

月・惑星環境下における有機物の安定性

Stability of Organic Compounds in Lunar and Planetary environment

坪井 大樹[1]; 小林 憲正[2]; 金子 竹男[3]; 高野 淑識[4]; 春山 純一[5]; 大竹 真紀子[6]

Taiki Tsuboi[1]; Kensei Kobayashi[2]; Takeo Kaneko[3]; Yoshinori Takano[4]; Jun'ichi Haruyama[5]; Makiko Ohtake[6]

[1] 横国大・院・工; [2] 横浜国大・院工; [3] 横浜国大院工; [4] 産総研海洋; [5] JAXA/宇宙研; [6] JAXA

[1] Dept. of Chem. and Biotech., Yokohama National Univ.; [2] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.; [3] Dep. Chem. Biot., Yokohama Natl. Univ.; [4] AIST Central 7, MRE; [5] ISAS/JAXA; [6] JAXA

月にはこれまで多くの彗星が衝突したと考えられ、月に水（氷）の存在する可能性が議論されてきた。一方、彗星中には種々の有機物が存在し、その多くは難揮発性の複雑な有機物であると考えられる。これらの有機物が月との衝突の際の分解を免れれば、現在も月上に存在する可能性が考えられる。この場合、彗星起源の有機物は月探査の重要なターゲットとなる。我々は、月のレゴリス環境下での有機物の反応（生成および分解）を調べ、これらの有機物の存在の可能性を検討している。

本研究では、過去の衝突によりもたらされた彗星有機物、あるいは月面上で生成した有機物の安定性について考察した。今回はアミノ酸の形態と環境による安定性の違いについて調べた。調べたパラメータは、i) 遊離か結合型（タンパク質・模擬星間物質に陽子線を照射したもの）か、ii) 模擬月レゴリスを加えたか否か、iii) 凍結乾燥により水を除いたか否か、などである。

試料は Pyrex 管に真空状態で封入し、模擬月面レゴリスを加えたものと加えていないものを用意し、東大原子力総合研究センターの Co-60 線源からのガンマ線を照射した。模擬星間物質は東京工業大学 Van de Graaff 加速器からの 3MeV の陽子線を約 2mC 照射したものを Milli Q 水で回収し、試料とした。出発原料のガス組成は一酸化炭素：アンモニア=1:1 で 700torr に封入し、水 5mL を加えたものを用いた。照射試料は 6M HCl で 110℃、24 時間酸加水分解したものと及びしないものを用意し、アミノ酸分析計を用いてアミノ酸の定量を行い、安定性を比較した。

凍結乾燥しないで照射した場合、遊離型アミノ酸よりも結合型アミノ酸の方が、また、レゴリスが存在した時の方が安定であった。今回は放射線として透過力の非常に強い線を用いたため鉱物による遮蔽効果は考えにくく、アミノ酸末端が鉱物へ化学吸着することで放射線による分解から逃れたことが考えられる。一方、凍結乾燥した状態で照射したものは、30 kGy までの照射ではいずれもほとんど分解が検出されなかった。月面で年間に浴びる放射線量は 0.5 ± 0.2 Sv/yr と報告されている。本実験結果より、遊離のグリシン（水溶液）の月面上での半減期は約 5000 年になる。タンパク質のような結合状態のグリシン（水溶液）の場合は 7 万年となり、遊離グリシンよりも 1 桁安定である。さらに、「模擬星間物質」のような複雑なアミノ酸前駆体の場合、水溶液状態でも半減期は 17 万年、もし、レゴリスが共存した場合は 70 万年となる。水が昇華して乾燥状態となった場合は、今回の実験条件ではグリシンは存在形態に関わらず、ほとんど減少しなかった。このことは、彗星などにより月に持ち込まれた後、水が昇華した場合、有機物は月面上で極めて安定に存在しうると考えられる。つまり、本結果は彗星などによって月に運び込まれた有機物が、月の最表面で太陽光に暴露されない場合、数百万年以上にわたり存在しうると示唆する。現在、NASA のスターダスト計画や、JAXA の MUSES-C（はやぶさ）計画などにより彗星や小惑星のダストを回収する計画が進められている。しかし、これらの探査で得られる試料は限られている。今後、月探査が本格化した場合、彗星の落下跡が確認されれば、大量の彗星由来有機物が、月惑星環境に届けられた形で回収される可能性が考えられる。

本研究を行うにあたり、広石大介博士・池田秀松博士（東大原子力総合研究センター）のご助力をいただいた。ここに感謝する。本研究の一部は文部科学省科学研究費(No. 14340170)の補助を受けて行った。