

バイオマスを中心としたエネルギーシステム分析

学生証番号 56214 氏名 永富 悠
(指導教員 山地 憲治 教授、山本 博巳 客員助教授)
Key Words: biomass, waste, cassava, empty fruit bunch, ethanol

1. はじめに

化石燃料の枯渇及び地球温暖化問題に代表されるエネルギー・環境問題は21世紀の人類が抱える大きな問題の一つである。多くの種類の新エネルギーの利用が検討されている中でも豊富な資源量、環境負荷の低さからバイオマス資源が見直されている。

バイオマスとは元来は生態学の分野で生物量もしくは生物現存量を表す用語である。石油ショック以後、代替エネルギーの推進が強く提唱される中で、生態学の用語の範囲を超え「エネルギー源としての生物資源」の意味も含むようになった。

バイオマスから得られたエネルギーであるバイオエネルギーは以下の特徴を有する。1.再生可能である、2.貯蔵性・代替性がある、3.莫大な賦存量を有する、4.カーボンニュートラルである。バイオエネルギーのこれらの特徴はエネルギー・環境問題の解決に大きく寄与するものであるとして21世紀における新エネルギーの一つとして見直されている。このように昨今改めて注目を浴びているバイオマス資源のエネルギー利用を前提としたシステムの経済性及び環境性を中心とした分析を行い、考察を行った。

2. 研究概要

分析対象バイオマスとして残渣系バイオマス、特に一般廃棄物、キャッサバ残渣、パーム残渣の三つのバイオマスに着目しこれらのエネルギー利用に関するシステムの分析を行った。以下にこれらの評価結果に関して簡単に示す。尚、これらの研究結果に関しては各種学会に於いて発表を行った。

3. 研究内容

3-1 廃棄物処理におけるエネルギー活用と環境性評価

国の発展段階及び国土の大小を始め廃棄物の排出量、種類といった地域特性は廃棄物の処理方法の選択に影響を及ぼす。また特に途上国における廃棄物処理システムの改良及び廃棄物のエネルギー利用はクリーン開発メカニズム(CDM)の対象の一つとなる。東京23区と中国の一都市の地域特性と動的なランド

フィルガス(LFG)発生量を考慮した廃棄物処理システム評価モデルの作成を行い、シミュレーション分析を実施した。主な分析結果を以下にまとめる。

・結果

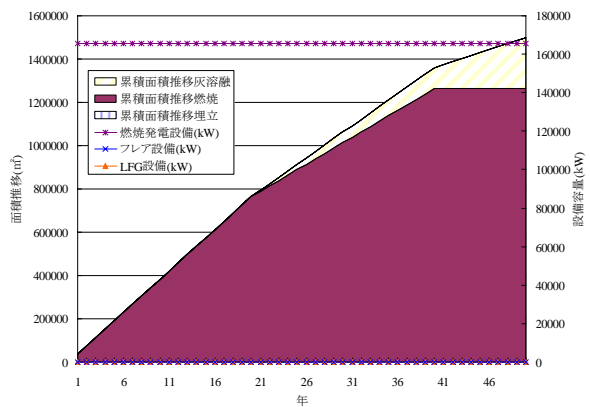


図 1 処分場面積推移及び各発電設備量(東京23区)

1) 廃棄物の処理方法は処理単価の低い埋立、焼却、灰溶融の順に導入することが経済合理的である。最終処分場面積の制約の厳しい東京23区では、現在の焼却から将来は灰溶融へと遷移する。制約の厳しくない中国呉忠市では、現在の埋立から将来は燃焼へと遷移する。いずれにせよ廃棄物を処理するには減量が求められる。

2) 埋立地から排出されるLFGの発電への活用はLFGの回収、電力代替の両面で温室効果ガス削減につながる。またそれらの発電設備の導入促進のために売電価格は重要な要素となる。

3) 途上国において温室効果ガス削減分にCO2クレジットを認めることは埋立地からのLFGの漏れを削減し、発電量を増加することで温室効果ガス削減効果を持つ。

3-2 タイにおけるキャッサバ残渣を用いたエタノール製造に関する分析

輸送用燃料の代替物として安価でかつ大量の供給可能性を持つリグノセルロース系バイオマスからエタノールを生産する研究が行われており、特に有力

なバイオマス資源としてキャッサバスターチを製造する過程で生じる残渣であるキャッサバパルプが注目を浴びている。そこで、タイにおけるキャッサバスターチプラントの配置、キャッサバパルプの資源輸送費及び建設するプラントの規模の経済などを考慮した線形最適化モデルを作成した。そしてそれを用いてタイにおけるキャッサバパルプを用いたエタノール製造プラントの最適な立地、設備数、設備規模、生産エタノール量等に関する分析を行った。シミュレーション分析より以下の結果が得られた。

・ 結果

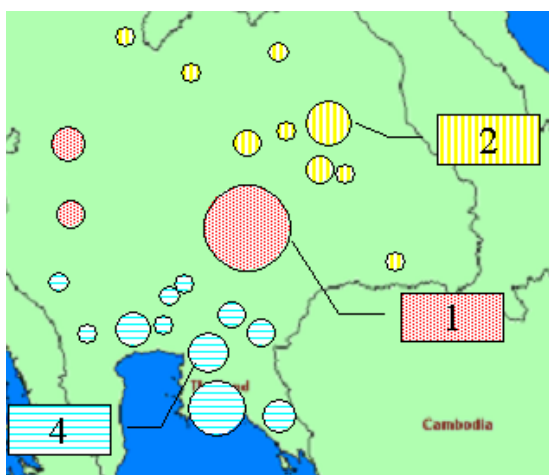


図 2 エタノールプラントの立地図
(規模の経済上限ケース)

注) 図中の数字はエタノールプラントが建造される県のノード番号である。それぞれ色分けされたグループ毎にキャッサバパルプを集めて、数字で示した県にエタノールプラントをそれぞれ建造する。

- 1) 基準ケースにおいては一つの集約的なプラントが建造され、年間で約83億円の利益を生み出す。
- 2) 規模の経済上限ケース(図2)では三つのプラントが建造され、合計で年間約69億円の利益を生む。その他のケースでは最悪ケースを除いて一つの集約的なプラントが建造され、それぞれ利益を生み出す。最悪ケースにおいてはプラントは建造されない。
- 3) プロセスの合理化、設備稼働率、エタノール価格は収支に直接的に影響を及ぼす。
- 4) 規模の経済の上限がある場合には輸送費を削減することができる分散的なプラント配置が経済的に有利である。
- 5) 分散立地は規模の経済上限に代表されるような種々のリスクファクターに対して柔軟であると考えられる。

3-3 マレーシアにおけるパーム残渣のエネルギー活用に関する分析

パーム残渣の中でもEmpty Fruit Bunch(EFB)に着目し、そのエネルギー利用に関する検討を行った。マレーシアにおけるパーム油工場の配置、オイルパームの残渣であるEFBの資源輸送コスト、プラントの規模の経済などを考慮した線形最適化モデルを作成した。そしてそれを用いてマレーシアにおけるEFBを用いた燃焼発電プラント及びエタノール製造プラントの最適な立地、設備数、設備規模、発電量及び生産エタノール量等に関する分析を行った。シミュレーション分析により以下の結果が得られた。

・ 結果

表 1 両プラントの共存に関する売電価格とエタノール売却価格の感度分析

	15円/l	20円/l	25円/l	30円/l
6円/kWh	P	E	E	E
8円/kWh	P	E	E	E
10円/kWh	P	P	E	E
12円/kWh	P	P	P&E	E

注) 表中のPは燃焼発電プラントが建造され、Eはエタノールプラントが建造されることを示し、P&Eは燃焼発電プラントとエタノールプラントが共存することを示す。

- 1) 売電価格6円/kWhという価格においてはEFBを用いた燃焼発電は輸送費を考慮しても利益を得ることができる可能性を持つ。
- 2) EFBは単位容積あたりの熱量が低く、嵩が高いため設備の規模の経済を考慮しても長距離の輸送は行われず隣接ノード程度の輸送が行われる。
- 3) 経済的に活用されない資源が存在する可能性があるためCDM等の枠組の活用が期待される。
- 4) 売電価格6円/kWh、エタノール価格30円/kWhという価格においてはエタノールを製造する方が経済的付加価値が高いため、燃焼発電プラントは建設されずエタノール製造プラントが建設される。
- 5) エタノールプラントは設備単価が高いため、規模の経済の効果を得るために燃焼発電のみの場合よりも長距離の輸送が行われ、より資源が集約された大規模なプラントが建設される。
- 6) 今回の条件下では、EFBのエネルギー利用として燃焼発電とエタノール製造は売電価格12円/kWh、エタノール価格25円/lという価格において共存する。
- 7) EFBのエネルギー利用として燃焼発電及びエタノール製造を想定する際にはEFBの資源の集約度によってそれぞれのプラントが選択される。