

火星のダストリング

Martian Dust Rings

石元 裕史 [1]

Hiroshi Ishimoto [1]

[1] 気象研究所

[1] Meteorological Research Institute

火星は、フォボスとディモスという二つの小衛星のため、我々の太陽系内で新しいダストリングを発見する良い対象である。「のぞみ」搭載のカメラおよびダスト検出器によって、火星リングが発見できるかもしれない。

惑星のリングは、比較的大きな粒子(センチ~メートルサイズ)で構成された通常のリングと、ミクロン程度の大きさの粒子で構成されたダストリングに分類できる。ダストリングを構成する粒子は、通常のリング粒子に比べて 1) 重力とともに惑星環境における他の多くの摂動力を受け、そのため 2) 全体として膨らんだトーラス状またはハロー状の形をしており、また 1) の理由により、3) 個々のリング粒子の寿命が通常のリング粒子のそれに比べて非常に短い、という特徴を持っている。

ダストリングが木星などの惑星において存在することから、3) の理由よりそこにはダストの母天体と定常的にダストを供給するメカニズムがあるはずである。現在ダストリング形成について考えられている主なシナリオは、惑星周囲の小衛星が惑星間微小天体の衝突を受け、それにより放出したダストによってできる、というものである。そのシナリオに従えば、通常のリングが長期間の衛星の重力摂動によって衛星軌道とは異なる領域にその存在が限定されているのに対して、4) ダストリングは小さな衛星をその内部に含むように広く分布する、といった違いがあることになる。さらにその形成シナリオから言えば、その衛星の軌道や衛星の表面状態、惑星間微小天体のフラックスや摂動力の強さなどによって数密度の違いはあっても、基本的には 5) 小さな衛星を持つ惑星にはもれなくダストリングがついてくる、ことになる。このようにダストリングは、衛星表面が惑星間微小天体の衝突によって風化していく過程において現れる一般的な現象である可能性が高いが、ダストリングと衛星との関係、およびその形成条件の詳細部分についてはまだ十分明らかとなっていないわけではない。

火星の衛星であるフォボスとディモスは、ともに10km程度の小衛星であり、衝突放出物がたやすく衛星重力圏から脱出することから、もし火星軌道での惑星間微小天体のフラックスが外惑星領域に比べて大きく下回るものでなければ、やはりダストリングを作ると考えられる。これまでの火星リング研究から、期待されるリングの形状やリング粒子の数密度が大まかに見積もられてきた。しかし、微小天体の衛星への衝突による放出物の量やサイズ分布、リング粒子の衛星への衝突によるリング粒子の再放出など、いまだよくわかっていないいくつかの物理現象を考慮した見積もりであるため、火星リングの数密度予想は研究者によって大きく異なっている。逆に火星探査によってリングの数密度がわかれば、いままでよくわかっていなかったダストリング形成の物理過程が明らかになるであろう。

一般にダストリングは淡く構成粒子が小さいため、その確認方法は限られてくる。カメラによる観測では、他の惑星でのダストリング検出時と同様、惑星の夜側からリング粒子による太陽光の前方散乱光を観測することが必要条件である。さらに淡いリングであれば、複数の画像を重ね合わせることによる強調化も有効であろう。一方、ダストカウンターによる観測は、直接ダストリングの姿をとらえることはできないが、直接リング粒子を検出することができる。ダストリング内と考えられる領域で、他の領域に比べて有意なダスト衝突数の増加があれば、画像が得られない場合でも、ダストリング存在の証拠となるであろう。またダスト検出時における衝突粒子入射方向から大まかなダストの運動方向がわかれば、その質量および運動量とを考慮して、リング粒子と惑星間塵との区別が可能であると考えられる。これまでの火星探査では、火星周囲のダスト計測や、前方散乱光による観測は行なわれてこなかった。このため、火星リングの情報としては、これまで検出されなかったという条件において、ダストリングの光学的厚さの上限が決められているにすぎない。一方、これまでの理論研究から見積もった火星ダストリング密度の上限値は、これまでの火星探査では見つからないが、ボイジャーが他の惑星で行なった観測条件であれば見える、というものである。1998年に打ち上げられた火星探査機NOZOMIには一次元CCDカメラとともにダストカウンターが搭載されている。NOZOMIは火星に対して長楕円軌道を取り、時間経過とともに軌道を変化させてゆくため、ミッション期間中で最もダストリング撮像に適した時期を選ぶことが重要である。またダストカウンターでは、リング粒子の検出だけでなく、衝突粒子の数によっては変化する衛星軌道とリング粒子の衝突ポイントから大まかなダストリングのマッピングが可能かもしれない。

