

岩石鉱物への電子照射実験によるフォボス表層における過去火星起源生命前駆物質の生存過程の推定

Lifetime of ancient Martian prebiotic compounds on the surface of Phobos modeled by an electron irradiation experiment of rock minerals mixed with amino acids

*武田 朋樹^{1,2}、木村 智樹¹、宮本 英昭²、中村 智樹⁴、寺田 直樹³

*Tomoki Takeda^{1,2}, Tomoki Kimura¹, Hideaki Miyamoto², Tomoki Nakamura⁴, Naoki Terada³

1. 東京理科大学、2. 東京大学、3. 東北大学大学院理学研究科、4. 東北大学大学院理学研究科地学専攻

1. Tokyo University of Science, 2. Tokyo University, 3. Graduate school of Science, Tohoku University, 4. Department of Earth and Planetary Materials Sciences, Faculty of Science, Tohoku University

火星表面では、初期の火星に液体の水が存在していたことが推測される地形的証拠が多数発見されており (Ehlmann et al., 2011)、初期の火星には生命前駆物質が存在していた可能性がある。また近年、初期火星への巨大天体衝突によって火星衛星フォボスが形成されたことがシミュレーションから推測されており (Rosenblatt, P. et al., 2016)、フォボス表層には初期火星の生命前駆物質が保存されている可能性がある。大気を保有しないフォボスは、太陽高エネルギー粒子 (Solar Energetic Particles, SEP) 等による風化プロセスを受けるため (Pieters et al., 2016)、生命前駆物質の表層での生存期間が短くなることが予想される。これまで様々な環境条件にて生命前駆物質へのSEP照射実験が行われ、それらの宇宙風化過程が議論されてきた。特に生命前駆物質であるアミノ酸は、SEPを模したkeV帯の電子照射によって分解・結合し、アミン類やシアネート、ジペプチドの生成が確認されている (Maté et al., 2014; Maté et al., 2015; Corr and Silveira., 2022., etc)。しかし、フォボス表層環境におけるアミノ酸の宇宙風化過程は未解明である。そこで本研究では、タンパク質合成アミノ酸と、フォボス模擬物質 (UTPS-TB, Miyamoto et al., 2021) を混合した試料への電子照射に基づき、フォボス表層におけるSEPによるアミノ酸宇宙風化過程の解明に取り組んだ。室温 (300K) にて、5keV電子を $4e+16$ particles/cm² のfluenceで、UTPS-TB50wt%、アミノ酸 (アラニンもしくはシステイン) 50wt% を混合させた試料に照射した。その結果、赤外反射率の測定からアラニンおよびシステインの分解が確認された。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によるアミノ酸 (グリシン、アラニン、システイン) の定量分析により、フォボス-アラニン試料は、アラニンのカラム密度が $2.42-2.58e+20$ particles/cm² から $2.15-2.37e+20$ particles/cm² に減少したことが確認された。また、フォボス-システイン試料は、カラム密度が $2.04-2.10e+20$ particles/cm² から $5.44-5.70e+19$ particles/cm² に減少したことが確認された。どちらの試料も新たなアミノ酸の生成は確認されなかった。今回の結果から、フォボス表層において、アラニン、システインはそれぞれ $0.158-1.28e+4$ [year]、 $4.68-4.81e+2$ [year] 程度で枯渇することが推定された。システインの分解率がアラニンより高いことから、炭素-硫黄結合の電子照射による分解速度が他の官能基に比べて大きいことが原因であると考えられる。本研究によって、照射による主な生成物は分子量の大きなアミノ酸から分解した相対的に低分子の炭化水素化合物であると推測された。今後はフォボス-アミノ酸の比率、照射fluenceを変えることで、フォボス表層におけるアミノ酸分解過程のより現実的な推定を行い、生命前駆物質の分解・生成過程の解明に取り組んでいく。

キーワード：太陽風、アミノ酸、電子、フォボス、表層、模擬物質

Keywords: Solar wind, Amino acids, Electrons, Phobos, Surface layer, Simulant