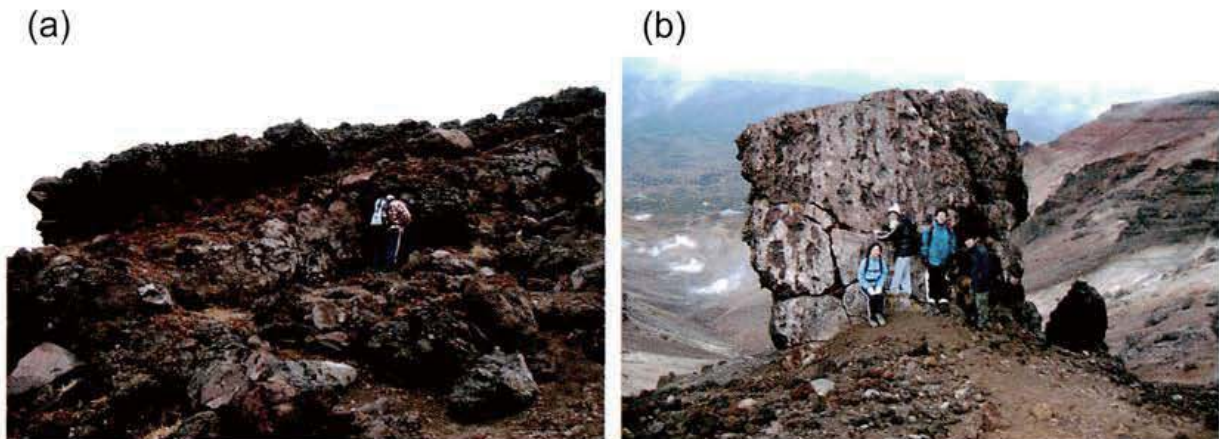


図 8. (a) 溶結降下スコリア. (b) 金庫岩（溶結降下スコリア）.

からは火口の北側の斜面および山頂西側の斜面を観察することができる(図 7a, 7b). 北側および山頂西側の斜面とも数多くの噴出物が層をなして堆積しているのが確認でき、山頂部を形成するまでに相当数の噴火を繰り返したことが分かる。これらの噴火はステージ 2 の活動にあたる。和田(1993)は、火口壁の堆積物についての詳細な記載を行った。複数枚の降下スコリア堆積物(軽石も含まれる)については、堆積物の層厚によって、含まれるスコリアと軽石の量比に変化が生じることを示した。層厚が大きくなるにつれ、スコリアの量比が多くなる。

・地点 4: 溶結降下スコリア

8 合目(標高2,060m)を過ぎると登山道沿いに赤色に酸化した岩塊が目立つようになる。これは、ステージ 2 の爆発的な噴火によって形成された溶結降下スコリア(アグルチネート)である。このアグルチネートは噴出したスコリアが冷え固まる前に次々と降り積もり、互にくっつきあって溶結したものである。見学地点からは、この溶結降下スコリアを観察することができる(図 8a)。登山道を山頂に向かって進む途中(標高2,240m付近)に直方体の形状をした特徴的な岩塊が存在する。これは通称「金庫岩」と呼ばれており、これもまたアグルチネートである(図 8b)。

また、金庫岩付近からは地獄谷火口壁の堆積物をよく観察することができる。ただし、実際に火口壁に近づくことはできないため、双眼鏡を携帯するとよい。

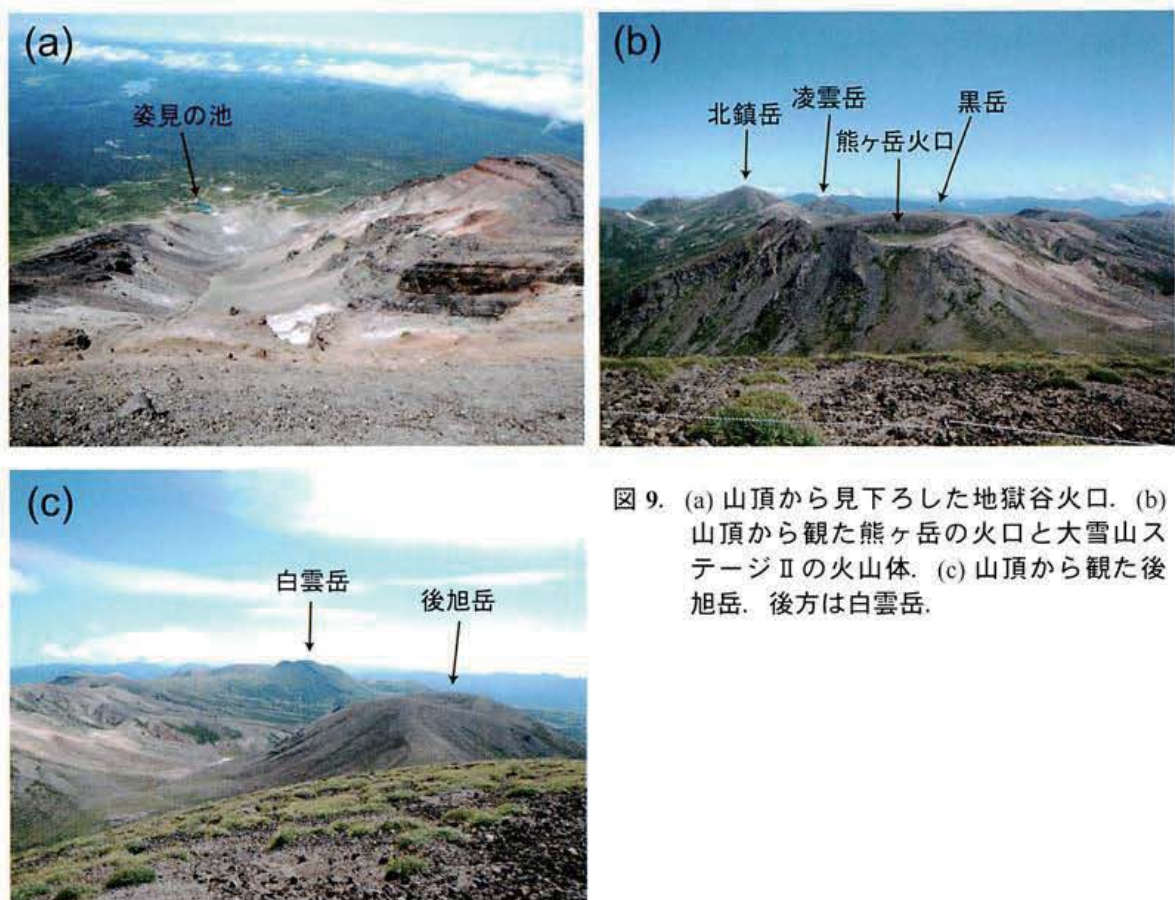


図 9. (a) 山頂から見下ろした地獄谷火口. (b) 山頂から観た熊ヶ岳の火口と大雪山ステージⅡの火山体. (c) 山頂から観た後旭岳. 後方は白雲岳.

・地点 5：旭岳山頂と熊ヶ岳、後旭岳の火口

金庫岩を過ぎ、最後の急な坂を越えると山頂に到達する。この坂を登る途中には山頂を構成している降下スコリアを観察することができる。

山頂は開けており、夏場は多くの登山客で賑わっている。山頂からは見下ろすように地獄谷火口をよく観察できる(図 9a)。また、山頂から北東方向には熊ヶ岳の火口とその後方にある北鎮岳や凌雲岳などの火山体、東方向には後旭岳の山体を観察することができる(図 9b, 9c)。北鎮岳や凌雲岳は大雪山の活動ステージⅡにあたり、熊ヶ岳、後旭岳は旭岳と同様ステージⅣにあたるが、どちらも旭岳より古い山体である(表 1)。

山頂からは条件によって、西に暑寒別岳、東に阿寒の火山体を見渡すことができる。また、南には大雪―十勝火山を構成するトムラウシ山や十勝岳を望むことができる。

5-2-2 裾合平コース

本コースは、ロープウェイ姿見駅から裾合平に向かうコースである(図 4)。旭岳の噴火史ステージⅠのうち北西方向に流下した複数の溶岩流を横切るコースであり、旭岳の溶岩の表面地形を観察することができる。また、登山道沿いには広域火山灰を確認することができる。ロープウェイ姿見駅から裾合平までは観察時間を含めて 2 時間ほどで到達することができる。以下に各見学地点の詳細を示す。

・地点 6：夫婦池

この地点からは、ステージⅢの水蒸気爆発によって形成された小火口が観察できる。図10に示したのは、すり鉢池と呼ばれる小火口である。このすり鉢池のわずかに北側には鏡池と呼ばれる小火

口が存在し、この2つの池を合わせて夫婦池と呼ばれている。これらは姿見の池と同時期に形成されたものだと考えられる。

空中写真を用いてこれらの小火口の位置を確認するとおよそ西北西~東南東方向に配置している。地獄谷火口形成後、この方向に卓越して小規模な水蒸気爆発が数回生じたと考えられる。

・地点7：溶岩の表面地形と苦鉄質包有物

この地点から北西に広がる溶岩は、表面地形の保存が良く、溶岩堤防を観察することができる(図11a)。溶岩堤防は谷に沿って流動する溶岩の縁が中央部よりも先に固結したために堤防状になった地形である。登山道はこの溶岩堤防と交差しているので、堤防を形成している溶岩を良く観察できる。

この溶岩堤防を形成している溶岩には円形~楕円形の異質な岩片が多数含まれている(図11b)。この異質な岩片は苦鉄質包有物と呼ばれ、マグマ混合の証拠と考えられている(佐藤・和田, 2007)。



図10. すり鉢池。

旭岳の岩石の多くは、噴出前に苦鉄質マグマと珪長質マグマが混ざり合い、中間組成のマグマとして噴出したものである。地下での複雑なマグマの混合の際に、苦鉄質端成分マグマに比較的近いものが、溶岩を形成する中間組成のマグマに液滴状に取り込まれ、急冷したものと考えられる。

・地点8：広域火山灰

この地点の登山道沿いの土壌断面では、他の火山から飛来した火山灰(広域火山灰)を確認することができる(図12)。和田・他(2001)はこれらの広域火山灰について、火山ガラスの化



図11. (a) 溶岩堤防が発達する溶岩流。黄色の点線が溶岩堤防を示す。溶岩の縁は先に固結し堤防を形成したが、内部は矢印方向に流下したと考えられる。写真右の溶岩堤防は、この溶岩中央の凹部に後から流下してきた溶岩によるものである。(b) 苦鉄質包有物を含む溶岩。

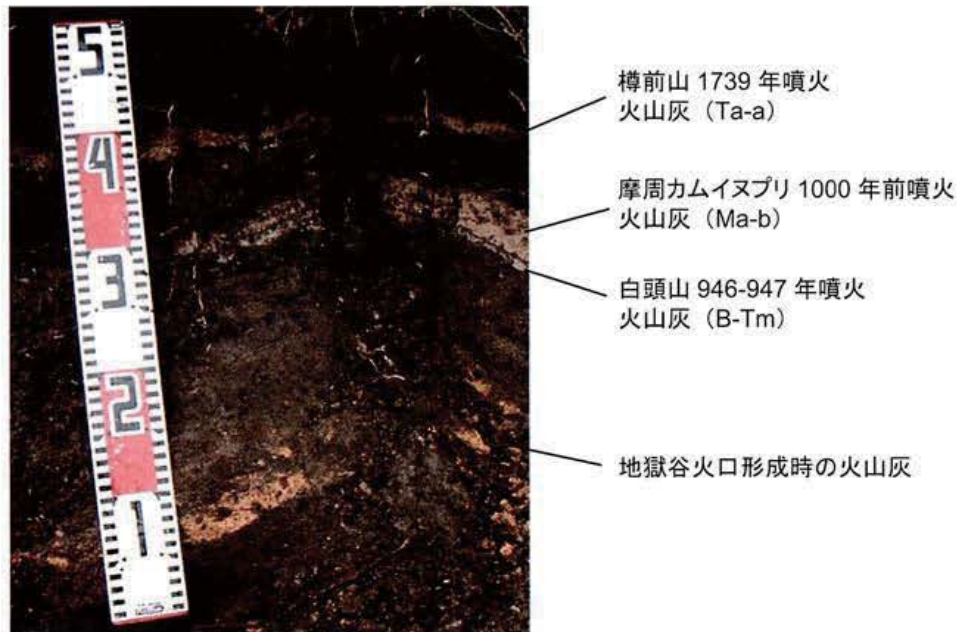


図 12. 広域火山灰が確認できる土壌断面.

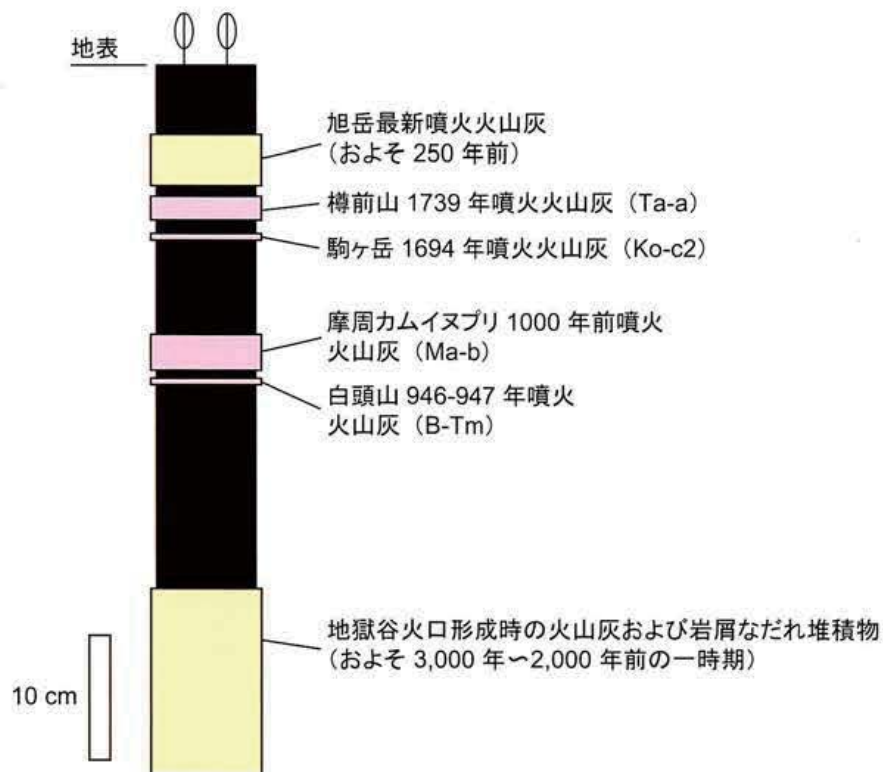


図 13. 旭岳北西山麓における土壌断面の総合柱状図. 黒色の層は土壌を示す. 図は和田・他 (2003) を一部修正したものである.

学組成分析を行い、給源火山を特定した。地表下数cm のところには、樽前山1739年噴火による火山灰 (Ta-a) が存在する。この火山灰は、手触りがザラザラしているのが特徴である。その下に数cm の土壌を挟んで、およそ1000年前の摩周カムイヌプリ噴火の火山灰 (Ma-b) が存在する。さらに、その下位に白頭山946－947年噴火の火山灰 (B-Tm) も確認することができる。その下に土壌を挟ん

でオレンジ色をした堆積物がある。これは、地獄谷火口を形成した際に生じた火山灰である。この地点では、3枚の広域火山灰を観察することができるが、火山灰の保存状態がよければ、樽前山の火山灰（Ta-a）の下位に駒ヶ岳1694年噴火の火山灰（Ko-c2）を確認することができる（図13）。

6. まとめ

本稿では、大雪山旭岳についての一般向けの地質見学案内を作成した。大雪山においてこのような解説書は少ないため、一般の人が露頭の観察を通して、火山の噴火史や噴火の特徴を理解するには大変有効なものだと考える。また、地元に住む人たちにとっても過去の噴火の特徴を知することは防災の観点からも重要である。この案内書は広く一般向けを対象としているが、野外で活きた火山を体感できるという点、さらに、授業で習った現象や用語の確認ができるという点からも教育現場においても十分に活用できると考えられる。

本案内書では2つのコースを設定したが、山頂コースから間宮岳、中岳分岐を経て裾合平に向かうコースを設定すれば、2つのコースを1日で十分に観察することができる（この場合、裾合平コースは本稿の案内と逆になる）。大雪山自然教育研究施設を基地にして登山をしながら火山地形や噴出物の観察を行うには最適のコースであり、旭岳の噴火史や噴火の特徴を理解することができるモデルコースとなりうる。また、登山道沿いでは高山植物や動物・昆虫を観察することができるため、火山の観察と自然観察を楽しむことのできるコースでもある。

謝 辞

本案内書は大雪山に関するこれまでの研究成果の一部を一般向けの解説書としてまとめたものである。これまで大雪山国立公園内での地質調査に関して環境省および文化庁の許可を頂いた。また、現地自然保護官事務所および上川中部森林管理署のご協力を得た。地質調査に関しては北海道教育大学旭川校地学教室の学生の協力を得た。これらの方々に感謝致します。

引用文献

- Gill, J.B. (1981) *Orogenic andesites and plate tectonics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 390pp.
- 石川俊夫 [編] (1958) 大雪山及び層雲峡：地質見学案内書。北海道大学理学部地質学鉱物学教室, 1-24.
- Iwasaki, I., Ozawa, T., Yoshida, M., Katsura, T., Iwasaki, B., Kamada, M. and Hirayama, M. (1962) Volcanic gases in Japan. *Bull. Tokyo Inst. Technology*, **47**, 1-54.
- 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 [編] (2007) 北海道の活火山。北海道新聞社, 223pp.
- 勝井義雄・横山泉・伊藤太一 (1979) 旭岳-火山地質・活動の現状および防災対策。北海道における火山に関する研究報告書, 7, 北海道防災会議, 42pp.
- 国府谷盛明・松井公平・河内晋平・小林武彦 (1966) 5万分の1地質図幅および説明書「大雪山」。北海道開発庁, 47pp.
- 国府谷盛明・小林武彦・金詰祐・河内晋平 (1968) 5万分の1地質図幅説明書「旭岳」。北海道開発庁, 52pp.
- 国府谷盛明・小林武彦 (1970) 大雪火山。地質ニュース, 7月号, 12-20.
- Miyashiro, A. (1974) Volcanic rock series in island arc and active continental margin. *Am. J. Sci.*, **274**, 321-355.

- 大沼靖治・和田恵治（1991）大雪山，旭岳の地質と岩石．北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**26**，45-53.
- 佐藤鋭一・和田恵治（2007）大雪火山群，旭岳におけるマグマ混合と3種類の端成分マグマ．岩石鉱物科学，**36**，125-139.
- 佐藤鋭一・和田恵治（2010）大雪火山噴出物の露頭紹介1.大函の御鉢平カルデラ噴出物..北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**44**，1-5.
- 佐藤鋭一・和田恵治（2011）大雪火山噴出物の露頭紹介2.天人峡の御鉢平カルデラ噴出物.御鉢平カルデラから流出した2種類の火砕流の噴出順序．北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**45**，1-8.
- 佐藤鋭一・和田恵治（2012）大雪火山噴出物の露頭紹介3.2種類の苦鉄質包有物を含む黒岳の溶岩..北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**46**，1-7.
- 佐藤鋭一・和田恵治・中川光弘（2005）大雪火山，御鉢平カルデラおよび旭岳の岩石記載と岩石の化学組成．北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**39**，1-16.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（1990）平成元年度全国地熱資源総合調査（第3次，十勝地域地熱資源総合調査，広域熱水流動系調査十勝地域，火山岩分布・年代調査）報告書要旨，227pp.
- 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，152pp.
- 和田恵治（1993）旭岳地獄谷火口における火山噴出物の層序．北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**28**，45-51.
- 和田恵治・中村瑞恵・奥野充（2001）旭岳の表層にみられる広域火山灰の化学組成とその給源火山の特定．北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告，**35**，9-18.
- 和田恵治・中村瑞恵・奥野充・佐藤鋭一（2003）大雪山，旭岳における最新の噴火年代について．日本火山学会2003年度秋季大会講演予稿集，p158.
- 和田恵治・野口昌宏（1995）大雪火山溶岩ドーム群の噴火過程ー溶岩・苦鉄質包有物の岩石組織と鉱物化学ー．昭和新山生成50周年記念国際火山ワークショップ1995 小論文・要旨集，199-200.