

水星の宇宙風化作用

Space Weathering on Mercury

佐々木 晶[1], 倉橋 映里香[2]

Sho Sasaki[1], Erika Kurahashi[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・理・地惑

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

宇宙風化作用とは、大気の無い固体天体の表面の紫外・可視・赤外域の反射スペクトルが時間とともに、低下、赤化（赤外より紫外・可視域の低下が大きい）し、さらに吸収帯も浅くなっていく現象を指す。月の岩石とソイルの反射スペクトルの違いや、小惑星と隕石のスペクトル不一致の原因とされている。その原因は、宇宙空間ダストがレゴリス粒子に高速で衝突するときに、生成された岩石物質の蒸気が再凝縮するときに、レゴリス粒子表面のリム中に形成される、数 nm から数 10nm サイズの鉄微粒子 SMFe (Submicroscopic metallic iron) による。加熱の原因として太陽風照射も考えられている。この機構は Hapke が 1970 年代に提唱していたが、長い間、衝突によるガラス化が反射スペクトル変化の原因であると考えられていた。1990 年代の Keller らによる月ソイル中での発見から鉄微粒子 SMFe の役割が見直されてきた。我々のグループは宇宙空間ダスト衝突による加熱をナノ秒パルスレーザーでシミュレーションする実験を行い、宇宙風化作用に特徴的な、反射スペクトルの低下、赤化を再現するとともに、その原因が鉄微粒子 SMFe であることを明らかにした(Yamada et al., 1999, Sasaki et al., 2001)。

水星は太陽から近いいため、同じ物質に対する水星での宇宙風化作用は月や小惑星よりも 1 桁以上大きいはずである。宇宙空間ダスト・太陽風のフラックスは、太陽からの距離の 2 乗に反比例する。また、水星表面では、ダストの衝突速度が数 10km/s 以上ため、衝突加熱によるレゴリス粒子の蒸発も大きく、宇宙風化作用の原因となる微小鉄生成が月や小惑星領域よりも効果的に進行する。実際に、水星のナトリウム大気の 25%は、微小隕石衝突による蒸発が貢献しているという見積もりもある(Killen et al., 2001)。宇宙風化作用が水星表面で激しいということは、表面の多くは宇宙風化作用には飽和しているかも知れない。逆に、赤化していない反射スペクトルを持つ物質が存在する場所（例えば新鮮なクレータ）の年代はかなり新しいことを意味する。

水星ではまだ探査機による多波長の表面反射率のデータは得られていない。地上望遠鏡による分光観測からは、反射スペクトルは基本的には右上がりの赤化傾向が得られている。当初主張されていた 1 ミクロンの吸収帯の存在は、地球大気の影響と考えられていて、（鉄イオンの存在を反映する）輝石やカンラン石の 1 ミクロン帯の吸収は明確ではない。マイクロ波の反射からもレゴリス中の鉄の含有量は月の数分の 1 程度であると見積もられている。Sprague らは、マウナケアの IRTF を用いた中間赤外（7.5-13.5 ミクロン）による水星の観測から、月面の斜長石と輝石が混ざった角礫岩の反射スペクトルに近いという結果を得ている。いずれにしても、水星表面は月の海よりは鉄の存在度は低く、斜長石に富む分化した地殻であると考えられる。

我々のシミュレーション実験では 8-10%程度の FeO 含有量の、カンラン石、輝石を使っている。結果を外挿すると、数%程度の鉄含有量でも十分に反射スペクトル低下、赤化を引き起こすと予想される。実際に Hapke (2001) の理論的見積もりでは、重量比 1%の鉄微粒子 SMFe があれば、著しい反射スペクトルの赤化が得られている。

水星での宇宙風化作用を明らかにするためには、可視域から近赤外域までの多波長による水星全体の観察が望ましい。また、宇宙風化作用の影響を除去して物質を同定するためには、空間分解能が悪くても連続分光データの取得も望まれる。また塩見らは、極端紫外域の反射スペクトルが宇宙風化作用の影響を強く受けて、低下することを明らかにした。玄武岩の測定データは、月面の海地域の「のぞみ」の観測データと対応する。そのため、極端紫外域での水星表面のマッピングも重要である。また、宇宙風化作用の原因となる、ダストフラックス、太陽風粒子のフラックスの測定も重要である。水星の自転軸が仮に長期間安定であるならば、宇宙風化作用の程度には緯度依存性があるかも知れない。BepiColombo ミッションによる詳細な水星探査から、まだ理解されていない水星での宇宙風化作用の解明を行うことが可能になる。