

模擬原始大気からの高分子量有機物の生成

1

Formation of High Molecular Weight Organics from Simulated Primitive Atmosphere

大橋 暁弘、金子竹男、小林憲正(横浜国大院工)

Akihiro Ohashi, Takeo Kaneko and Kensei Kobayashi

(Department of Chemistry and Biotechnology, Yokohama national University)

【緒言】 原始地球上での生命の誕生に先駆けて、種々の生体有機物が無生物的に生成されたと考えられている。従来の化学進化シナリオにおいては、原始大気中で生じたシアン、アルデヒドなどの小分子が原始海洋中で反応し、徐々に大きい分子が生成した、とされてきた。我々は先に、CO-CO₂-N₂-H₂O かなる弱還元的な原始大気に、宇宙線の主成分である陽子線を照射することにより、「複雑な有機物」が効率よく生成し、また、これを加水分解することにより、アミノ酸や核酸塩基、触媒活性を有する分子などが生成することが確認した。しかし、この「複雑な有機物」そのものの構造に関してはほとんどわかっていない。そこで本研究では、照射生成物中の「複雑な有機物」を種々のクロマトグラフィーやスペクトロスコピーによりキャラクタリゼーションを行い、原始地球上での生命誕生のシナリオを探ることを目的とした。

【実験】 試料は容量約 400ml の Pyrex 製の容器に、模擬原始大気として、CO-N₂-H₂O (以下 CNW と略記)、または CO-N₂ (以下 CN と略記)を封入したものに、Van de Graaff 粒子加速器からの約 3MeV の高エネルギー陽子線を 2 mC 照射した。生成物は水溶液として容器から取り出した。

生成物水溶液は、ゲル濾過法(GFC: Pump: Tosoh DP8020, Column: Tosoh TSKgel G2000SW_{XL})および MALDI-TOF-MS(Shimadzu/Kratos Model AXIMA-CFR) により分子量の測定を行なった。また凍結乾燥後、元素組成を元素分析計(Perkin Elmer Series) により、構造情報は FT-IR(Perkin Elmer SPECTRUM 2000) により調べた。また生成物を 6M HCl で加水分解後、アミノ酸をアミノ酸分析システム(島津 LC-6A)により同定、定量した。

【結果と考察】 GFC の結果から CNW では分子量約 2500、1300 のピークが見られた。MALDI-TOF-MS でも分子量 1500 以上の分子の存在が示された。CN でも同様に分子量 1500 前後の分子の生成が認められた。以上の結果より、原始大気成分から直接、分子量 1500 前後の分子が生成しうることが確認された。

元素分析の結果は、CNW (C 26%, H 45%, O 20%, N 9%)、CN (C 29%, H 31%, O 28%, N 12%) となり、出発材料と比して N が少なく、C が多くなっている。これは、一酸化炭素に比べ、窒素の反応性が低いため、選択的に一酸化炭素が「複雑な有機物」に取り込まれるからであると考えられる。また、不飽和度のインデックスとなる(H - N) / C は、CNW で 1.4、CN では 0.64 と非常に低く、多重結合や環を多く有する分子であることが示唆された。芳香環の存在は UV スペクトルでの 260nm 付近に吸収があることや、FT-IR で 800cm⁻¹ に吸収があることから裏付けられる。また、FT-IR の結果より CNW では、アミド結合、アミノ基、エステル、カルボン酸、アルキル、オレフィンなどの存在が示された一方で、CN ではアミノ基やアミド結合由来のピークは見られなかった。

アミノ酸分析の結果、CNW、CNの両系から Asp、Ser、Gly、Ala、 γ -Ala、 β -アミノ酪酸などが検出された。また出発物質に水素が含まれていない CN の系での生成物からも、加水分解することによって、Asp、Gly、Ala などのアミノ酸が生成する事がわかった。この結果は、原始大気からのアミノ酸の生成が HCN、HCHO などの原始海洋中での反応によるものではなく、原始大気中で高分子量の「アミノ酸前駆体」が直接生成することを強く示唆するものである。

今後、さらに様々な方法でこの「複雑な有機物」のキャラクタリゼーションを進めるとともに、その加水分解物中のアミノ酸・核酸塩基・糖などの分析、気相中の反応活性種の同定、その機能(触媒活性など)の測定などを行い、原始地球上での化学進化のシナリオを構築していく予定である。