セルロースの加水分解における酸触媒および酵素の条件最適化と教材実験としての活用

（広島大院教育[1]・広島大院人間社会科学[2]）○小柴 貴嗣[1]・網本 貴一[2]

Optimization of an Acid Catalyst and an Enzyme in Cellulose Hydrolysis and Its Application as a Teaching Experiment

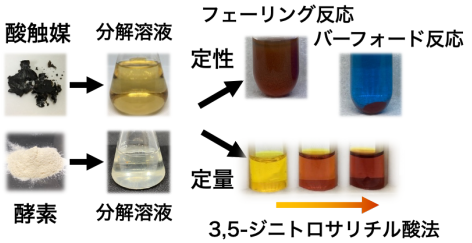
([1]*Graduate School of Education, Hiroshima University*, [2]*Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University*) ○Takashi Koshiba,[1] Kiichi Amimoto[2]

Cellulose hydrolysis is an important reaction for polysaccharides. However, it is difficult to perform it reproducibly as a student experiment. In this presentation, we report the experimental conditions for cellulose hydrolysis using graphene oxide as an acid catalyst and cellulase as an enzyme to give reproducible results, respectively. We also report details of the students' laboratory activities in which cellulose is hydrolyzed by two different methods, one using an acid catalyst and the other using an enzyme, and the products are analyzed both qualitatively and quantitatively.

Keywords : Chemical Education; Teaching Material; Cellulose; Hydrolysis; Enzyme Reaction

セルロースはβ-グルコースを構成単位として直鎖状に重合した多糖類であり，高等学校化学「天然高分子化合物」の単元において，その構造や性質，反応性を学習する。一方で，非可食性バイオマスであるセルロースを加水分解してグルコースとし，アルコール発酵によってバイオエタノールを得るプロセスは，エネルギー問題の解決策の一つとして注目されている。このように，セルロースの加水分解は，高校生が学習する化学的内容であるとともに，生徒が化学を通してエネルギー問題について考える契機となりうるような探究素材となる。

そこで本研究では，酸触媒および酵素を用いたセルロースの加水分解を行い，加水分解反応の過程を生徒が知る生成物分析の方法を組み合わせて探究させる学習展開の可能性について検討した。酸触媒として酸化グラフェンを用い，酸化グラフェンとセルロースとの混合試料を水蒸気とともに 160°C で 210 分加熱すると，約 7 割のセルロースが分解されてグルコース溶液が得られた。セルラーゼによる酵素加水分解では，β-グリコシド結合をランダムに切断する酵素と糖鎖末端から切断する酵素を組み合わせて，セルロース懸濁液を 55 °C，1 昼夜反応させることで，8 割を超える加水分解率で還元糖水溶液が得られた。セルロースが分解されてグルコースに変換される過程は，還元糖の酸化還元に基づく反応で，定性・定量の両面から把握することができる（図）。一連の学習展開を通じて，生徒は，糖類の反応性から酵素反応，酸化還元を含む化学的内容の理解を深めることができる。



図． セルロースの分解と生成物分析の流れに関する写真。

© The Chemical Society of Japan