

初期地球地殻内条件でのバリン重合に関する高温高压実験

Solid state peptide formation from valine under high P and T conditions: Implications for the chemical evolution in the crust

石黒 崇人 [1]; 古川 善博 [2]; 大原 祥平 [3]; 掛川 武 [4]; 中沢 弘基 [5]

Takato Ishiguro[1]; Yoshihiro Furukawa[2]; Shohei Ohara[3]; Takeshi Kakegawa[4]; Hiromoto Nakazawa[5]

[1] 東北大・理・地球物質; [2] 東北大・理; [3] なし; [4] 東北大・理・地球物質; [5] 物材機構

[1] Inst. Mineral. Petrol. and Econ.Geol. Earth Science, Tohoku Univ.; [2] Graduate School of Science, Tohoku Univ.; [3] none;

[4] IMPE., Tohoku Univ.; [5] NIMS

生命起原における化学進化においてはタンパク質形成が必要不可欠である。しかし初期地球においてどのようにしてアミノ酸が脱水重合してペプチド、そしてタンパク質となったかは明らかになっていない。アミノ酸のペプチド化が起こったであろうとされる環境には主流の考えとして初期地球の干潟や海底熱水孔などの環境が挙げられる。しかしこれらの環境は水がとりまく環境で数百、数千とアミノ酸が脱水重合することは難しいと考えられる。一方これらの説に対して、地殻内でペプチド化が行なわれたという仮説がある。この環境は続成作用の関係で高温、高压、脱水環境でありペプチド化に適していると考えられる。実際この地殻内の環境を想定した温度圧力条件でグリシン、アラニンといったアミノ酸の高温高压実験が個別に行なわれており、他の環境を想定した実験よりもアミノ酸のペプチド化が進むといった結果が得られている。しかし、この先行研究ではグリシンとアラニンといった2つのアミノ酸についてのみしか高温高压実験が行なわれていない。アミノ酸は各々物理、化学的性質が異なるため異なるアミノ酸での実験も行なう必要があるといえる。本研究では残りのアミノ酸の中でグリシン、アラニンについて化学組成が簡単なアミノ酸であるバリンを用いて初期地球地殻内部を想定した高温高压実験を行なった。温度条件は150-200℃、圧力条件は0.5-100 MPa、実験時間を1-32日として実験を行なった。単にバリン単体だけでなくバリンに粘土鉱物モンモリロナイトを混ぜた出発物質も実験に用いることで当時の周辺環境の物質がアミノ酸へ与える影響をみる実験も行なった。本実験では全てで33種類の実験が行なわれ、実験試料はLC-MS(液体クロマトグラフィーと質量分析計の複合機)で分析を行なった。本実験で得られた結果は以下の4つにまとめられる。

(1) 150℃, 100 MPa 条件下ではバリンの2量体が確かに生成していた。圧力を一定の下温度を175℃とすると3量体が生成、200℃とすると4量体が生成していた。加熱温度を増加するに従い重合が進む。

(2) 150℃, 100 MPa 条件下、175℃, 100 MPa 条件下でバリンは安定に存在する。一方200℃, 100 MPa 条件下では速やかにバリンは減少する。

(3) 加圧条件がバリンのペプチド生成反応に有利に働く。

(4) 150℃, 100 MPa 条件下においてナトリウムモンモリロナイトはバリンのペプチド化反応を進める上で優れた触媒として働きジペプチドの収率はおよそ100倍に増加し、また3量体、4量体の生成も確認された。この作用は先行研究のグリシン、アラニンでは見られずバリンの特性によるものといえる。

以上の結果はHPLC分析では分からず、LC-MSの詳細分析によって初めて明らかになった。150℃, 100 MPa という温度圧力は後期続成作用の地下3.5 kmに相当する温度圧力条件であり、グリシンのペプチド化の最適条件である。今回の150℃, 100 MPa 条件下での実験結果は初期地球地殻内でアミノ酸のペプチド化が行なわれたという説を肯定する結果となった。地殻内に多分に含まれているモンモリロナイトがすぐれた触媒として機能したことから地殻内がアミノ酸の重合環境としてふさわしいことを意味している。ただ、温度の増加に伴いバリンのペプチドの収率が増加していることからバリンのペプチド化反応にはグリシンのペプチド化反応よりも多くのエネルギーが必要であることを意味しており、またそのことからバリンの重合に適した環境はグリシンに比べより地殻の深い部分であることが示唆される。