

令和 4 年 4 月 22 日現在

機関番号：80122

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22600

研究課題名（和文）林地残材を用いたバイオマス発電はどのくらいGHG排出量削減に貢献できるか？

研究課題名（英文）How much can biomass power generation using forest residue contribute to reducing GHG emissions?

研究代表者

前川 洋平（Youhei, MAEKAWA）

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林産試験場・研究主任

研究者番号：90837907

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）： 林業事業者から林地残材を含む燃料用木材の調達にかかるインベントリ調査を実施し、それを燃料とするバイオマス発電の温室効果ガス（GHG）排出量について、ライフサイクルアセスメント（LCA）を用いて推計した。その結果、0.23～0.38kg-CO₂/kWhとなり、いずれも立地地域の商業電力（化石燃料等を由来）からの削減率は30.8～60.3%となった。商業発電のGHG排出量と比較に際し、送電端発電効率を10%や30%に設定して感度分析を行ったところ、商業発電と比べ41.8～150.0%のGHG排出量と推計した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、林地残材を含む発電用原料として利用する場合のGHG排出量について、LCAを用いて定量的に明らかにし、化石燃料等を由来とした電力のGHG排出量と比較したものである。日本国内における林地残材を含む木質バイオマスの収集と発電利用のLCAについて、意欲的に分析したものであり、これらは、国による政策検討や計画目標の到達に資するものとして活用できる可能性がある。本研究結果により国産燃料材利用実績をさらに押し上げ、地球温暖化防止の観点から木質バイオマス発電の推進が期待される。

研究成果の概要（英文）： Conducted an inventory survey on the procurement of wood for fuel including forest residue from forestry enterprises, and estimated the greenhouse gas (GHG) emissions of biomass power generation using it using Life Cycle Assessment (LCA). As a result, it was 0.23 to 0.38 kg-CO₂ / kWh, and the reduction rate from commercial power (derived from fossil fuels, etc.) in the location area was 30.8 to 60.3%. When comparing with the GHG emissions of commercial power generation, a sensitivity analysis was conducted with the transmission end power generation efficiency set to 10% or 30%, and it was estimated that the GHG emissions were 41.8 to 150.0% compared to commercial power generation.

研究分野：社会経済農学（環境農学/ライフサイクルアセスメント）、森林圏科学（森林科学/森林政策）

キーワード：木質バイオマスの発電利用 林地残材 GHG排出量 LCA評価 地球温暖化防止

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2012年に創設された再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）は再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取る制度である。価格はエネルギーごとに発電コスト等を考慮して毎年決定されている。価格が最も高い「間伐材等由来の木質バイオマス（2020年度の価格は2,000kW未満が40円/kWh、2,000kW以上が32円/kWh）」区分はFIT制度の創設当初から需要量が急増し、各地で丸太の競合や価格上昇がみられた。一方、林地残材は、発生量が2000万m³/年であるが9割が林内に放置と言われている現状である。

他方、2015年に国連で「持続可能な開発目標（SDGs）」が採択されて以降、木質バイオマス発電は特に持続可能性や地球温暖化対策との関連において効果が期待されている。しかし、発電利用に供する木質バイオマスは産地や種類などが多様かつ由来の追跡が複雑であることから、GHG排出量の具体的な確認方法や化石燃料との比較が今後の課題となっている。

木材の燃焼により発生する二酸化炭素は、森林が持続的に管理されているのであれば、カーボンニュートラルの概念に従ってカウントされないこととなっている。しかし丸太や林地残材は、その収集、輸送、チップ加工等の工程で化石燃料が消費されるため、LCAを用いてGHG排出量を定量的に評価する必要がある。特に、林地残材は森林内に散在しており、また、発生現場によって、形状、作業機械などが異なり、環境負荷量が異なることから、LCAの比較・検討を行うためのデータ蓄積が今後の課題となっている。

2. 研究の目的

本研究は、林地残材を発電用原料として利用する場合の温室効果ガス（GHG）排出量について、ライフサイクルアセスメント（LCA）を用いて定量的に評価したうえで、化石燃料等を由来とした電力のGHG排出量と比較し、林地残材利用による発電の優位性を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

（1）北海道内の事業者による林地残材を含むバイオマス発電のGHG排出量の算出

北海道内を対象として、林地残材を含むバイオマス発電のGHG排出量を明らかにするために、林地残材の収集からチップ加工、輸送の各プロセスにおけるエネルギー消費量等のデータ収集、利用段階における作業フローの整理、LCAを用いたGHG排出量の算出、を行った。

（2）北海道外の事業者による林地残材を含むバイオマス発電のGHG排出量の算出

北海道外の事業者を調査対象範囲に拡大し、林地残材を含むバイオマス発電のGHG排出量を算出した。

（3）林地残材を用いたバイオマス発電と化石燃料を由来とした電力のGHG排出量の比較

前述（1）と（2）の成果を踏まえ、化石燃料を由来とした電力のGHG排出量と比較する。これにより林地残材を含む木質バイオマスの発電利用の優位性を明らかにした。

4. 研究成果

（1）北海道内の事業者による林地残材を用いたバイオマス発電のGHG排出量の算出

本研究におけるGHGとしての環境負荷項目（CO₂、CH₄、N₂O）とシステム境界、GHG排出量の算定方法を設定した（図1）。丸太の伐採・搬出からチップ化、発電利用までをシステム境界とし、機能単位を1kWhに設定した。GHG排出量の算定式を収集から燃焼までの各排出量に対して地球温暖化係数を乗じ、それらの和を受電端電力量で除した。環境負荷単位をMiLCA Ver.2.3搭載データベースを、チップ燃焼によるCH₄、N₂Oは環境省による温室効果ガス排出量・算定報告マニュアル（Ver.4.6）により対象発電設備のボイラー形式を選択、含水率は発電設備納入時と燃焼時の実績値とし、チップ乾燥にかかるエネルギー投入は0とした。低位発熱量は当該発電設備の実績値を採用し、輸送に係る燃料消費量はロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン（Ver.3.0）より改良トンキロ法により算出した。なお、送配電損失率は電気事業便覧より算定対象地の値を参照した。

北海道内を対象とする算定については、A素材生産事業者による伐採事例のほか、2017-2018年度に北海道水産林務部が実施した林地未利用材集荷システム実証事業による実績値を活用し、ボイラー形式と送電端発電効率を複数設定した条件におけるGHG排出量を算定した（図2）。その結果、GHG排出量傾向は先行研究と同様であることを確認した。

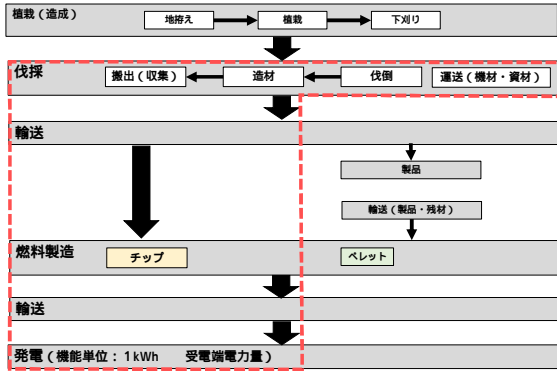


図1 設定したシステム境界

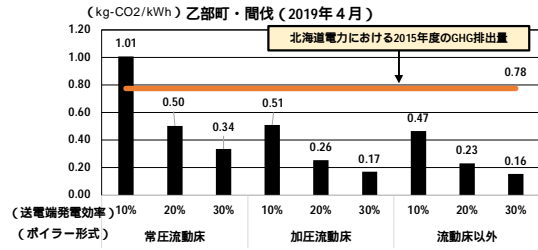


図2 A 素材生産事業者による結果

(2) 北海道外の事業者による林地残材を用いたバイオマス発電のGHG排出量の算出 及び
 (3) 林地残材を用いたバイオマス発電と化石燃料を由来とした電力のGHG排出量の比較
 岩手県や和歌山県など計10県における14事例について、GHG排出量を算定した（うち2県については収集したデータを精査する必要があり、以降の分析では除外した）。その結果、GHG排出量は0.23（青森県）～0.38（岐阜県）kg-CO₂/kWhとなり、商業発電（化石燃料を由来とした電力）からのGHG排出量削減率は30.8（和歌山県）～60.3（青森県）%となった。例えば図3は岩手県内にて林地残材収集を専門に行う事業者の算定結果であり、その削減率は53.3%であった。要因として、生産するチップ含水率が低い（平均35%（湿潤基準））ことに加え、送電端発電効率が高い（28.4%）ことが挙げられる。

商業発電のGHG排出量と比較に際し、送電端発電効率を10%や30%に設定して感度分析を行ったところ、商業発電と比べ41.8（千葉県）～150.0（和歌山県）%のGHG排出量と推計した。その他、輸送距離や出材用途を変更した場合についても感度分析による検討を行った。例えば図4は千葉県における果樹剪定枝を発電利用する算定結果であり、商業発電からのGHG排出量削減率は54.5%であった。感度分析の結果、輸送距離の変更よりも送電端発電効率の向上がGHG排出量の低減に直結するものの、聞き取り調査結果から大きな期待は見込めないことも明らかとなった。

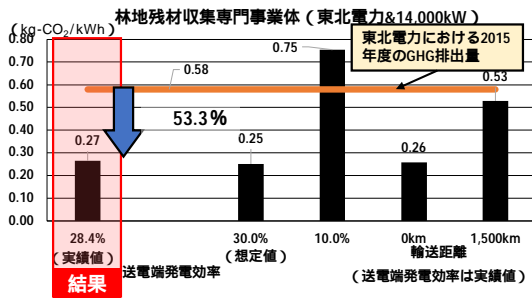


図3 岩手県内の事例を対象とした算定結果

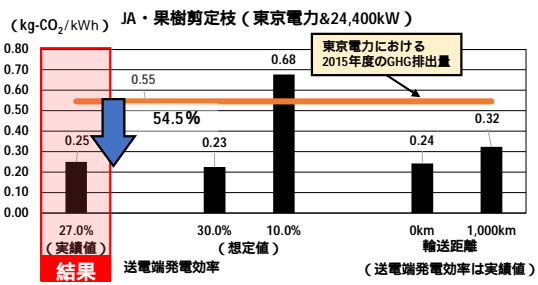


図4 千葉県を対象とした算定結果

また、国が検討しているGHG排出量基準と比較した（図5）。基準値（2030年のエネルギーミックスを想定した火力発電）は全事例で下回るものの、削減率50%基準については約半数（7/12事例）が、削減率70%基準については全事例が、基準を満たすことができなかった。算定条件が確定していないため一概に比較できないが、厳しい基準設定であることが示唆された。

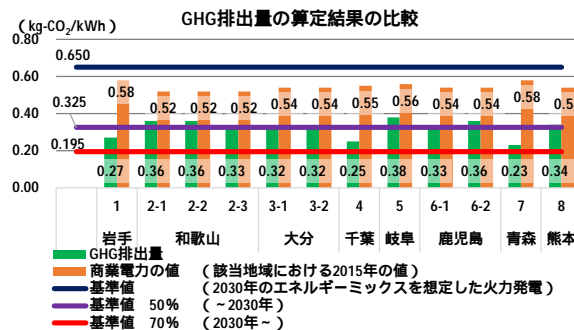


図5 国が検討しているGHG排出量基準との比較

古俣寛隆、酒井明香、八坂通泰、石川佳生、服部順昭：林地残材を用いた発電のライフサイクルアセスメント - 温室効果ガス排出量の削減に関する一考察 - . 木材学会誌 59 (1), 22-28 (2013)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 前川洋平
2. 発表標題 林地残材を含む木材を燃料とするバイオマス発電のGHG排出量
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------