

水星極領域における H₂O 氷

Water-ice in the polar region on Mercury

道上 達広[1], 向井 正[2]

Tatsuhiro Michikami[1], Tadashi Mukai[2]

[1] 宇宙研, [2] 神戸大・自然・宇宙惑星物質

[1] ISAS, [2] Space and Planetary Materials, Kobe Univ

レーダー波の反射特性の地上観測により、水星の極領域に反射能の大きい部分が見つかった。この原因として、極領域にあるクレータの底面には太陽光の射さない部分（永久影）が存在し、そこに H₂O 氷が存在するという仮説が出されている。本研究では、永久影の温度と H₂O 氷の供給源についてまとめ、次に彗星衝突を H₂O 氷の供給源とした場合の検討を行った。

永久影の温度

水星は太陽に一番近い惑星であり、赤道域の表面温度は昼間側で最高 700K にも達する。しかし水星の自転軸は黄道面にほぼ垂直（2度）であるため、極域では太陽光の入射は地平線すれすれの角度となり、クレータのような凹地の底は、一年中直射日光のささない「永久影」になる。H₂O 氷が存在するための必要条件である永久影の温度は、次のように求めることができる。永久影部分には、太陽光に照射されたクレータ壁面からの太陽反射光と、熱放射がやってくる。また水星内部からの熱もある。これらの熱の流入が、熱放射による熱放出と釣り合って、平衡温度が決まる。Mukai et al. (1997) では、太陽光と熱の吸収、反射に対して、角度依存性、波長依存性を検討したより詳細な計算を行い、平衡温度を求めた。その結果、水星の緯度 87.5 度にある直径 155km のカオメンフー クレータにおいて最高温度でも 50K 以下になることがわかった。H₂O 氷の昇華作用は約 100K 以上にならないと活発にならないため、この永久影の温度は、H₂O 氷を十分長い時間保持できるであろう。

H₂O 氷の供給源

H₂O 氷の供給源としては以下のものが考えられる。

(1) 彗星衝突による供給

彗星本体が直接、水星表面に衝突することによって H₂O 分子が供給される。

(2) H₂O 分子を含む宇宙塵による供給。

彗星からまき散らされた塵が宇宙空間にある。これらには H₂O 分子が存在し、また隕石にも H₂O 分子が含まれている。これらが供給源となる。

(3) 太陽風による酸化鉄の還元

水星表面の酸化鉄と太陽風の水素が反応して水が生成される。

(4) 水星内部からの噴出

水星内部はよく分かっていないが、地球型惑星の一般的な化学組成を考えた場合、H₂O 分子の存在は考えられる。それが形成時から存在し、水星が形成した後に水星の内部から噴出した。

いずれの説も今の段階では十分な議論がされていないのが現状である。以下では一般的に H₂O 氷の大きな供給源として期待される (1) 彗星衝突による供給について言及する。

水星表面の画像はマリナー 10 号による 3 回のフライバイのデータしかなく、全表面の約 45% の撮像にとどまっている。そのため十分な地形データは得られていないが、その撮影された半球領域には月と同じく無数のクレータで覆われている。クレータは主に小惑星と彗星の衝突によって形成される。小惑星と彗星がそれぞれどの程度の衝突頻度を持つかの見積もりは難しい。彗星は小惑星に比べて、軌道離心率が大きいいため衝突速度は大きいと考えられる。また彗星の強度は Greenberg et al. (1995) の計算によると、100-1000Pa と小惑星に比べて極端に小さいことが知られている。極領域に彗星起源のクレータができる場合、彗星の軌道傾斜角はかなり大きくないといけない。これらの条件を考慮した上で、水星の緯度 87.5 度にある直径 155km のカオメンフー クレータを形成した彗星の大きさ、衝突角度、衝突速度を見積もり、H₂O 氷の存在量を検討した。その結果については本学会で発表する。

水星の極における永久影は月の場合も指摘されている。月の場合、ルナ・プロスペクターによる中性子エネルギー分光計測器で、宇宙線の極域反跳成分を調べた。観測結果としては、極域で衝突散乱された中性子の速度が遅いことが示された。これは、散乱で中性子を効率よく減速させる、ほぼ同質量の水素原子（陽子）の存在を意味している。この中性子速度の減速の度合いから水素原子の総量を求め、これが H₂O 分子起源と仮定して H₂O の総量を算出した。月の場合、両極域に 60 億トンの H₂O 氷があると見積もられている。水素原子をすべ

て H₂O 分子起源としてよいかなど問題点は残るが、「BepiColombo」水星探査計画でも同様の観測を行えば、H₂O 氷の存在について貴重なデータとなる。