

階層構造を持つ粒子塊の、 圧密による強度獲得過程に関する実験的研究

Experimental study on the process of increasing strength due to compaction of
hierarchical granular matter

大村 知美（OMURA Tomomi）

小さな粒子（一次粒子）の凝集体（二次/高次粒子）が集合したような、階層構造を持つ粒子塊（以下、階層構造粒子塊）は我々の周りに広く存在する。近年の観測等より、現在太陽系に存在する惑星や小天体のもととなった微惑星と呼ばれる天体もそのひとつである可能性が示唆されるようになってきた。

微惑星物性は原始惑星系円盤の環境と並んでその後の天体進化を左右する重要なパラメータのひとつであるが、現在得られている階層構造ダスト塊物性に関する知見は微惑星物性を推定する目的のためには不十分である。たとえば、階層構造ダスト塊の強度獲得過程について考えた場合、圧力を受けたダスト塊は、二次粒子（高次粒子）の再配置と破壊・変形（結合）を伴って圧密され、強度を獲得すると考えられる。天体物性の推定を目的とした先行研究としては、二次粒子がほぼ破壊・変形を経験していないか、二次粒子の原型をほぼ失ったようなサンプルでの物性を測定したものはいくつかあるが、天体内部粒子層の多くの部分が経験するような、二次粒子の破壊・変形（結合）が進行途中の圧力範囲における階層構造ダスト塊物性を測定したものはこれまでになく、圧密段階や物性を決めるパラメータすらも不明である。

本研究の最終的な目的は、天体構成物質が受けた熱変成・水質変成等の影響を評価する際にも必要となる、構成物質が集積後の自己重力による圧密のみを受けている状態を考え、微惑星が持ちうる最も高い空隙率および最も弱い強度を明らかにすることにある。本年度はダスト塊物性（強度）と構成粒子特性や、経験圧力との関係について理解するための第一段階として、階層構造ダスト塊の圧密挙動の特徴を調べた。

実験では、微粒子（一次粒子）を「だま」状にした二次粒子を円筒容器に充填したサンプルを万能試験機にとりつけたピストンで圧密し、ピストン変位とサンプルにかかる荷重の関係を測定した。得られた結果を、一次粒子を充填したサンプルで行った実験と比較した。

二次粒子サンプルと一次粒子サンプルの圧密曲線（サンプルの充填率と試料が受けている圧力の関係）を比較すると、同じ充填率を持つときに経験している圧力は二次粒子サンプルのほうが一次粒子サンプルと比べて高かった。つまり、同じ充填率のサンプルをさらに圧密するのに必要な圧力は二次粒子サンプルの方が大きかった。圧力・充填率の増加と共にこの傾向は小さくなり、最終的には二次粒子サンプルの圧密曲線と一次粒子サンプルの圧密曲線はほぼ重なった。このことは、二次粒子サンプルの圧密挙動ははじ

め二次粒子の物性を反映するが、あるところからは二次粒子の影響が失われることを示している。

今後は二次粒子サンプルと一次粒子サンプルが同じ充填率下で示す圧力の違いや、二次粒子の影響が失われる経験圧力・充填率が二次粒子強度とどのように関連するかについて調べていく予定である。