

融雪型火山泥流の発生機構に関する研究
 ー火山噴出物の積雪層への貫入実験ー

三重大学大学院 ○中里友輔, 堤大三
 京都大学防災研究所 藤田正治, 井口正人, 宮田秀介

1.はじめに

融雪型火山泥流は短時間で長距離に渡り流下するため、避難が難しく危険性が高い災害である。融雪型火山泥流は発生頻度が低いことから詳細な観測が難しいため、発生過程について不明な点が多い。これまで宮本ら(1989)によって1926年十勝岳の大正泥流の再現計算が実施され、美瑛川、富良野川においては氾濫実績をよく再現することが示された。私たちの研究チームでは融雪過程を考慮するため、高温の噴出物から積雪層への熱交換に基づく融雪速度推定モデルを提案した(村重ら, 2015)。さらに積雪層と高温の噴出物との混合を考慮した積雪層融解実験では、積雪層上に加熱土砂を静置する条件と比べて融雪速度が非常に大きく、噴出物の粒径が小さいほど融雪速度がより早くなることを明らかにした(中里ら, 投稿中)。一方で噴出物の粒径が小さくなるに従い、積雪層への貫入深さが小さくなると考えられる。本研究では、礫を投げ上げ、積雪層への貫入深さと積雪密度を測定し、岩石の密度・岩石の貫入孔の断面積・積雪密度などの要因を含めて貫入深さの検討を行った。

2.積雪層への貫入実験

表-1に実験日時、場所、平均積雪密度を示す。使用する礫は安山岩と軽石で、様々な粒径のものを多数用いた。投げ上げた方法として、粒径が4cm以下のものはスリングショットを使用しゴムの反動によって投げ上げ、粒径が4cm以上のものは直接手で投げ上げた。落下時の運動エネルギー量を算出するため、投げ上げ、落下するまでの時間を計測し、空気抵抗を加味した運動方程式の解析で積雪面到達時の速度を算出した。さらに礫が貫入した積雪層の物理的な条件を調べるため、貫入深さまでの積雪層の密度を10cm間隔で計測した。

3.結果

積雪面に到達した際のエネルギーと礫の貫入深さの関係を示す(図-1)。運動エネルギーの増大にしたがって貫入深さは大きくなるが、増大に従って貫入深さが逓減する関係がみられた。またGroup間で落下時の礫の運動エネルギーに対する貫入深さに違いがみられた。貫入深さを決定す

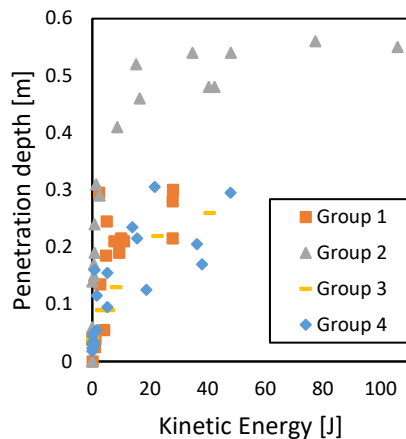


図-1 運動エネルギーと貫入深さ

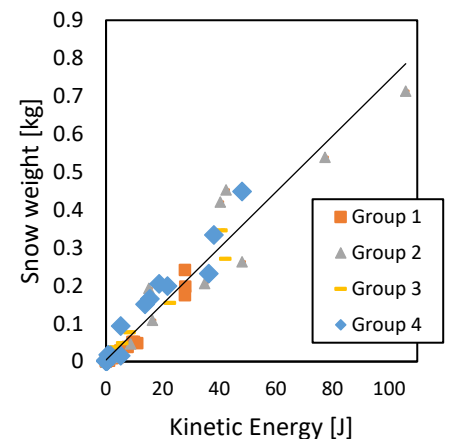


図-2 運動エネルギーと積雪貫入質量

表-1 実験日時、場所、積雪密度

る要因として、積雪層の密度、礫が落下した際の接触面積などが考えられる。

	Date	Site	Average snow density[kg/m ³]
Group 1	2022/2/15	岩手県花巻市広域公園	238
Group 2	2022/2/17	岩手県西和賀市	114
Group 3	2022/2/18	岩手県花巻市広域公園	180
Group 4	2022/3/3	岐阜県高山市	220

そのため積雪層の密度・礫を球と仮定した場合の投影面積、貫入深さから、貫通した積雪質量を計算し、貫通した積雪質量と運動エネルギー量の関係を示した(図-2). 図-2 より、運動エネルギーと貫通した積雪質量との間には強い正の相関関係がみられ、この関係を用いれば、積雪密度や噴出物の密度、噴出する際の初速度を与えれば貫入深を推定することができることがわかった.

運動エネルギーと積雪貫入質量を直線近似し、任意の礫の密度、初速から積雪層(積雪密度は 200 kg/m^3 一定)への貫入深さを求めた.

礫の密度には、安山岩と軽石を想定し、それぞれ $2300, 800 \text{ kg/m}^3$ を与えた. 初速一定条件の場合、礫直径と貫入深さは二次関数的な放物線を描くことが分かる. 図-3 の比較より貫入深さは安山岩の方が軽石より大きく、初速の上昇に伴う貫入深さの上昇幅も大きいことが分かる. 軽石の場合では初速の上昇に伴い、礫の落下時の速度が終末速度に近づいていることにより、貫入深さの限界に近付いていることが分かる.

本検証の安山岩では常に貫入深さが礫直径を超え、軽石では初速 10 m/s 以上で、貫入深さが礫直径を超え十分な貫入が起こることが推定された.

4. 考察

検証の結果から、礫の密度が大きいほうが深く貫入しやすく、高温の噴出物と融雪水の混合による急激な融雪により災害発生時のリスクが高まることが考えられる. 実験の結果では軽石の場合でも、一定以上の速度で積雪面に到達した場合、十分な貫入深さを得られることが示された.

【まとめ】

本研究では、噴出物を投げ上げ、貫入深さを調べる現地実験をすることで検証を行った. 実験結果から、貫入深さ・礫密度・積雪密度などから推定した積雪穿孔重量が運動エネルギーと強い相関関係があることが分かった. 軽石の場合でも、一定以上の速度で積雪面に到達した場合、数ミリ程度の礫であっても十分な貫入深さを得られることが示された. 今後は、本実験から得られた結果を用いて、実際の火山噴火の際に発生する噴出物の粒径、密度、初速度を用いて貫入量を求め、融雪実験の結果から得られている融雪速度を用いて融雪量を算出し、泥流挙動シミュレーションの入力値として与えることでより現実に近い融雪型火山泥流の推定を目指す.

【参考文献】

- 宮本邦明, 鈴木宏, 山下伸太郎, 水山高久 (1989): 十勝岳 大正 15 年 (1926 年) 泥流の再現計算, 水工学論文集, Vol.33, 361-366
- 村重慧輝, 堤大三, 宮田秀介, 藤田正治, 酒井英男, 上石勲 (2015): 火山泥流発生機構解明のための高温砂礫による融雪に関する実験的研究, 砂防学会誌, Vol.67, 3-10
- 中里友輔, 本居絵子, 堤大三: 火山噴出物と積雪の混合状態を考慮した融雪型火山泥流発生過程の実験と解析, 砂防学会誌, 投稿中

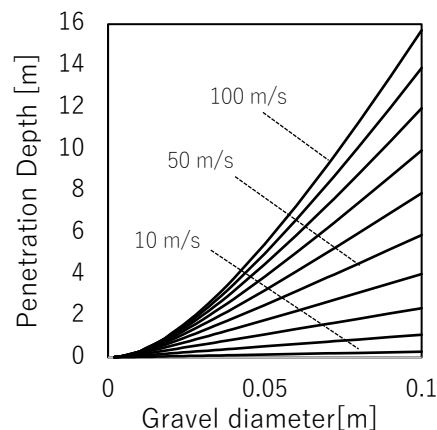


図-3 初速一定の場合の粒径と貫入深さ (安山岩)

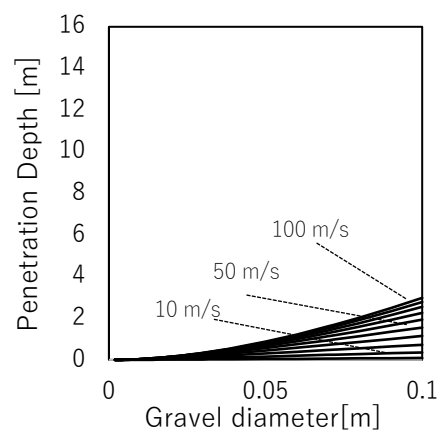


図-4 初速一定の場合の粒径と貫入深さ (軽石)