

金星表層における粘性流体の運動と地形の形成：3次元高度データの重要性と流体解析

Viscous fluids and their roles on formatins of landforms on Venus

宮本 英昭[1], 佐々木 晶[2]

Hideaki Miyamoto[1], Sho Sasaki[2]

[1] 東大・工・地球システム, [2] 東大・理・地球惑星

[1] Geosystem Engineering, Univ. Tokyo, [2] Earth and Planetary Sci., Univ. Tokyo

<http://www.geosys.t.u-tokyo.ac.jp/miyamoto>

高度データがあれば、その上での粘性流体の動き数値的に計算し、現象と直接比較検討する事ができる。講演者らは金星の地形データを用いてクレーターアウトフローを計算し、それらはカタストロフィックに流れたものと、小規模な溶岩流のように流れたものと、2つに分類できる事を明らかにした。また、溶岩流などの計算も行い、その挙動を非常に良く再現できる事を示した。その一方で、どのようなパラメータを用いても計算結果が著しく異なる事もある。これは、その地形が形成された後に地殻変動が生じたことを示唆している。逆に、このような再現性の検討を行えば、その地形の新旧や地殻変動との時間的な相対関係を推定する事が可能である。

膨大な画像データの詳細な検討などを通じて、金星の地質学的な研究はこの10年で大きく進歩した(例えば Basilevsky, 1997 など)。しかし地質学的現象は、その形成時の地域的な状況に大きく左右されるので、物理モデルを用いた定量的な研究を行う事は難しいとされてきた。これに対し、数値シミュレーションの技法を用いれば、離散化したパラメータを空間的・時間的に自由に取り扱うことができるので、この問題点を解決できる可能性がある。特に金星は3次元の高度データが比較的高い精度で測定されているので、地表面の流れを現在の地表データを用いて計算できる。この利点は、実際に観察される現象と具体的に比較できることである。ここではその応用例を紹介する。

金星のクレーターの半数は、周囲に高いレーダー反射率を示す流体が存在する。そのサイズや頻度は他の惑星と比較しても、金星特有のものであり、クレーターアウトフロー(またはFEB、イジェクタフロー)と呼ばれている。画像の詳細な解析により、その形態や分布などは詳しく調べられた(例えば Asimow and Wood, 1992; Chadwick and Schaber, 1993 など)。また、衝突の現象そのものについても活発に研究が行われている(例えば Shultz, 1996; Sugita et al., 1999 など)。本研究は3次元の高度データを用いた擬似3次元流体解析を行い、実際に観察されるイジェクタの分布域が、具体的にどのような流れで形成されうるか見積もった。その結果、クレーターアウトフローは物質供給率の点で以下の2種類に分類される事が示唆された。まず、イザベラクレーターなどに見られるような巨大で幅太なもので、恐らく $10^{10} \text{m}^3/\text{s}$ 以上の供給率、100秒程度の供給時間でカタストロフィックに流れたというもの。もう一つはウイラードクレーターなどで見られるような幅細のもので、小規模な溶岩流のように流れたとされるものである(Miyamoto and Sasaki, Icarus, in press)。

また他にも、Large Volcanoと呼ばれる火山から流れ出た溶岩流や、fluctusと呼ばれる洪水型の溶岩流などにも適用した。溶岩流やクレーターアウトフローなどの計算は現在の地形データの上で行ったが、細かい支流に至るまで非常に良く再現できる物も多い。一方、どのようなパラメータを用いても計算結果が著しく異なる事もある。これは、その地形が形成された後に大きな地殻変動が生じたことを示唆している。また逆に、このような再現性の検討を行う事で、その地形の新旧や地殻変動との時間的な相対関係を推定する事が可能であると考えている。