

初期地球における解糖系およびペントースリン酸経路の誕生にむけたグルコースリン酸およびホスホグルコン酸の生成

○平川祐太、掛川武、古川善博
(東北大学)

解糖系およびペントースリン酸経路は、グルコースを出発物質とし、グルコースリン酸またはホスホグルコン酸を経て、種々の反応で ATP および様々な生体分子を生成する、現在の生命にとって不可欠な代謝経路である。これらの代謝経路はほとんど全ての生命に共通することから、生命進化の最初期から存在していた経路であると考えられている。非生物的に進行した解糖系やペントースリン酸経路のような反応が、化学進化の材料分子の供給や、原始的代謝の一部となっていた可能性が議論されている。先行研究では、金属イオンを触媒として、グルコースリン酸およびホスホグルコン酸から解糖系およびペントースリン酸経路とよく似た反応経路を、酵素を用いずに再現することに成功している。しかし、初期地球において、グルコースリン酸とホスホグルコン酸およびこれらの前駆体であるグルコースとグルコン酸がどのように生成したのかは明らかになっていない。本研究では、ホルモース反応実験を行うことにより、グルコースおよびグルコン酸が生成するかどうかを検証し、さらにグルコースおよびグルコン酸を出発物質としたリン酸化実験を行うことにより、グルコースリン酸とホスホグルコン酸が生成するかどうかを検証した。ホルモース反応実験は、ホルムアルデヒドとグリコールアルデヒドを含んだ水溶液を、触媒として水酸化カルシウムを加え、95 度で 3 日間加熱することによって行った。リン酸化反応実験は、グルコースまたはグルコン酸を、リン酸水素ナトリウムと共に加熱乾燥することにより行った。リン酸化実験では、糖を安定化する力があることで知られるホウ酸および、リン酸化の触媒である尿素を加えて実験を行った。実験生成物の分析は、グルコースの分析をガスクロマトグラフィー質量分析計、グルコン酸、グルコースリン酸、ホスホグルコン酸の分析を液体クロマトグラフィー質量分析計により行った。実験生成物の分析の結果、ホルモース反応実験生成物からは、グルコース、グルコン酸を含めた糖および糖酸が検出され、リン酸化実験生成物からは、グルコースリン酸およびホスホグルコン酸が検出された。リン酸化実験においては、ホウ酸を加えたサンプルの方が、対照実験としてホウ酸を加えなかったサンプルよりもグルコースリン酸とホスホグルコン酸の生成量が高いという結果が得られた。以上の結果は、初期地球において、グルコースリン酸とホスホグルコン酸がホウ酸に富んだ環境で生成し、金属イオンを触媒とした非生物的な解糖系およびペントースリン酸経路が、化学進化の材料分子の供給や、原始的代謝の一部となっていた可能性を示唆している。

Abiotic synthesis of glucose phosphate for a non-enzymatic glycolysis and pentose phosphate pathway

*Y. Hirakawa, T. Kakegawa, Y. Furukawa (Tohoku University)