

論文内容の要旨

論文題目 Spin Characteristics of Very Small Main-belt Asteroids
(微小メインベルト小惑星の自転特性)

氏名 Budi Dermawan
ブディ デルマワン

現在の小惑星の大部分はより大きい母天体の衝突破壊による産物だと考えられているため、「衝突」は小惑星の起源と進化に関して非常に重要な役割を果たすものである。「衝突」は様々な大きさの小惑星を生み、また小惑星の自転の角運動量を励起または減衰させる。我々が地上からの観測で知り得るすべての小惑星の物理特性のうち、特に衝突進化を強く反映していると考えられる物理量は、小惑星の大きさと形、そして自転周期である。これらの情報を得るために最も有効な手段は、小惑星の光度変化を測るライトカーブ観測である。

この論文は、我々が微小小惑星 (sub-km サイズ) のライトカーブ観測から得た微小小惑星の自転周期分布と形状分布、及びサイズ分布についての報告である。現在までに知られている小惑星の自転周期 - サイズの関係は、大きい小惑星 (直径 1km 以上) と非常に小さい小惑星 (直径 0.2km 以下) の自転周期分布に大きな不連続性があることを示している。つまり、小さい小惑星のグループには 2.2 時間以下の自転周期を持つ小惑星が存在するが、大きい小惑星のグループには 2.2 時間より速い自転周期を持つ小惑星が皆無なのである。この自転周期分布の不連続性・不一致は 2.2 時間という自転周期が小惑星の異なる 2 つの内部構造の境界を表すものとしてこれまで解釈されてきた。異なる内部構造とは、衝突破片が自己重力によって再集積した、いわゆる「破片集積体」構造と、単一の岩から成る「単体小惑星」である。大きい小惑星は「破片集積体」であるため、速い自転速度を持つと遠心

力によって壊れてしまう。これに対して非常に速い自転速度を持つ小さい小惑星は、内部強度を持つ単体の岩石に違いがない、その境界が 2.2 時間なのであるというのがこれまでの見方である。ここで注目しておきたいのは、これまでに発見されている 2.2 時間以下の速い自転周期を持つ小惑星はすべて地球接近小惑星 (NEAs) という点である。小惑星の軌道進化の理論的研究から、NEAs はメインベルト小惑星 (MBAs) が軌道進化した小惑星であることが定説になっている。NEAs の起源が MBAs にあるにもかかわらず、NEAs で見られる 2.2 時間以下の自転周期を持つ小惑星がメインベルトで見られないのは非常に不思議である。このことが我々に、MBAs の間で 2.2 時間以下の高速自転小惑星 (FRAs) を探す動機を与えた。

その際、NEAs の大きさは普通の MBAs の大きさに比べて非常に小さいという観測事実がある。そこで我々は望遠鏡を使ってこれまで観測できなかった NEAs サイズ (直径約 1km 以下) の MBAs の中に FRAs を探すことを試みた。2001 年 10 月 21 日、我々はマウナケア山頂の 8.2m すばる望遠鏡に広視野 CCD カメラ (Suprime-Cam) を取りつけて、ライトカーブ観測を行った。衝の位置、黄道面付近の $34' \times 27'$ の領域 (Suprime-Cam の 1 視野に相当) を選び、約 8 時間にわたって観測した。この観測で我々は約 $R = 24.5$ 等より明るい 127 個の直径 0.1-2km の MBAs を検出した。このうち 73 個の小惑星について高い信頼度で周期決定を行うことができた。そして 34 個の小惑星が 0.5 - 2.2 時間という速い自転周期を持つ FRAs であることが判明した。これは、このサイズの MBAs の約 27% が FRAs であることを意味しており、予想外に高い割合である。また、我々は、いくつかの微小 MBAs では、互いに独立した多重自転周期を示すことにも気づいた。

更に、この観測によって、我々が 2001 年に行った観測 (Yoshida et al., 2003) で得た直径 1km 以下の微小 MBAs の累積サイズ分布を確認するとともに、MBAs の FRAs と非 FRAs の累積サイズ分布がかなり異なることを発見した。すなわち、MBAs の非 FRAs の累積サイズ分布の傾きは FRAs の累積サイズ分布の傾きに比べてゆるやかなことである。このことは小さい非 FRAs が FRAs に比べて数が少なくなっていることを意味する。

FRAs の形状分布に関しては、直径 0.1km より小さい NEAs の FRAs は非常に細長い形を持つのに対して、我々が発見した MBAs の FRAs の形状は球形に近い傾向が見られた。すばる望遠鏡を用いても直径 0.1km 以下の MBAs を観測することは難しいので、より小さいサイズで MBAs と NEAs の比較することは今のところ不可能である。しかし、この研究は、非常に小さい MBA 小惑星の特性を理解する上で世界ではじめて行われた研究であり、そのために、今後の重要な 1 ステップになるはずである。この仕事でのいくつかの結果が、微小小惑星に関する詳細な特性を提供するだろうし、将来の微小小惑星研究の 1 つの指針を与えると期待される。