

審査の結果の要旨

氏名 海邊 健二

本論文は、日本における木質バイオマスに関する生産・供給から燃料製造、及びエネルギー利用に至るまでのプロセス全体を対象として、技術開発及び経済的観点から包括的な評価を実施し、木質バイオマスの利用拡大に向けた技術シナリオの提示を目的としている。具体的手法として、現地調査に基づき詳細なプロセス設計を行い、各プロセスの妥当性を検証しつつ、機器構成や操作条件を踏まえた各プロセスの物質・エネルギー収支及びコストの定量的なプロセスモデルを構築している。続いて、構築したモデルに基づき、技術評価と経済性評価を実施し、各プロセスを跨いだ要素間の関係性を明らかにするとともに、プロセスの改善を含む技術開発の方向性や新技術プロセスについて議論している。

本論文は 6 章からなる。第 1 章は緒言であり、研究背景と目的について述べている。日本国内のエネルギーの利用状況や森林資源及び林業を取り巻く環境及び木質バイオマスのエネルギー利用拡大に向けた課題について述べ、従来の研究分野では十分には検討されていない木質バイオマスの生産から利用までのプロセス全体の統合的な視点に基づく新規性や目的について論じている。

第 2 章では、木質バイオマスの生産コスト構造の評価を行っている。日本における木質バイオマスの生産コスト構造を国内地域別で概観した上で、都道府県別・斜度毎に詳細に現状分析を行っている。更に経済合理性が高い海外の事例について、各作業単位まで細分化し比較を行いながら、国内の木質バイオマスの生産コスト構造について詳細に議論している。その上で、各プロセスの改善提案に基づき国内で実現可能な生産コスト低減シナリオについて議論している。

第 3 章では、木質バイオマスの主な燃料形態の 1 つである木材チップの製造プロセスに焦点を当て、各作業・機器単位まで細分化した上でプロセス毎にモデル化を行い、その製造に要するエネルギー収支やコスト、及び二酸化炭素排出量について評価している。更に、製造コスト低減に向けた改善点を明確にし、木質ペレットや化石燃料と比較しながら、木材チップの経済性について検討し、その優位性を明らかにしている。

第 4 章では、木質バイオマスのエネルギー利用拡大に向けて、既存技術（直接燃焼型バイオマス発電及びバイオマスガス化発電）と次世代技術の 1 つと目される化学ループ法の 3 つの発電種別を対象として、技術評価及び経済性評価を行っている。燃料コストについては、木質バイオマスの空間的分布特性を考慮したモデル化を行い、また発電プロセスについては、プロセスを構成する機器や操作条件などの詳細情報に基づき、機器や条件設定等の多様な組合せに対応したシステム性能や発電コストの評価モデルを構築

している。当該モデルに対しては、現地調査に基づき実際のシステムの仕様と運用状況を把握し、その比較検討によって妥当性を検証している。また、発電コストに影響を与える各要素について感度解析を行い、コスト構造や各要素間の関係性を明らかにしている。更に、設定した発電コスト目標を達成するために改善が必要となる技術的課題の抽出やその改善策と技術開発の方向性について、二酸化炭素排出量の削減に要する費用も考慮し、新技術プロセス設計とその最適条件を含めた技術シナリオとして提示している。

第5章では、第4章における技術評価及び経済性評価の結果を踏まえ、現在、研究開発が進められている化学ループ法を対象として、本技術評価モデルを適用し、反応器設計や酸素キャリアを対象とした各プロセスの改善や経済合理性が達成される最適な操作条件や技術開発の方向性について議論を行っている。

第6章では、以上の結果を総括し、今後の展望を述べている。

なお、第2章、第3章、第4章の一部の成果については、浅田龍造、井上雅文、マーティンケラー、山田興一、湯本道明及び大友順一郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって技術評価及び経済性評価を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上要するに、本論文は、木質バイオマスの生産・供給、燃料製造、及びエネルギー利用に至るプロセス全体を対象として、技術開発及び経済的観点からプロセスモデルを構築した上で、プロセス全体の包括的な評価と技術改善の提案を試みており、各プロセスを構成する要素間の関係性を定量的に明らかにした上で、木質バイオマスの利用拡大に向けた課題の抽出と解決策を技術シナリオとして提示した研究である。このように、本論文は、プロセス評価の研究を通じて国内の林業の活性化と木質バイオマスの利用拡大に大きく貢献するものであり、博士論文としての質を十分に備えているものと評価する。

よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 1959 字