

ダストアグリゲイトの昇華、分裂による微惑星形成

Planetesimal formation by sublimation and fragmentation of icy dust aggregates

齋藤 悦子 [1]; 城野 信一 [2]

Etsuko Saitou[1]; Sin-iti Sirono[2]

[1] 名大環境学; [2] 名大環境学

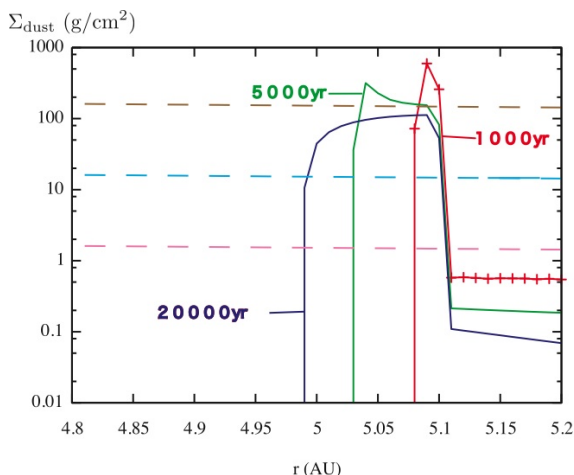
[1] Nagoya Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

惑星形成過程において、微惑星形成過程は未解明であるもっとも重要な問題の一つである。微惑星とは km サイズの天体であり、ミクロンサイズのダストから形成されたと考えられている。過去にダストから微惑星を形成するモデルがいくつか提唱されたが、どのモデルもそれぞれ問題を抱えていた。しかし Sekiya(1998) に依れば、ダストの面密度が初期値の数十倍になれば、中心面のダストの密度が重力不安定を起こし得る密度に達することが示されている。一方、太陽系のガス-ダスト比は太陽系組成によって制約されているため、原始太陽系円盤全体にわたって高いダスト面密度を想定するのは無理がある。本研究では、局所的に面密度が上昇する新たなメカニズムを提案する。

ダストグレインが合体成長するとダストアグリゲイトを作る。温度の低い領域では、ダストグレインは氷マントルとシリケートコアからなる。ダストアグリゲイトがガス抵抗により中心星へ向かって落下していくと、ダストアグリゲイトの温度が上昇し、氷マントルが昇華する。このとき放出されるシリケートコアは落下速度が非常に小さいので、その場に留まる。このプロセスが継ると、局所的に面密度が上昇することになる。

ダストアグリゲイトは空隙率が高いため、表面からだけでなく内部からも昇華が進行する。昇華した H_2O ガスは空隙を通過して抜けていく。一般にダストアグリゲイトは不均質構造をしている。これにより、ガスが抜けやすく早く昇華が進行する領域と、ガスが抜けにくく昇華が遅い領域とができる。昇華の速度によって収縮の速度は異なるため、歪みが発生することになる。応力がダストアグリゲイトの破壊強度を超えると、ダストアグリゲイトは破壊し分裂する。分裂するとサイズが小さくなるため、落下速度が小さくなる。この効果によっても面密度は上昇することになる。

ダストアグリゲイトの表面のみから昇華する場合は、アグリゲイトの初期半径が 10, 100cm の場合、10000 年後に初期密度の 10 倍に達することがわかった。しかし、ダストアグリゲイトが分裂する場合は、わずか数十年で 10 倍以上に面密度が増加することがわかった。以上の結果から、面密度の上昇にはダストアグリゲイトの分裂が不可欠であることが明らかとなった。



図：ダストアグリゲイトが割れる場合の面密度分布を中心星からの距離の関数で示した。ダストアグリゲイトの初期の半径を 100 cm、破片のサイズは 0.1 cm とした。わずか数十年で 100 倍に達している。