

小惑星イトカワ上の Black Boulder の特徴とその成因

Color and composition of black boulder on the asteroid (25143) Itokawa

Naru Hirata, Masateru Ishiguro, Takahiro Hiroi, Ryosuke Nakamura, Sho Sasaki, David J. Tholen, Tomoki Nakamura, Takaaki Noguchi, Jun Saito

小惑星イトカワ上に発見された特異なボルダー、通称 Black Boulder について形状、スペクトルの解析を行い、その成因を議論する。Black Boulder は 6 x 6 x 6 m の角錐台形のボルダーで、イトカワの頭部領域に位置する。アルベドはイトカワ平均に対して 60% しかない。このサイズのボルダーでこれに匹敵するほど暗いものは他に存在しない。アルベドの大きな違いにもかかわらず、反射スペクトルはイトカワ平均とよく似ており、可視域ではほぼ完全に同一である。一方、1 μm 帯の吸収は非常に弱いか、ほとんど存在しない。

Black Boulder の特徴を説明可能な成因について検討を加えた。第一の仮説は、このボルダーのみが特に強い宇宙風化作用を受けたという考え方である。スペクトルの特徴は宇宙風化で説明可能である。しかし、宇宙風化作用は基本的には小惑星表面全体に均質に作用するものであり、ただ一つのボルダーだけ強い宇宙風化を受けるような状況は考えにくい。

第二の仮説は、このボルダーが他の小惑星からイトカワに飛来した異地性の存在であるという考え方である。例えば炭素質コンドライト隕石は、イトカワの構成物質である普通コンドライト隕石よりも低いアルベドを持つ。また、いくつかの炭素質コンドライト隕石は、可視域で Black Boulder に近いスペクトルを持っている。しかし、ボルダーが破壊されずに小惑星表面に到着できるような速度でもたらされるということは極めて稀な現象と考えざるを得ない。

第三の仮説は、このボルダーがイトカワの母天体上で何らかの地質作用によって生成されたという考え方である。黒色普通コンドライト隕石は、普通コンドライト隕石が衝撃を受けて暗化することで生成されると考えられている。衝撃暗化の前後でのスペクトルとアルベドの変化は、イトカワ本体の構成物質と Black Boulder の差異と対応付けられる。また、角礫岩化した普通コンドライト隕石も、衝撃暗化と同様のスペクトルとアルベドの変化を示す。これらの隕石が Black Boulder のアナログ物質である可能性がある。

衝撃暗化で Black Boulder が生成したと仮定した場合の衝撃暗化を引き起こ

した衝突現象の規模を見積もってみた。その結果、最低でも直径 2.7 km のクレーターが生成するような衝突でないと、Black Boulder のサイズが説明できないことがわかった。これは、小惑星自体が直径 8 km 以上あったことを意味する。この見積もり結果はイトカワサンプルの物質科学的な研究から見積もられている、イトカワ母天体サイズと矛盾しない。