

イトカワから探る小惑星表面の宇宙風化

Space weathering deduced from the observation of asteroid Itokawa

佐々木 晶 [1]; 廣井 孝弘 [2]; 石黒 正晃 [3]; 平田 成 [4]; 安部 正真 [5]; 宮本 英昭 [6]; 阿部 新助 [7]; 齋藤 潤 [8]

Sho Sasaki[1]; Takahiro Hiroi[2]; Masateru Ishiguro[3]; Naru Hirata[4]; Masanao Abe[5]; Hideaki Miyamoto[6]; Shinsuke Abe[7]; Jun Saito[8]

[1] 国立天文台・水沢; [2] ブラウン大・地質; [3] ソウル大・物理天文; [4] 会津大; [5] 宇宙研; [6] 東大・総合研究博物館; [7] 神戸大学; [8] 東海大・工

[1] Mizusawa Obs., Nat'l Astron. Obs. Japan; [2] Geological Sci., Brown Univ; [3] SNU; [4] Univ. of Aizu; [5] ISAS/JAXA; [6] The University Museum, Univ. Tokyo; [7] Kobe University; [8] Tokai Univ.

「はやぶさ」は世界で初めて、1キロに満たない太陽系小天体の詳細な表情を明らかにした。「はやぶさ」は、宇宙科学研究本部・宇宙航空研究開発機構が打ち上げた工学試験衛星で、小惑星イトカワからのサンプル採取を目的としていた。2005年9月から11月の間に、「はやぶさ」は小惑星カメラ Asteroid Multiband Imaging CAmera (AMICA) によるイトカワの表面カラー撮像を行った。イトカワ表面から7kmのホームポジションで、解像度70cmの画像が全球にわたって得られた(Saito et al., 2006)。接近時の詳細画像では1cmを切る解像度のデータも得られた。また、赤外分光器による表面の近赤外スペクトル、X線分光による表面組成のデータも取得された。

イトカワは小さい天体であるにもかかわらず、明るさと色に大きな不均質がある。地域的に高い場所や急傾斜の場所は表面が剥げて明るい下層が露出したようにみえる。詳細画像では、明るい地域は表面は粗いがボルダーは少ないことがわかる。

図(a)は、Little Woomera Yoshinodai 地域である。イトカワのこの地域の凹凸は多面体の形状をしており、青色でマークしたものは多面体の稜にあたり、明るい地域が多く占めている。クローズアップ画像(b) (図中のスケールは10m)では、明るい地域は暗い岩石の多い表層が剥げた領域であることがわかる。この明暗の違いは、色の違いと対応しており、宇宙風化度の違いで説明できる(Ishiguro et al., 2007)。イトカワ全体に明るい地域が分布していることは、天体全体を揺るがす衝突(や惑星遭遇)のイベントにより、表層の移動が起きたためではないかと考えられる。

暗い岩石の多い地域は、表面に晒されていたために、より風化が進行した。これまでの常識だとレゴリスの多い天体大きな天体は風化が進み、小さな天体はレゴリスが少なく風化進行度が低いというものであった。イトカワの表面の様子は、岩石に覆われた小天体でも風化が進んでおり、むしろ風化が弱い地域はそれが剥離した地域であることを示している。実際にレゴリス状ではない隕石表面も風化されることは室内実験でも確認された(Sasaki et al., 2006)。

レゴリス表面は風化を受けやすいが、同時に外からの衝突による攪拌を受ける。結果として、風化層は深くなり、全体的な風化進行度は遅くなる。(月面では数cmから10cmの深さのソイルがよく攪拌されているというデータがある)。一方、岩石表面は微小隕石やイオン照射による風化は遅いが、攪拌の効果が少ないため、結果としての暗化の進行度は早い。ただし、微小隕石衝突やイオンによるスパッタリングの効果で表面が削られる効果(力学的風化)は無視できず、宇宙風化と力学的風化の競合過程で、表面の風化度が決まると考えられる。

さて、風化の進行度と表面年代はどれくらいだろうか? イトカワ表面の暗い地域の中でも風化度の変化が見られること(Hiroi et al., 2006)、典型的なS型のスペクトルと比較すると風化度は弱いことから、表面の宇宙風化度は飽和には達していないと思われる。クレーター数から見積もられているイトカワの表面年代は数千万年程度であるが、これをそのまま風化にかかった時間とするのは問題があるだろう。実際に、衝突による表面更新もしばしば起きていたと予想される。一方で、グローバルな明暗の変化だけでなく、ローカルなクレーターでも明るいものがあることから、極端に短い風化時間ではないと考えられる。おそらく1000万年かそれよりも少し短い程度ではないだろうか。

Fujiwara A. et al. (2006) Science 312, 1331-1334.

Saito J. et al. (2006) Science 312, 1341-1344.

Ishiguro M. et al. (2007) MAPS submitted.

Sasaki S. et al. (2006) LPSC XXXVII 1705

Hiroi, T. et al. (2006) Nature 443, 56-58.

