

IV バイオエタノール化のための芝生刈取り残渣の酵素糖化

尾澤 将大(201121134)

研究指導担当教員：北村豊

1. はじめに

バイオエタノールはカーボンニュートラル、再生可能な国産エネルギーの一つとして注目されている。すでにアメリカやブラジルで実用化されているバイオエタノールの原料はトウモロコシやサトウキビといったデンプン系や糖質系農産物であり食糧と競合するが、我が国では農作物の非可食部、中でもソフトセルロースと呼ばれる植物体茎葉部を利用できる可能性がある。しかしソフトセルロースは、エタノールの原料となるセルロースの周囲にリグニン、ヘミセルロースを含み直接糖化することが困難である。特に酵素を用いる糖化では、反応時間の長期化や酵素量の増大によるコスト増加が問題になっている。本研究が対象とする芝生刈取り残渣（芝を刈った後に一定期間圃場で放置されて含水率の低下した残さ）は、その栽培面積がつくば市の面積の1/9を占める芝生産の副産物であり、その処理が問題視されてきたソフトセルロースである。圃場還元に代わる有効利用法の確立が求められている芝生刈取り残渣について、本研究では地域資源としての評価を行うとともに、その酵素糖化を効率的かつ経済的に行うための物理的前処理に着目し、材料の微細化や酵素の複合利用が糖化作用の促進に果たす影響を実験的に解析することを目的とする。

2. 研究方法

2.1 芝生刈取り残渣の地域資源としての評価

材料の成分を分析し、官公庁や聞き取りによる統計データを基に芝生刈取り残渣の賦存量を求めた。それらのデータより期待エタノール生産量、CO₂排出削減量、E10 ガソリンを想定した代替ポテンシャルを算出し、地域資源としての利用価値を評価した。

2.2 芝生刈取り残渣の酵素糖化の実験的促進

まず粉碎による酵素糖化の反応速度論的評価をミカエリス-メンテン式による K_m および V_{max} の算出によって行った。次に減圧含浸法および石臼湿式粉碎による酵素糖化の促進を検討した。さらに酵素の複合利用および基質濃度の変化に伴う酵素糖化の特性を明らかにした。酵素糖化はグルコース収率で評価した。

3. 結果および考察

3.1 地域資源としての芝生刈取り残渣の評価

期待エタノール生産量は 4265 kL/年、CO₂排出削減量は 9965 t-CO₂/年、E10 ガソリンを想定した代替ポテンシャルは 78.6 %/年であり、芝生刈取り残渣はエネルギー資源の節約や環境保全に寄与する地域資源として有用であることが示唆された。今後は採算性を考慮しながら材料の収集からエタノールの生産および消費までのプロセスを構築する必要がある。

3.2 芝生刈取り残渣からの糖化発酵

材料の微細化により基質との酵素親和性は増加し、グルコース収率は向上した。また酵素の減圧含浸により常圧含浸に比べ初期反応速度を向上できた。減圧含浸は材料内部への酵素の湿潤を促進したと考えている。石臼を用いた湿式粉碎を 5 回まで繰り返すことにより、材料の粒径が減少し、グルコース収率は向上した。石臼湿式粉碎後の酵素の複合利用および基質濃度の変化はグルコース収率を向上させた。

4. 総括

芝生刈取り残渣は地域資源として有用であることが明らかにされ、またそのバイオエタノール化への向けた酵素糖化における基礎的なデータを収集できた。