

II-327

氷球のシュート流に関する実験とその考察

東北大学工学部 学生員 ○ 渡部 秀 貴
同 上 正 員 中 川 昌 美
北海道大学低温研 正 員 西 村 浩 一

1. はじめに

多雪地域の山岳地帯等で厳冬期に発生する大規模な乾雪表層雪崩は、時に思いもよらぬ災害を引き起こすにもかかわらず、その動態に関する研究は日本に限らず諸外国でもそれ程進んではいない。その理由は、これらの雪崩が一般に人里離れた山間地に発生し、同じ場所で頻度高く起こるものではなく、かつ調査・観測するのが困難であったためである。このように、乾雪表層雪崩は、極めて高速かつ滑走距離の長い大規模な大災害を起こすことが知られているにもかかわらず、その物理的メカニズムに関しては未知の点が多い。そこで、本研究では、乾雪雪崩の動的挙動についての知見を得るために、北海道大学低温科学研究所所属の大型低温室にて氷球を用いたシュート流の実験を行い、密度分布、速度分布を求めた。

2. 氷球のシュート流に関する実験

実験装置 シュート：図-1を参照

実験材料 氷球粒径：2.93mm（密度 0.92g/cm³）

パラメータ

a) 低温室温度：0℃、-5℃、-10℃、-30℃

b) 傾斜角：30°、33°、35°、40°

c) 底面の状態：（底面A）直径3.5mmのポリスチレンビーズ粒子を貼り付けたもの
（底面B）420～710ミクロンの粒度分布を持つ粒子が貼り付いたサンドペーパー

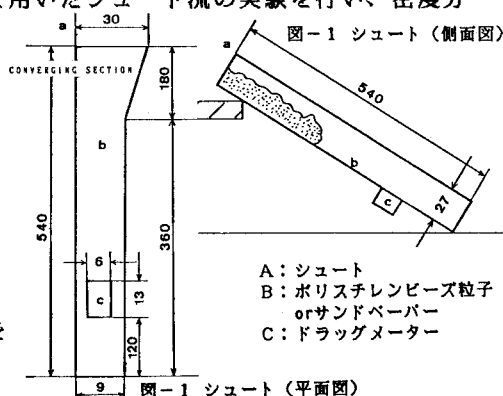
d) 流量：3kg、6kg

供給の方法 供給容器の中の粒子をシュートに投入する直前まで良くかき混ぜ、シュート上部の入口から粒子の投入を行った。

密度分布、速度分布の測定法

密度分布：高速ビデオ装置を用いて側面から氷粒子の挙動を撮影し、画像をコンピューター処理し、それから氷粒子の底壁面に対して垂直方向の密度分布を求めた。

速度分布：高速ビデオ装置を用いて側面から氷粒子の挙動を撮影し、トレーサー粒子の時間的変化より底壁面に対して平行方向の速度分布を求めた。（一部の粒子を着色し、それらをトレーサーとした。）



3. 測定結果とその考察

(I) 密度分布（図-2 a, b, c, d を参照）

測定結果の各グラフに見られるように、今回の実験では-30℃を除いては、温度による顕著な違いは見られなかったものの、その他のパラメータの変化によって流れの最上部近傍、および底面近傍における密度減少の度合、定常状態における流れの高さなど、密度分布に違いが出た。特に、底面近傍では傾斜角が大きくなるにつれ密度の減少が大きくなり、これは境界近傍には粒子が非常に活発に運動している層の存在を示唆している。また、最も密度の大きい部分の高さも大きくなっている。さらに、底面の状態による違いでは、底面Aの流れの方が、底面近傍での密度減少は大きい。これは底面の形状による見かけ上の粗さによって、粒子が垂直方向に跳ね上がる確率が大きくなるからではないかと考えられる。また、流量による違いでは、流量が大きい方が底面近傍における密度の減少が大きいという傾向が現れている。

(II) 速度分布（図-3 a, b を参照）

測定結果の各グラフに見られるように、今回の実験では-30℃を除いては、温度による顕著な違

いは見られなかったものの、傾斜角による違いでは、角度が 30° のものはある高さ以上では速度がほぼ一定となるのに対して、 35° ， 40° では角度が大きくなるにつれて速度は変化が大きい。また、3本の曲線を比較すると高さに比例して速度の差が角度が増す程大きくなっていく様子がわかる。

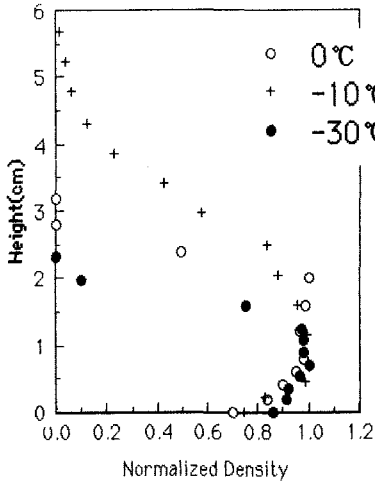


図-2 a 温度による変化

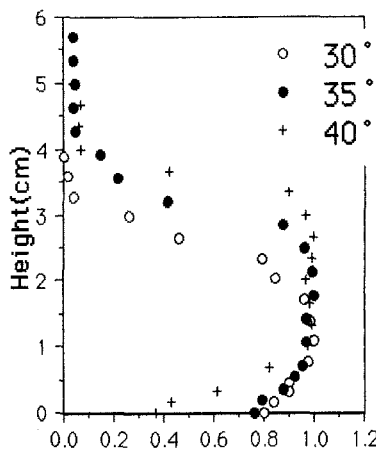


図-2 b 傾斜角による変化

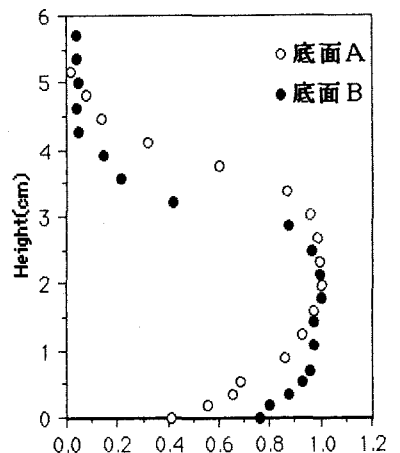


図-2 c 底面の状態による変化

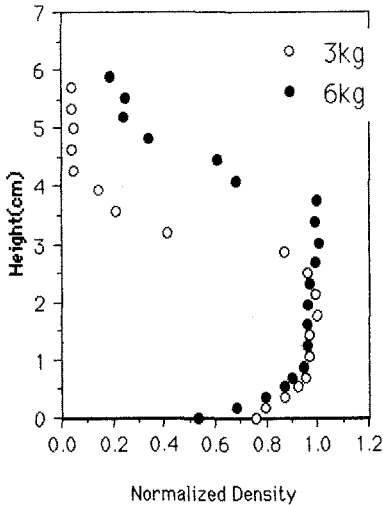


図-2 d 流量による変化

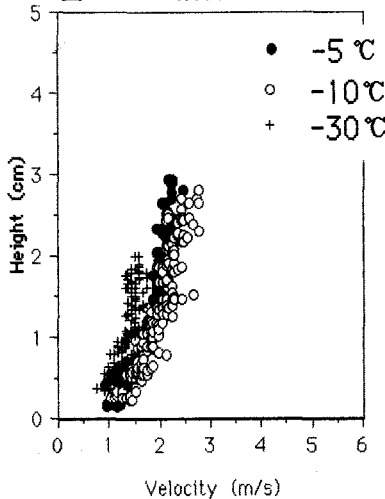


図-3 a 温度による変化

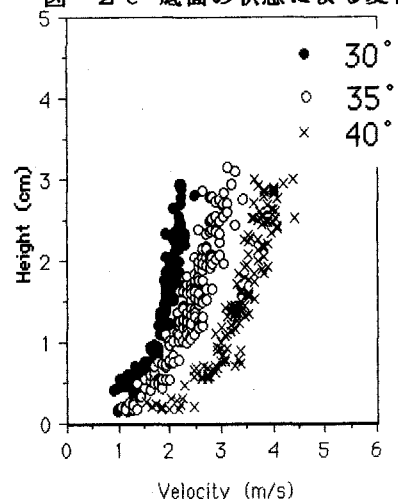


図-3 b 傾斜角による変化

4. おわりに

今回の実験では、 -30°C を除いては、温度による密度分布・速度分布に顕著な違いはみられなかったが、傾斜角・底面の状態のパラメータでは、密度が最大となる領域が流れの中央かそれよりやや下方に存在し、自由表面および底面近傍ではこれより小さくなる様子と、速度分布がある高さ以上の所において、傾斜角 30° を除いては角度が大きくなるにつれて速度の変化は大きく下に凸の曲線を示している様子が得られた。今後、粒子粒径による違い・流量による違いも考察し、氷の反発係数や摩擦係数などを考慮した粒状体モデルにより氷球の流れをシミュレートし、上記の実験結果と比較・検討を行う予定である。また、氷の摩擦係数・反発係数が温度によって、どの様に变化するかについての実験を行い -30°C における大きな変化についての考察も行いたい。