

第 14 回 GSC 賞 文部科学大臣賞

「固体触媒によるセルロース系バイオマス分解の先導的研究」

北海道大学 福岡 淳 氏

温室効果ガスの排出量を削減するために、再生可能な資源であるバイオマスの利用が大きな関心を集めている。バイオマスを燃料や化学品の原料とするためには、非可食用で資源量の多いセルロース系バイオマスの利用が重要な課題である。しかし、セルロースは強固な構造をもつために分解が困難であり、さらに加水分解で生成するグルコースの反応性が高く副生成物を与えやすいため、効率的な分解はきわめて困難である。従来セルロース分解法は、触媒のコスト・反応活性・分離プロセス・触媒再使用性等で難点があり、その克服が強く望まれてきた。一方、固体触媒は反応後の分離が容易であり、反応条件の適用範囲が広いという利点をもつが、これまで固体触媒によるセルロース系バイオマス分解は十分に検討されてこなかった。

福岡氏はまず、白金やルテニウムを含む固体触媒上でセルロースの加水分解が進行し、グルコースが水素化されたソルビトールが収率よく得られることを世界で初めて明らかにした。この成果は、固体触媒ではセルロース分解は進行しないと信じられてきた常識を覆し、世界各地で同様の研究が行われるきっかけとなった。また、ソルビトールの利用の一つとして、バイオポリマー原料のイソソルビドへの変換反応が固体のゼオライト触媒上で効率よく進行することも示した。

次に、同氏は固体触媒によるセルロース加水分解に焦点をあて、グルコースの高収率化をめざした。そして、低コストの活性炭をアルカリや空気で処理した炭素系触媒が高活性を示すこと、触媒と基質の混合ミル粉碎によりグルコース収率が大幅に増加し約 90%となること、実バイオマスのバガスパルプからは五・六炭糖が高収率かつ高選択的に得られること、炭素系触媒の耐久性が高く再使用可能であることを見出した。さらに、セルロース加水分解の機構研究を行い、疎水性相互作用により触媒上への糖の吸着が有利になり、次に炭素上にあるカルボキシル基で加水分解が促進される反応機構を解明した。従来、セルロース加水分解では強酸点が必要と考えられてきたが、カルボキシル基などの弱酸点でも加水分解活性点になるという酵素型の触媒設計指針を示した。

本研究の成果は、再生可能な資源であるバイオマスから化学品を製造するバイオリファイナリーのなかで最も大きな課題であるセルロース分解の高効率化を可能とし、GSC の発展に大きく貢献する先導的研究であり、GSC 賞文部科学大臣賞に相応しいものと評価できる。