

MH2 多様なバイオマスエネルギー利用オプションを加えた 再生可能エネルギーミックスの最適化

Optimization of Renewable Energy Mix Integrating Diverse Utilization Options of Biomass Resources

指導教員 町村尚准教授・地球循環共生工学領域

28H16049 西口舞 (Mai NISHIGUCHI)

Abstract: In this study, we extended the REROUTES software, a tool for supporting decision making of regional renewable energy mix strategy, by implementing multiple options of biomass resources utilization in a mathematical model. First we designed supply energy models by combinations of 26 types of biomass resources (unused and waste biomass), intermediate products (wood chips, biogas and other biofuel) and energy conversion options, and next implemented 6 evaluation functions (economic balance, renewable energy sufficiency ratio etc.) in response to renewable energy mix. To assess effects of the extension, I will make comparison changes in biomass usage and evaluation indicators from the original version. As the conclusion, we discuss the utilities of this biomass-related extension of REROUTES model.

Keywords: REROUTES, decision maker support, regional energy policy, multiple objects

1. はじめに

バイオマスの活用を推進するためには、バイオマスを地域で効率的に利用する地域分散型の利用システムを構築することが重要である¹⁾。しかし、バイオマスは多様な資源の種類と、多くのプロセスを経てエネルギー利用されるため、どのバイオマスをどのように利用するかという意思決定が複雑となっている。そのため本研究では、再生可能エネルギーの中でもバイオマスに着目して、地域での再生可能エネルギーの組合せの選択やエネルギー計画の策定を支援するための評価ツールの開発を目的とする。

2. 方法

地域での再生可能エネルギーの利用方針の策定を支援する最適化モデル **REROUTES (Renewable Energy Regional Optimization Utility Tool for Environmental Sustainability)**²⁾ (旧モデル) のバイオマス利用オプションを編集することでモデルを拡張した。REROUTES は地域で独自に再生可能エネルギーを導入する際に、希望する条件を入力することで、その条件を満たす再生可能エネルギーミックスの最適解を算出するものである。再生可能エネルギーミックス解の評価を行う6つの評価関数が設けられており、そのうちに生態系影響の評価関数も含まれている。旧モデルのバイオマス利用オプションは、資源種が26種類、最終エネルギー形態が電力とコジェネレーションのみの40種類である。本研究ではこの旧モデルにバイオマス利用オプションを追加することで拡張したモデル (拡張モデル) を開発した。

2.1 バイオマス供給ポテンシャルの推計式的设计

本研究では、未利用系・廃棄物系バイオマスの資源種26種類、燃料形態13種類、電気、コジェネレーション、熱、動力の最終エネルギー形態4種類を設定し、これらを経てエネルギー利用される実用可能な組合せ178種類のバイオマス利用オプションを設計した。全てのオプションで、燃料収率や発電効率、原料や燃料の低位発熱量などの原単位を収集して、単位再生可能エネルギー資源種から生成される最終アウトプットのエネルギー量を算出する推計式を設計した。

2.2 拡張モデルの構築

追加したバイオマス利用オプションを REROUTES に実装することで旧モデルを改良した。例えば、バイオマス利用に伴うコストは、資源種から燃料形態、燃料形態から最終エネルギー形態への2つの転換プロセスを含むライフサイクルコストを算出し、経済収支の数理式に用いた。

2. 3 最適化ツールの適用

畜産系バイオマスの資源量が多い北海道標茶町を対象に、拡張モデルを適用した。経済シナリオでは経済収支の最大化(S1)、環境的持続可能シナリオ(S2)はCO₂比削減率の最大化を目的とした。また、生態系影響を0[ha]、各市区町村のバイオマス資源リサイクル率の上界値[%]を制約条件とした。上記の2シナリオについて組合せ最適解を導出し、トレードオフの再現性などのモデルの挙動を評価した。

3. 結果と考察

S1, S2の最適解を図1の例、評価関数の値と最終エネルギー形態別のバイオマスエネルギー構成比を表1に示す。評価関数の値は望ましいものほど濃い橙色でハイライトしている。S1では、旧モデルの最適解では、バイオマス資源のふん尿汚泥と草本が多くを占めていたが、拡張

後モデルの最適解ではこれらのバイオマス資源の利用量が大きく減少した。これは、これらのバイオマス資源種を用いるバイオマス利用オプションの経済収支がネットでマイナスとなっており、経済収支最大化のために利用されなかったためである。バイオマス以外の再生可能エネルギーの経済収支の原単位は更新していないため、S1では陸上風力と地熱の利用量は変化していない。バイオマスの最終エネルギー形態構成比は経済性の高い電気が多くを占めた。S2では、再生可能エネルギー全体の利用量はあまり変化が見られないが、旧モデルと比べると拡張後の最適解でふん尿汚泥の利用量が増加した。評価関数の値は生態系影響が0、バイオマス資源リサイクル率は標茶町での最大値である解が算出されたが、経済収支は大きくマイナスとなり、地域にとって経済的に負担となる可能性が示唆された。このように、地域でのバイオマス資源の特性に応じた利活用計画の実行可能性評価にも利用できるなど、再生可能エネルギーの組合せを設計する際の意思決定支援に資するモデルであるといえる。

4. 今後の課題

バイオマス利用オプションの設計については、今回は例えば、下水汚泥の熱分解ガス化は実用化が進んでいないことからオプションに採用しなかった。また入手が困難であった原単位は類似する用途の原単位により補完した。今後技術が向上することで利用可能になる変換プロセスがあるため、バイオマス利用オプションの継続更新を行い、より表現力の高い最適解を算出するツールに拡張する必要がある。

参考文献

- 1) 農林水産省食料産業局バイオマス循環資源課：バイオマス活用推進計画，www.maff.go.jp/j/press/shokusan/bioi/160916.html. 2018.2.5 referred.
- 2) K. Hori, T. Matsui, Hasuike, T. Fukui, T. Machimura : *Development and application of the renewable energy optimization utility tool for environmental sustainability: REROUTES*, Renewable energy 93, 548-561, 2016.

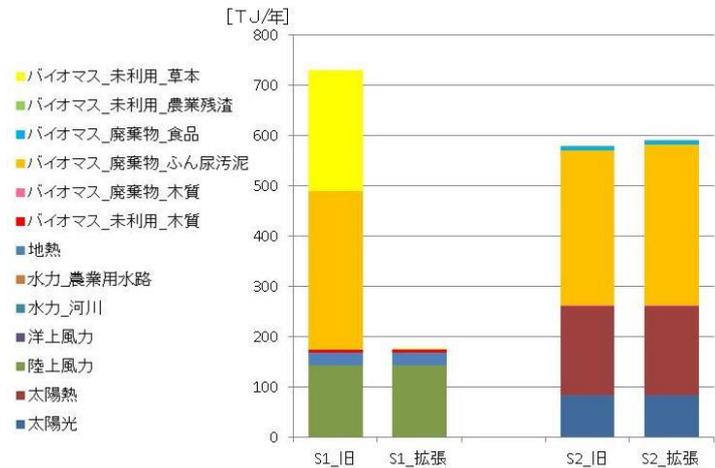


図1 北海道標茶町の最適解の例

表1 評価関数の値とバイオマスの最終エネルギー形態別の構成比

北海道標茶町	S1_旧	S1_拡張	S2_旧	S2_拡張
再生可能エネルギー自給率[%]	105.2	25.1	83.3	85.1
経済収支[億円/年]	1955.1	638.7	-1830.6	-13148.1
CO ₂ 比削減率[%]	123.4	37.1	63.9	44.5
生態系影響[ha]	31680.0	52.1	0.0	0.0
バイオマス資源リサイクル率[%]	41.1	53.8	93.9	100.0
多様性指数	0.7	0.3	0.6	0.6
構成比：電気[%]	99.1	99.9	14.6	3.9
構成比：コジェネ[%]	0.9	0.0	85.4	95.4
構成比：熱[%]	-	0.1	-	0.8
構成比：動力[%]	-	0.0	-	0.0