

リン酸塩鉱物と核酸材料分子の相互作用の実験的研究

Interaction experiments between RNA molecules and phosphate minerals

島田 晋也[1], 中嶋 悟[2]

Shinya Shimada[1], Satoru Nakashima[2]

[1] 東工大・理・地球惑星, [2] 東工大・理工・流動機構 (地惑)

[1] Earth and Planetary Sci., TITech, [2] Interactive Research Center, Tokyo Inst. Technol.

遺伝情報の伝達は、生命の誕生、進化を語る上で非常に重要な要素のひとつとすることができる。しかし、その情報伝達を司る RNA の生成経路については明らかにされていない部分が多い。その RNA 生成経路のうちで、ヌクレオシド、ヌクレオチドのオリゴマー化、ポリマー化は、リン酸を利用したフォスフォジエステル結合によって成されている。そこで、こういったオリゴマー化、ポリマー化がリン酸塩鉱物の表面を利用して成されたという可能性を考えることができる。この可能性を検証するには、核酸塩基やリボース、ヌクレオチドやヌクレオシドとリン酸塩鉱物が行う相互作用について調べる必要がある。本研究では、核酸塩基のアデニンとヌクレオシドのアデノシンの溶液と、代表的なリン酸塩鉱物であるハイドロキシアパタイト (HAP) とアパタイト (AP) を使用して常温実験と加熱実験を行い、これらの溶液と鉱物の起こす相互作用について調べた。

常温実験では、プラスチック製容器にアデニン溶液 1mM, アデノシン溶液 1mM と AP, HAP 粉末をそれぞれ組み合わせて入れたもの (計 6 種類) を常温 (25°C) の条件で静置し、1 日ごとに溶液を採取、希釈して紫外可視スペクトルを測定した。

また、常温実験と同様、溶液と鉱物を組み合わせた 4 種類にアデニン溶液のみ、アデノシン溶液のみのものを加えた 6 種類をそれぞれテフロン製容器に入れ、ステンレス製容器で覆い、1~10 日間、140°C にて加熱する実験を行った。実験後は、溶液の紫外可視スペクトルと鉱物の赤外スペクトルを測定した。

実験の結果、アデニンは常温、高温いずれの条件においても実験前後で紫外可視スペクトルに変化が見られなかった。また、このアデニン溶液に AP や HAP を加えた場合でも、常温実験、高温実験ともに紫外可視スペクトルに変化は見られなかった。つまりアデニンについては常温、高温いずれにおいても安定であり、またリン酸塩鉱物との相互作用も見られなかった。

アデノシンについては、やはり常温の条件では安定であり、AP や HAP を加えた実験でも、溶液の紫外可視スペクトルに変化は見られなかった。しかし高温では不安定であり、8 日間の加熱では紫外可視スペクトルに大きな変化が見られた。また、アデノシン溶液に AP や HAP を加えて 8 日間加熱することで、紫外可視スペクトルの変化はアデノシン溶液のみを加熱した場合に比べ、より大きく変化した。また AP を加えたものよりも HAP を加えたもののほうがより紫外可視スペクトルの変化が大きく見られた。

140°C での時間変化を調べた実験においては、アデノシン溶液のみの系を加熱した場合と、アデノシン溶液と HAP の系を加熱した場合で、いくつかの違いが見られた。まず、波長 260nm のピーク高さが時間経過に従って減少するという傾向は共通だが、その減少速度に変化が見られた。溶液中の反応が 0 次反応であると仮定してその反応速度定数を求めると、アデノシンのみの系の速度定数 $k_0 = 1.3 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$, HAP を加えた系では $k_0 = 3.0 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ となり、HAP を加えることで系の反応速度が約 2.3 倍に上昇しているという結果が得られた。また、アデノシンのみの系、HAP を加えた系ともに、加熱後は 269nm の位置に吸収の肩をもつが、HAP を加えた系では、アデノシンのみの系に比べ、この吸収がより低く抑えられていた。

つまり、アデノシンは HAP を加えた状態で加熱することで、その減少速度を増し、またアデノシンを加熱したことで生じる 269nm の吸収をもつ物質は、HAP の存在によってその生成量が抑えられていると言える。

上述のことから、HAP-アデノシン相互作用のモデルとして、次のようなものが考えられる。それは、まずアデノシンが加熱により分解し、その分解した物質のうち 269nm の吸収をもつ物質 X が HAP に吸着しているというものである。

このモデルに基づけば、アデノシンが分解する反応が、X の HAP への吸着により促進されると考えることができる。したがって、HAP の存在により、アデノシンの分解の反応速度が増加したことを説明し得る。

以上のように、今回行った実験系の中では、アデノシン-HAP の 140°C の系において相互作用が見られた。よって今後、その遺伝情報伝達分子への化学進化における役割を検証していく必要がある。