

宇宙線によるタイタン大気からのアミノ酸生成の可能性

Possible Formation of amino acids from Titan Atmosphere by Cosmic Rays

小林 憲正[1]; 古池 敏行[2]; 金子 竹男[3]; 高野 淑識[4]; 宮川 伸[5]

Kensei Kobayashi[1]; Toshiyuki Koike[2]; Takeo Kaneko[3]; Yoshinori Takano[4]; Shin Miyakawa[5]

[1] 横浜国大・院工; [2] 横国大・院・工; [3] 横浜国大院工; [4] 産総研海洋; [5] 東大・医科研

[1] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.; [2] Dept. of Chem and Biotech., Yokohama National Univ; [3] Dep. Chem. Biot., Yokohama Natl. Univ.; [4] AIST Central 7, MRE; [5] Institute of Medical Sci., Univ. of Tokyo

土星最大の衛星であるタイタンは、濃い大気を有する唯一の衛星として圏外生物学の観点から非常に興味深い太陽系天体である。1980年にボイジャー1号によって大気成分が観測され、その主成分が窒素であり、また副成分としてメタンが存在していることがわかった。大気中には様々な炭化水素やニトリルに加え、ソーリンとよばれる複雑な有機物からなるミストの存在が知られている。これらの観測結果よりタイタンは生命の起源に到る化学進化を探る上で重要であると考えられている。

これまで、メタンと窒素からなる模擬タイタン大気中の化学反応のシミュレーションが様々な観点から行われてきたが、多くは紫外線もしくは放電をエネルギーとしたものであった。本研究ではメタン・窒素の混合ガスへ陽子線、ガンマ線、紫外線の照射、および火花放電を行い、エネルギーの違いにより生成物の違いを調べた。また、本結果をもとに、タイタン環境下で、アミノ酸などの生体関連有機物が生成する可能性を議論した。

容量約400mLのピレックス製の容器に、模擬タイタン型大気として、窒素(99%)とメタン(1%)の混合気体を700 Torrを封入したものを用意し、これに陽子線(PI; 東工大ヴァンデグラフ加速器)、ガンマ線(GR; 東大原総研Co-60線源)、放電(SD; テスラコイル使用)、紫外線(UV; 重水素ランプ、反応容器は合成石英窓付)の各エネルギーを与えた。生成物のうち、気相成分(炭化水素・ニトリル)はGC-FIDおよびGC/MSにより測定した。器壁についた固相成分は水により回収し、全有機炭素量を測定した。さらにこの試料を6M塩酸で加水分解し、アミノ酸分析システム(島津LC-10A)によりアミノ酸の定量を行った。また、PI試料に関してはキューリーポイント型熱分解GC/MSによる分析も行った。

気相生成物分析の結果、放電では不飽和炭化水素やが主に生成するのに対し、陽子線照射や紫外線照射では飽和炭化水素が主生成物であること、紫外線ではニトリルのような含窒素有機物が生成しにくいことが示された。このことは、タイタン中での化学進化が紫外線単独、あるいは放電単独では説明しにくいことを示唆する。

器壁に付着した有機物を加水分解するとSD、PIの場合、アミノ酸の生成が認められたが、UVの場合はほとんど生成が認められなかった。収量が最大のグリシンと比較すると、エネルギー収率(G値)は、PIが0.003であるのに対し、SDでは0.00003と、2桁の違いがあった。

陽子線照射生成物をキューリーポイント型熱分解GC/MSで分析すると、アルキルアミド化合物、窒素複素環化合物のほかナフタレン、フェナントレンなどの二環式/三環式芳香族化合物も検出された。これらの結果を2005年のカッシーニ探査の結果と比較することにより、タイタン大気中の化学進化、特にソーリン生成のためのエネルギーの推定が可能と考えられる。

一般にタイタンには水などの酸素含有化合物は少ないと考えられている。しかし、タイタンにも彗星などにより水が供給された可能性は高い。本実験から、宇宙線などにより生成したソーリンと彗星起源の水との相互作用により、タイタン表面にアミノ酸をはじめとする生体有機物の存在が推定される。