

地殻内化学進化仮説検証のためのアラニンの高圧下脱水重合実験

Dehydration experiment of alanine under high pressure assuming chemical evolution probable in the upper crust.

大原 祥平[1], 掛川 武[2], 赤石 實[3], 中沢 弘基[4]
Shohei Ohara[1], Takeshi Kakegawa[2], Minoru Akaishi[3], Hiromoto Nakazawa[1]

[1] 東北大・理・地球科学, [2] 東北大・理・地球物質, [3] 無機材研・HPS, [4] 東北大、理、岩鋳
[1] Div. Earth Sci., Tohoku Univ., [2] IMPE., Tohoku Univ., [3] HPS, NIRIM

<http://www.ganko.tohoku.ac.jp>

1. はじめに

従来の生命の起源に関する研究は、化学進化が原始地球の海洋中でおきたという仮定のもとに行われてきた。しかし、大量の水の存在下では有機物の脱水重合よりも加水分解の方が促進される。Nakazawa (1995) は、化学進化の過程における低分子有機物から高分子有機物への脱水重合反応は、海水中ではなく地殻内部で進行したとする地殻内化学進化仮説を提案した。本研究ではこの仮説を検証するために、低分子有機物 (L- アラニン) を吸着および包接したモンモリロナイトを海洋堆積物のモデルとして、地下の高圧脱水条件でいかなる変化をするか、実験的に調べた。

2. 実験

海洋堆積物のモデルとして、L-アラニンをモンモリロナイトに吸着および包接させたものを出発試料として用意した。地下脱水環境を再現するために、同試料を CaO とともに Au カプセルに封入し、両者の間を 3ヶ所に 0.3mm の穴を開けた Au プレートによって分離した。これをベルト型高圧装置を用いて圧力 2.5GPa、温度 250 度から 450 度の条件下で 6 時間加熱する実験を行った。固体生成物は、粉末 X 線回折法 (XRD)、フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) で同定し、水に可溶性成分は抽出後、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) およびレーザーラマン分光法 (LRS) を用いて分析した。

3. 結果

(1)XRD で固体生成物を分析した結果、250 度で処理したものにはモンモリロナイト、石英が認められた。また、350 度と 450 度で処理したものにはトベライト (アンモニウムマイカ)、ひすい輝石、石英が認められた。

(2)FT-IR で固体生成物を分析したところ、250 度と 350 度で処理したものには O-H の伸縮振動、C-H の伸縮振動、C=C 二重結合の伸縮振動に由来するピークが認められた。これらはケロジェンに特徴的に見られるピークである。また、450 度で処理したものには C=C 二重結合の伸縮振動に由来するピークのみが認められ、グラファイトと同定された。

(3)生成物を 0.1%トリフルオロ酢酸+アセトニトリル水溶液に溶かし、遠心分離後その上澄み液を HPLC で分析したところ、どの条件下で処理したものにもペプチド由来のピークは認められず、かわりに同定できないピークが 1つ認められた。

(4)同上澄み液をスライドガラス状で乾燥後 LRS で分析をしたところ、C-H の伸縮振動に由来するピークが認められた。またこれを標準試料のポリプロピレンと比較すると、全てのピークが一致した。ポリプロピレンは非水溶性であるので、上記上澄み液中には遠心分離で沈澱しなかった微粒のポリプロピレンが混在したものと解釈される。また、スライドガラス上の乾燥試料を光学顕微鏡で観察したところ、透明のプラスチック様粒子の存在を確認した。

4. 考察

これらの結果から、地下 100km を想定した圧力 2.5GPa、温度 250 度から 450 度の条件で、海洋堆積物に含まれたアラニンのモノマーは、直鎖状炭化水素 (ポリプロピレン) および C=C 二重結合を含む複雑な炭化水素 (ケロジェン) を経て、最終的に C=C 二重結合だけの炭化物 (グラファイト) に連続的に変化することが明らかとなった。ポリペプチドはモノマーとポリプロピレンの間に位置するので、2.5GPa、250 度から 450 度より低圧低温領域で生成するものと推定される。このことは地殻内で有機物の脱水重合が進行したという、地殻内化学進化仮説の高い可能性を示唆するものである。また、モンモリロナイトがトベライト (アンモニウムマイカ) に変化し、地下 100km の条件下で安定に存在していたことから、粘土鉱物が有機物中の窒素をアンモニウムイオンの形で層間に包接することにより、窒素を地球深部に供給する役割を果たしていることも示唆された。