2M1645

熱水環境下におけるアラニンのラセミ化

○根本 淳史、堀江 美奈子、今井 栄一、本多 元、羽鳥 晋由、松野 孝一郎（長岡技大・生物）

生体内に存在するアミノ酸は特殊の場合を除いては、L 体のアミノ酸の片手構造から構成されている。しかし、生体に関与しない有機反応では DL 体が等量ずつ生成する。どのようにして DL 体の混合物ではなく L 体の片手構造が採用されたのか分かっていない。従って、原始地球上の化学進化におけるアミノ酸の光学活性の起源は興味深い問題である。そこで、海底熱水噴出孔環境を模倣した進化フローリアクターによるアラニンのラセミ化を調べたところ、模擬熱水環境下では、アラニンを純水に溶解した条件ではラセミ化が DL 体間で不均一に生じることが分かった。実験は、10mM と 50mM の L-Alanine または D-Alanine 溶液を用いて行った。この際の溶液は、pH=5.8（溶解した時の pH）、HCl で調整した pH=4.0、NaOH で調整した pH=8.0、そして 0.5M NaCl(pH=5.8) を添加したものを用意した。なお反応条件は、高温部 230℃、低温部 0℃で、圧力 23MPa、反応時間 120 分である。その結果、アラニンを溶解させた条件 (pH=5.8) では、DL 体間で対掌体が生じる割合に違いが見られた。しかし、NaCl を添加させると DL 体間で見られた差は減少した。塩濃度の上昇に伴ってラセミ化反応が促進した。

Fig1. Changes in the enantiomeric excess

A. Nemoto, M. Horie, E. Imai, H. Honda, K. Hatori and K. Matsumo : Racemization of Alanine under the Hydrothermal Conditions

2M1715

海底熱水噴出孔近傍環境下におけるアデニル酸の重合

○風間 太一、今井 栄一、本多 元、羽鳥 晋由、松野 孝一郎（長岡技術科学大学・生物系）

粘土鉱物や鋳型を用いた場合、数十量体の核酸オリゴマーの生成が以前から報告されているが、縮合剤の使用や核酸の活性化など、生物出現以前の環境といった点に問題がある。

一方、熱エネルギー・還元性ガス・金属イオンが豊富に存在、高温・高圧から低温・高圧への移行による急冷、などといった点から、化学進化の場として海底熱水噴出孔に注目している。我々はそれを模した『進化フローリアクター』を製作し、アミノ酸を反応させることで、グリシン 8 量体までの生成を確認した。

そこで、縮合剤を用いずに核酸の重合を行うため研究を行っている。現在、前段階として進化フローリアクターを用いない、密閉系での実験を行っている。粘土鉱物として Na+-Montmorillonite を調製し、50mM AMP 水溶液 200mL 中に 1g 添加し、0.2M MgCl₂、1M NaCl、pH8.0(NaOH) の環境において二量体と想定される生成物の増加が確認できた。

T.Kazama, E.Imai, H.Honda, K.Hatori and K.Matsuno : Oligomerization of nucleotide molecules in hydrothermal environments

2M1700

熱水環境下を想定した反応系での分子化学進化系統樹の構築

○横山 進之介、菊地 叙夫、小山 昭広、今井 栄一、本多 元、羽鳥 晋由、松野 孝一郎（長岡技大・生物）

我々は原始地球上においてアミノ酸の多量体生成の場として海底熱水噴出孔近傍の熱水環境に着目してきた。その環境を模倣した進化フローリアクターによって Gly, Ala のオリゴマーの生成を既に確認した。原始地球上で容易に合成されたと考えられるアミノ酸に、Gly, Ala, Asp, Val の 4 種類がある。この 4 種類のアミノ酸からだけでも現存のタンパク質と同等の三次元形状を形成可能とする。そこで本研究ではこれら 4 種類のアミノ酸を出発物質に選んだ。高温環境を 200℃、低温環境を 0℃とし、この二つの環境をノズルを介して直接に接触させた非平衡循環反応系で重合実験を行った。反応時間は 120 分とした。出発反応溶液のアミノ酸の濃度はそれぞれ 20 mM とし、反応生成物の同定は HPLC に依った。反応実験を独立に 50 回以上繰り返した。反応生成物は、この多数回独立試行の実験においてクラスター化されることが判明した。クラスターは、初期 (30 分) の段階では多くの分岐が見られたが、やがて (120 分) 収束することが見られた。ただし、有限個のクラスターが存続しえた。複数個の比較的安定したクラスターが存続しえたことは生成物の中に触媒活性を持つものがありえたことを示唆する。

S. Yokoyama, N. Kikuchi, A. Koyama, E. Imai, H. Honda, K. Hatori and K. Matsumo : Constructing a molecular phylogenetic tree of chemical evolution in hydrothermal environments.

2N1330

What is the required density of immobilized protein posts on the membrane skeleton to induce hop diffusion?: A Monte Carlo Study

○Ritchie Kenneth^{1,2}、藤原 敬宏²、中田 千枝子²、村瀬 琴乃²、楠見 明弘^{1,2} (¹ 名大院・理・生命、² ERATO・JST)

Lipid diffusion in the plasma membrane of live cells is surprisingly very similar to the diffusion of transmembrane protein. The motion of lipid can be described as free diffusion in a limited size compartment followed by infrequent hops between these compartments (Fujiwara et al., J. Cell Biol. (2002) 157: 1071-1082). The compartmentalization is dependent on the presence of the actin-based membrane skeleton network and has been attributed to transmembrane proteins (posts) immobilized through binding to this underlying network. Direct visualization of such rows of posts has not been accomplished, implying that the density of posts along a compartment barrier must be low. We have done extensive Monte Carlo simulations to model the interactions in the membrane required to represent the observed lipid diffusion. We find that the hydrodynamic-like protein-lipid/lipid-lipid interaction predicted by the free-area theory for lipid diffusion between the immobilized membrane protein posts and the diffusing species is sufficient to obtain the experimentally observed hop diffusion. We find that only 17, 19 and 16% coverage of the compartment walls by 1 nm diameter immobile posts was required to recover the experimentally observed lipid residency times in square compartments of size 40, 100 and 200 nm in width, respectively. Further, this general mechanism also gives a consistent explanation of the developmentally formed diffusion barrier of the axonal initial segment in neuron cells and may be a key feature in the localization of lipid domains.

K. Ritchie, T. Fujiwara, C. Nakada, K. Murase and A. Kusumi : What is the required density of immobilized protein posts on the membrane skeleton to induce hop diffusion?: A Monte Carlo Study