

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 学 術 ）	氏名	Farida Rahayu
学位授与の要件	学位規則第4条第1・②項該当		
論 文 題 目			
Studies on bioethanol production by recombinant thermophilic acetogen <i>Moorella thermoacetica</i> (遺伝子組換え好熱性ホモ酢酸菌によるバイオエタノール生産に関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	中島田 豊	印
審査委員	教 授	加藤 純一	印
審査委員	教 授	黒田 章夫	印
審査委員	八戸工業大学教授	星野 保	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>化石燃料を現在の規模で使用し続けることによる化石燃料の枯渇、および環境に深刻な影響を与え健康リスクの増大と地球規模の気候変動を引き起こすことへの懸念から、化石燃料に変わる代替エネルギーの開発が求められている。太陽光、風力、そしてバイオマスなどの再生可能資源・エネルギーは、化石燃料よりも温室効果ガスの排出量が少なく、汚染が少ない代替エネルギーである。その中で、木質系リグノセルロースバイオマスからのエタノール生産は食糧と競合しないことから現在、研究開発が進められているが、生産コストから実用化に至っていない。従来、リグノセルロースからのエタノール生産は28～37℃の中温で増殖する酵母や遺伝子組換え大腸菌を用いて行われてきた。中温微生物を用いた場合、リグノセルロースの酵素糖化、発酵、蒸留にそれぞれの設備を必要とする。さらに、それぞれの工程で反応温度が異なるため、建設コストおよび運転コストが高い。この問題を打破する方法の一つとして、50～65℃で生育可能な好熱性微生物を用いることが提案されている。好熱性微生物を用いることで、酵素糖化、発酵、そして蒸留工程を単一反応装置で行うワンポッド生産が可能となる。</p> <p>本論文第1章において、上記の通り、ホモ酢酸菌である<i>Moorella thermoacetica</i>を用いた高温エタノール生産プロセスの開発の必要性および目的を明確に論じている。</p> <p>上記目的を達成するための基盤研究として、本論文第2章において、エタノールをほとんど生産しない<i>M. thermoacetica</i>からの遺伝子組換え技術によるエタノール生産株の分子育種の成果が述べられている。具体的には、酢酸合成経路中のホスホトランスアセチラーゼ遺伝子<i>pdul1</i>と<i>pdul2</i>を相同組換えによる遺伝子破壊技術を用いて削除するとともに、本菌のグリセルアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼプロモーターにより発現を制御されたアルデヒドデヒドロゲナーゼ遺伝子 (<i>aldh</i>) を、本菌のゲノムに導入することにより、グルコースおよびキシロース</p>			

からエタノールを生産するとともに、酢酸生成がほぼ抑えられたエタノール生産遺伝子組換え菌を育種することに成功した。これは、遺伝子操作による好熱性ホモ酢酸菌を宿主としたエタノール生産株の世界最初の報告である。また、この遺伝子組換え株は、540 mmol/L (3.1 %, v/v) までのエタノール濃度に対して増殖耐性を持っていること、リグノセルロース発酵を想定して市販グルコースとキシロースの混合糖を用いた場合、すべての糖が消費されてエタノール1.9 mol / mol-sugarの高収率でエタノールが生成することも合わせ報告しており、実際のリグノセルロース系バイオマスの糖化液からのエタノール生産性を示唆した。

第3章においては、実際のリグノセルロース原料の酵素加水分解物の糖組成と、発酵プロセス中の糖の消費動向を分析することにより、リグノセルロース原料からエタノールを生成する場合の遺伝子組換え株の糖の利用特性を解析した成果を報告している。木質系バイオマスとしてスギを、草本系バイオマスとして稲ワラを選択し、それぞれ酸前処理および酵素糖化後の加水分解物中の糖分析の結果、グルコース、キシロース、ガラクトース、アラビノース、およびマンノースが含まれていた。遺伝子組換え株による加水分解物の回分発酵から、上記糖質の中でもキシロースが最も好ましい炭素源であることを見いだした。さらに、エタノール収量は、スギと稲わらのリグノセルロース加水分解物双方とも0.40 g/gであり、既報と比較しても同等の性能を示したことを報告している。

第4章では、上記成果のまとめるとともに、エタノール生産用に分子育種された*M. thermoacetica*が、リグノセルロース原料、特にヘミセルロース糖の好熱性エタノール発酵の有望な候補であることを実証できたと結論している。

上記の通り、本論文では、従来にない新規エタノール発酵プロセス開発における基盤研究として、博士号を授与するに足る十分な成果を報告している。

備考 審査の要旨は、1,500字程度とする。