

## 2. 山形県白鷹カルデラの構造と岩屑流堆積物

### Structure of the Shirataka Caldera and debris avalanche deposits in central Yamagata, Japan

○ 笹谷 晋吾・横田 修一郎 (島根大学)

Shingo SASATANI and Shuichiro YOKOTA (Shimane Univ.)

#### 1. はじめに

火山災害には噴火による直接的なもの他に火山体やカルデラ壁の崩壊に起因するものが知られている。1888年の磐梯山の山体崩壊がその代表であるが、1980年のセントヘレンズ火山(アメリカ合衆国)の噴火でも山体崩壊過程が確認され、これが火山活動の一貫として頻繁に起こり得ることが知られるようになった<sup>1)</sup>。流れ山地形や馬蹄型カルデラなどがそれらの結果して現れる特徴的な地形的とされている<sup>1)</sup>。

山形市西方に位置する白鷹火山は北東に開いた馬蹄形カルデラをもっており(図-1)、これは上記の特徴的地形と見ることができる。カルデラ内部にはなだらかな丘陵・小丘と湖沼群が広がっていると同時に、カルデラの北東方向に約10kmにわたって“流れ山”状の地形が認められる。これらのことから、カルデラ形成と前後して大規模な山体崩壊や岩屑流(岩屑なだれ)が発生したと考えられてきた<sup>2)</sup>。また、カルデラ周辺の顕著な地すべり地形から、大規模な地すべりが比較的最近に発生した可能性も指摘されている<sup>3)</sup>。しかしながら、これらの発生時期や様式は漠然としており、地すべり等を含めた今後の発生の可能性などについても明確ではない。このため、1998年～2000年に防災科学技術研究所によってカルデラ内での4本のボーリングとともにいくつかの調査が実施されてきた<sup>4)</sup>。筆者等は今回野外調査においてこうした堆積物のマッピングを行うとともに、上述のボーリング・コアとの対比、ならびに古地磁気測定結果をもとにカルデラの構造と岩屑流(岩屑なだれ)堆積物との関係を検討した。

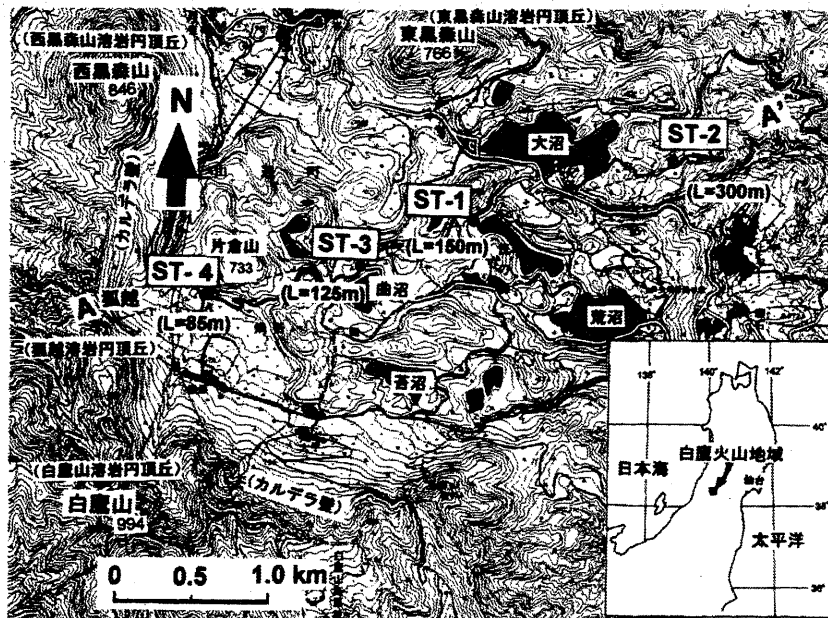


図-1 白鷹火山カルデラの位置と地形概要。破線 A-A'は図-2 の断面図位置

## 2. 白鷹カルデラの地形・地質概要

白鷹カルデラと周辺の地形を図-1に示す。白鷹山の南東方向には急崖を伴うカルデラは明瞭であるが、全体として円弧を呈しておらず、北東側に開いたカルデラをなしている。カルデラ内は起伏が少ないが、多数の小丘と湖沼が散在している。そのなかに小丘より比高が高く、形が崩れていない東黒森山、片倉山などのやや突出した山峰がいくつか存在している。

白鷹火山とカルデラは新第三紀中新世の堆積岩類の上に形成されており<sup>2)</sup>、火山体はこれまでのK-Ar年代測定によって前期～中期更新世と推定されている<sup>5), 6)</sup>。横田他<sup>7)</sup>はボーリング・コアに基づいて地質断面図を作成したが、これは地表のデータとの検討が不十分であった。筆者等は今回新たに地表踏査を行い、ボーリング・コアとの対応関係に基づいて地質図と地質断面図を作成した。代表的な地質断面図を図-2に示す。

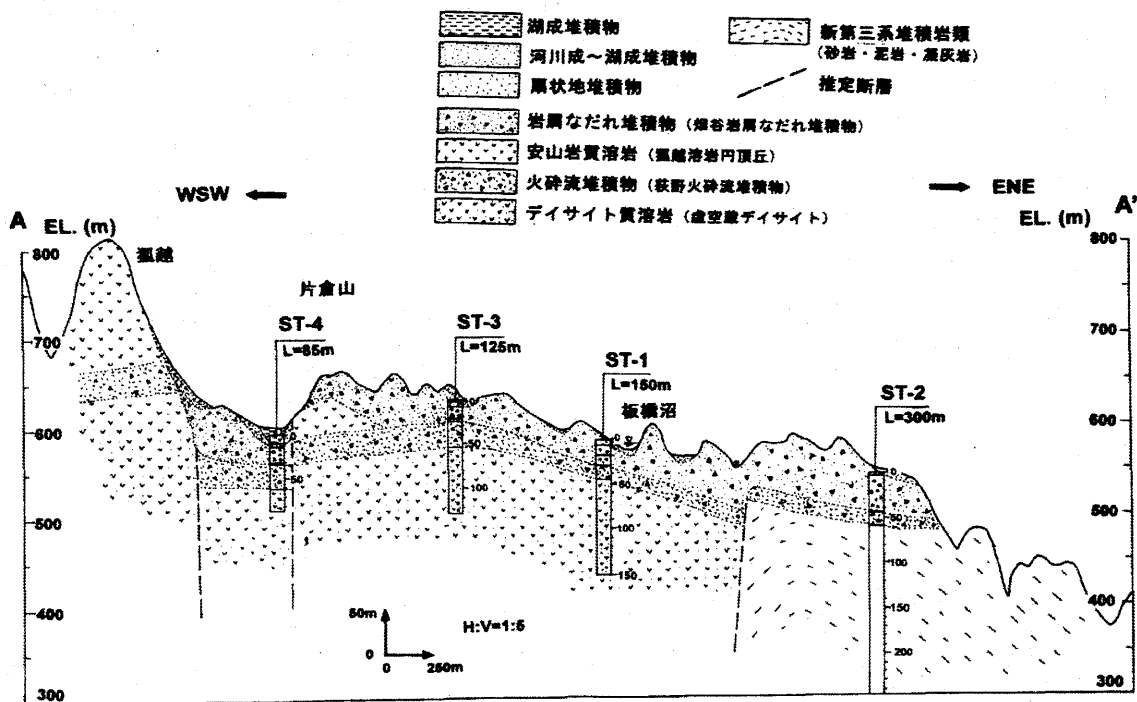


図-2 カルデラを横断する ENE-WSW 方向の地形・地質断面図 (A-A'断面)。

断面位置は図-1 に示す。

## 3. カルデラ内の基本層序と古地磁気測定結果

地質断面図 (図-2) に示すように、カルデラ付近では基本的には厚い溶岩の上に火砕流堆積物、さらに岩屑堆積物が重なるという層序が推定される。厚い溶岩は虚空蔵デイスait<sup>2)</sup>とよばれる中の溶岩部分に、またその上位の火砕流堆積物 (凝灰角礫岩) は荻野火砕流堆積物<sup>2)</sup>に相当すると考えられる。カルデラ内では、これらを岩屑なだれ堆積物が数 10m の厚さで覆っている。

岩屑なだれ堆積物は地表露頭では径 5~15cm の安山岩亜角礫を主体とし、褐色の砂質岩片をマトリックスとする (図-3)。ただし、部分的には径 50~100cm の安山岩ブロックの密集部も各所で見

られる。前者はマトリックス・サポートの堆積物、後者は礫サポートの堆積物ということが出来る。全般に軟質であることから、露頭で見られるものには2次的に堆積したものも含まれている可能性がある。

岩屑流堆積物の上には断片的に礫やシルトなど河川成ないし湖成の堆積物も存在していることから、湖沼は様々な変遷をへて現位置に存在するようになったものと推定される。岩屑流堆積物は概して軟質であることから、こうした変遷とリンクして過去に崩壊や地すべりも頻繁に発生し、局所的には河川閉塞やダムアップなども生じたと考えられる。

東黒森山と片倉山には溶岩（溶岩円頂丘をなす）が現れているが、いずれも岩屑なだれ堆積物がそれを覆っているように見える。一方、苔沼東方約500mの山腹急斜面には安山岩がわずかに露出しており、岩屑なだれ堆積物中に貫入した形態から、貫入岩と推定される。

ボーリング ST-4 のコアのうち、深度 17.8m（火砕流堆積物,STB-16）、54.4m（火砕流堆積物,STB-19）、78.0m（安山岩溶岩,STB-22）、82.7m（安山岩溶岩,STB-23）の試料を用いて古地磁気測定を行った。測定はそれぞれの深度で数個ずつおこなった。ボーリング試料であるため、図-5には伏角の値のみ示している。これによれば、深度 17.8m（STB-16）の礫とマトリックスの混在試料に関してはいずれも正帯磁であり、値のバラツキは少ない。これは高温で定置した後、再移動せず磁化したためと考えられる。これより下位の他の3試料ではすべての深度で逆帯磁であった。

STB-19（深度 54.4m）は礫とマトリックスの混在試料、STB-22（深度 78.0m）は溶岩、STB-23（深度 82.7m）は溶岩の岩片を対象としたが、いずれも値のバラツキは少なく、高温で定置したあと動かずその場で磁極を得たものと考えられる。これらのことから、深度 17.8mと深度 54.4mの間火砕流堆積物中にブリュンヌ正磁極期と松山逆磁極期との境界、すなわち、前期／中期更新世の境界が存在すると推定される。これは溶岩について得られている放射年代測定値<sup>5)</sup>とも大きく矛盾しない。したがって、岩屑流の発生時期もこの時期の直後である可能性がある。

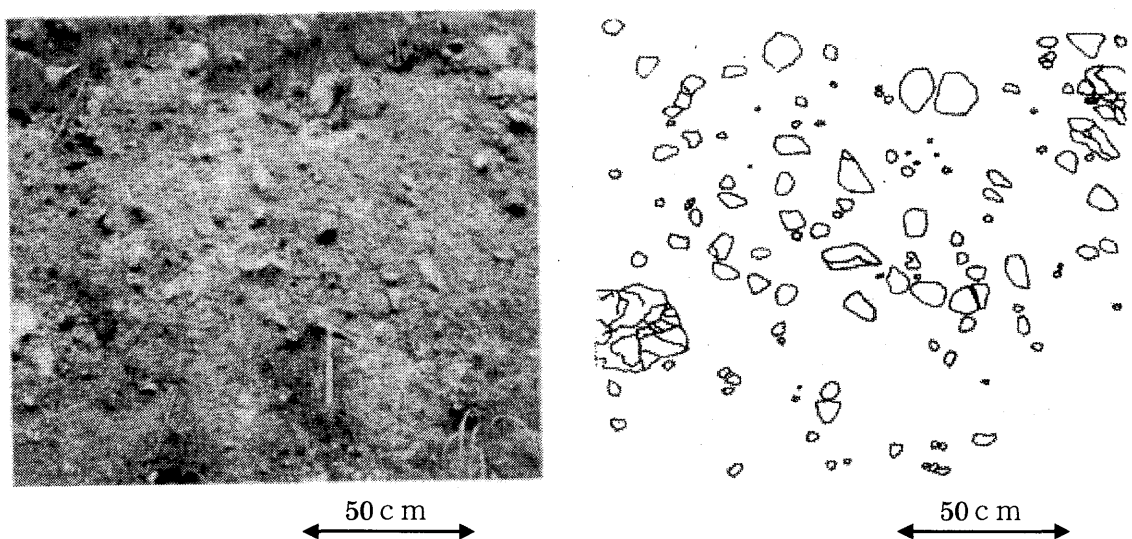


図-3 白鷹カルデラの内の岩屑流堆積物

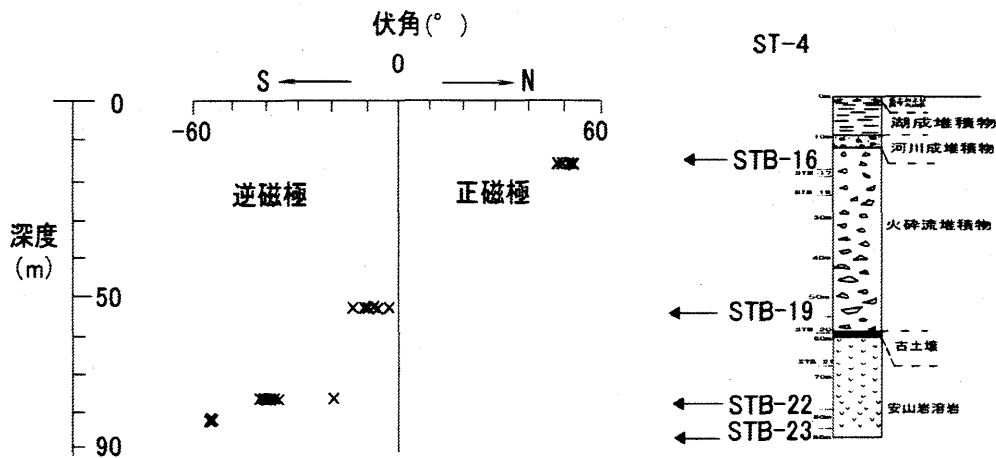


図4 ポーリングコア ST-4 の古地磁気測定結果

#### 4. 岩屑流堆積物と山体崩壊の時期

ポーリング・コアに基づけば、岩屑なだれ堆積物中には一部古土壤の挟まれる箇所があることから、この堆積物は複数回にわたって形成された可能性がある。岩屑なだれ堆積物を構成する礫には角閃石含有のものも含めて溶岩円頂丘由来と考えられるものが存在すること、ならびに複数の礫が同様の磁化方位を獲得していることからみて、岩屑流堆積物の一部は少なくとも溶岩円頂丘の形成直後に発生した可能性が高い。

前述したカルデラ内の湖沼堆積物ないし河川成堆積物の多くは厚さ 1m に達する黒色古土壤によって覆われており、これは荒沼湖底のポーリング・コア状況<sup>8)</sup> と対応している。したがってこうした湖沼の出現自体も数万年以前にさかのぼるものであり、したがって、山体崩壊発生、岩屑流堆積直後から、湖沼が出現していた可能性が高い。また、こうしは古土壤を覆うような岩屑堆積物は見られないことから、山体崩壊は繰り返しあったとしても数万年以前で終了したとみていいであろう。これはカルデラ地下での厚い風化帯の存在<sup>7)</sup>とも矛盾しない。

## 5. まとめ

これまで形成時期が漠然としていた白鷹カルデラ内の岩屑なだれの発生時期を明確にするため、現地調査を行い、既存のボーリング・コア資料との対応を検討した。また、ボーリング・コアの古地磁気測定を行った。これらによって、以下の点が明らかになった。

- (1) カルデラ内の基本層序をほぼ確立することができた。厚い溶岩（虚空蔵デイサイト）の上に火砕流堆積物（荻野火砕流堆積物）が広く分布しており、その上を岩屑なだれ堆積物が数10mの厚さで覆っている。
- (2) 岩屑なだれ堆積物は径5~15cmの安山岩の亜角礫を主体とし、砂状岩片をマトリックスとした“マトリックス・サポート”タイプが主体であるが、一部には径数10cm以上の安山岩ブロックが密集した“礫サポート”のタイプも含まれている。
- (3) 東黒森山と片倉山には溶岩（溶岩円頂丘をなす）が現れているが、いずれも岩屑流堆積物がそれを覆っている。一方、苔沼東方約500mの安山岩は岩屑なだれ堆積物中に貫入した形態をなしている。
- (4) ボーリング・コアに基づけば、岩屑なだれ堆積物中には一部古土壌の挟まれる箇所があることから、この堆積物は複数回にわたって形成された可能性がある。
- (5) 岩屑なだれ堆積物を構成する礫は、一部溶岩円頂丘由来と考えられること、ならびに複数の礫が同様の磁化方位を獲得していることからみて、岩屑流堆積物の一部は少なくとも溶岩円頂丘の形成直後に発生した可能性が高い。
- (6) ボーリング・コア ST-4 を対象とした古地磁気測定結果では、荻野火砕流下部とその下位の虚空蔵デイサイト相当の溶岩はいずれも逆帯磁であり、これに対して荻野火砕流上部の礫では正帯磁であった。したがって、岩屑流の発生時期は松山／ブリュンスの逆-正帯磁期の境界、すなわち前期／中期更新世の境界付近以降と推定される。これは溶岩の放射年代測定値とも矛盾しない。
- (7) 岩屑流堆積物は複数回の発生が推定されるとともに、その分布形態から、局所的には頻繁に崩壊・谷埋め・河川水のダムアップを繰り返してきたと考えられ、今日の湖沼群はそうした過程の最後のものと推定される。
- (8) カルデラ内の湖沼堆積物ないし河川成堆積物の多くは厚さ1mに達する黒色古土壌によって覆われている。したがって、こうした湖沼の出現自体も数万年以前にさかのぼるものであり、したがって、山体崩壊発生、岩屑流堆積直後から、湖沼が出現していた可能性が高い。また、古土壌を覆う岩屑堆積物は見られないことから、山体崩壊は複数としても数万年以前で終了したとみていいであろう。これはカルデラ内の風化帯の厚さ<sup>7)</sup>とも矛盾しない。

## 文 献

- 1) 宇井 忠英・荒牧 重雄 (1983) : 1980 年セントヘレンズ火山のドライアバランシュ堆積物, 火山第 2 集, **28**, no.3, 289-299.
- 2) 三村浩二・鹿野和彦(2000) : 東北日本, 白鷹火山の層序と歴史, 火山, **45**, 13-23.
- 3) 井口 隆・八木浩司・横田修一郎 (2000) : 山形県白鷹火山における大規模崩壊斜面の探査, 第 39 回日本地すべり学会研究発表会講演集, 565-568.
- 4) 防災科学技術研究所 (1998) : 平成 10 年度白鷹山ボーリング・コア採取業務報告書.
- 5) 石井六夢・斎藤和男(1997) : 山形県白鷹火山の K-Ar 年代, 山形大学紀要(自然科学), no.14, 99-108
- 6) 長澤一雄・齋藤和男・大場与志男・石井六夢・本田康夫(1995)白鷹火山の初期および主活動噴出物の K-Ar 年代と火山形成, 平成 6 年度琵琶沼緊急調査報告書—地学・動物—, 山形県立博物館, 39-56.
- 7) 横田修一郎・西山賢一・原口強・井口隆 (2003) : 岩石色彩値の深度変化からみた山形県白鷹火山周辺の風化環境と山体崩壊の可能性, 地すべり, **40**, 4, 25-34.
- 8) 八木浩司・井口隆 (2000) 白鷹火山の山体崩壊時期に関する層位学的研究, 十津川災害 111 周年記念集会—斜面災害発生場所予測に向けて—, 94-97, 京都大学防災研究所.