

氏名	根本 和宜
学位の種類	博 士 (学 術)
学位記番号	博 乙 第 2 8 7 8 号
学位授与年月日	平成 3 0 年 5 月 3 1 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	日本における木質バイオマスエネルギーシステムの普及と 事業継続に関する分析

主査	筑波大学教授	理学博士	中村 幸治
副査	筑波大学教授	博士 (生物工学)	楊 英男
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	内海 真生
副査	筑波大学准教授	博士 (学 術)	水野谷 剛

論 文 の 要 旨

本論文で著者は、森林資源が豊富であるものの林地残材等のエネルギー利用が進んでいない日本を対象に、木質バイオマスのエネルギーシステムへの利用についてエネルギー需要とエネルギー供給体制の現状の調査および分析を行い、その普及と事業継続に必要な要因について明らかにしている。本論文は 4 章から構成される。

第 1 章では研究の背景および目的について述べている。日本において再生可能エネルギーは一次エネルギー供給の約 5% であり、国の長期エネルギー見通しでも供給割合を増やす目標が掲げられている。気候変動対策の面でも日本の約束草案達成のため、家庭部門などの温室効果ガス排出量削減をさらに進めることが課題となっている。経済面では、地方での人口減少等による経済規模縮小の状況の中で、地域資源を活かした産業創出が求められている。地域資源の一つとして森林資源がある。現在、日本の森林蓄積量は約 50 億 m³ で、多くが伐期を迎えている。平成 27 年度 (2015 年) の間伐材・林地残材の発生量に対し利用率は 9% であり、国はバイオマス活用推進基本計画の中で 2025 年の利用率を 30% 以上、燃料材利用目標を 800 万 m³ と定めている。これらの観点から、持続的に利用できる範囲で木質バイオマス利用を増加させていくことが重要である。しかし、木質バイオマス利用にあたっては、燃料生産の費用面から普及に課題がある。また持続的利用のためには、森林成長量を考慮し、全体の木材需要も把握して計画的かつ安定的な燃料供給を行うことが重要である。したがって、木質バイオマスエネルギー利用にあたっては発電、ボイラー、ストーブ等の利用システムの普及と、継続的な燃料供給体制の事業構築が求められる。そこで本研究では、木質バイオマスエネルギーシステムの利用について需要面・供給面の現状を明らかにし、普及と継続に必要な要因について検討を行うことを目的としている。

第 2 章では木質バイオマスの需要面について、家庭での木質燃料需要の推計を行っている。背景として、林野庁木材需給表など既存の統計調査において、家庭部門における薪ストーブ等の燃焼機器向けの木質燃料消費量が全国規模では明らかにされていないことが、他の木材製品との需給調整や利用政策を考える上での課題となっている。そこで著者は家庭向け木質燃焼機器の普及状況と木質燃料の需要について、販売と消費の両面から利用量を明らかにするため、消費者である家庭と、販売者である事業者に対しアンケート調査を行った。全国の家庭における木質燃焼機器の利用率や、世帯当たりの木質燃料の平均消費量から、年間あたり薪は 2,755 千 m³、ペレットは 87 千 t が消費されていると推定した。この木材利用による二酸化炭素排出削減量は、家庭部門の 2030 年度目標に対して必要な温室効果ガス排出削減量の 1.6% に相当した。また木質燃料の需給量比較から、薪の自家採取量や小規模事業者の販売量が多いことが推定された。家庭での木質燃料の需要は、発電など他の木材需要と比べても無視できない量であることを明らかにしている。

第 3 章では木質バイオマスの供給面に着目し、日本国内の木質バイオマスエネルギー事業の導入実態の調査、分析を行っている。地域における木質バイオマス発電や熱供給などの導入事例に対して、サプライチェーンを原料供給、燃料生産、エネルギー供給、エネルギー需要の 4 つの構成要素に分けて分析の枠組みとした。

各事例の構成要素の担い手に対して、事業の継続性という観点から、サプライチェーン内の組織間関係、バイオマスの需給バランス、および事業性に関する評価を行っている。その結果、(1) 事業の構成要素の担い手にとって、木質バイオマスエネルギー事業を他の事業と組み合わせることが事業性確保に必要であること (2) 木質バイオマスエネルギー事業の担い手を組織し、担い手間を繋ぐ、サプライチェーンの構築者の存在が重要であること (3) 事業の担い手が複数の仕入れ・販売先の確保を行うことで、構成要素間の木質バイオマス需給の調整を行っていたこと (4) 固定価格買取制度の様なサプライチェーン全体の経済性を成立させる制度が事業の継続に必要であること、を明らかにした。結論として、現状では木質バイオマス熱利用に対しても電力利用と同様に経済面からの制度的支援が必要であることを示している。

第4章では総合考察と結論を述べている。前章までの結果より、木質バイオマス熱利用の普及策として薪ストーブ等の利用関心のある世帯への燃料費補助制度の導入を検討し、化石燃料とバイオマス燃料との差額を補助するものとしてその額を算出した。結果、財政負担額は発電に対してストーブ等の熱利用の方が少ないこと、温室効果ガスについては、薪ストーブは普及率に対する排出削減量が大きく、ペレットストーブは補助額に対する費用対効果が大きいこと、を示した。一方で森林資源の利用量は、薪ストーブでは世帯の普及率10%以上、ペレットストーブでは20%で切捨間伐材の賦存量を超え、利用量が最大で3,600万m³に達することが推定された。従って、森林蓄積の年間成長量は超えないものの、間伐量を増加させつつ他の用材需要にも配慮する必要がある持続性が低いとしている。

以上より本研究で著者は、木質バイオマスの普及に関し熱利用に関する補助制度を導入すべきであるが、現実的には一般家庭の暖房機器の自主選択にゆだねつつ、煙対策など周辺環境への配慮等も行いながら薪ストーブやペレットストーブを合わせて全世帯の10%程度までの普及にとどめることが重要であり、また、薪ストーブを10%まで普及させた場合、2030年度の目標達成に必要な温室効果ガス排出削減量の5.8%まで削減が可能であるが、それ以上は家庭部門においても省エネ機器導入など別の温暖化対策への財政支出が望ましいと結論づけている。一方で、木質バイオマスエネルギーの事業継続という点からも、バイオマス熱利用への補助制度は必要であり、また地域内での燃料供給サプライチェーンの構築と地域における産業振興、地域計画に基づいた森林資源の持続的利用という点から自治体の役割の強化が重要である、との結論も得ている。

審 査 の 要 旨

近年の喫緊の課題である地球温暖化問題の解決策の一つとして、再生可能エネルギーの導入が重要視されている。このような中、森林資源が豊富である我が国の特徴を鑑み、木質バイオマスエネルギーシステムに着目した本研究は時宜を得たものである。森林資源が豊富でありながらエネルギー利用が進んでいない我が国の現状とその打開策を、需要と供給の両面から分析を行い、目標とすべき普及率や事業の継続に必要とされる制度や自治体の役割について明らかにした本研究からは、有益で示唆に富む結果が得られている。木質バイオマスを対象としたこれまでの研究は主に、工学や経済学の分野から木材の伐採・加工の実証実験、資源量・温室効果ガス排出量・経済効果の推定などを行ったものであった。本研究のように、地域の実例に基づき川上から川下までのエネルギー事業を対象として、継続性という観点から、事業性や組織間関係など経済・社会を統合した観点から評価を行った研究は見られない。また、チップを燃料とする発電利用と比較して、薪・ペレットを燃料とした熱利用に関する研究は少なく、特に家庭の小規模熱利用について全国規模で実態解明を行い、エネルギーシステムの普及と継続性の検討を行った研究は見られない。

平成30年3月9日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。