

## 放出物の網目状パターンの形成と天体上のクレーターレイ

門野敏彦（産業医大），鈴木絢子，三谷典子，和田浩二，山本聡，  
中村昭子，荒川政彦，杉田精司

### ○ はじめに

近年の惑星探査における高解像度の地形撮影によりクレーターレイが詳細に調べられている。レイの特徴として，(i)組成の違い（高地の物質が海に乗っている），(ii)maturity の違い（新鮮な物質が mature な表面の暗い物質の上に乗っている），(iii)その両者が混在していることもある，などがわかってきた (e.g., Hawke et al. 2004)。これらの特徴をうみだす機構として，遠くから飛んできた ejecta の付着，ejecta による「引っ掻き」，二次クレーター，などが提案されているが，これらどの機構にしても，ejecta の空間分布がレイのパターンに反映されているはずである。

### ○ 実験

粉粒体が，ある条件下で動的な運動をとおしてパターン形成をすることはよく知られている (e.g., Goldhirsch 2003)。そのため，衝突によって放出された粉粒体のパターン形成がクレーターレイ形成の本質であることが期待される。われわれは，衝突によって粉粒体ターゲットから放出された ejecta の空間分布に着目し，衝突実験（衝突速度～50 および 100 m/s）を行った。粉粒体ターゲットとして，ガラスビーズ（100  $\mu$  m），「園芸」用の砂（300-500  $\mu$  m），シリカ砂（100-300  $\mu$  m）を用い，ejecta 空間分布を高速カメラによって撮影した。

### ○ 結果

どの衝突の結果も，網目状のパターンが ejecta 中に形成された。このパターンに対してフーリエ解析を行い，パワースペクトルを求めた。スペクトルは片対数グラフで直線，すなわち，指数関数型を示した。指数関数でフィットすることにより特徴的な網目間隔  $\lambda_c$  を求め，衝突点からの距離で割ることによって角度を算出した。

### ○ 比較

つぎに月クレーターのレイ（Kaguya によって撮影された Gulushko および Kepler）に対してもフーリエ解析を行い，パワースペクトルを求めた。結果

は実験と同様に指数関数型のスペクトルを示した。フィッティングにより特徴的な間隔 $\lambda c$ を求め、クレーター中心からの半径で割ることにより、角度を求めた。

実験での網目状パターン、天体のレイ、ともに $\lambda c$ は衝突点からの距離またはクレーター中心からの半径と共に増加するが、角度は距離によらず、どちらも数度であった。

パワースペクトルの類似と $\lambda c \cdot$ 角度の傾向から、天体上のレイ形成には、今回の実験同様、衝突によって飛ばされたレゴリスなどの粉粒体がパターンを形成することが深く関わっていることが示唆される。

#### ○ 形成機構

粉粒体のパターン形成については、これまでに多くの研究がなされている。一つの大きな機構は周辺大気の影響である。しかし、大気は主に”rampart”のような地形の形成に重要な役割を果たしているようである (Suzuki et al. 2013)。もう一つは粉粒体どうしの非弾性衝突である(e.g., Goldhirsch 2003)。われわれは、衝突によって放出された粉粒体の非弾性衝突が網目状パターンをうみだせるかどうか、数値計算を行った(離散要素法: Wada et al. 2006)。最初静止している粉粒体を上方に投げ上げ、重力場での運動中の空間分布を調べた。反発係数が小さい場合には重力場中での運動中に網目状パターンが形成されたが、反発係数が大きくなるとパターンはぼやけてしまうことがわかった。したがって、実際に非弾性衝突によって網目状パターンが形成されることが示された。

#### ○ まとめ

室内衝突実験により ejecta の空間分布を調べ、月クレーターレイと比較したところ共通の特徴が見られた。これは、天体上のレイ形成においても、衝突によって飛び出した粉粒体のパターン形成が重要な役割を果たしていることを示唆している。

#### 引用文献

Goldhirsch, Annu. Rev. Fluid Mech. 35, 267-293 (2003)

Hawke et al. Icarus 170, 1-16 (2004)

Suzuki et al. Icarus 225, 298-307 (2013)

Wada et al. Icarus 180, 528-545 (2006)