

## 氷・シリカ粒子混合物の変形実験：流動則に対するシリカ粒子の効果と火星の lobate debris apron 地形への流動モデルの適用

Effects of silica particles on the flow law of ice-silica mixtures: Its application to flow model of lobate debris aprons on Mars

# 保井 みなみ [1]; 荒川 政彦 [1]

# Minami Yasui[1]; Masahiko Arakawa[1]

[1] 名大・環境

[1] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.

火星表面には氷・ダスト混合物に関連した流動地形が数多く見られる。特に緯度 35 度より極域側で多く見られる lobate debris apron は、氷・ダスト混合物の粘性クリープの結果、形成されたと考えられている。そのため、このような氷・ダスト混合物でできた地形の形成過程を考える上で、氷・ダスト混合物の力学物性を知ることは重要である。今まで、混合氷の力学強度に対する濃度依存性を調べる実験的研究が数多く行われてきたが、用いた粒子のサイズ、形状、試料の内部構造が異なるため、各結果を定量的に整理するのは困難だった。そこで本研究は、シリカ粒子の含有率と試料の内部構造の異なる氷・シリカ粒子混合物の変形実験を系統的に行った。そしてシリカ含有率と内部構造が同じ試料における流動則を求め、シリカ粒子の効果調べた。

実験試料は氷粒子（直径 0.3~1mm）と球形のシリカガラスビーズ（直径 1 ミクロン）を混ぜて作成した。含有率は 1、10、30、50wt.% である。試料は 2 つの方法で作成した。一方は、氷粒子・シリカガラスビーズの混合物に水を加えて押し固める凍結試料（以下、f.s.）作成法、もう一方は、氷粒子・シリカガラスビーズの混合物を約 50MPa まで圧縮させる圧密試料（以下、p.s.s.）作成法である。また、両作成方法を用いて 0wt.% の試料も作成した。全ての試料は円筒形である。実験は北大・低温研に設置された変形試験機を用いて行った。室温は -10 °C で、試験は等歪速度一軸圧縮実験を行い、歪速度範囲は  $2.2 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$  から  $2.9 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$  とした。

同じ含有率・内部構造の試料を用いて歪速度を変えた実験を行い、得られた応力 歪み曲線でみられる最大応力と歪速度の関係から、各々の流動則 ( $d \epsilon / dt = A \sigma^n$ ;  $d \epsilon / dt$  は歪速度、 $\sigma$  は最大応力、 $A$  と  $n$  は流動則パラメータ) を求めた。その結果、流動則は含有率と内部構造の違いで系統的に変化することが分かった。特にベキ  $n$  は含有率と共に増加し、純氷から 50wt.% の間で f.s. で約 2 倍、p.s.s. においては約 3.5 倍大きくなることが分かった。また今回の歪速度範囲では、f.s. の方が p.s.s. より強度が大きくなり、特に含有率が 10~50wt.% では歪速度  $10^{-4} \text{s}^{-1}$  で約 1.5~3 倍異なることが分かった。

氷・固体粒子混合物の変形実験を行った先行研究 (Hooke *et al.*, 1972; Durham *et al.*, 1992) の結果と本研究の結果を比較した。比較したのは強度の含有率依存性である。その結果、本研究結果を用いて先行研究の結果の不一致の理由を定性的に説明することができた。すなわち、歪速度によって強度の含有率依存性が系統的に変化することが不一致の主な原因である。さらに、先行研究の結果で見られるシリカ含有率に対する複雑な強度変化の振舞いは、流動則におけるベキ  $n$  の含有率依存性に対応していることが予測された。

最後に、Mangold and Allemand (2001) の火星 lobate debris apron 流動モデルに本研究結果を適用した。彼らは流動則のベキ  $n$  を用いて lobate debris apron の形状モデルを計算し、その結果と MOLA の観測結果を比較している。純氷 ( $n=3$ ) と完全塑性体氷 ( $n=\infty$ ) を用いた計算結果から、lobate debris apron の形状は完全塑性体の結果とよく一致すると結論づけた。本研究の結果を用いて計算したところ、含有率が大きくなるほど計算結果は観測結果に近くなった。そして、p.s.s. の 50wt.% のベキ  $n$  は 10.0 であり、最も良く MOLA の地形データを再現した。