

超臨界水フローリアクターによる模擬海底熱水系での有機反応シミュレーション Simulation of Organic Reactions in the Submarine Hydrothermal Systems by Supercritical Water Flow Reactor

Md. Nazrul Islam[1], 小林 憲正[2]

Md. Nazrul Islam[1], Kensei Kobayashi[2]

[1] 横浜国大・工, [2] 横浜国大・工・物質工学

[1] Faculty of Engineering, Yokohama National Univ., [2] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.

海底熱水噴出口(SHVs)は、還元的な環境を保持し、海水が超臨界点にまで熱せられるフローな系と考えられている。そこで我々は、有機物生成と生命誕生までに果たした役割を検証するため超臨界水フローリアクター(SCWFR)を構築した。

KCN(0.1M), HCHO(0.1M)そして NH₄HCO₃(0.05M) の混合物を SCWFR に送り込んだ。生成物は、加水分解後イオン交換 HPLC で同定・定量を行った。50-400 で種々のアミノ酸が生成物として検出され、グリシン, アラニン (>100), サルコシン, -アラニン, -アミノ酪酸, -アミノ吉草酸, -アミノアプロン酸が検出された。

還元的な環境下での有機物の無生物的合成は、非還元あるいは弱還元環境よりも効率的に進行する。地球環境は今や酸化しているが、海底熱水噴出孔(SHVs)は還元的な環境を保持している。これまで海底熱水噴出孔を模して有機物を合成する実験が数多く行われてきた。しかしながらその多くは閉鎖熱水炉によるものである(1,2,3)。実際の海底熱水噴出孔は、海水が超臨界点にまで熱せられるフローな系と考えられている。そこで我々は、SHVs における有機物生成と生命誕生までに果たした役割を検証するため超臨界水フローリアクター(SCWFR)を構築した。

SCWFR の機器設計は主に以下の構成からなる。出発物質を含む水溶液がポンプによって赤外線炉に送り込まれ、試料は数秒間で 1500 にまで熱することができる。赤外線炉は、プログラムコントローラーで操作する。反応管を通る流体の温度は、熱電対でモニターが可能である。反応管の圧力は、温度とは独立して圧力レギュレーターによりコントロールする。試料は、熱された直後に急冷される。

広範囲(50-600)に渡る温度条件下での SCWFR での反応を行った。反応管内での流体熱分布は、反応管外部表層でのそれとは異なる。例えば、350 以下の低い温度では、反応管外部表層あるいは反応管の設定温度は、反応管内よりも高くないといけない。逆に、350 以上の時は、先程の条件とは反対の現象が起きる。熱分布はまた、流量によっても異なる。反応管の表層温度と流体温度は、低流量の時よりも高流量の時の方が違いが大きい。しかし、超臨界付近の水は、この違いが最小になる。

SCWFR を用いて以下の3タイプの実験を遂行した。まず、グリシン水溶液だけを超臨界水で熱した。超臨界状態での試料のイオン交換クロマトグラムからは保持時間でアスパラギン酸よりも前の新しいいくつかのピークがみられた。それらの生成物については、同定中である。

次に、ストレッカータイプの反応として、KCN(0.1M), HCHO(0.1M)そして NH₄HCO₃(0.05M) の混合物を SCWFR に送り込んだ。生成物は、加水分解後、イオン交換 HPLC で同定・定量を行った。50 ではグリシンのみが検出され、50-400 で種々のアミノ酸が生成物として検出された。反応温度が上昇するにつれて、アラニン(>100), サルコシン(>150), -アラニン, -アミノ酪酸, -アミノ吉草酸, -アミノアプロン酸(>300)が検出された。

そしてまた、セリンとイミダゾールを 150-400 で反応させたところ、グリシンやアラニン, -アミノ酪酸が他の未同定の生成物とともに検出された。

上記の実験で得られた生成物は、熱水環境系で生成したアミノ酸を含む多種に富んだ有機物であった。今後、pH, 酸化還元ポテンシャル, 金属イオンの効果の役割について検証を進めて行く予定である。

また本研究の一部は、文部省科学研究費補助金基盤研究(C) No.116404881 の研究助成を受けたものである。