

シリケート-有機物混合物の衝突付着実験

Collisional experiments between silicate-organics mixtures

城野 信一 [1]

Sin-iti Sirono[1]

[1] 名大環境学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/~sirono>

原始惑星系円盤には質量比で1%程の「ダスト粒子」が含まれている。このダスト粒子が太陽系を構成する天体の原料となるのは周知の通りである。観測から得られる情報から、ダスト粒子の大きさは0.1ミクロン程度であり、珪酸塩鉱物、氷、有機物の混合物であると推測されている (e.g. Li and Greenberg 1997)。ダスト粒子は相互に衝突・を繰り返して成長し、ダスト粒子からなるアグリゲイトを構成する。惑星形成の第一ステップである微惑星の形成過程においては、ダストアグリゲイトが付着するか否かが決定的に重要となる。

Greenberg (1998) によると、ダスト粒子における珪酸塩鉱物と有機物の体積比は1:1程度である。従ってダスト粒子から氷が蒸発しているような環境では有機物の存在は無視できない。この有機物には顕著な付着性があることが Kouchi et al. (2002) によって示された。そこで本研究では珪酸塩鉱物と有機物の混合物を作成し、それらの衝突実験を行った。

粘性係数が既知であるシリコンオイル (アズワン (株) 製) を4種類用意した。それぞれの粘性係数は1, 10, 100, 1000ポアズである。シリコンオイルの密度は1g/ccである。このシリコンオイルと平均粒径100ミクロンのガラスビーズ (密度2.5g/cc) を様々な体積比 (= ガラスビーズ体積/シリコンオイル体積) で混合し試料を作成した。

この試料から直径1.5cm程度の球を作成した。この球を厚さ1cm程度の混合物層に高さ30cmから落下させることで衝突実験を行った。衝突速度は2.4m/sである。0度、30度の二通りの衝突角度で衝突させた。0度の実験では反発係数を測定し、30度の実験では付着性を測定した。

垂直衝突実験を行った結果、今回行った実験のパラメータではどの場合もほぼ完全非弾性衝突になることが明らかとなった。したがって、衝突面に垂直な方向の相対速度は衝突後ほぼゼロになる。

混合物の付着性を明らかにするため、標的の面を30度傾け、混合物球を落下させた。各粘性率、体積比で10回実験を行い、混合物球が衝突点近傍で運動を停止した場合の割合を付着率とした。その結果、以下の二点が明らかとなった。

- 1) 体積比1.8で付着率が増加
- 2) 粘性率が増加すると付着率が1となる体積比が減少する

ダスト粒子に含まれる有機物を実験室で合成したところ、温度310Kで半分蒸発することが香内他 (1999) により示されている。初期の体積比が0.5であったとすると、350Kでは体積比は2となる。今回の実験結果では体積比が1.8以下でないと付着率が上昇しなかったため、温度350K以上の環境では有機物による付着効果は期待されない。

一方、ダスト粒子に含まれる有機物の粘性係数の温度依存性が工藤 (1999) により測定されている。この結果から、温度280K以上であれば付着効果が十分に働くことが示唆される。

以上二点をまとめると、原始惑星系円盤内で温度が280Kから350Kの領域ではダスト粒子に含まれる有機物によってアグリゲイトの付着成長が特に進行しやすかったであろうことが予想される。