

## 審査の結果の要旨

氏名 小原 聡

本論文は、「サトウキビ産業における農工融合型の砂糖・バイオエタノール同時生産システムの開発」と題し、砂糖とバイオエタノールを同時に増産することの可能性と有用性を一連の実験および評価によって明らかにするとともに、実用化のための具体的な工業プロセスの提示と実証試験までを行っており、全7章からなる。

第1章は序論であり、世界のサトウキビ産業における農業・工業技術の歴史的変遷を整理し、本研究で提示する砂糖・バイオエタノールの同時増産の社会的有用性と、その観点における現在の技術とシステムの問題点を明確にしている。そして、その問題点を解決するには、これまでのように農業と工業が別々に行う個別型技術改良ではなく、農業と工業を融合させて、不良な生育環境でも高いバイオマス生産性を有する新たなサトウキビの開発と、その利用に伴って予想される砂糖収率の低下を克服するための技術とシステムの開発を同時に行うことが必要であることを述べている。そして、本研究の目的を、砂糖・バイオエタノール同時増産を達成する農工融合型のシステムの開発、開発したシステムの定量的評価、およびシステムの実用化の提案であるとして、本論文の構成を示している。

第2章では、単位圃場面積当たりの砂糖生産量を従来のままに維持しつつバイオエタノールを増産するための新規複合生産システムを設計している。砂糖製造からバイオエタノール製造までを一貫したひとつの工程と捉え、砂糖生産は回収率の高い1回目の晶析工程だけ行い、バイオエタノールの原料となる糖蜜の供給量の増加と発酵阻害物質の低減を図る設計を示している。同時に、砂糖回収率低下を補うための条件、およびバガス燃焼エネルギーで全製造エネルギーを自給するための条件を明示し、それら両条件に適合する原料サトウキビを設計し、これに合致する品種を見出している。さらに、フィシビリティスタディにより、設計したシステムの有効性を定量的に示すと同時に、提示したシステム設計における課題も明示している。

第3章では、設計した複合生産システムの実証を行っている。パイロットプラント試験において、システム設計に使用した各工程の基礎データが、原料サトウキビの成分組成の差異によって一定ではないことを明らかにし、その定量的な関係を実験的に明らかにした上で、総合的に、砂糖・バイオエタノールの同時増産が実現できることを実証している。さらに、実工場規模のプラントにおける実証試験では、バガス燃焼エネルギーによる全製造エネルギーの自給を実証し、複合生産システムの実現可能性を示すと同時に工場展開時の課題も明確にしている。

第4章では、複合生産システムについて、社会的受容性に関する評価を実施している。

まず、バイオ燃料製造の前提となる温室効果ガス排出量の削減について、複合生産システムの導入は削減効果が高いことを明らかにしている。そして、土地生産性、農業、水環境等への影響について定性的な考察を行い、期待される波及効果をその根拠と共に示している。バイオエタノール製造コストについては、条件によってはガソリン卸値相当の約50円/Lで製造可能であることを示している。さらに、当該システムを普及させるためには、新しい還元糖除去技術の開発も必要であることを示している。

第5章では、第4章で示した還元糖除去技術について、従来の物理的および生物的な除去技術の課題を明示し、インベルターゼ欠損酵母による還元糖の選択的発酵を利用した全く新しい逆転型の砂糖・バイオエタノール複合生産システム（逆転生産システム）を提案し設計している。そして、その逆転生産システムを可能にするのに必要な酵母の探索と発酵試験を行い、条件を充たす菌株を実際に複数取得している。

第6章では、逆転生産システムの実証試験を行い、砂糖・バイオエタノールの生産性が飛躍的に向上することを示している。また、逆転生産システムの評価として、社会貢献、企業経営面から考察を加え、当該システム導入の効果を示している。

第7章は結論であり、本論文の内容を総括し、研究成果について、その工学的意義、社会的意義を評価すると共に、今後の展望、残された課題の整理を行っている。

以上要するに本論文は、サトウキビからの砂糖・バイオエタノール生産に関する全く新しい農工融合型の複合生産システムを提案し、そのシステムの可能性と有用性を定量的に明らかにしたものであり、工学的に高い価値を有し化学システム工学への貢献は大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。