

スノーラインにおけるダストアグリゲイトの集中 Concentration of dust aggregates at the snow line

城野 信一^{1*}
Sin-iti Sirono^{1*}

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科
¹ Nagoya University

惑星形成過程でいまだに不明なプロセスの一つとして微惑星形成過程がある。ミクロンサイズのダスト微粒子からキロメートルサイズの微惑星への成長過程において、大きく二つの困難が存在している。その一つはダストアグリゲイトが中心星に向かって落下してしまう問題である。ガス抵抗によりダストアグリゲイトは中心星方向へドリフトする。その速度は最大で 50m/s にもなる。この速度になると、1AU の距離を 100 年程度で落下してしまう。この時間スケールは、ダストアグリゲイトの成長の時間スケールよりも十分短い。もう一つの問題は、50m/s の速度でアグリゲイトが衝突すると破壊が起こる可能性が高いことである。本研究では、これら二つの困難を統合的に解決するモデルを提案する。

中心星から離れた場所では温度が低いためにダスト微粒子の主成分は氷となる。氷主体のダストアグリゲイトがガス抵抗によって中心星方向に落下すると温度が上昇する。温度上昇にともない、本来なら氷の昇華が進行するのであるが、中心星から離れた場所ではすでに周囲が H₂O で飽和しているために昇華は起こらない。H₂O で飽和している領域としていない領域の境界は「スノーライン」とよばれ、これよりも内側で氷の昇華が進行する。氷の蒸気圧は温度に指数関数的に依存するため、スノーラインよりも内側にアグリゲイトが落下すると急速に昇華が進行する。昇華にともなって H₂O の分圧が上昇する。局所系に分圧が上昇するため、その領域の動径方向の圧力勾配が逆転する。

この逆転にともない、ダストアグリゲイトの運動方向も逆転する。運動方向が逆転するため、局所的にアグリゲイトの数密度が上昇する。数値シミュレーションの結果、数百年でアグリゲイトの空間密度がガス密度と同程度になり、落下速度が数 10cm/s まで低下する。このためアグリゲイトが衝突しても破壊を免れる。また、数密度が大幅に上昇するため、極めて短時間に微惑星まで合体成長することが明らかとなった。

キーワード: グレインアグリゲイト, 微惑星, 昇華
Keywords: grain aggregate, planetesimal, sublimation