

和歌山大学システム工学部 学生員 坂本 知保
和歌山大学大学院 学生員 ○岩見 千津子
和歌山大学システム工学部 正会員 谷川 寛樹
和歌山県農林水産業総合センター 林業試験場 法眼 利幸
和歌山大学システム工学部 正会員 日下 正基

1. はじめに

日本では、必要エネルギー量の約8割を輸入し、供給エネルギーのほとんどを化石燃料に依存している。一方、未間伐の木材が、国内で発生する木質バイオマスの約3割を占めている状態にある。私達の生活において、エネルギーは欠かせないものであるが、高度経済成長・石油価格の低下・ライフサイクルの変化などによるエネルギー利用量の増加で、化石燃料の枯渇と地球温暖化の悪化が深刻な問題となっている。本研究では、未利用木質バイオマスの有効利用、環境負荷の少ないエネルギー供給、エネルギー自給率の回復を目的として、LCAを用いた未利用木質バイオマスエネルギーの導入効果の検討を行う。

2. 研究方法

2.1 研究対象

本研究では、未利用の木質バイオマス資源として、森林に放置されている人工林間伐材と林地残材を対象とする。木質バイオマスエネルギーでは薪・チップ・ペレット¹⁾、化石燃料では灯油・ガスと石油・LNGを燃料とした電気を対象として、LCE・LCCの算出を行う。ケーススタディー地域である新宮市の人工林はスギ・ヒノキがほとんどであり、これらの間伐材を未利用木質資源と考え、コージェネレーション²⁾(CGS)によるエネルギー供給の検討を行う。

2.2 研究フロー

はじめに、2.1 であげた燃料についてのLCE・LCCと、人工林の二酸化炭素吸収量を含めた木質バイオマスエネルギーの二酸化炭素排出係数の推計を行う。次に、ケーススタディー地域のエネルギー必要量と木質バイオマス資源の利用可能量の推計を行い、エネルギー供給の検討を行う。さらに、石油・ガス・木質バイオマスをエネルギー源とした場合の導入効果の検討を行う。(図1)

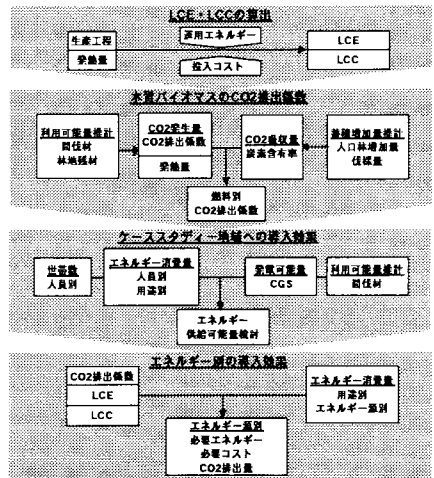


図1 研究フロー

3. 結果

3.1 LCE・LCCの算出

(1)生産工程と境界条件

木質バイオマスエネルギーと化石燃料の生産工程を調査し、発熱量1kWhを生産するために必要なエネルギーとコストを算出し、LCE・LCCとする。LCE³⁾において、運用に必要な化石燃料を必要エネルギーとする。(図2)

(2)算出結果

LCEについて、薪・チップは灯油の2割以下、ペレットは灯油とほぼ等しい結果となった。化石燃料は木質バイオマスと比べ、輸送に多くのエネルギーが必要である。ペレットは木材を乾燥・圧縮して生産するため、薪・チップに比べ燃料化に多くのエネルギーが必要である。LCCについて、ペレットは化石燃料に比べ、約3倍のコストが必要である。チップは灯油とほぼ等しく、薪は化石燃料の約3割以下の結果となった。化石燃料は採掘、木質バイオマスは燃料化に全体の約8割のコストがかかっている。(図3、図4)

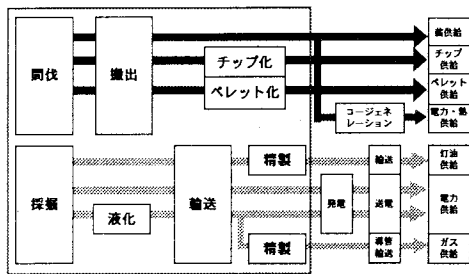


図2 生産工程と境界条件

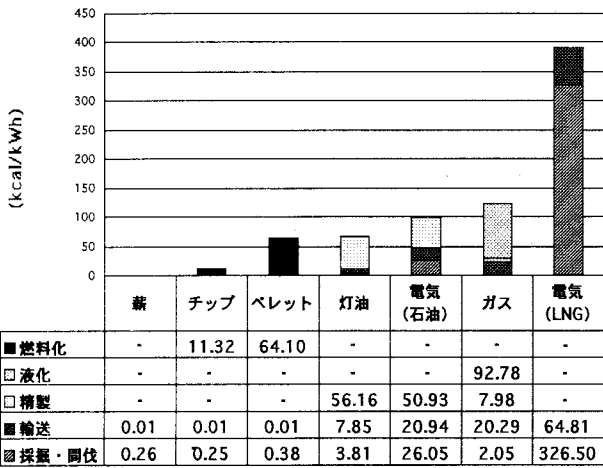


図3 LCEの算出結果

3.2 二酸化炭素排出係数の算出

ケーススタディー地域のある和歌山県の人工林の二酸化炭素吸収量を含めた、未利用木質バイオマスの燃焼による排出係数の算出を行う。木質バイオマス利用可能量は、間伐率30%で人工林間伐を行った場合の材の発生量と、林地残材発生量を推計し求めた。蓄積増加量は、人工林蓄積増加量と伐採量から推計を行った。これらの推計量に炭素含有率⁴⁾をかけて、二酸化炭素の排出量と吸収量を求め、燃料別の発熱量とあわせて、二酸化炭素排出係数を推計した。

排出量を見ると、ペレットがもっとも多く、電気(石油火力発電)とほぼ同じ結果となった。薪・チップは電気(LNG火力発電)と同じ結果となった。しかし、木質バイオマスの吸収量を含めると、二酸化炭素排出係数はマイナスとなり、化石燃料よりも少なくなるという結果となった。(図5)

3.3 導入効果の検討

(1) ケーススタディー地域への導入効果

ケーススタディー地域である新宮市のエネルギー必要量を、用途・エネルギー源別のエネルギー消費原単位⁵⁾から推計を行った。木質バイオマスの利用可能量は3.2と同様に推計を行い、CGSによるエネルギー供給の導入効果の検討を行った。(発電効率と熱効率⁶⁾は25%と60%とする)間伐材をすべてCGSの燃料として利用した場合、電気消費量全体の13%、熱供給量(給湯)は32%が供給可能であることがわかった。

(2) エネルギー源別の導入効果

用途・エネルギー源別のエネルギー消費原単位と、算出したLCE・LCCと二酸化炭素排出係数を用い、石油・ガス・木質バイオマスで1世帯・1年間の全エネルギーを供給した場合の、必要エネルギー・コストと二酸化炭素排出量を算出し、導入効果の検討を行った。石油(灯油)とガスをストーブと火力発電の燃料にした場合と、薪・チップ・ペレットをストーブとCGSの燃料にした場合の必要エネルギー・コストの結果を図6に示す。火力発電の発電効率は38.52%とする。ペレットをCGSに使用した場合、石油の1.5～2倍のエネルギーとコストが必要であり、ペレットが石油に替わる発電燃料となる可能性は低いと考えられる。チップの場合は、コストは石油と同等で、エネルギーが石油の半分となることより、石油に替わるエネルギーとなる可能性は十分にある。薪については、エネルギー・コストともに化石燃料よりも少ないが、供給する際の運搬・貯蔵などを考えるとチップに比べ、化石燃料の代替エネルギーとなる可能性は低くなる。

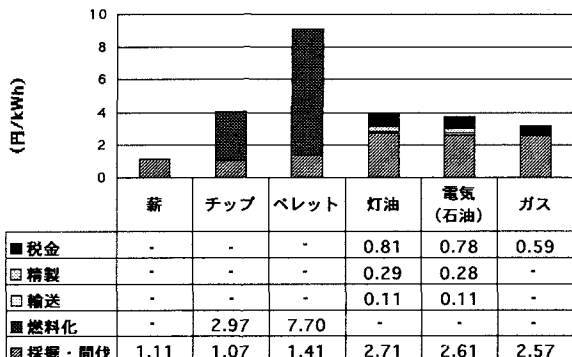


図4 LCCの算出結果

4. まとめ

本研究では以下のような知見が得られた。

- ・木質バイオマスエネルギーである、薪・チップ・ペレットのLCE・LCCと二酸化炭素吸収量を含めた二酸化炭素排出係数の算出を行うことができた。(図3, 図4)

- ・間伐材をCGSの燃料として用いた場合、ケーススタディー地域において電気消費量の13%、熱供給量(給湯)の32%に相当分が供給可能であるということがわかった。

- ・LCE・LCC・二酸化炭素排出係数を用いたエネルギー供給の検討により、木質バイオマスエネルギーは化石燃料に替わる、環境負荷の少ないエネルギーとなる可能性があるということがわかった。

また、今後以下のような課題があげられる。

- ・本研究では、LCE・LCCに境界条件をつけて算出を行ったが、エネルギー供給全体のLCE・LCCの算出が必要である。

- ・間伐材・林地残材発生量の推計からエネルギー利用可能量を求め、エネルギー供給の検討を行ったが、実際の未利用木質バイオマス発生量のデータを用いたエネルギー供給の検討を行う必要がある。

- ・間伐材の発生量の範囲を市町村区だけでなく、人口密度や蓄積量などを考慮した場合のエネルギー供給の検討を行う必要がある。

【参考文献】

- (財)東京農林水産省振興財団森の事業：木質バイオマスエネルギー事業家調査(木質ペレット燃料装置)
- 日本コージェネレーションセンター
http://www.cgc-japan.com/japanese/j_top.html
- 社団法人 資源教会編：大都市のライフサイクルエネルギー
- 松本 光明：日本の森林による炭素蓄積量と炭素吸収量
- (財)エネルギー経済研究所 計量分所：民生エネルギー消費実態調査(家庭部門Ⅱ) 中小都市、町村部
- NPO法人SDG/伊那谷森林バイオマス利用研究会編：森林バイオマス 地域エネルギー利用の新展開

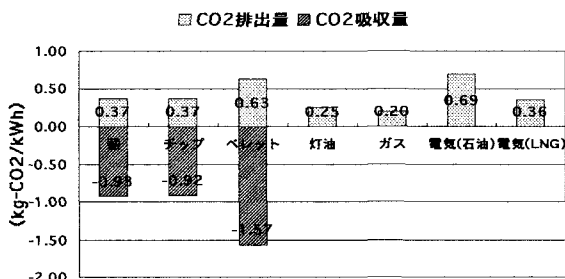


図5 二酸化炭素排出係数の算出結果

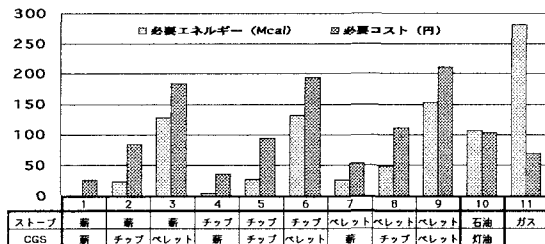


図6 必要エネルギーとコストの算出結果