

Wild 2 彗星塵とコンドライト隕石に含まれる有機物の構造特徴と比較

Chemical comparison of STARDUST organics from Comet Wild 2 with organic matter in chondritic meteorites

藪田 ひかる [1]; スターダスト 1 次分析・有機物チーム Scott A. Sanford[2]

Hikaru Yabuta[1]; Scott A. Sanford STARDUST Organic Analyses Preliminary Examination Team[2]

[1] なし; [2] -

[1] none; [2] -

[序論] NASA のスターダスト探査機が採集した Wild2 彗星塵中の有機物を検出・同定する目的で、スターダスト 1 次分析・有機物チームでは、レーザー脱離イオン化質量分析 (L^2MS)、高速液体クロマトグラフィー/蛍光検出/飛行時間型質量分析 (LC-FD/TOFMS)、走査型透過 X 線顕微鏡/X 線吸収端近傍構造 (STXM/XANES)、赤外分光分析、ラマン分光分析、電気伝導度検出型イオンクロマトグラフィー、二次イオン質量分析 (SIMS)、そして飛行時間型二次イオン質量分析装置 (TOF-SIMS) を用いて塵試料の有機分析を行った。本発表では、STXM/XANES およびマイクロラマン分光による彗星塵分析結果を中心に、隕石有機物との比較を含め述べる。

[方法][STXM/XANES] XANES は、軽元素原子 1s 内殻準位からの電子の励起に伴い軟 X 線領域に各吸収端が現れ、さらに分子内の空準位への遷移 (例: $1s \rightarrow \pi^*$) が見られる原子の吸収エネルギーが分子構造により異なる原理を利用した分析法で、有機分子構造中の官能基分布を定量的に分析することが可能である。TEM グリッドに調整された彗星塵試料の約 100nm 領域を STXM でイメージングし、光子エネルギーを 280-330 eV (炭素)、390-420 eV (窒素)、520-580 eV (酸素) の範囲で変化させ走査することにより各 XANES スペクトルを得た。15 種の塵試料分析を、バークレー国立研究所 Advanced Light Source ビームライン 5.3.2 で行った。

[ラマン分光分析] ラマン分析では、スペクトルに現れる D-band (非晶質炭素由来、 $\sim 1360\text{cm}^{-1}$) と G-band (グラファイト様炭素由来、 $\sim 1580\text{cm}^{-1}$) のピーク位置と幅から、有機物が受けた熱変成度を評価した。計 12 種の塵試料分析は 5 つのラボラトリーで行われた。本発表では主にカーネギー研究所の共焦点顕微ラマン分光装置 (Witec α -SNOM、光源: YAG レーザー 2 倍高調波 532nm) による分析結果を中心に示す。

[結果・考察][STXM/XANES] 各塵試料の C, N, O-XANES スペクトルからは、芳香族 ($\sim 285.2\text{eV}$)、ケトン/アルデヒド ($\sim 287.5\text{eV}$)、カルボキシル (288.6eV)、エーテル/アルコール (289.5eV)、アミド ($288.2, 401.4\text{eV}$)、ニトリル (399.9eV)、といった様々な官能基が様々な存在比で検出された。本結果から明らかとなったこれら彗星塵有機物の構造特徴は、隕石有機物のそれと比べ、1) 芳香族炭素に乏しい、2) N, O に富む、3) より Heterogeneous である、ことが明らかとなり、熱変成を比較的受けていない、より primitive な物質であることを示唆した。また、測定中、X 線ビームで有機物の一部が消失した、もしくは (塵試料を包埋している) エポキシ樹脂周辺に拡散した様子が認められたことから、彗星塵有機物の少なくとも一部は比較的不安定 (または可溶性) であると考えられる。

[ラマン分光分析] 全ての試料のラマンスペクトルの D-, G-band 比は、大半の星間塵 (IDP) および CM, CI, CR コンドライト隕石有機物のそれらに類似していた。したがって、XANES による結論同様、彗星塵有機物は熱変成を比較的受けていない化学構造、つまり、縮合した芳香族炭素は存在するがそれのみではなく、O, N, S のヘテロ原子が豊富に含まれる分子構造を示唆した。さらに塵試料の G-band ピーク位置の極めて低い値 (1570cm^{-1} 以下) は、塵が照射を受けて非晶質化している可能性を示唆した。