

超臨界二酸化炭素中での微生物酵素による合成反応の開発

東京工業大学 大学院生命理工学研究科 講師

松田知子



研究の背景

自然界では光合成により、酵素が触媒として働き、二酸化炭素を利用してグルコースやデンプンなどの有用物質が作られています。有用物質の人工的な合成にも、自然界を模倣して酵素や二酸化炭素を使用すれば、持続的社會が構築できると考えられます(図1)。

我々が用いる超臨界二酸化炭素とは、二酸化炭素を臨界点(31℃、73気圧)以上の状態とした流体であり、従来の石油由来の有機溶媒に比べて、環境にやさしい高機能性溶媒として注目をあびています。液体と気体の両方の性質を併せ持つ溶媒ですので、拡散性が高く物質を溶かすことができ、コーヒー豆からのカフェインの抽出やビール用のホップエキスの抽出などの工業化プロセスで利用されています。一方、微生物由来の酵素を有機合成の触媒として用いる場合、酵素は選択性が高いため、副生成物の生成を最小限に押さえられ、望みの生成物のみを高い純度で合成できます。この二つを組み合わせれば、従来よりも環境に配慮した化学合成ができると考えられます。

しかし、これまで超臨界二酸化炭素を酵素反応の溶媒や反応物として用いる研究は十分にはなされておらず、効率的に生産が可能かどうかは不明でした。そこで本研究では、溶媒や原料として超臨界流体や液体の二酸化炭素を用い、酵素を触媒として、有用物質を合成する方法の開発を目指しております。

研究の成果

本研究では、カビの一種である*Geotrichum candidum*由来の新規なアルコール脱水素酵素を触媒として用いました。

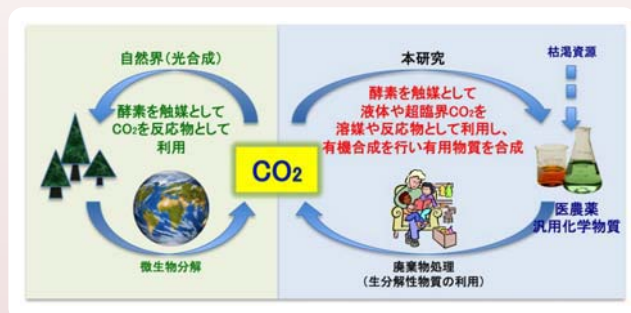


図1 二酸化炭素を用いる有機合成反応：自然界(光合成) vs. 生物学を駆使した本研究で開発された方法

その結果、酸化還元反応による、超臨界二酸化炭素中での光学活性化合物の合成に初めて成功しました。これは医薬品の原料となるものですが、その光学純度は99%以上と非常に高い結果となりました。また、脱炭酸酵素を超臨界および高圧二酸化炭素中で利用する反応も行い、カルボキシル化反応の開発にも成功しました。さらに、図2に示すように、ポンプにより反応物と二酸化炭素を酵素の詰まった反応管へと流せば生成物となる反応装置を利用すると、有機合成反応を行う際に廃棄物となる有機溶媒を全く用いずに、有用物質の合成を行うことができました。

今後の展望

超臨界流体や液体の二酸化炭素が、酵素反応の溶媒や反応物として有効利用できることがわかりました。これにより、化学合成プロセスにおける有機溶媒の使用や廃棄物処理などの環境負荷の低減が期待されます。今後は、本研究で見いだしたアルコール脱水素酵素や脱炭酸酵素の反応を工業化に発展させるような研究や、さらに多種多様な酵素を利用する反応の構築を行いたいと考えています。

関連する科研費

平成19-21年度 若手研究(A)「新規アルコール脱水素酵素による超臨界二酸化炭素中での酸化還元反応の開発」

平成22-24年度 基盤研究(C)「脱炭酸酵素による超臨界および高圧二酸化炭素を利用するカルボキシル化反応の開発」

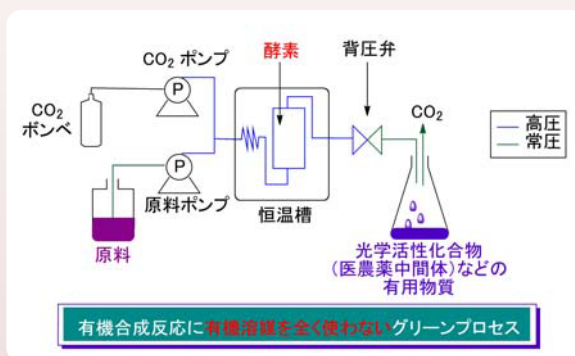


図2 超臨界二酸化炭素を利用する酵素反応装置

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 五十嵐海央)