

財団法人 砂防・地すべり技術センター ○伊藤英之
富山大学理学部地球科学教室 酒井英男
㈱ダイヤコンサルタント防災プロジェクトチーム 尾関信幸

1.はじめに

火山泥流は、火山噴火そのものがトリガーになって発生するタイプと、火山噴出物が降雨等の外力により再移動して発生するタイプに大きく分類される。火山噴火そのものがトリガーとなる泥流としては、高温の火砕物が積雪あるいは氷河を融解して発生する場合や火口湖の決壊によるものが考えられる。しかし、火口湖の決壊で火山泥流が発生する恐れのある火山は、国内では限られており(例えば草津白根山、蔵王山等)、大規模な火山泥流が発生する場合はむしろ積雪地域における積雪期の噴火に起因する場合が多いと考えられる。積雪地域における火山泥流の発生機構には、積雪の状況と噴出物の温度が密接に関係していると考えられる。特に融雪水量は火山噴出物の噴出温度に依存するので、融雪を促進させた火山噴出物の定置温度を見積もることは、火山泥流の発生機構を解明する上で非常に重要である。岩石磁気学は、このような過去に発生した火山噴出物の定置温度の推定に役立つ有効な手法である。今回、この方法を用いて大正泥流をもたらした火山噴出物の定置温度の推定を試みた。

2.岩石磁気学的手法による定置温度解析の概念

岩石磁気による定置温度の解析は酒井他(1993)による焼岳や那須茶臼岳での研究がある。以下では手法の概略を述べる。火山岩等の火山噴出物は通常数%重量の強磁性鉱物を含み、これらの強磁性鉱物は高温状態からキュリー一点($T_c \sim 600^\circ\text{C}$)以下に冷却される際に、当時の地磁気に平行な磁化(熱残留磁化)を獲得する。一端定置した火山噴出物が、十分に冷えきらないうちに再移動して別の場所で再び定置することがある。再移動時の温度(T)が($T_c < T < \text{常温}$)の場合には、火山噴出物の磁化は最初の定置時($T_c \sim T$)の温度で獲得した磁化 J_1 に、再定置後に温度($T \sim \text{常温}$)でついた磁化 J_2 が付加している。つまり試料の磁化は2成分からなる。火山噴出物のブロックが定置後に(崩れながら)再移動した場合、ブロック内の各部分はそれぞれ2成分の磁化を持つ。再定置後に獲得する低温部の磁化(J_2)は、地磁気に平行で各部の J_2 は揃う。再移動時に被る各部の変形や崩れは通常ランダムで、高温成分の磁化(J_1)方向はばらばらとなる。野外で採取した火山噴出物について段階熱消磁の実験を行い、熱消磁に伴う磁化の方向変化をザイダーベルト図上にプロットすると、磁化の2成分が分離でき再移動温度(再定置温度)を見積もることが可能となる。

3.十勝岳 1926 年噴火災害の概要

表.1 に大正年間における十勝岳の火山活動の推移を示す。1923 年 6 月頃より十勝岳の火山活動の活発化が認められ、1925 年 12 月中旬には「大噴火口」が中央火口丘内に形成され、断続的に砂礫を噴出させた。1926 年 4 月には降灰、硫黄の自然発火が認められ硫黄の採取が不可能になった。1926 年 5 月 22 日、鳴動、有感地震に加え、空振と考えられる振動も観測された(多田・津屋 1927)。

1926 年 5 月 24 日 12:11 頃、第1回目の爆発が発生、最初の火山泥流が美瑛川流域に流下し、丸谷温泉(現在の望岳台付近)および畠山温泉(現白金温泉)の露天風呂を破壊した。これに伴い美瑛川・富良野川において河川水の汚濁現象が 14 時頃に確認されている。

同日 16:17 頃、2回目の爆発が発生し、中央火口丘が大きく崩壊するとともに、高温の山体崩壊物が融雪を促進し、火山泥流が発生、美瑛川・富良野川を流下し当時の美瑛村・上富良野村を破壊した。この火山泥流により死者 144 名もの大災害となった。なお、火山噴火そのものの規模は極めて小さく火山爆発指数(V.E.I)は 1 程度である。

4.大正泥流堆積物の熱段階消磁実験

多田・津屋(1927)にある、崩壊堆積物、第1次泥流堆積物および第2次泥流堆積物から採取した試料について実験を行った。段階熱消磁は $100^\circ\text{C} \sim 580^\circ\text{C}$ の範囲で殆どの試料では6段階以上の温度で実施した。磁化方位には西偏 8.5° の偏角補正を行った。

図.1 に解析結果を示す。山体崩壊堆積物では、ザイダーベルト図上のプロットの直線関係は 580°C 以上(キュリー

一点以上)まで成立し、同堆積物は十分な高温状態で定置したことが明らかになった。また、第1次泥流堆積物では、220~420℃程度の低温成分の地磁気方向に近い成分が認められた。すなわち第1次泥流堆積物は熱泥流的な流れであったと考えられる。一方、第2次泥流堆積物は地磁気方向の成分は全く示さず、定置前にすでに低温であったと考えられた。

5. 大正泥流の推定定置温度の妥当性

5.1 表面熱異常からの検証

十勝岳 1926 年噴火に関して、多くの表面現象(熱異常)の記述が残されている。1923 年 6 月には溶融硫黄の沼が形成され、1926 年 4 月には硫黄の自然発火および火映現象が発生した。一方、硫黄の溶融温度は理科年表によると、112.9~119℃、硫黄の自然発火点は 232℃である。また火映現象をもたらす火山ガスの燃焼温度は、 $H_2S=260℃$ 、 $H_2=500℃$ 、 $S_2=444℃$ である。一般に硫黄は噴煙に伴う昇華硫黄の冷却により地表面に晶出する。硫黄沼の形成は噴気量の増大に伴って発生したと考えられる。また、硫黄の自然発火は噴気量の増大による Streaming ground によるものと考えられ、崩壊以前の中央火口丘の表面温度は少なくとも 200℃以上であったと考えられる。このことは、岩石磁気学の手法から見積もられた第1次泥流の定置温度解析結果(220~420℃)と調和的である。

6.2 融雪水量からの検証

宮本ら(1989)は、大正泥流について雪と土砂に関する熱保存則から、以下の式を導いている。

$$W_o = \frac{T_s C_s}{(1 - C_m) q_m} W_{so} \quad (1)$$

ここに T_s : 土砂の温度、 C_s : 土砂の比熱、 C_m : 雪の含水率、 q_m : 雪の融解熱量、 W_{so} : 供給土砂量である。

(1)式に宮本ら(1989)と同様のパラメータを用いて、温度のみを今回の測定値に置き換え、初期融雪水量を求めると、表-2 に示すとおりであり、宮本ら(1989)によって見積もられた初期融雪水量 $3,250 \times 10^3 m^3$ と非常に調和的である。

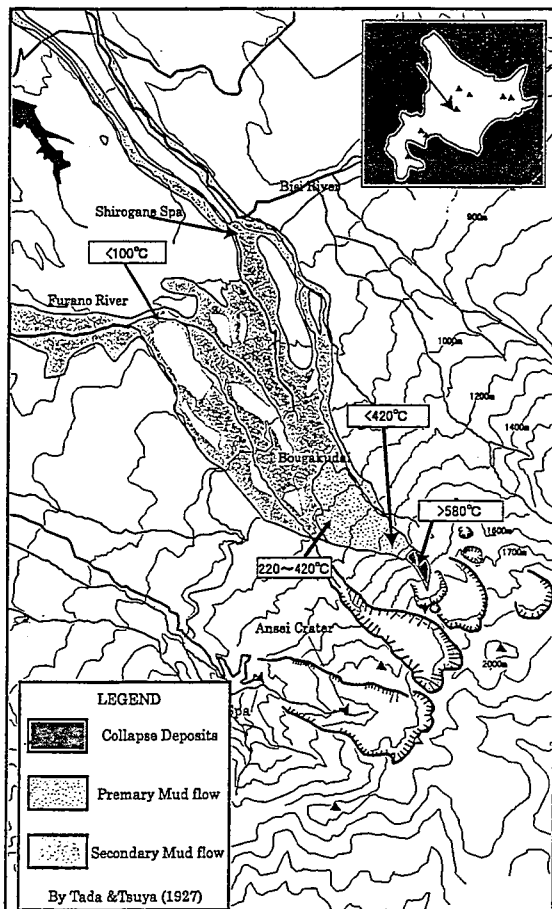


図-1 定置温度解析結果

表-1 十勝岳 1926 年噴火の推移

発生時間	発生事象	被害の概要	備考
12:11	第1回目の爆發, 泥流	丸谷温泉, 畠山温泉の風呂場を破壊	爆發の発生時間にずれあり
14 時頃	富良野川・美瑛川の河川水が汚濁		
16:17 頃	第2回目の爆發, 2回目の火山泥流の発生	美瑛村で死者7名, 上富良野で死者137名	行方不明者数合計21名

表-2 定置温度と含水率の変化による融雪水量変化

含水率	580℃	420℃	340℃	220℃
0%	2497.6	1808.6	1464.1	947.4
25%	3330.1	2411.5	1952.2	1263.2
50%	4995.3	3617.3	2928.3	1894.8
75%	9990.5	7234.5	5856.5	3789.5

($\times 10^3 m^3$)