

(68) 火砕流による火山泥流に関する実験的研究

開発土木研究所 三浦 敦 禎
 北海道大学工学部 清水 康 行
 日本工営(株) 下倉 宏

1 はじめに

山頂及び山腹が積雪に覆われる冬期間に火砕流を伴った噴火が発生すれば、火山灰等と積雪の融解による水とが一気に流れ下る火山泥流となる可能性を秘めることとなる。さらに、ひとたび火山泥流が起きればその被害は甚大なものとなる。しかしながら、現状において火山泥流の運動特性はほとんど明かにされてはいない。そこで本研究の目的は火山泥流の運動力学特性を明かにしようとするものであり、この特性を反映し火砕流の運動速度、到達範囲などを予測するための基礎的実験を行ったものである。

2 実験方法

実験装置は幅 30cm、深さ 30cm、長さ 3m の可傾斜路と落下筒及びホッパーから成る。全体像を写真-1 に示す。実験は表-1 に示すように斜面条件を設定し、所要の温度とした落下物質をホッパー上にセットし斜面上へ落下させることにより火砕流を模擬することとした。なお、高温の落下物質が斜路内を通過した際の斜面状態を保つため、落下物質通過後直ちに液体窒素を吹きかけることにより斜面状態を保持することとした。斜面条件において雪、アイスバーン、氷の違いを述べる。雪とは斜路内に密度 $0.38g/cm^3$ に雪を詰め詰めたものである。アイスバーンとは雪の条件とした斜面に霧吹きで水を散布し液体窒素を用いてアイスバーンとしたものである。氷とは斜路内に氷を敷き詰め詰めたものである。実験における測定項目は落下状況、落下速度、拡散面積、堆積厚さとした。具体的な測定方法は高速ビデオカメラとモータードライブ付きカメラを用いた撮影により落下状況を観測した。斜路内に 20cm 間隔で配置した熱電対の反応時刻を用いて落下速度を測定した。斜路を抜け実験室の床に拡散堆積した落下物質上に 5cm メッシュを掛けることにより拡散面積を測定した。落下物質が拡散堆積した後、流下方向に沿って中央部の堆積厚さを測定した。

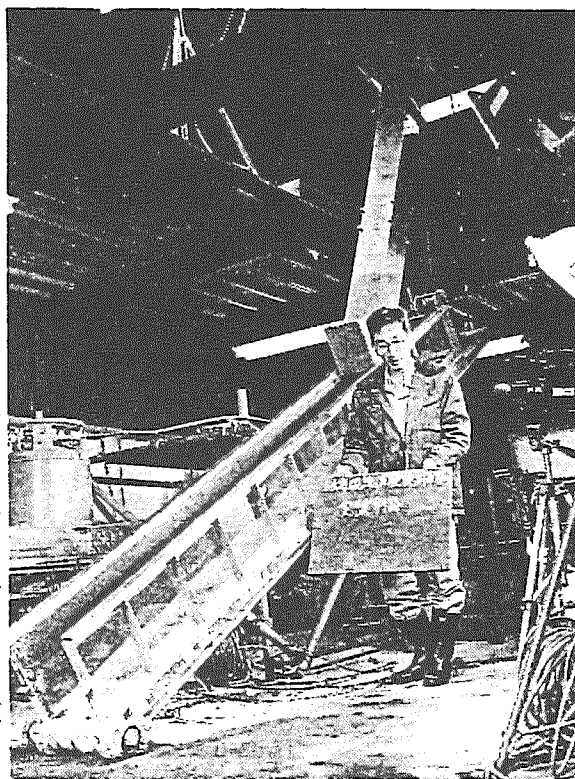


写真-1 実験装置

表-1 実験条件

斜面条件	斜面角度(°)	落下物質	物質質量(kg)	物質温度(°C)
雪	20,30,40	砂、砂利、パチンコ玉	4,8,12	15,300,500,700
アイスバーン	30	砂、砂利	8	15,300,500,700
氷	30	砂、砂利	8	15,300,500,700
砂	30	砂、砂利	8	15,300,500,700
土砂	30	砂、砂利	8	15,300,500,700
鉄板	30	砂、砂利	8	15,300,500,700

キーワード：火山泥流、火砕流、落下速度、拡散面積

3 実験結果及び考察

落下物質が砂、その質量 8kg、斜面傾斜角 30 度の実験条件における結果について考察を加えることとする。

(1) 落下速度

落下速度の実験結果を示したものが図-1である。若干の乱れはあるものの斜面条件と物質温度により落下速度に違いが見られる。そこで斜面条件の雪、氷、アイスバーンに着目してみる。雪、アイスバーンは砂の温度が高くなるほど落下速度も増加する傾向を示す。氷については砂の温度が高くなるに従い落下速度が低下する傾向を示す。氷斜面に高温落下物質（以下熱砂と呼ぶ）が落下する時、熱砂の持つ熱が斜面に働き水蒸気・水滴を発生させる。この水蒸気・水滴の行き場がなくなり熱砂中に内包されながら落下することにより落下速度が低下するのではないかと現段階では考えられる。従って熱砂の温度が高くなるほど斜面への熱の影響が大きくなり、より多くの水蒸気・水滴を発生させ落下速度を低下させるものと推測される。また、斜面側面からの観測より氷斜面の時だけ斜面落下中に熱砂の先端部の膨らみが確認されたことから水蒸気・水滴を内包する際に落下の抵抗となり速度が低下するものと見られる。一方、雪、アイスバーン斜面において斜路側面からの観察より熱砂が斜路を通過すると斜面に水が浸透しながら沈み込む様子が確認された。これより雪、アイスバーン斜面においては熱砂が水蒸気・水滴を発生させても斜面内の間隙に入り込んでしまい、熱砂の落下を妨げることがないため熱砂の温度が高くなるに従い熱砂のもつエネルギーが大きくなり落下速度も速くなるのではないかと考えられる。また、雪とアイスバーンの違いはアイスバーン斜面の融雪が若干遅れる程度であった。

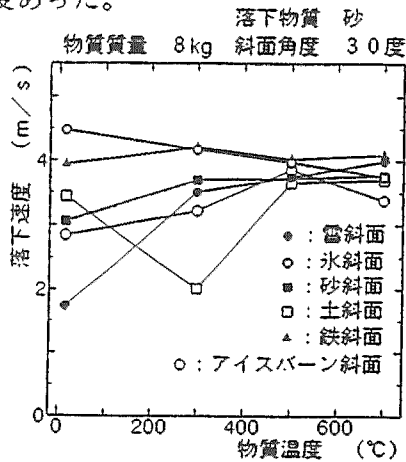


図-1 落下速度

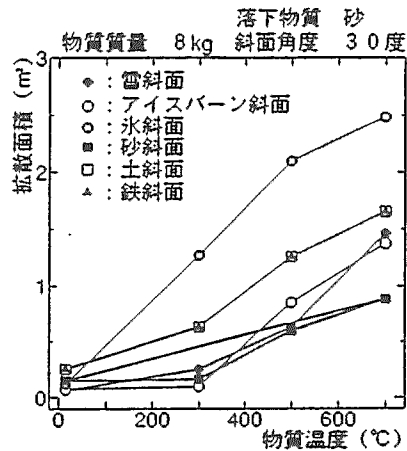


図-2 拡散面積

(2) 拡散面積

図-2は拡散面積の実験結果を示したものである。(1)と同様に斜面条件の雪、氷、アイスバーンに着目してみると氷斜面と雪、アイスバーン斜面の傾向に違いが見られる。これより拡散面積の広がりについても落下速度で述べたと同様に水蒸気・水滴が原因となっていると推測される。氷斜面の場合熱砂が床に拡散堆積するとほぼ同時に斜路より水が流れ出る現象が顕著に見られた。この現象からも氷斜面の場合斜路内で発生した水蒸気・水滴の行き場所がなかったと考えることができる。氷斜面において斜路内を落下する熱砂が水蒸気・水滴を内包することによって、斜路を抜け床上での拡散の際のエネルギーを蓄積することとなったと考えることができ、ほかの斜面条件よりも広い拡散面積となったのではないかと推測される。また、氷斜面の場合堆積厚さがほかの斜面条件よりも薄く堆積することが確認された。

以上のように高温物質（熱砂）に水蒸気・水滴が内包されることによってその運動特性が大きく変化することが確認された。

4 おわりに

火山泥流の鍵となる火砕流には火山灰のみではなく火山ガス、水蒸気といった気体を多く内包している。従って本実験において斜面条件氷の際に観察された現象がよりダイナミックに起きているものと考えられる。今後は実験における熱砂の熱収支を測定するとともに実験の結果得られた高温物質の運動特性を考慮した数値シミュレーションモデルの開発を進める必要がある。