

# 大雪山主稜線付近に分布する完新世テフラ

## －同定と高山環境変動の問題検討への意義－

中村 有吾\*・片山 美紀\*\*・平川 一臣\*・石川 守\*

キーワード：完新世テフラ，高山地形環境，大雪山主稜部

### I. はじめに

大雪山主稜線付近には、樽前a (Ta-a)・駒ヶ岳c<sub>2</sub> (Ko-c<sub>2</sub>)・白頭山苦小牧 (B-Tm) をはじめとする数枚の完新世テフラが存在するといわれている（五十嵐・高橋, 1985; 高橋・五十嵐, 1986; 遠藤ほか, 1989）。しかしながら、これらのテフラの岩相や岩石記載学的特徴などの同定の根拠は明らかにされておらず、分布や降下層準などについても不明な点が多い。

本稿の目的は、第1に大雪山主稜線付近に分布するこれらのテフラの岩石記載学的特徴を提示すること、第2にそれらの広域対比を試み、それらの第四紀学的意義について指摘することである。

現地で採取した各試料は、実験室内において洗浄・篩別・検鏡をおこなった。鉱物組成を計測するために、細砂サイズ(1/4~1/8mm)の試料を双眼実体顕微鏡で観察し、主要鉱物を200粒子カウントした。また、温度変化型屈折率測定装置(RIMS86, 京都フィッショントラック製)を用い、檀原(1993)の方法によって、火山ガラス・斜方輝石の屈折率を測定した。特に、火山ガラスについては極細砂サイズ(1/8~1/16mm)の試料を用いて、Steen-McIntyre (1975) の方法で水和ガラスを認定し、水和ガラスの屈折率を測定した。さらに、火山ガラスを電気炉で加熱(400°C, 12時間)して得た脱水ガラスの屈折率を測定した。火山ガラスの形態については、町田・新井(1992)の形態分類にしたがって記載した。

ところで、完新世テフラの火山ガラスは水和が

未完了であるため、1片の火山ガラスにおいても水和ガラスと未水和ガラスが存在する。両者の区別をせずに屈折率を測定した場合、測定値が著しくばらつき、テフラ同定の資料としては利用できない場合が多い。均質なガラスを得るためにには、試料を加熱して火山ガラスを脱水させる方法が有效であることを、筆者らは明らかにした。この方法によって、水和開始前の新鮮な火山ガラスと同一の屈折率測定値を得ることができるが、その詳細な手順と有効性については別稿(中村ほか, 1999印刷中)で論じる。

### II. 試料採取地点の概要

大雪山系は、北海道中央部に位置する火山地域であり、忠別岳・高根ヶ原・白雲岳・黒岳などは、いずれも鮮新世～更新世に噴出した溶岩で構成される。大雪山系北部には、約3万年前に形成された御鉢平カルデラ（勝井ほか, 1979）がある。その南西に位置する旭岳は、大雪火山群の中で最も新しい火山であり、北海道最高峰(2,290m)をなす。標高1,700mをこえる主稜線部は森林限界(標高1,500~1,600m)をこえており、現在でも周氷河環境下にある。

本研究においてテフラを記載・採取した地点は、黒岳から忠別岳にかけての標高1600m以上に位置する7地点（図1）である。いずれの地点においても、完新世テフラは、地表面下60cm以内の黒色土壌層中に挟在する（図2）。

\* 北海道大学大学院地球環境科学研究所

\*\* 日製産業株式会社

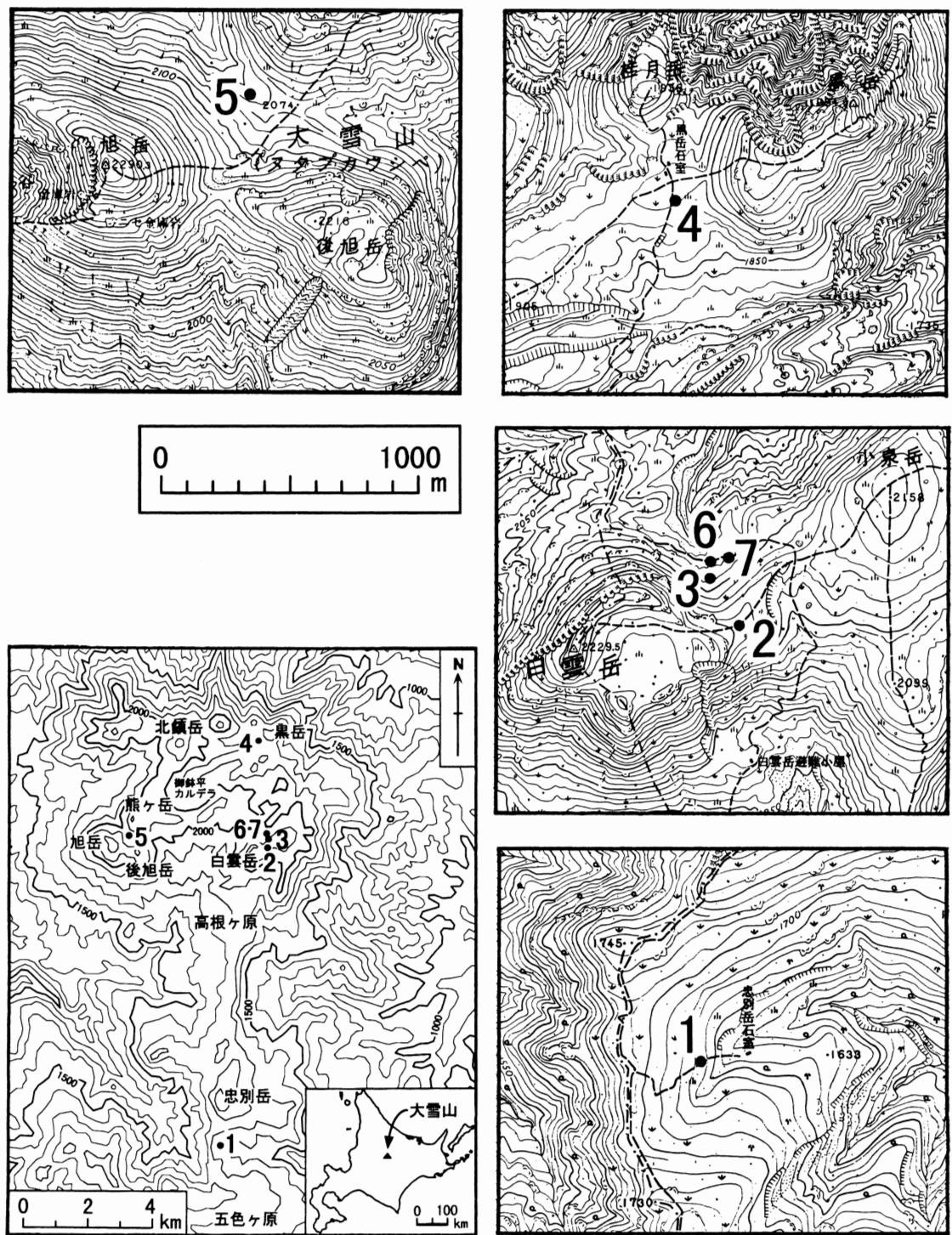


図1 テフラ記載地点の位置

数字は Loc.番号。

国土地理院発行2万5千分の1地形図「層雲峠」「白雲岳」「五色ヶ原」「旭岳」を使用。

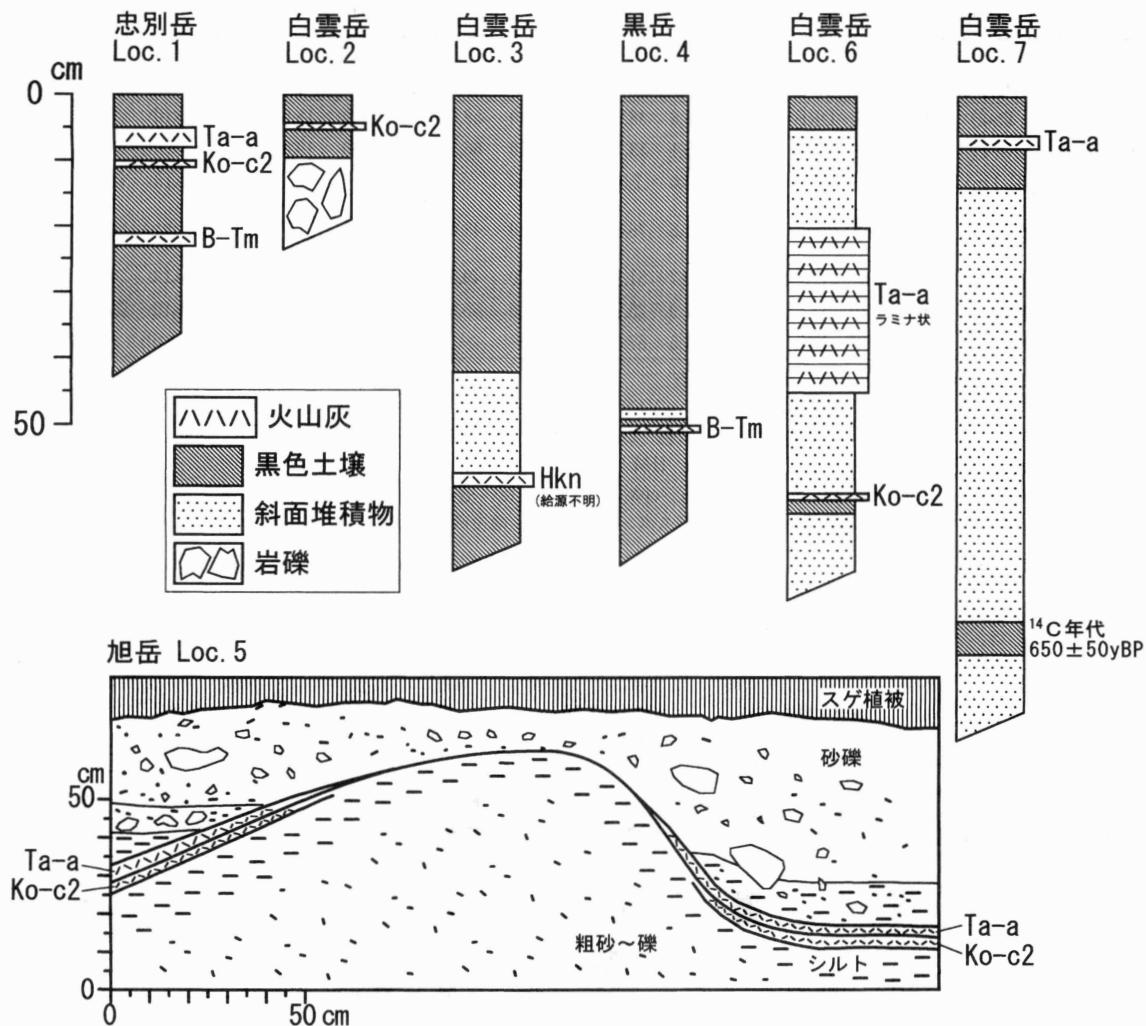


図2 テフラ記載地点の柱状図・スケッチ

### III. テフラの記載と対比

本地域で採取したテフラの岩相・岩石記載学的特徴を表1・図3に示す。各テフラを広域対比する上で特に注目すべき特徴を、以下に記載する。

#### 1. 給源を特定できたテフラ

##### 樽前 a (Ta-a)

忠別岳付近(Loc. 1)では、地表面下約10cmに、中砂サイズの火山灰が位置する。層厚は2cm程度で、比較的新鮮な試料なら淡黄色、腐植化のすんだものはにぶい赤褐色を呈する。本試料は、軽鉱物および軽石型の火山ガラスに富み、斜方輝石・単斜輝石をともなう。火山ガラスはほとんど

水和しておらず、ごく一部のガラス片において $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚さの水和ガラスがみられる。

本テフラは、細粒の軽石粒からなる火山灰であり、道東地域でみられるTa-a(山田, 1958)の岩相(山田, 1958の旭岳aおよび雌阿寒a1。徳井, 1989によりTa-aに同定)と類似する。脱水ガラスの屈折率(最頻値 $n=1.492\text{--}1.493$ )、斜方輝石の屈折率( $\gamma=1.711\text{--}1.715$ )などは、Ta-a標準試料の値とそれぞれほぼ一致している。したがって、このテフラは1739年に樽前山から噴出したTa-aに対比される。Ta-aに相当する火山灰層は白雲岳周辺(Loc. 6, Loc. 7)にも分布する。

表1 大雪山主稜線付近に分布するテフラと広域テフラ標準試料の岩石記載学的特性

試料名(対比)	形態	粒径	色調・マンセルシステム	粒子組成(%)			重鉱物組成(%)					火山ガラス		試料採取地点
				VG	LM	HM	ol	cpx	opx	ho	opq	bi	形態	
忠別岳上位(Ta-a)	afa	MS	DRB 5YR4/4	46.8	48.5	4.8	0.0	58.0	24.0	0.0	18.0	0.0	spo,fib	忠別岳 Loc.1
忠別岳中位(Ko-c <sub>2</sub> )	afa	VFS	LG 2.5Y8/2	85.1	13.1	1.8	0.0	66.5	14.5	0.0	19.0	0.0	spo>fib	忠別岳 Loc.1
忠別岳上位(B-Tm)	afa	VFS	GY 2.5Y7/2	93.0	7.0	0.0	—	—	—	—	—	—	spo,fib	忠別岳 Loc.1
白雲岳(給源不明)	afa	VFS	—	—	11.6	76.8	11.6	0.0	48.0	50.0	2.0	0.0	0.0	spo,mas 白雲岳 Loc.3
Ta-a 標準試料	pfa	10	PY 5Y8/3	29.7	51.5	18.8	0.0	49.5	20.5	0.0	30.0	0.0	spo,fib	早来町源武
Ko-c <sub>2</sub> 標準試料	pfa	100	LG 5Y8/2	67.9	25.9	6.2	0.0	65.5	9.0	0.0	25.5	0.0	spo,fib	鹿部町尻無川
B-Tm 標準試料	afa	VFS	PY 2.5Y8/3	41.5	57.0	1.5	—	—	—	—	—	—	spo>fib	札幌市北区

形態 afa：降下火山灰 pfa：降下軽石

粒径 数値はmm。 MS：中砂サイズ VFS：極細砂サイズ

色調 DRB：にぶい赤褐色 GY：灰黄色 LG：灰白色 PY：淡黄色

粒子組成 VG：火山ガラス LM：軽鉱物 HM：重鉱物

重鉱物組成 ol：カンラン石 opx：斜方輝石 cpx：单斜輝石 ho：普通角閃石 opq：不透明鉄鉱物 bi：黒雲母

火山ガラス形態 fib：軽石型纖維状 spo：軽石型スponジ状 mas：急冷破碎型塊状

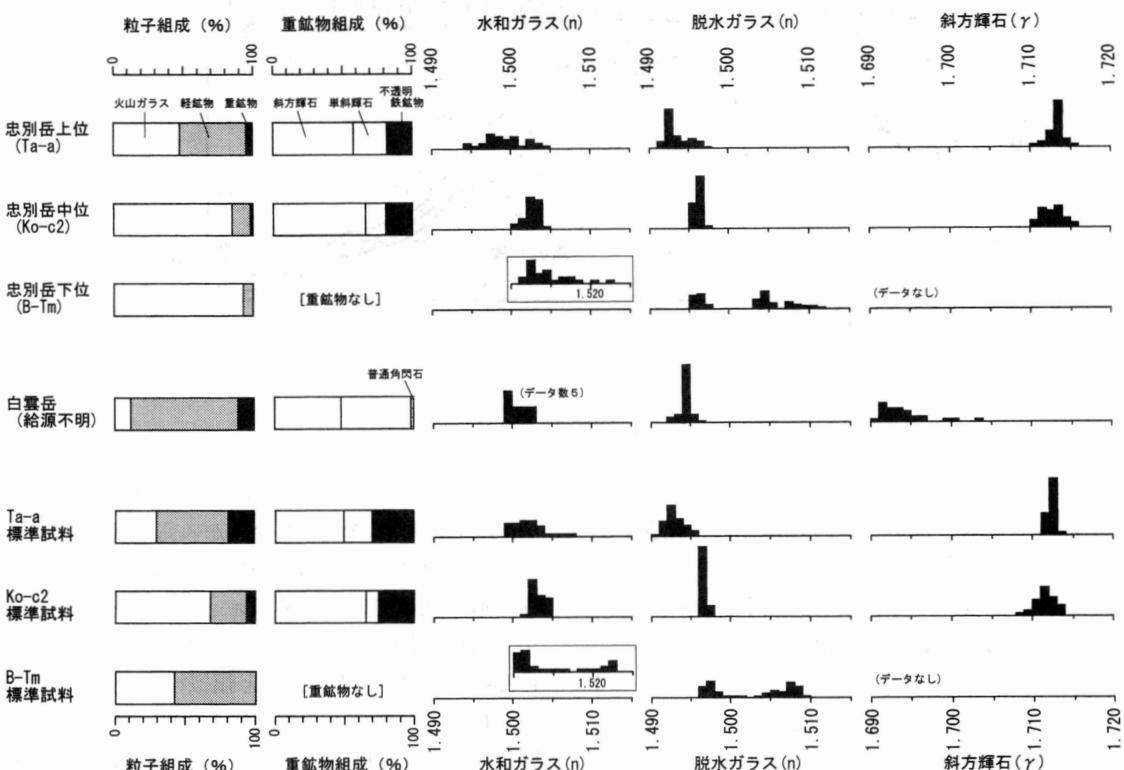


図3 大雪山主稜線付近に分布するテフラと広域テフラ標準試料の比較  
屈折率(n, γ)は相対度数ヒストグラムで示す。

### 駒ヶ岳 c<sub>2</sub> (Ko-c<sub>2</sub>)

Loc. 1においては、Ta-a の下位約 5 cm に、層厚 1 cm の火山灰層が位置する。極細砂サイズの灰白色ガラス質火山灰である。本試料は軽石型スponジ状の火山ガラスに富み、斜方輝石・単斜輝石を少量含む。火山ガラスはほとんど水和しておらず、ごく一部のガラス片において 10 μm 以下の厚さの水和ガラスがみられる。

細粒ガラス質火山灰である本テフラの岩相は、道東地域でみられる Ko-c<sub>2</sub> (佐々木ほか, 1971) の岩相 (山田, 1958 の雌阿寒 a 2。徳井, 1989 により Ko-c<sub>2</sub> に同定) と類似する。脱水ガラスの屈折率 ( $n = 1.495\text{--}1.496$ )、斜方輝石の屈折率 ( $\gamma = 1.710\text{--}1.716$ ) などは、Ko-c<sub>2</sub> 標準試料の値とそれぞれほぼ一致している。したがって、このテフラは 1694 年 (古川ほか, 1997) に北海道駒ヶ岳から噴出した Ko-c<sub>2</sub> に対比される。Ko-c<sub>2</sub> に相当する火山灰層は、白雲岳周辺 (Loc. 2, Loc. 6) や旭岳周辺 (Loc. 5) にも分布する。

### 白頭山苔小牧 (B-Tm)

Loc. 1において、Ko-c<sub>2</sub> の下位約 20 cm に、層厚 1 cm の火山灰層が位置する。極細砂サイズの灰黄色ガラス質火山灰である。本試料は軽石型 (スponジ状・纖維状) の火山ガラスを 93% という高率で含有する。また、本質物質起源の重鉱物を含まない。火山ガラスの表面部のみ水和しており、水和ガラスの厚さは 10 μm 以下である。

本試料に含まれる水和ガラスの屈折率 ( $n = 1.511\text{--}1.523$ ) は、一般的なテフラに比べてかなり高い。北海道に分布する完新世テフラの中で、このような特徴を持つものとして、B-Tm (町田ほか, 1981) がある。本試料中の脱水ガラスの屈折率測定値はバイモーダルな分布 ( $n = 1.495\text{--}4.98, 1.503\text{--}5.12$ ) をしており、B-Tm 標準試料での測定値とほぼ一致する。したがって、このテフラは 947 年 (早川・小山, 1998) に白頭山から噴出した B-Tm に対比される。B-Tm に相当する火山灰層は、黒岳周辺 (Loc. 4) にも分布する。

### 2. 細源不明のテフラ

#### 白雲岳火山灰 (Hkn : 仮称)

白雲岳周辺 (Loc. 3) には、地表面下約 50 cm に、層厚 1 cm にみたないテフラ層がある。本試料は極細砂サイズで、軽鉱物に富み、軽石型および急

冷破碎型の火山ガラスをともなう。また、単斜輝石・斜方輝石を少量含む。火山ガラスはほとんど水和しておらず、ごく薄いガラス片にのみ 1~2 μm の水和ガラスが観察される。脱水ガラスの屈折率は  $n = 1.494\text{--}1.495$  に明瞭な最頻値が現れる。本試料中の斜方輝石の屈折率は  $\gamma = 1.690\text{--}1.697$  であり、一般的なテフラに含まれる斜方輝石に比べてかなり低い。

これらの特徴を持つテフラは、樽前山・駒ヶ岳をはじめとする道南火山起源のものにはみられず、周辺地域での記載もない。このことから、Hkn は、大雪山系の火山に起源を持つ、ローカルなテフラであると考えられる。

## IV. 各テフラの第四紀学的意義

### 1. 新期火山噴火の認定

白雲岳周辺で観察された Hkn については、他のテフラとの層序関係・噴出年代・給源火山など全くわかっていない。しかしながらこのテフラは、塊状のガラス片を含み、単斜輝石の比率が高く、斜方輝石の屈折率がきわめて低いといった特徴があり、他地点で発見されれば対比は容易である。

大雪山では、御鉢平カルデラの形成後も、熊ヶ岳・後旭岳・旭岳などで火山活動をおこなっている (勝井ほか, 1979) が、火山活動の時期は明らかになっていない。Hkn がこれらの新しい火山に起源を持つテフラであることが確認されれば、Hkn は大雪火山群の御鉢平カルデラ形成後の火山活動史を考察する上で重要なテフラになるであろう。

### 2. 歴史時代における高山地形環境の変動の検討

Ta-a, Ko-c<sub>2</sub>, B-Tm の確実な同定・対比は、歴史時代の気候変動に関わる周氷河環境の時空変動について、議論の可能性を与える。上記のように、これらのテフラはそれぞれ 1739 年, 1694 年, 947 年に噴出したものであることがわかっている。これらの年代は、AD 700 年頃~1300 年頃にかけての Little climatic optimum などとよばれる中世の温暖期および 15 世紀から 19 世紀にかけてのいわゆる Little ice age (小氷期) の層準を特定できることを意味する。

たとえば、旭岳~熊ヶ岳の間の鞍部 (Loc. 5) では、図 2 のスケッチのように埋没アースハン

モック状の微地形が認められ、Ta-a および Ko-c<sub>2</sub>に覆われている。このアースハンモック状微地形は、最大径20cmに達する大礫を含む粗い砂礫層に覆われ、現在の地表面には雪田植生が生育する。

白雲岳北面 (Loc. 6) では、現在はハイマツやキバナシャクナゲの幼小木、チングルマなどが密に生育しているが、Ta-a は柱状図 (図2) のように地表面下20~45cmの層準にあって、ラミナ状を呈し、再移動・再堆積したことを示す。また、やや下位層準には弱い埋没A層を伴ってKo-c<sub>2</sub>が認められる。

また、この付近 (Loc. 7) では、地表面下約85cmの層準に埋没枯死した幼小木の樹幹を含む埋没土壌が発達しており、そのAMS<sup>14</sup>C年代は $650 \pm 50$ y BP (Beta-81001)，暦年代でAD1300~1410年である。埋没土壌を覆うのは、シルト質細粒堆積物で、これは雪田からのウォッシュの堆積物であると考えられる。ここでは、現在は雪田植生に覆われる。このほかにも多くの地点で表層堆積物の層序・層相に関する記載をおこなっているが、ここでは紹介しない。

このような野外での事実に基づいて、以下のような問題の検討が可能であろう。

#### ①小氷期の地形形成環境

Ta-a や Ko-c<sub>2</sub>降下前後のいわゆる小氷期において、大雪山の高山帯では、現在と多少とも異なる残雪の分布およびその消雪時期の遅れが生じた可能性が考えられる。異常な冷夏であった1995年には、例年は8月下旬には消雪する残雪域が多く越年した。現在の植被地表面下において、ウォッシュを主体とすると考えられる広い意味での斜面堆積物、場所によっては流水による堆積物が広く分布するのは、小氷期における残雪域の拡大と融雪に伴う地形営力域の拡大を意味する可能性がある。現在は盛夏以降に消雪する残雪域（多くは雪田植生に密に覆われた小凹地）においてTa-a・B-Tmテフラの層相および分布域の系統的な調査をおこなえば、この課題を詳しく議論できるにちがいない。

#### ②地形営力と地形変化の速さの検討

小氷期に相当する時期の堆積物の層相を詳しく検討すれば、上に指摘したスロープウォッシュや

流水の営力の特定、斜面上でのその他の地形営力を議論することができるであろう。また、凹地や小谷・一般斜面などにおいて、たとえばTa-a 以降の物質移動量（すなわち速度）を検討することができる。さらに Ko-c<sub>2</sub>から Ta-a までの45年間ににおける地形変化量について詳しく検討できる可能性を与える。

#### ③中世の温暖期について

B-Tmはまさに中世の温暖期を示す示準層となる。白雲岳北面のLoc. 7における埋没土壌層は当時の植被状況を示すものと考えられる。Ta-a と Ko-c<sub>2</sub>はほぼ同じ層準に、そろって認められることが多いが、図2のLoc. 1の忠別岳のように、3層のテフラが同一地点で認められることはあまりない。これは小氷期における地形変動がかなり広範かつ顕著に生じたことを示唆する。しかし、その下位の埋没腐植層およびそれらに含まれる植物遺体の同定とその生育環境に関わる評価をおこなえば、小氷期の地形変動や現在の植生・地形形成環境との比較をとおして、中世の温暖期に関する大雪山高山帯での環境変動を議論できるに違いない。

#### ④永久凍土に関わる問題

白雲岳東面には岩塊流の地形が発達する。曾根ほか (1998) はこの岩塊流をソリフラクションロウズと考えている。ここでは、岩塊流が押されて、その前縁付近に高さ数十cmの土手状の微地形 (pushed mound) が形成されている。この土手状微地形を地形なりに覆ってTa-a および Ko-c<sub>2</sub>が認められる。微地形との関係において、Ta-a・Ko-c<sub>2</sub>の堆積状況は、岩塊流が現在も移動しているか否かに関する重要な証拠となる。筆者らは岩塊流は現在も移動しており、それは永久凍土クリープを示すと考えている。これについては温度環境の調査結果などとともに別の機会に論じることとする。

#### 謝 辞

本研究をすすめるにあたり、北海道大学大学院地球環境科学研究科の依田明美氏・澤田結基氏から、フィールドの情報と貴重な試料を提供していただきました。ここに記して御礼申し上げます。

### 引用文献

- 五十嵐八枝子・高橋伸幸 (1985) : 北海道中央高地、大雪山における高地湿原の起源とその植生変遷(I). 第四紀研究, **24**, 99-109.
- 遠藤邦彦・隅田まり・宇野リベカ (1989) : 北海道東部の完新世後期テフラ層序とその給源火山. 地学雑誌, **98**, 506-510.
- 勝井義雄・横山 泉・伊藤太一 (1979) : 旭岳, 火山地質・活動の現況および防災対策. 北海道防災会議, 82ページ.
- 佐々木龍男・片山雅弘・富岡悦郎・佐々木清一・矢沢正士・山田 忍・矢野義治・北川芳男 (1971) : 北海道における腐植質火山灰の編年に関する研究. 第四紀研究, **10**, 117-123.
- 曾根敏雄・白岩孝行・北原智之 (1998) : 大雪山白雲岳における礫質ソリフラクションロウブの表面礫の移動. 季刊地理学, **50**, 201-207.
- 高橋伸幸・五十嵐八枝子 (1986) : 北海道中央高地、大雪山における高地湿原の起源とその植生変遷(II). 第四紀研究, **25**, 113-128.
- 檀原 徹(1993) : 温度変化型屈折率測定法. 日本第四紀学会編『第四紀試料分析法2. 研究対象別分析法』東京大学出版会, 149-158.
- 徳井由美(1989) : 北海道における17世紀以降の火山噴火とその人文環境への影響. お茶の水地理, **30**, 27-33.
- 中村有吾・片山美紀・平川一臣 (1999) : 北海道の主要完新世テフラガラスの屈折率と水和の影響. 1999年地球惑星科学関連学会合同大会予稿集 (印刷中).
- 早川由紀夫・小山真人 (1998) : 日本海をはさんで10世紀に相次いで起きた二つの大噴火の年月日—十和田湖と白頭山—. 火山, **43**, 403-407.
- 古川龍太・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, **42**, 269-279.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) : 『火山灰アトラス, 日本列島とその周辺』東京大学出版会, 276ページ.
- 町田 洋・新井房夫・森脇 広 (1981) : 日本海をわたってきたテフラ. 科学, **51**, 562-569.
- 山田 忍(1958) : 火山噴出物の堆積状態から見た沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究. 地団研専報, 8, 40ページ.
- Steen-McIntyre, V. (1975): Hydration and superhydration of tephra glass—a potential tool for estimating age of Holocene and Pleistocene ash beds. R.P. Sugden and M.M. Cresswell(eds.) *Quaternary Studies*. Royal Society of New Zealand, Wellington, 271-278.