

生体触媒による物質変換

宇月原貴光（物質工学科）

はじめに

生体触媒とは何であろう・・・触媒と聞いて最初に思い浮かぶのは、金属触媒など、いわゆる化学触媒だと思います。実際に、多くの工場で物質変換に化学触媒を利用しています。これに対して、生物の機能を利用して物質を変換する触媒は生体触媒と呼ばれます。生体で変換反応をつかさどっているのは酵素であり、分子レベルで見ると酵素触媒となります。しかし、酵素といえば一般に単離酵素を意味することが多いので、微生物、植物および動物細胞などを利用する場合も考え、化学触媒と区別するために生体触媒という言葉が使われています。

1、 生体触媒はどこに？

食事をすると様々な酵素が働きます。例えば、米を食べると口の中でアミラーゼが働いて、デンプンを分解します。また、天ぷらを食べると肝臓からリパーゼが出て油を分解します。さらに、米から酒を造るような多段階の反応も知られています。つまり、反応で生物が絡んでいるものは生体触媒反応と言えるのです。ここでは、生体触媒を狭い意味で捉え、化学触媒と同じように触媒を加えて物質を変換させることを目的としています。今日、生体触媒は有用物質生産や環境浄化のための反応触媒として利用されています。

2、 生体触媒の利点

(1)反応条件が温和

化学反応では高温や低温の反応をよく見かけますが、生体触媒では反応温度が室温付近で進行します。

(2)立体選択性が高い

酵素自身が光学活性体であり、また、高分子であるため基質の認識部位が広範囲にわたるため、高い不斉選択性で反応が進行します。

(3)実験操作が簡単かつ安全

実験操作は、生体触媒と基質、水、糖などを混ぜるだけなので非常に簡単です。また、還元反応の水素源として糖やアルコールが使われるため安全な反応です。

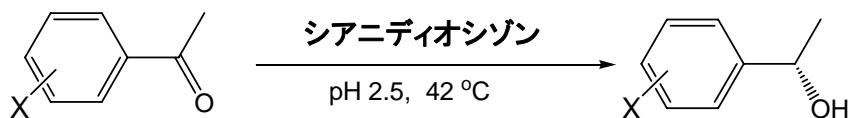
3、 藻類を用いた不斉還元

私の研究テーマは、「藻類を利用する物質変換に関する研究」です。従来、有機合成に使われてきた金属触媒と有機溶媒は、環境に負荷を与えるため、これに代わる環境に優しい触媒と溶媒が求められています。

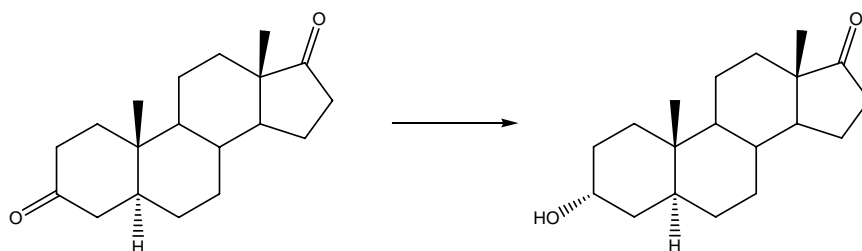
そこで環境に優しい触媒として、藻類などの生体触媒を利用し、天然界に存在する物質や合成物質などを有用な物質へ変換(「ものづくり」)させることを目指しています。

現在まで、生体触媒として藻類を利用した物質変換の検討を中心に行っています。例えば、高温(42℃)、高硫黄、強酸性(pH 2.5)の、いわゆる極限環境の温泉に生息する原始紅藻であ

るシアニディオシゾンを用いてアセトフェノン誘導体を変換したところ、基質は還元され相当する(S)-体のアルコールが良好なエナンチオ選択性で得られました。また、ステロイドケトンである5 α -アンドロスタン-3,17-ジオンの場合、3 α -異性体が優先して生成するという新しい事実を見出しました。



シアニディオシゾンによるアセトフェノン誘導体の還元



5 α -androstane-3,17-dione (7a)

3 α -hydroxy- 5 α -androstan-17-one (8a)

シアニディオシゾンによるステロイドケトンの還元

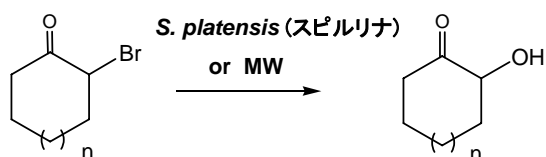


Cyanidioschyzon merolae (シゾン)



Spirulina platensis (スピルリナ)

藍藻(シアノバクテリア)の一種であり、塩基性の食塩水という特殊な環境に生息し、沖縄県においても生息しているスピルリナを利用し α -ブromoアルカノンや α, α' -ジブromoアルカノンを作用させたところ、相当する α -ヒドロキシケトンおよび α -ジケトンが生成することが判明しました。この合成法は、化学合成法に代わる簡便で環境に優しい、新しい方法です。スピルリナは食用として養殖されている藍藻で、栄養補助食品として販売されています。また、従来から利用されている藻類(*Synechococcus elongatus* PCC 7942)やノストック(*Nostoc minutum*)を利用した物質変換の検討も行っております。ノストックの種類の中には食用とされているイワキクラゲや姉川クラゲ等があります。また、食用藍藻として有名な物には水前寺海苔もあります。



スピルリナによる α -ブromoケトンの変換



Nostoc minutum (ノストック)



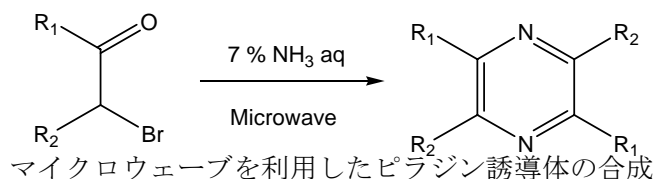
Synechococcus elongatus PCC 7942

生体触媒として野菜を利用する研究も行っており、にんじん、ジャガイモ、大根、ニガウリ等を用いたアセトフェノン誘導体の立体選択的還元反応やワサビを利用するインドール誘導体の酸化反応の検討も行っております。

このように、生体触媒として藻類を利用することは、二酸化炭素を吸収し酸素を放出するため地球温暖化の面からも有効であり、地球環境問題が騒がれている昨今、自然が生みだした巧妙な生体触媒を探し出し、有機合成に役立たせることが、ますます重要となって来るものと考えられます。また、不斉合成法の開発は、天然物や医薬品などの合成において大変重要であり、目的にかなう生体触媒として、加水分解酵素、酸化還元酵素や脱炭酸酵素や様々な反応が開発されてきています。

4、 マイクロウェーブを利用した新規な有機合成法の開発

また、マイクロウェーブを利用した新規な有機合成法の開発も行っております。マイクロ波で有機合成を行う研究は、地球環境に優しいグリーンケミストリーのもとに研究が進められている新しい合成反応であります。マイクロウェーブを利用したピラジン環などの複素環の合成に関し、新しい合成法を見出すことができました。これらの複素環は医薬や農薬の分野において重要な化合物であり、ピラジン環の合成では基質と水のみで反応が進行するため環境に配慮した合成法と言えます。



DISCOVER®(CEM社)