

生命の起源における地球外複雑有機物の重要性

Significance of Extraterrestrial Complex Organic Compounds in Origins of Life

小林 憲正[1]

Kensei Kobayashi[1]

[1] 横浜国大・院工

[1] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.

生命は単純な物質から複雑な物質への化学進化の末に誕生したとされる。初期の化学進化においても、例えば原始大気中で生成したシアン化水素やホルムアルデヒドのような小分子が海洋中で反応して、アミノ酸が生成し、さらにペプチドへと進化した、というようなシナリオが一般に信じられている。このシナリオにおいては、まずはアミノ酸、核酸塩基、糖の生成が不可欠となる。しかし、いくつかのアミノ酸はともかく、他のモノマー、特に糖の無生物的生成は極めて困難である。

近年、地球外にも様々な有機物が存在することが知られ、それらが地球上の生命の起源に重要な役割を果たしたことが強く示唆されている。地球外有機物（隕石、彗星、タイタンなど）の特徴として、それらの多くが極めて複雑な有機物であることである。ここでは、このような複雑有機物の生命の起源における重要性を議論する。

1. 複雑有機物の生成

これまで化学進化過程をシミュレートするために多くの実験がされ、アミノ酸の生成などが報告されてきた。われわれは、原始地球大気を模した一酸化炭素・窒素・水の混合気体に種々の放射線を照射した時に、まず、分子量数千の複雑有機物が生じることを見いだした。これを酸加水分解すると、多種類のアミノ酸やカルボン酸、核酸塩基のウラシルなどが生成した。同様に、星間物質を模したメタノール（または一酸化炭素）、アンモニア、水の混合物への照射や、タイタン大気を模したメタン、窒素の混合気体への照射でも同様にアミノ酸前駆体を含む複雑な有機物が生成した。これらの結果は、放射線などの高エネルギー反応によっては、直接、気相・液相・固相中で分子量数千の複雑有機物が生成し、それらがアミノ酸などの生体分子のもとになることを示す。

2. 複雑有機物の安定性

アミノ酸のような生体分子モノマーは熱や放射線に対して不安定であり、容易に分解する。しかし、複雑有機物に結合した形の「アミノ酸前駆体」は熱や放射線などに対して、遊離アミノ酸よりもはるかに安定であることがわかった。化学進化過程では、分解する前に次のステップに進む必要がある。この点からも遊離のモノマーではなく、複雑有機物のままで進化する必要があると考えられる。

3. 生体分子の不斉の起源

アミノ酸・糖など、多くの生体分子は光学活性であり、地球ではアミノ酸はL体、糖はD体からなる。このような不斉創生が宇宙でおきた可能性が指摘されている。例えば、中性子星からの円偏光による不斉分解に関しては、多くの模擬実験がなされてきた。ターゲットとして、遊離アミノ酸を用いた場合、円偏光照射により不斉が生じることも報告されているが、この場合、90%以上のアミノ酸を分解しないと有意の差が生じないことが問題であった。高野らは複雑なアミノ酸前駆体をターゲットとし、これに円偏光を照射した場合、アミノ酸量自体を減少させることなく、不斉を創出することを示した。

4. 触媒活性の起源

生命の起源のゴールは、特定の分子の創出ではなく、生命機能の創出であるべきである。従来、触媒活性は、ペプチド、あるいはオリゴヌクレオチドの生成を前提として議論されてきた。しかし、これらの無生物的生成は極めて困難である。われわれは、現在、前述の無生物的に合成した複雑有機物の触媒活性の検出を試みており、エステル結合加水分解活性などの検出に成功している。

5. まとめ

以上述べた点より、生命の起源を特定の分子、例えばオリゴヌクレオチドやオリゴペプチドの生成ではなく生体機能、例えば光学活性や触媒活性の創生に求める場合、星間、あるいは原始地球大気中で容易に生成する複雑有機物が鍵を握ることが強く示唆された。今後、地球外での化学進化化石の探査により、複雑有機物の役割が明らかにされることが期待されるが、まずは、ホイヘンス探査機によるタイタン大気中の複雑有機物（ソリン）の分析結果が待たれる。