

高エネルギー粒子線を用いた模擬宇宙環境下での有機物の合成

Formation of Organic Compounds in Simulated Extraterrestrial Environments by
High-Energy Particles

細貝智弘¹⁾元山拓也¹⁾栗原広成¹⁾谷内俊範¹⁾
石岡典子²⁾山本春也²⁾金子竹男¹⁾小林憲正¹⁾

Tomohiro Hosogai, Takuya Motoyama, Hironari Kurihara, Toshinori Taniuchi, Noriko Ishioka, Syunya Yamamoto
Takeo Kaneko, Kensei Kobayashi

¹⁾横浜国立大学 ²⁾原子力機構

模擬タイタン大気にはタンデム型加速器で、模擬星間物質にはサイクロトロンで宇宙線の主成分である陽子線を照射した。前者は生成する「複雑有機物」の構造やアミノ酸生成について検討し、後者は放医研 HIMAC で行なった重粒子線照射実験と比較することで、アミノ酸生成量の線種による比較を行った。

キーワード:

模擬星間物質 模擬原始大気試料

1. 目的 本研究では模擬星間物質へ宇宙線の主成分である陽子線を照射し、放医研 HIMAC で行なった重粒子線照射実験と比較することで、アミノ酸生成量の線種による比較を行うことを目的とした。また模擬原始大気や模擬タイタン大気に対して陽子線照射を行い、生成する「複雑有機物」の構造やアミノ酸生成について明らかにすることを目的とした。

2. 方法

a: タンデム型加速器 容量約 400 mL の Pyrex 製容器に、模擬原始大気として一酸化炭素と窒素を 350 Torr ずつに水を 5 mL、模擬タイタン大気としてメタン 5% 窒素 95% の混合ガスを各 700 Torr 封入したものを作製し、タンデム型加速器で 3 MeV 陽子線を 300 nA で 60 min 照射した。またイオンビーム取り込みの窓としてカプトン箔 (7.5 μm) を用いた。更に実験では発光分析を行い、模擬原始大気試料については TEM による観察を行った。

b: サイクロトロン 本研究で用いた陽子線照射用の容器はチタン製で、内容積は 7.6 mL である。照射口側は厚さ 0.1 mm のチタン薄膜で蓋をした。各容器にメタノールとアンモニア、水を 1:1:2.8 に調整し、7.6 mL ずつ封入し、20 MeV、1 μA の条件で 1 min から 40 min 照射を行った。作成した各試料に対してゲル濾過クロマトグラフィー (GFC) による分子量推定を行った。また 6 M HCl 中で 110°C、24 時間酸加水分解した後にアミノ酸分析計 (Shimadzu LC-10A) にてアミノ酸の同定・定量を行った。

3. 研究成果

a: タンデム型加速器 発光分析により窒素の励起とイオン化が確認された。両系の生成物の分子量は数百から 2 千程度に推定され、加水分解後に Gly や Ala が検出された。NH₃ を含む気体への照射も行ったが、照射中にカプトン箔が破れてしまった。今後他の窓材の利用など照射方法について検討する。模擬原始大気試料の照射後の TEM による観察により粒状の構造体が密集した数百 nm 程度の大きさの集合体が観察された。

b: サイクロトロン GFC から生成物の分子量は数百から 3 千程度と推定された。また加水分解後のアミノ酸分析により Gly や Ala などの種々の生体アミノ酸の他に、無生物的生成を示す α-アミノ酪酸や β-ABA などの非生体アミノ酸が検出された。照射時間を伸ばすことによりアミノ酸の生成量が増加した。生成したグリシンの G 値 (100 eV あたりの生成分子数) は 10 min の照射で 6.8×10^{-5} となった。

4. 結論・考察

a: タンデム型加速器 無生物的に生成された構造物が確認できたので、今後も条件を変えて照射を行い、生成に違いが出るかの比較検討を行う予定である。

b: サイクロトロン HIMAC を用いた重粒子線照射実験の結果と比べ著しく小さい値を示した (G value: H < He < Ne > Ar) が、X 線照射よりは大きい値であった。今後、照射条件を変えることでアミノ酸の生成に違いが出るかの比較検討を行う予定である。