

初期地球環境でのアミノ酸重合：堆積物深部条件は生命起源に重要か？

Polymerization of amino acids in marine sediments of the early Earth: importance of pressure

掛川 武 [1]

Takeshi Kakegawa[1]

[1] 東北大・理・地球物質

[1] IMPE., Tohoku Univ.

どのようにタンパク質を形成するかは、生命起源を科学的に解決する上での最重要課題である。タンパク質を作るためには、アミノ酸を重合しペプチドを形成しなければならない。問題は、初期地球においてペプチド形成に適した地質環境が不明な点である。個々のアミノ酸を重合するためには、加熱し活性化エネルギーを十分与えることが理想である。しかし加熱は同時にアミノ酸分解も促進する。その一方で、そこに圧力が加わった場合、加熱による分解効果は制御されることが期待される。また、ペプチド形成は脱水反応であり、化学反応で生成された水を継続的に移動させるメカニズムも働く必要がある。こうした条件をすべて満たすのは、地温と圧力が共存できる初期地球海洋堆積物内部であると考えた。初期地球堆積物中では、アミノ酸の微生物による分解、鉱物による酸化が避けられる。すなわち、堆積物の続成作用の過程で、アミノ酸はアミノ酸のまま高温高压条件にさらされる。

そこで本研究では、堆積物深部を模擬した温度圧力を再現しアミノ酸（アラニン、グリシン、バリン、アスパラギン酸）の重合実験を行った。温度は 100~175 °C、圧力は 1~150 MPa まで変化させた。アミノ酸粉末を金カプセルに封入しオートクレーブを用いて実験を行った。生成物は HPLC と LC-MS を用いて分析を行った。その結果、(1) アラニンは環状アミノ酸となり、ペプチド化は進行しない。(2) グリシンも環状グリシンが形成されるが、圧力によって生成量が制御され、その結果 1 量体まで重合することが分かった。(3) またバリンは、3 量体まで、(4) アスパラギン酸も 4 量体以上までせいせいされることが分かった。特にバリンは粘土鉱物と共存すると、ペプチド化がより進行することが分かった。

いずれのケースも、圧力が加わった状態では、今まで困難とされた重合反応が簡単に進行することを示すデータである。このことはすなわち、初期地球海洋堆積物内部がペプチド形成に適した場であるとした作業仮説を支持する結果である。