



Title	小型木質バイオマスガス化発電システムの要素技術に関する研究
Author(s)	谷口, 美希
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57555
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	谷 口 美 希
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 23804 号
学 位 授 与 年 月 日	平成22年3月23日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学 位 論 文 名	小型木質バイオマスガス化発電システムの要素技術に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 赤松 史光 (副査) 教授 片岡 獻 教授 武石賢一郎 準教授 小宮山正治

論文内容の要旨

我が国のエネルギー自給率向上のために、再生可能エネルギーである木質バイオマスの利用の促進が期待されているが、木質バイオマスをエネルギー利用する場合には、我が国の山林の急峻な地形や林業規模から小規模分散型でのガス化発電利用が適切である。小規模のバイオマスガス化発電システムが抱える課題として、原料適応性、タール対策、バイオマスガス化発電向けのガスエンジンシステムの構築、エネルギー回収効率の向上と事業採算性が挙げられ、本研究では、これらの課題に対してガス化発電システムの要素技術を検討することによる解決を試みた。対象規模は、原料供給形態に合わせて、自治体から供給される間伐材チップを利用することを前提とした200kW級中規模バイオマスガス化発電設備と、廃棄物系未利用バイオマスを利用することを前提とした50kW級小型バイオマスガス化発電装置の2通りとした。

200kW級中規模バイオマスガス化発電設備では、その実証設備においてタール対策としてガス改質塔での熱クラッキングおよびフィルタとスクラバによる物理的除去を組み合わせた独自のガス精製システムを構築し、タールのトラブルがなく継続して連続稼動が可能である運転条件を確定し、その条件が冷却時のタールの飽和濃度によって決まり、熱クラッキングによって、タール濃度をその飽和濃度以下に低減することが必要となることを示した。また、改質過程で発生するダストの除去に用いるダストフィルタの運転温度について検討し、熱クラッキングによりタール濃度を低減させることにより、タール成分の沸点以下の運転温度であってもタールは凝縮せず、ダスト除去を行うことが可能となることを示した。

50kW級小型バイオマスガス化発電装置では、小規模であっても上記の課題に対応できるようにするために、システムの主要機器であるガス化装置においてロータリーキルンとダウンドラフト炉を組み合わせた2段階ガス化炉を新たに提案した。2段階ガス化炉後段のダウンドラフト炉においては、いかに効率良くチャーをガス化するかが重要であるため、実規模の1/50スケールのダウンドラフト型ガス化炉を用いてチャーガス化に関する基礎実験を行い、ガス化条件とガス化率の関係を把握した。また、実験結果に対して炉内の反応速度計算による考察を行い、チャー充填層内におけるガス組成変化を主要な還元反応の反応速度計算により把握できることを示した。さらに、基礎実験で得られた知見を元に、実規模レベルのパイロットプラントを用いたガス化発電試験を行い、システム性能を評価し、基礎実験結果を元にしたスケールアップが有用であることを示すとともに、タール濃度についても2段階ガス化炉の提案において想定した通り、ダウンドラフト炉とほぼ同等のレベルが得られることを示した。

これらの要素技術を生かしたガス化発電システムについて、エネルギー面と経済面、環境面からの評価を行い、原料水分と運転方法を適切に選定すれば採算性が成立つことを示すとともに、システム導入によるCO₂削減効果が高く、地球温暖化対策への貢献が大きいことを示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、我が国のエネルギー自給率向上のために、再生可能エネルギーである木質バイオマスの利用の促進が期待されている中、木質バイオマスをエネルギー利用する場合には、我が国の山林の急峻な地形や林業規模から、小規模分散型でのガス化発電利用が適切であると考えられる。そのため、小規模のバイオマスガス化発電システムを開発するにあたっての課題である、原料適応性、タール対策、バイオマスガス化発電向けのガスエンジンシステムの構築、エネルギー回収効率の向上と事業採算性、に対してガス化発電システムの要素技術を検討することによる解決を試みている。

対象としたバイオマスガス化発電システムの規模は、原料の供給システムが社会的に成り立つことを考慮し、自治体から供給される間伐材チップを利用することを前提とした 200kW 級中規模バイオマスガス化発電設備と、廃棄物系未利用バイオマスを利用することを前提とした 50kW 級小型バイオマスガス化発電装置の 2 通りとしている。

200kW 級中規模バイオマスガス化発電設備では、その実証設備においてタール対策としてガス改質塔での熱クラッキングおよびフィルタとスクラバによる物理的除去を組み合わせた独自のガス精製システムを構築し、タールのトラブルがなく継続して連続稼動が可能である運転条件を確定し、その条件が冷却時のタールの飽和濃度によって決まり、熱クラッキングによってタール濃度をその飽和濃度以下に低減することが必要となることを示している。また、改質過程で発生するダストの除去に用いるダストフィルタの運転温度について検討し、熱クラッキングによりタール濃度を低減させることにより、タール成分の沸点以下の運転温度であってもタールは凝縮せず、ダスト除去を行うことが可能となることを明らかにしている。

50kW 級小型バイオマスガス化発電装置では、小規模であっても上記の課題に対応できるようにするために、システムの主要機器であるガス化装置においてロータリーキルンとダウンドラフト炉を組み合わせた 2 段階ガス化炉を新たに提案している。2 段階ガス化炉後段のダウンドラフト炉においては、いかに効率良くチャーをガス化するかが重要であるために、実規模の 1/50 スケールのダウンドラフト型ガス化炉を用いてチャーガス化に関する基礎実験を行い、ガス化条件とガス化率の関係を明らかにしている。また、炉内の反応速度計算によって実験結果を考察し、チャー充填層内におけるガス組成変化を主要な還元反応の反応速度計算により予測できることを示している。さらに、基礎実験で得られた知見を元に、実規模レベルのパイロットプラントを設計し、ガス化発電試験を行ってシステム性能を評価し、基礎実験結果を元にしたスケールアップが有用であることを示すとともに、タール濃度についても 2 段階ガス化炉の提案において想定した通り、ダウンドラフト炉とほぼ同等のレベルが得られることを示している。

また、これらの要素技術を生かしたガス化発電システムについて、エネルギー面と経済面、環境面からの評価を行い、原料水分と運転方法を適切に選定すれば採算性が成り立つことを示すとともに、システム導入による CO₂ 削減効果が高く、地球温暖化対策への貢献が大きいことを示している。

以上のように、本研究で構築した小型木質バイオマスガス化発電システムに適したガス精製システムと 2 段階ガス化炉の要素技術は、我が国の木質バイオマスエネルギーの利用において、小規模分散型である必要から生まれた新たな技術であり、技術開発の過程で得られた改質条件の決定根拠、およびチャーガス化挙動と反応速度論的考察は、今後のバイオマスガス化発電システムの設計に重要な知見を与えており、将来の当該発電システムの高性能化に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。