地球惑星物質科学科　第 1866 回 雑誌会

Earth and Planetary Materials Science Seminar (No. 1866)

日時：2014 年　6 月　25 日　　**Date & Time**：Jun 25th　2014 13:10～15:30

場所：地学生物共通講義室　　**Room**：Earth Science & Biology Lecture Room

----------ABSTRACT----------

Speaker: Isamu Hirano

(Group: Natural Resources and Environment Geochemistry Research Group,

E-mail: isamu.hirano.p6@dc.tohoku.ac.jp)

Title: Hydration–dehydration interactions between glycine and anhydrous salts: implications for a chemical evolution of life

Author: Norio Kitadai et al.

Journal: Geochimica et Cosmochimica Acta 75 (2011) 6285–6299

(A) Research background (Previous studies)

地球上の生物は DNA、RNA、タンパク質、多糖類のような基本的な有機ポリマーで構成されている。有機ポリマーはアミノ酸、ヌクレオチド、単糖類のような基本単位(モノマー)から構成されている。しかしながら、初期地球の環境において、モノマーがポリマー化する反応は熱力学的に不安定($\Delta G > 0$)であり、進行しにくいことが分かっている。本研究では、ポリマー化が脱水反応であることに着目し、$\Delta G < 0$ である無水塩の水和反応と組み合わせることで、アミノ酸の重合に脱水-水和作用が与える影響を実験的に検証する事を目的とした。なお、本実験では初期地球の特定環境(堆積物中など)における再現を目的としてはいない。

(B) Methods

試料としてグリシン(100 mg)と含水塩($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, $Li_2SO4 \cdot H_2O$)を用いた。まず、含水塩を 400℃で加熱し無水塩とした。その後グリシン、無水塩をそれぞれ PTFE 容器にモル比 1:5 で混合した。その後電気炉を用いて、140℃, 1-20 日で加熱した。生成物は高速液体クロマトグラフィー(HPLC)、可視・紫外分光法構造解析(UV-Vis)、X 線回折装置(XRD)を用いて定量・定性分析を行った。

(C) Results and Discussion

無水塩を加える事でグリシン重合率及びポリマー化率が大幅に上昇した。重合率及びポリマー化率は Gly-$MgSO_4$系>Gly-$SrCl_2$系>Gly-$BaCl_2$系>Gly-Li_2SO4系の順で高かった。特段 Gly-$MgSO_4$系では Gly のみの場合と比べて 200 倍の収率であり、6 量体までの生成が確認された。グリシンと無水塩を加えた際の ΔG が低ければ低いほど、収率等が高くなった。すなわち、理論上の ΔG の傾向と実験結果が一致したという事を示唆する。また、鉱物の水和反応の ΔG が低ければ低いほど、グリシンの重合率が高いという関係性も、quartz、hematite、silica、α-alumina の熱力学的データを用いる事で見出した。

(D) Conclusions

無水塩をグリシンと混合する事により、グリシン重合物の収率、ポリマー化率が Gly-$MgSO_4$系 > Gly-$SrCl_2$系 > Gly-$BaCl_2$ > Gly-Li_2SO4 系の順で上昇した。また、ΔG と重合率の関係性を見出した事で、定量的に鉱物が重合物の収率に与える影響、化学進化に適した環境の推察が可能になる事を見出した。

Keywords: Polymerization, Glycine, Hydration-dehydration, Gibbs free energy (ΔG)