

1. はじめに

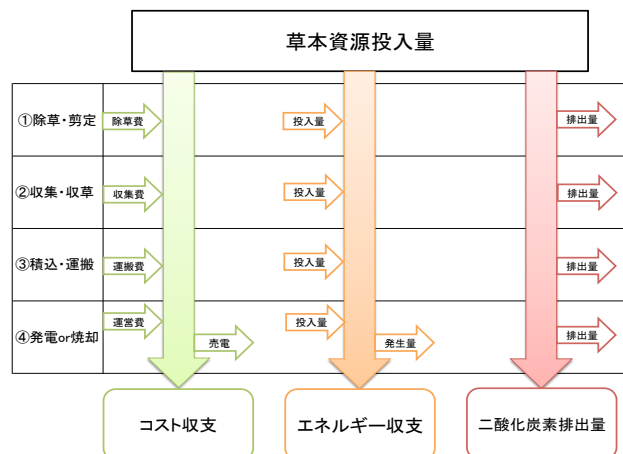
我が国では2000年に制定された循環型社会形成推進基本法で、持続可能な開発の概念に基づき循環型社会を目指している。持続可能な循環型社会を実現するには、資源の有効利用が不可欠である。近年、資源有効利用の観点から再生可能エネルギーが普及拡大しているが、草本資源はエネルギー変換効率やバイオ燃料の製造工程の複雑さにより、十分に活用できていない¹⁾。草本資源のバイオマス利用拡大に向けて、効率的に回収し、利用を促進する必要がある。阿蘇市²⁾は増加している未利用草地を効率的に回収し、草本資源の有効活用のモデルとして普及させることを目的とした実験事業を平成19年から平成21年で行った。本事業で、草本系バイオマスを原料としたバイオガスプラントを年間180日稼働した場合の化石燃料削減量は、重油換算で83kL、CO₂削減量は101tと試算されたが、事業収支はマイナスであり、支出の内訳における原料費の占める割合が高いため、コスト削減が今後の課題となっている。他方、全国的に道路整備事業では刈草による廃棄物が多量に排出されており、同様に処理コストが高く問題となっている。

そこで、本研究は道路整備から排出される刈草をバイオマスの原料として有効利用することを検討するために、刈草利用のモデルプランを列举し、コスト、エネルギー収支、二酸化炭素排出量等の観点から草本資源の有効利用の評価を行った。

そこで、本研究は道路整備から排出される刈草をバイオマスの原料として有効利用することを検討するために、刈草利用のモデルプランを列举し、コスト、エネルギー収支、二酸化炭素排出量等の観点から草本資源の有効利用の評価を行った。

2. 推計手法

本研究では、刈草の収集量の設定に対する刈草利用のモデルプランについて、収集・焼却処理、生物的処理による糞尿バイオマス回収、化学的処理によるエネルギー回収、の組み合わせを想定した。具体的には、a)放牧+バイオガスプラント運営、b)放牧+し尿輸送(外部バイオガスプラント)、c)草本系バイオマスプラント運営、d)ソフトセルロース系バイオエタノールプ



ラント運営、e)焼却処分、の5つである。各モデルの推計フローを図-1に示す。なお、a)、b)については①の行程は考慮しない。

図-1 各モデルにおける推計方法のフレームワーク

2.1 コスト

本研究では現存する施設を参考に、刈草を処理するために必要な単位当たりのコストを算出した。

a) 放牧+バイオガスプラント運営

放牧費は、ヒアリングに基づき、7.6 百万円/頭とした。発電に必要な諸費用は、北海道のバイオガスプラント³⁾を参考にした。

b) 放牧+し尿輸送(外部バイオガスプラント)

糞尿処理費は年間し尿処理利用量 769t/百万円⁴⁾を適用した。

c) 草本系バイオマスプラント

発電に必要な諸費用は、阿蘇のプラント (1983 円/t)²⁾を参考にした。

d) バイオエタノール利用

エタノール生成にかかる諸費用は北海道のバイオファイナリー⁴⁾を参考にした。

e) 焼却処分

除草費は、国土交通省のヒアリングより 2.2 万円/t を適用した。

2.2 エネルギー収支

刈草を単位 t 分処理する為にかかるエネルギーを計算した。消費したエネルギーとして考慮した項目は表-1 の通りである。運搬に必要な距離は一律に 1km とした。除草、集草にかかる燃料は、国土交通省へのヒアリングから算出された総費用から、1 人 1 日あたり 5 時間除草及び集草作業をすると仮定し、除草機を使用して、一人当たり 30a 作業すると仮定した。

表-1 エネルギー収支について各モデルで考慮する項目

		ケースa)	ケースb)	ケースc)	ケースd)	ケースe)
し尿・堆肥行程	糞尿運搬燃料	○	○			
	堆肥・液肥運搬料	○	○			
発電行程	発電消費電力	○	○	○		
	発電消費重油量	○	○			
	NaOH水溶液				○	
	窒素ガス			○		
除草行程	精製ガス	—	—	—		
	除草			○	○	○
	集草			○	○	○
	運搬			○	○	○
焼却	焼却					○
	消費電力量					○
生成エネルギー ⁵⁾	温水	○	○	○		
	電力	○	○	○		
	エタノール				○	

2.3 二酸化炭素排出量

除草、収草、運搬の二酸化炭素排出量(t-CO₂)は、燃料使用量(kL)に単位使用量あたりの発熱量(GJ/kL)と単位発熱量あたりの炭素排出量(t-C/GJ)と炭素と二酸化炭素の原子量の比を乗じて算出した。

燃料はすべて軽油と仮定した。

a)~d)の場合、各プラントを運営する際に必要な電力は石油火力発電所から賄っていると仮定した。

e)の場合、草を燃やしたことで発生する発生する二酸化炭素はカーボンニュートラルとみなし考慮しない。

刈草を焼却する際の重油の使用量は、既往研究⁵⁾をもとに算出した。

3. 推計結果と考察

刈草の単位 t あたりの各指標は表-2 のようになった。総費用はケース a), b)で突出した値となったが、牛の出荷額が考慮されていないため、飼育費がより大きく影響したと考えられる。

二酸化炭素排出量はケース d)が最も大きな値となったが、これはエタノールを生成する過程において電力を多大に消費するためと考えられる。その他のケースはさほど大きな差異は見られなかったが、今回は生成物による二酸化炭素削減ポテンシャルを考慮していないことが考えられる。

エネルギー収支についてはケース d)で、収支がマイナ

スとなっているが、これもエタノールを生成する過程での電力消費による影響だと考えられる。しかし将来的に生成プロセスの省エネルギー化に伴いエネルギー収支がプラスに転じる可能性がある。

ケース e)は他のケースと比べ大きくマイナスとなっている。これは焼却処分では、エネルギーを消費するだけでエネルギーが生成されないためである。

コスト、エネルギー収支、二酸化炭素排出量の観点から、ケース c)が草資源の有効利用について最も有用であることが示唆された。

表-2 各モデルにおいての原単位

	刈草処理費 (円/t)	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /t)	回収エネルギー (MJ/t)
ケースa)	1,908,398	1.17	956
ケースb)	1,707,729	1.17	956
ケースc)	49,837	1.27	3,165
ケースd)	56,864	2.402	-51
ケースe)	62,856	1.104	-1,517

4. おわりに

本研究では、各モデルプランでのエネルギー収支、コスト収支、二酸化炭素排出量について、単位 t あたりの原単位を算出し、比較検討した。より正確な原単位を算出するため、ライフサイクルアセスメントの観点から、施設の建設時、破壊時に必要な二酸化炭素排出量や二酸化炭素削減ポテンシャルを考慮する必要がある。

本研究で作成した原単位によって適正規模を考慮したエネルギー収支や、費用対効果について明らかにすることが可能となった。

謝辞:本稿は、環境省環境研究総合推進費 (1-1402, 2-1404), 科研費 (B25281065, B26281056) の一環として行われたものである。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 藤本 真司,井上 宏之, 矢野 伸一, 坂木 剛,美濃輪 智朗, 遠藤 貴士, 澤山 茂樹, 坂西 欣也: リグノセルロース系バイオマスからの非硫酸バイオエタノール製造法の開発-メカノケミカル前処理・酵素糖化法-, Journal of the Japan Petroleum Institute Vol. 51, No. 5, pp. 264-273, 2008
- 2) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構: バイオマスエネルギー地域システム化実験事業 草本系バイオマスエネルギー利活用システム実験事業, 2010.
- 3) 吉田文和, 村上正俊, 石井努, 吉田晴代: バイオガスプラントの環境経済学評価-北海道鹿追町を事例として-, 廃棄物資源循環学会論文誌, Vol.25, pp.57-67, 2014.
- 4) 富士通総研: 鹿追町環境保全センターの取組み, pp.15, 2014.
- 5) 北秋田市: クリーンリサイクルセンターエネルギー回収推進建設工事平成25年度報告書, 2014.