

コマ型小惑星の赤道リッジ形成へのエジェクタ堆積物の寄与

池谷蓮¹、平田直之¹

¹神戸大学

背景

小惑星Ryuguはコマ型の形状をし、赤道が尾根状に高まっている特徴（以下、赤道リッジ）をもつ。Ryugu以外にNASAの探査機OSIRIS-RExが訪れている小惑星Bennuもコマ型をしていることが知られている。こういったコマ型の小惑星は複数発見されており、多くが赤道リッジを保持している。赤道リッジの形成モデルとしては主に二つ提案されており、一つ目はYORP効果によって自転が加速された結果、内部から変形して形成したとするモデル[1]、二つ目は母天体が崩壊した際の破片が再集積したときには形成されていたというモデル[2]である。本研究では新しいモデルとして、小惑星の自転が速い時期に生じたエジェクタ堆積物が赤道域に集中して堆積することで、赤道リッジが形成されるというモデルを提案する。また、本研究での各値はRyuguにおける値を用いて行った。

手法

Hirata et al. (2020) と同様の計算方法でエジェクタ分布を計算した。Ryuguの平均半径である448.2 mの球をある速度で自転させ、球面一様乱数を用いて複数のクレーターの位置及び直径を決めた。各エジェクタ粒子の飛ぶ軌道を計算し、球表面に衝突した場所を堆積地点として高さに変換した。簡単のために二次堆積は考慮していない。

結果

自転速度のみを変えて計算すると、遠心力と重力が釣り合う自転速度に近づくほど赤道域へのエジェクタの濃集が確認できた（図1, 2）。次に、自転時間を3.0時間で一定とし、直径が10 mから300 mのクレーターをMBAとNEAのクレーター年代[4]で3 Myr (MBA)と100 Myr (NEA)相当する個数を形成して、どれくらいの高さのリッジが形成されるかを10回計算した。その結果、赤道リッジの形成割合はMBAとNEAでそれぞれ 0.390 ± 0.104 m/My (1.63 ± 0.945) $\times 10^{-2}$ m/Myrとなった。

考察

Ryuguの赤道半径は平均半径から約50 m大きく、これを赤道リッジの高さとした。50mの赤道リッジが形成されるには、自転が3時間の期間が合計でMBAなら 128^{+47}_{-27} My、NEAなら 3100^{+4200}_{-1200} My必要だということがわかった。kmサイズの天体が衝突破壊されるまでの平均寿命は数百Myr [5][6]なので、赤道リッジはほとんどMBAで形成したことが示唆される。また、MBAにおいては形成に必要な時間が衝突破壊寿命より短いことから、赤道リッジ形成にエジェクタ堆積物が寄与している可能性は十分あると考えられる。

引用

[1] Scheeres et al., 2019, Nat. Astron. [2] Michel et al., 2020, Nat. Commun. [3] Hirata et al., 2020, Icarus. [4] Morota et al., 2020, Science. [5] O'Brien & Greenberg, 2005,

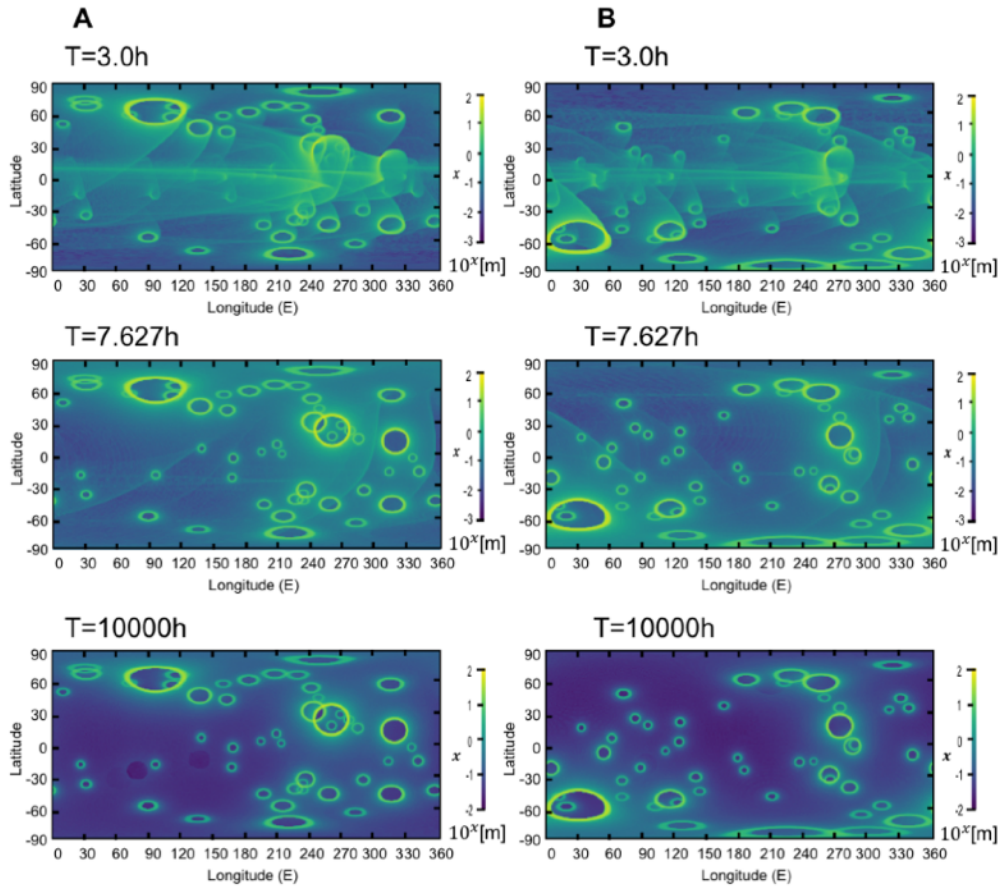


図1 自転によるエジェクタ堆積物の分布の変化。自転による効果を確認するためにクレーターを直径50m ~300mの範囲で50個形成した。サイズ分布のべきは-2.70でNEAでのそれに相当。

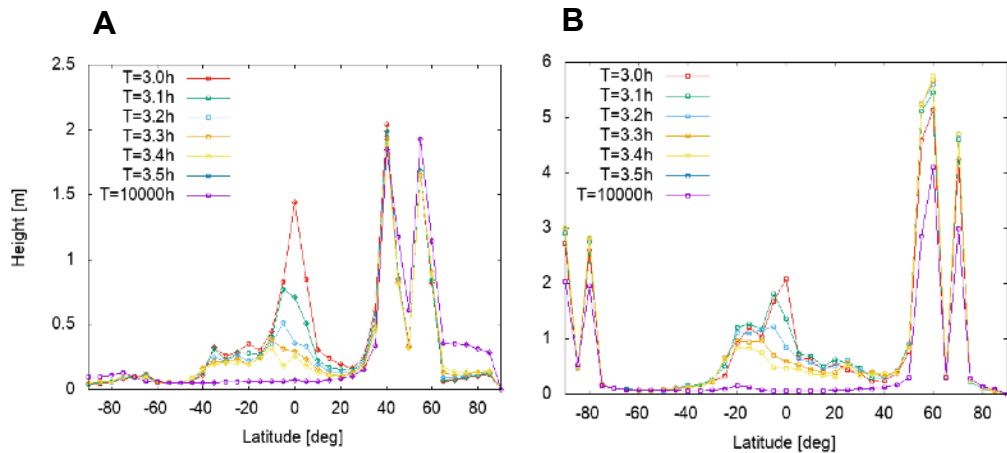


図2 図1の緯度方向のプロファイル。AとBは、それぞれ150°E から154°Eと225°E から229°Eにおける平均のプロファイル。