

宇宙線によるタイタン表層でのアミノ酸前駆体生成の検証

Possible formation of amino acid precursors near Titan surface by cosmic rays

谷内 俊範 [1]; 金子 竹男 [2]; 高野 淑識 [3]; 小林 憲正 [4]

Toshinori Taniuchi[1]; Takeo Kaneko[2]; Yoshinori Takano[3]; Kensei Kobayashi[4]

[1] 横浜国大院工; [2] 横浜国大院工; [3] 北大院理地惑 / 産総研地質; [4] 横浜国大・院工

[1] Dept. of Chem. and Biotech., Yokohama National Univ.; [2] Dep. Chem. Biot., Yokohama Natl. Univ.; [3] Grad. Sci., Hokkaido Univ. / AIST Central 7, IGG; [4] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.

土星最大の衛星であるタイタンは、窒素を主成分とし、副成分にメタンを含む 1.5 気圧の大気を持ち、また複雑な有機物 (tholin) からなる霧の存在がボイジャーによる観測などで分かっている。昨年、土星探査機カッシーニからタイタンへ投下された小型探査機ホイヘンスによって、地表における氷の水や液体のメタンの存在が示唆されている。原始地球に似ていると考えられているこの星は、生命の起源を考える上で重要な情報を持っていると期待され、これまで観測や様々な模擬実験がなされてきた。地表付近での有機物生成には宇宙線による効果が期待できるが、これまでほとんど調べられていない。

本研究では容量約 400 mL の Pyrex 製の容器に、メタン (通常のもの、もしくは ^{13}C ラベルしたメタン) 1 ~ 5%、窒素 (バランス) の混合気体を 700 Torr 封入し、これに 3 MeV 陽子線 (東工大ヴァンデグラフ加速器) を 2mC 照射した。生成した固相成分を水、ジクロロメタンもしくは THF により回収した。

分子量はゲル浸透クロマトグラフィーにより数百 ~ 二千程度と推定され、MALDI-TOFMS では $^{13}\text{CH}_4$ を出発物質として用いると CH_4 を用いたときに 14 刻みだったピークが 15 刻みで観測された。これは生成物が $-\text{CH}_2-$ が繋がった骨格をゆうすることを示唆している。 ^1H NMR による結果は窒素に隣接したメチル、メチレンもしくはメチンプロトンによるシグナルや複素芳香環プロトンによるシグナルが推定された。熱分解 GC/MS の結果、様々な含窒素複素環化合物やニトリルが検出された。また回収された固相成分は 6 M 塩酸中、110 °C で 24 時間加水分解を行なった後に HPLC で分析するとグリシン・アラニンなど種々のタンパク性アミノ酸の他に α -アラニンや β -アミノ酪酸などの非タンパク性アミノ酸が検出された。また、ヘプタフルオロブタノールとエチルクロロホルメイトによる誘導体化後に GC/MS (Chirasil-Val カラム使用) で分析すると、アラニンやバリンなどのアミノ酸の D/L 比はほぼ 1 であった。また ^{13}C -メタンを材料として作られたアミノ酸は、通常のアミノ酸よりも炭素数に応じたマスシフトが観測され、検出されたアミノ酸がコンタミでないことが確認できた。以上の結果は、タイタン上で宇宙線の作用により含窒素複素環化合物やニトリルを含む複雑な有機物 (tholin) が生成し、それは水との相互作用によりアミノ酸を生じ得ることを示唆している。将来のタイタン探査では、タイタン上のアミノ酸前駆体の探査が重要なテーマと考えられる。