

学位論文要旨	
氏名	ウィジェコウン バンダーラ ムディアンセラージェ アヌシアカ チャトランガ バンダーラ
題目	プロセスベースの作物モデリング、肥料ベースの排出削減、ライフサイクル評価アプローチによるサトウキビ生産の持続可能性の強化 (Enhancing Sustainability in Sugarcane Production via Process-Based Crop Modeling, Fertilizer-Based Emission Mitigation, and a Life Cycle Assessment Approach)
<p>サトウキビは世界中で重要な砂糖原料およびバイオエネルギー作物となっている。一方、気候変動のために生産性は時間・空間的に変動が大きく、サトウキビ生産の戦略的管理が難しくなっている。サトウキビ生産における栽培と製糖の両方の段階での温室効果ガス排出と化石燃料使用に関して、環境保全および持続的生産の両方の側面での検討が必要となっている。そこで本研究では、タイ・コンケン、沖縄、スリランカを含む多様な地理的地域におけるサトウキビ生産の持続可能な発展に貢献するために、サトウキビ作物モデルのパラメータの最適化と適用およびサトウキビ栽培における温室効果ガス排出に着目し LCA 評価を含む包括的な実験・分析を行った。</p> <p>まず、タイ・コンケンを対象に作物モデル APSIM-Sugar を適用し、その適用結果を基にガウス過程 (GP) エミュレーションに基づく大域感度分析を行った。その結果、サトウキビ乾燥重量に影響を与えるパラメータは日射利用効率、緑葉数、蒸発散関連係数、発芽から茎形成初期までの積算温度、および全バイオマスに対する茎の比率であることが認められた。その結果は、APSIM 適用精度を向上させ、サトウキビ収量の時間的および空間的変動に対処するための効果的な管理戦略構築に寄与すると考える。</p> <p>次に、天水および灌漑条件下で APSIM-Sugar におけるタイの 3 品種のサトウキビの品種固有のパラメーターの最適化を行った。GP エミュレーションと微分進化アルゴリズムを採用したこの研究では、十分な精度のパラメーター最適化を行うことができた (シミュレーション収量と観測収量間の検証結果: R^2 0.93 ~ 0.98、正規化二乗平均平方根誤差: 5 ~ 22%、ウィルモット一致指数: 0.87 ~ 0.99)。これにより、サトウキビ乾燥重量について実測値と計算値は良い適合結果であった。この研究では、パラメータ最適化において GP エミュレーションを用いて計算負荷を削減する有効性について示すことができた。</p> <p>次に、沖縄における慣行の窒素施肥 (CF) と緩効性肥料施肥 (CRF) の土壌からの N_2O 排出特性について室内実験により明らかにする研究を行った。その結果、CRF の排出係数 (冬季: 0.4%、春季: 1.9%) が、CF (冬季: 3.9%、春季: 4%) より大幅に低いことが明らかとなった。この結果より、CRF の利用がサトウキビ栽培における N_2O 排出削減に寄与することが明らかとなった。</p> <p>最後に、スリランカの砂糖部門のエネルギー使用量と温室効果ガス (GHG) 排出量に関連した LCA 分析を行った。違う時期に設立された 2 つの主要な製糖工場を比較すると、エネルギー消費と GHG 排出量の変動が明らかとなり、サトウキビの栽培と収穫段階がエネルギー消費 [66.5% ~ 73.5%] と GHG 排出量 [62.5% ~ 76.8%] に大きく寄与していることが明らかとなった。このことから、スリランカのサトウキビ生産の持続可能発展には、環境保全性を高めるために原料サトウキビ収量の向上、機械使用の最適化、および機械の使用効率の向上が求められることがわかった。</p>	