

バイオマス発電の経済性評価

バイオマス価格評価を含めたバイオマス発電の可能性検討

Economic evaluations of biomass power generation

Feasibility survey of biomass power generation including analysis of biomass fuel price

(電力技術研究所 発電G 環境エネルギーT)

現在、日本各地でバイオマス発電所の建設が計画されている。ここでは燃料調達を含めたバイオマス発電所の現状を調査分析した。バイオマス発電における経済性確保にはバイオマス燃料の価格が大きく寄与するうえ、発電規模として5MW以上が経済性確保の境界となる。また乾燥や炭化によってバイオマス燃料の品質を高めることにより発電性能を向上させることができることを確認した。

(Environmental Energy Team, Power Generation Group, Electric Power Research and Development Center)

Presently, the construction of biomass power stations is planned all over Japan. The research surveyed and analyzed the current state of biomass power stations including fuel procurement. The securing of economic efficiency in biomass power generation was significantly affected by the biomass fuel price, and a power generation scale of 5 MW or more was found to be at the edge of economic efficiency. Moreover, it was confirmed that improvement of the quality of biomass fuel through drying and torrefaction raises the power generation performance.

1 研究の背景および目的

低炭素社会の実現に向けて普及が進む再生可能エネルギーの中で、安定電源としてバイオマス発電の役割が期待されている。しかしながら、既存のバイオマス発電は発電効率が低いうえ、バイオマス燃料調達に係るコストが高いなど、発電原価が高いのが現状で、バイオマス発電における経済性確保には課題が多い。そこで、本研究では、今日において唯一商用化されている蒸気タービン方式によるバイオマス発電を対象に課題を整理し、経済性を低下させている要因を分析した。またバイオマス燃料の改質による発電性能の向上および発電原価の低減について検討した。なお、ここでの調査は、国内未利用木材(間伐材や林地残材)の調達の限界から、現実的な発電規模として30MW以下を対象とした。

円/t、耐用年数15年、設備利用率は90%とした。バイオマス燃料は木質チップを前提とする。その結果、燃料コストが発電原価の6割前後を占め、規模が小さいほど、その割合が高くなった。ここから、バイオマス発電の経済性向上には燃料コストの削減が重要であることがわかる。

(2) 燃料価格の現状

次に、未利用木材の調達に係る現状を調査し、燃料価格を分析した。まず未利用木材の燃料価格の内訳を最大値と最小値に分けて第2図に示す。最大値で16,900円/t、最小値で7,200円/tとなり、作業性や地域差などにより燃料価格に差が出る結果となったが、一般的には10,000円/tを超えるケースがほとんどである。内訳ではチップ化コスト(チップ化工場への輸送費含む)が大きくなっている。最終的な燃料価格には、これに発電所への輸送費(例えば、10t車50km輸送で3,000~8,000円/t)が加わることになり、13,000円/t以上とみるのが現実的と考えられる。

その中で、燃料価格低減策のひとつとして、輸送効率の向上や生産拠点の集約による生産性の向上の観点からチップ化を発電所隣接で行うことが考えられる。

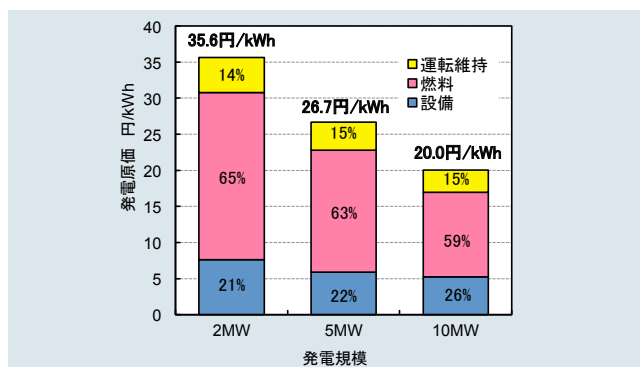
(3) バイオマス発電の経済性評価

ここでは、発電規模や建設単価などのパラメータがバ

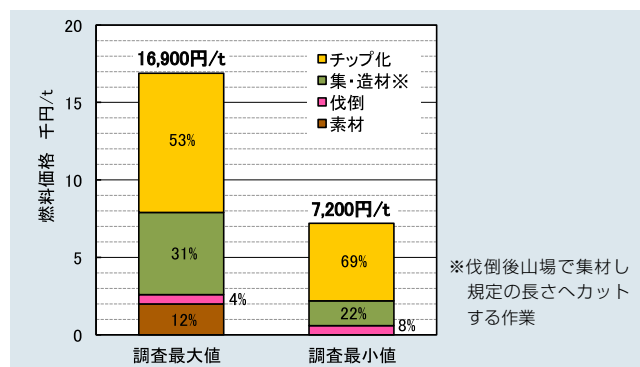
2 バイオマス発電の現状調査ならびに分析

(1) 発電原価の現状

発電規模が1MW以上の既存のバイオマス専焼発電所を調査し、未利用木材の利用を想定した発電原価を規模別に算出した(第1図参照)。ここで、燃料価格を10,000



第1図 規模別バイオマス発電コストの現状



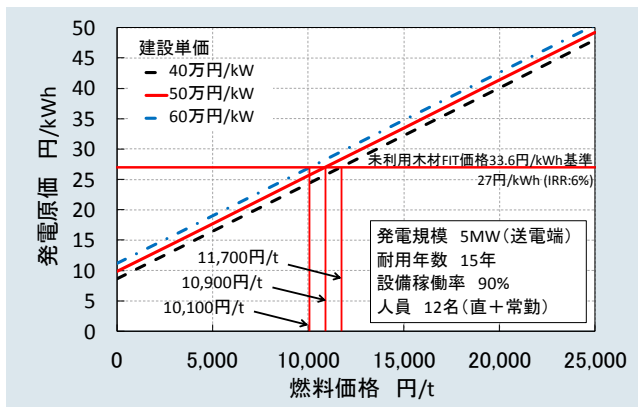
第2図 未利用木材の燃料価格

※伐倒後山場で集材し規定の長さへカットする作業

バイオマス発電の経済性に与える影響について分析した。発電規模5MWを例に、発電単価と燃料価格の相関を第3図に示す。建設単価は現状を反映し40～60万円/kWと幅を持たせた。各種条件は図中に記載したとおりである。FIT制度での電力買取価格である33.6円/kWh（未利用木材利用、税込）に対しIRR（内部利益率）6%を目標に、その時に許容される燃料価格の上限値を算出した。その結果、燃料価格は11,700円/t以下が必要となり、(2)での分析結果から経済性確保の難しさがわかる。5MWを下回る規模では、更に許容限界値は下がるので、蒸気や熱の販売を含んだ複合的な事業形態を考えるべきである。

3 バイオマス発電の性能向上に関する検討

ここではバイオマス発電のコスト低減を発電性能向上の観点から検討した。未利用木材のようなバイオマス燃料は水分が30～50%と多く、それがボイラでの燃焼効率を悪化させ、発電効率を低下させる原因のひとつとなる。そこで、バイオマス燃料の水分低減、更にはエネルギー密度の向上を図ることができれば、発電性能の向上に寄与すると考え、既存のバイオマス発電システムにバイオマス燃料の低温炭化技術（200～300℃での炭化技術のこと。詳細は技術開発ニュースNo.148 p11-12を参照されたい。）や乾燥技術を組み合わせた発電システムを検討した（第4図参照）。バイオマス発電システムは導入が進む循環流動床ボイラを用いた蒸気タービン方式とし、低温炭化や乾燥には、熱源にボイラ排熱を利用し



第3図 5MW規模バイオマス発電の経済性分析

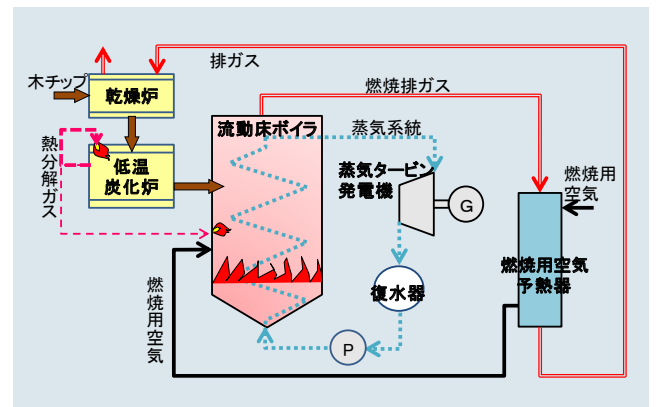
た外燃式ロータリーキルンを適用した。発電規模は5MW級と30MW級の2ケースを検討し、燃料価格を10,000円/t、耐用年数15年、設備利用率は90%、燃料水分は40%と仮定した。

その検討結果は第1表のとおりである。低温炭化技術を組み合わせたシステムでは、低温炭化により燃料のエネルギー密度が高くなり燃焼性能は向上するが、炭化設備費や補機動力の増加などにより発電効率、コストともに悪化する結果となった。乾燥技術のみ適用するケースでは、発電効率の向上および発電原価の低減が可能であることがわかった。さらに、燃料水分の低減によるボイラのコンパクト化が期待できることもわかった。例えば、30MW級で検討した結果、燃料水分の低減によりボイラ容積は、既存ケースでの1,390m³から1,100m³へ、約2割コンパクトにでき、設備費低減につながることもわかった。

しかし、ここでのコスト低減効果は限定的であり、バイオマス発電における経済性の確保には、燃料をいかに安価かつ安定的に調達できるかが重要であるといえる。

4 今後の展開

本研究において、バイオマス発電の現状を、バイオマス燃料ならびに発電性能の両面から調査、分析することができた。ここで得られたデータや知見は、今後のバイオマス発電の評価、検討に際しての指標として活用していく。



第4図 低温炭化を利用したバイオマス発電システムフロー

第1表 バイオマス発電システムの検討結果

検討ケース	5MW既存	5MW乾燥のみ	5MW低温炭化	30MW既存	30MW乾燥のみ	30MW低温炭化
燃料発熱量 [kcal/kg] (ボイラ入口)	2,935	4,158	6,038	2,935	4,158	6,038
発電端出力 [kW]	5,700	5,700	5,700	30,000	30,000	30,000
送電端出力 [kW]	4,763	4,756	4,313	25,867	26,091	24,391
発電効率 (送電端) [%]	18.7	20.9	16.6	24.2	27.2	23.4
建設単価 [万円/kW]	63	66	89	36	35	45
発電原価 [円/kWh]	27.5	26.3	33.0	18.5	17.1	20.1



執筆者／大岩徳雄