

木質バイオマスをバイオマス自身から作った触媒で糖に変換

研究成果のポイント

- ・ 木質バイオマスを空気で酸化すると弱酸性の官能基を多数持つ炭素ができる
- ・ その炭素を触媒として用いると、木質バイオマスを糖に高収率で変換できる
- ・ 反応後に残る固体は同じ空気酸化により再び活性な触媒に戻る

研究成果の概要

木質バイオマスは再生可能かつ最も豊富な資源として注目されていますが、その効率的な利用方法は確立されていません。今回、私たちは簡便な空気酸化により木質バイオマスから触媒を合成し、この触媒によって木質バイオマスを分解して高効率で糖(グルコース、キシロース)に変換することに成功しました。つまり、木質バイオマスによって木質バイオマスを分解する自己完結型のプロセスです。触媒の再使用も容易であるため、コストが大幅に下がると期待されます。また、生成した糖からは容易にバイオエタノールや生分解性プラスチック、虫歯予防に有効なキシリトールを作ることができます。

本研究は、科学技術振興機構 JST ALCA、および科学研究費補助金 若手研究(A) No. 26709060 の支援を受けて実施されました。

論文発表の概要

研究論文名 : Hydrolysis of woody biomass by biomass-derived reusable heterogeneous catalyst
(木質バイオマス由来の再使用可能な固体触媒による木質バイオマスの分解)

著者 : 小林広和、海木寛之、シュロトリ・アビジット、福岡淳 (北海道大学触媒科学研究所)

公表雑誌 : Chemical Science (英国王立化学会発行)

公表日 : 英国時間 2015 年 10 月 15 日 (日本時間 10 月 16 日)

研究成果の概要

(背景) バイオマスは、再生可能な資源であり、燃やして二酸化炭素として排出しても二酸化炭素の総量を増加させないことから、近年高い関心が寄せられています。バイオマスの中でも特に重要なのが、木や稲わら、サトウキビの搾りかすなどの木質(*1)です。木質バイオマスは最も資源豊富であることに加え、人間にとっては食料とならないため食料生産と競合しないという利点があります。その一方で、木質バイオマスは、木が長年の風雪に耐えることから分かるように、大変頑丈です。そのため、木質バイオマスを分解して使いやすい糖に変換することは困難でした。我々は、アルカリで活性化した活性炭触媒が木質を分解できることを 2013 年に発表していますが、触媒の製造コストが高く、また再使用が課題でした。

(研究手法) 木質バイオマスとして、成長が早く紙の原料として大量に植樹されているユーカリを使用しました。ユーカリの粉末を空気で酸化することにより、触媒を得ました。この触媒とユーカリの粉末を混合粉碎処理(*2)したのち、弱酸性の水溶液中でユーカリを加水分解し、触媒がどのくらい活性を示すのか調べました。反応後に、糖が溶けた水相と、触媒とユーカリ由来の不溶分からなる固相に分けました。この固相部分を同様に空気酸化することにより触媒に戻せるか検討しました。

(研究成果) ユーカリの粉末を空気によって 300℃で酸化すると、弱酸性の官能基を多く持つ炭素になることが分かりました。この炭素は、ユーカリを加水分解して糖を合成する高活性な触媒として機能しました。糖の収率はグルコースが 80%(セルロース基準(*1))、キシロースが 90%(キシラン基準(*1))と高い値です。100 グラムのユーカリから、50 グラム以上の糖が作れる計算になります。反応後には、炭素とユーカリ由来の固体(リグニン(*1)など)が残りますが、同じ空気酸化処理により、再び活性な触媒に戻すことができました。つまり本法では、触媒を簡便に合成でき、しかも繰り返し使用することができます。

(今後への期待) グルコースはバイオエタノールなどの燃料やポリ乳酸、ポリカーボネート、ポリエステルなどの生分解性プラスチックの原料として大変有用です。また、キシロースはそれらの用途に加え、虫歯予防効果のあるキシリトールに変換できます。今回、木質バイオマスからこれらの糖を合成するための経済的かつ効果的な触媒を開発できたため、木質バイオマスの有効利用が進むことを期待しています。

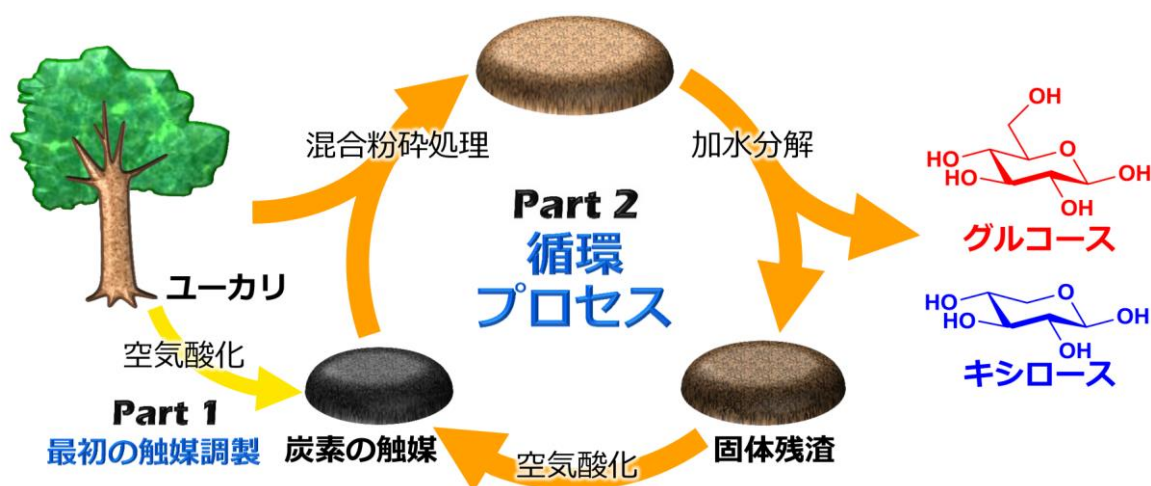
お問い合わせ先

北海道大学触媒科学研究所・教授 福岡 淳(ふくおか あつし)

TEL: 011-706-9140 FAX :011-706-9139 E-mail: fukuoka@cat.hokudai.ac.jp

ホームページ: <http://www.cat.hokudai.ac.jp/fukuoka/>

参考図



用語解説

*1 木質: 木質の主成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンであり、水に不溶の固体です。セルロースはグルコースが多数繋がった高分子であり、でん粉と似ていますが、遥かに分解が難しいことが知られています。ヘミセルロースは様々な糖から成る高分子です。ユーカリの場合には、キシロースが多数繋がったキシランと呼ばれる高分子がヘミセルロースの主成分です。リグニンは芳香族の高分子です。

*2 混合粉砕処理: ユーカリと炭素の触媒をボールミルにより一緒に粉砕すると、ユーカリと触媒の間に強い接触が形成されるため、触媒が持つ能力を最大限に引き出すことができます。