

炭素質コンドライト母天体の集積位置推定のための有機物指標の確立

Establishing organic index for heliocentric distance of accretion of carbonaceous chondrite parent bodies

鈴木政紀^{1,2}, 癸生川陽子^{2*}¹ 横浜国立大学, 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5² 東京工業大学, 〒152-8551 東京都目黒区大岡山 2-12-1Masanori SUZUKI^{1,2} and Yoko KEBUKAWA^{2*}¹ Yokohama National University, 79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan² Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8551, Japan

1 はじめに

小天体がどこで形成されたかという情報は、惑星形成過程を理解する上で重要である。しかし、小天体の現在位置と集積位置は必ずしも一致しない[1]。本研究では、地球外物質中の不溶性有機物 (Insoluble Organic Matter; IOM) の化学構造を、小天体の集積位置の指標として利用することを検討した。

隕石中の IOM は、母天体中の単純な分子から水質変質によって形成された可能性がある[2-4]。水質変質前の出発物質の組成は、母天体の集積位置に依存すると考えられる。本研究では、特に窒素源の違いに着目し、様々な組成の出発物質から地球外物質の IOM を模擬した物質を合成し、生成物の分子構造の違いが生じるかどうかを調べた。これらの結果を、コンドライト隕石に含まれる IOM と比較することで、IOM がどのような出発物質から形成されたかを推定できるか検討した。

2 実験

窒素源として、NH₃ スノーラインの外側を想定して NH₃ [3] を、NH₃ スノーラインの外側を想定してヘキサメチレンテトラミン (C₆H₁₂N₄, HMT) [4] を用いた。これらに、ホルムアルデヒド、メタノール、グリコールアルデヒド等を加えた水溶液を出発物質として用いた。これらの組成は、彗星で観測される分子の組成を参考にして決定した。また、窒素源を含まない試料も作成した。これらの水溶液をガラス管に封入し、150°C で 72 時間加熱した。加熱後、生成物を固相と液相に遠心分離し、固体生成物を塩酸、純水、メタノール、ジクロロメタンの順で洗浄し、乾燥した。これらの粉末試料を少量の水で分散させ、SiO フィルム付き TEM グリッド上に滴下、乾燥させた。PF-BL19A の走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) を用いて、固体生成物の C-K および N-K X 線吸収端近傍構造 (C-, N-XANES) スペクトルを測定した。得られた C-XANES スペクトルから、C=C, C=O, 脂肪族, C(=O)O 炭素のピーク強度比を算出した。N-

XANES スペクトルについても同様に、C=N, C-N 窒素のピーク強度比を算出した。

3 結果および考察

C-XANES スペクトル分析により、出発物質に窒素源を含まない試料の C=C 炭素の割合は、窒素源を含む試料よりも大きい傾向にあることが確認された。窒素源が NH₃ である試料の C=C, C=O, 脂肪族, C(=O)O 炭素の割合は、窒素源が HMT である試料の割合に近かった。

N-XANES スペクトルでも、出発物質の窒素源が NH₃ である試料の C=N, C-N 窒素の割合は、窒素源が HMT である試料の割合と近い値だった。なお、出発物質に窒素源を含まない試料からは N-XANES のピークはほぼ観測されなかった。

これらのことから、出発物質が窒素源を含まない領域で形成した小天体の IOM は、C=C 炭素の割合が高い可能性がある。窒素源が NH₃ と HMT で、形成される有機物の構造に顕著な違いは見られなかったため、NH₃ スノーラインの前後で集積した天体の違いを見分けることは難しいかもしれない。また、Murchison 隕石の IOM の C-, N-XANES 分析結果は、窒素源が無いときの実験生成物に近いが、窒素源ありと無しの間程度の値となった。一方で、C, H, O, N を含む化合物から合成された IOM 様有機物は、出発物質の違いにもかかわらず、類似した分子構造を持つ可能性がある。

謝辞

BL19A/B 担当の山下翔平博士のサポートに感謝します。

参考文献

- [1] H. F. Levison *et al.*, *Nature* **460**, 364 (2009).
- [2] G. D. Cody *et al.*, *PNAS* **108**, 19171 (2011).
- [3] Y. Kebukawa *et al.*, *Astrophys. J.* **771**, 19 (2013).
- [4] V. Vinogradoff *et al.*, *Icarus* **305**, 358 (2018).

* kebukawa.y.aa@m.titech.ac.jp