

バイオマス／廃棄物高度利用技術

背景・目的

電気事業では、CO₂排出量削減に向けた取り組みのひとつとして、カーボンニュートラルなバイオマスの石炭火力への混焼を進めている。しかし、バイオマスの大量収集には限界があり、そのポテンシャルに応じた様々な事業モデルの構築が重要となる。

本課題では、電気事業のバイオマス利用拡大を念頭に、その事業モデル構築を支援するポテンシャル評価技術と、中小の分散利用から大型混焼利用に至るバイオマス／廃棄物の高効率利用技術を開発し、循環型社会の構築に貢献する。

主な成果

1. バイオマス燃料のLC-CO₂排出量^{*1}評価

石炭火力での混焼利用が想定される国内外のバイオマス燃料（木質ペレット、バガス^{*2}ペレット、EFB^{*2}ペレット）を対象に、現地調査を踏まえ、LC-CO₂排出量を評価した（図1）。LC-CO₂排出量の内、原料と製品の陸上輸送分は小さく、日本までの海上輸送、原料の乾燥とペレットへの成形分が大きい。原料乾燥時の排熱利用、ペレット成形時の低炭素電源利用、大規模生産により、LC-CO₂排出量の削減が可能である。国外産バイオマス燃料には海上輸送分のLC-CO₂排出量が加算されるが、生産規模や製造方法の工夫によっては、国内産と同程度となることがわかった [Y10010]。

2. ガス化発電システムにおける実機の設計基礎データの取得

バイオマス炭化ガス化実験設備（図2）を用いて、燃料中水分を5～30%で変化させた実験を行い、燃料中水分と炭素分の比（H₂O/C）を0.4程度（水分20%相当）にすることで冷ガス効率^{*3}を最大にできること、H₂O/Cの増加で生成ガス中タール濃度を低減できること等を明らかにした。この結果を踏まえ、5トン/日規模の実機を想定した熱物質収支解析を行い、水分50%の燃料を約20%まで乾燥すると、発電効率が最大となることを明らかにした（図3） [M10022]。また、下水汚泥の発酵乾燥物を燃料とする実験では、ガス化特性や燃料中のリン挙動などを明らかにした [M10023]。これら一連の結果より、水分影響や燃料種影響等、実機の設計に不可欠な基礎データを得ることができた。

3. 石炭ガス化複合発電でのバイオマス混焼技術

バイオマス由来の未利用資源である粗酢液を石炭と混合することにより、低温域のガス化反応性が向上することに加え [M09014]、融点降下剤としてCaCO₃を添加した高灰融点炭に粗酢液を混合することで、カルシウムの触媒効果が発現し、高温域のガス化反応性を大幅に向上できることを明らかにした（図4） [M10015]。このことから、石炭ガス化複合発電において、CaCO₃を添加した石炭に、バイオマス由来の粗酢液で前処理を施すことで、ガス化炉の効率を向上できる可能性が示唆された。

* 1：原料の調達から燃料製造、発電所までの輸送に至るライフサイクルのCO₂排出量

* 2：サトウキビの搾り粕（バガス）、パーム椰子搾油粕（Empty Fruit Bunch：空果房）

* 3：供給燃料化学熱に対する生成ガス化学熱の割合

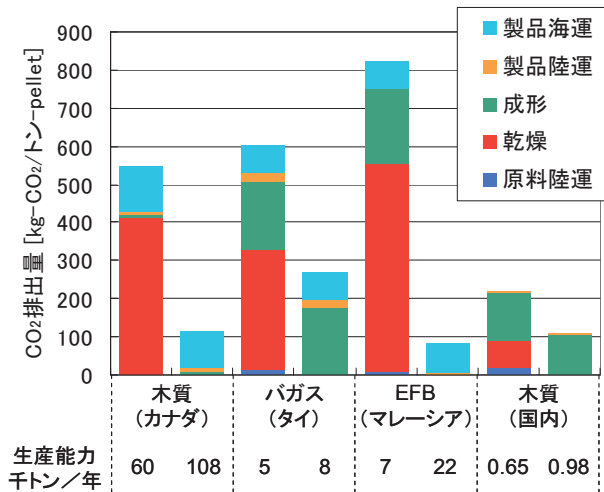


図1 バイオマス燃料のLC-CO₂排出量
各国の左側は乾燥熱源に軽油や重油等の化石燃料を、右側はこれに排熱やバイオマス燃料を用いる事例である。例えば、マレーシアの右側は成形にバイオガス電力を用いるため、LC-CO₂排出量に占める成形分が小さい。カナダの事例では生産能力が高く、系統電源のCO₂排出原単位が小さいため、成形分が小さい。

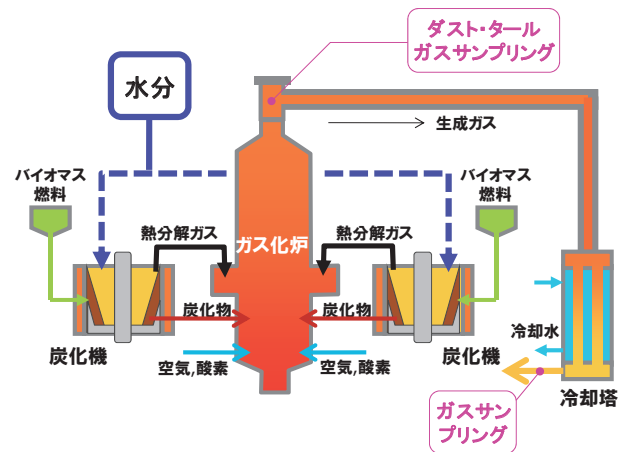


図2 バイオマス炭化ガス化実験設備の系統図
炭化ガス化実験においては、十分乾燥した松ペレット（水分5%）を燃料とし、燃料中水分が5～30%となるように炭化機へ水添加を行った。生成ガス中のダスト、タール測定はガス化炉頂部で、生成ガス性状測定は冷却塔出口で実施した。

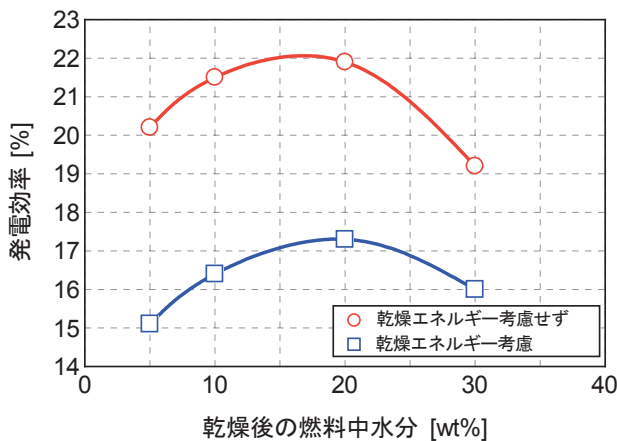


図3 燃料中水分が発電効率に及ぼす影響
水分50%の燃料を事前乾燥して炭化ガス化発電システムに供給する場合、燃料中水分20%程度が最適値となる。それ以上（燃料中水分20%未満まで）乾燥しても、冷ガス効率の低下と乾燥エネルギーの増加により、発電効率は低下する。

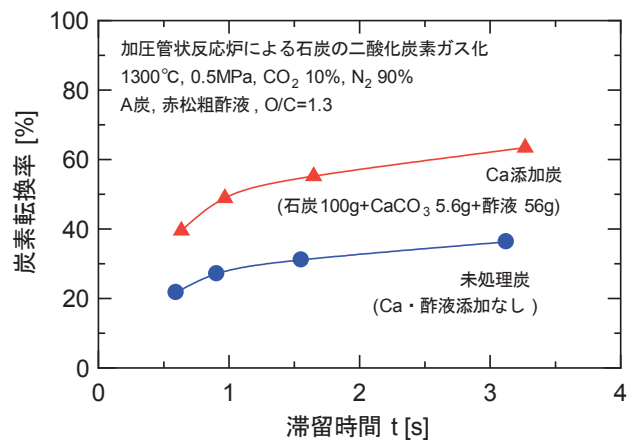


図4 CaCO₃添加、酢酸処理した石炭のCO₂ガス化
供試炭は灰分13.8%（無水基準）、灰中CaO 1.8%で、比較的反応性の低い高灰融点炭である。融点降下剤（CaCO₃）を添加した微粉炭に粗酢液を混合することで、カルシウムが触媒として作用し、ガス化反応性が向上する。（グラフ縦軸の炭素転換率は、石炭中の炭素がガスに転換した割合を示す。）