

学位論文審査結果の概要

氏 名	MALINEE KAEWPANHA
学位論文審査委員氏名	主査 阿 布 里 提
	副査 稲 村 隆 夫
	副査 伊 藤 昭 彦
	副査 麓 耕 二
	副査 官 国 清
論 文 題 目	Catalytic steam reforming of biomass tar at low temperatures (バイオマスタールの低温触媒水蒸気改質に関する研究)
審査結果の概要（2,000字以内）	
<p>本論文は、バイオマスのガス化を行う際に発生するタールを低コストかつ高効率にガスへ転換(水蒸気改質)する技術の開発を目的に、タールの低温水蒸気改質用新規触媒の創製とその検証を行うと共に、水蒸気改質反応に対する触媒種と含量、水蒸気添加量と触媒反応温度等について定量的に評価し、タールの発生挙動と改質ガス性状に与える影響の解明を行ったものである。本論文は英語で書かれており全部で8つの章から構成されている。</p> <p>第1章では、研究の背景とバイオマス利用の意義について概説し、バイオマスガス化の原理・特徴及びガス化装置についてまとめ、既存のタールの水蒸気改質方法と課題を整理議論しながら、本研究の目的について述べている。</p> <p>第2章では、バイオマスガス化プロセスにおけるタール発生のメカニズムと、その主な水蒸気改質方法に関する既往の研究をまとめ、従来の水蒸気改質方法(Ni/Al₂O₃系触媒等を用いた触媒改質法)について、触媒の耐久性やコスト等の解決すべき課題が多いことを指摘し、本研究によって解決すべき課題の重要性と新規性について述べている。</p> <p>第3章では、本研究で用いたバイオマスガス化装置と実験用各種バイオマスサンプルの特性について説明するとともに、触媒の調製方法やサンプルの物性、ガス組成の分析・評価方法等について述べている。</p> <p>第4章では、金属(Ni、Fe、Rh)担持ゼオライト触媒を調製し、褐海藻類バイオマスの熱分解由来タールの反応性に対する反応温度と触媒量及び水蒸気量の影響について検討している。その結果、タール改質に対して、Rh>Ni>Fe 順の高い触媒効果と、少量の金属触媒担持でも高い触媒活性を示し、610℃においては最高の水素生成率が得られた他、それらの触媒は、褐海藻類バイオマスの熱分解由来タールに優れた自己触媒機能を有することを明らかにしている。</p> <p>第5章では、ガス化反応をさらに有効な反応にし、水素転換率を高めるため、褐海藻類バイオマスの他、二種類の陸地系バイオマス(リンゴ剪定枝、杉)も用いた複合水蒸気ガス化を検討している。その結果、褐海藻の添加はリンゴ剪定枝と杉の水蒸気ガス化反応を促進しガス化効率増大させ、また、褐海藻の添加量が多くなるほど水素生成率が高くなることを明らかにした。それは、ガス化中に残存</p>	

する灰に含まれるアルカリ及びアルカリ土類金属等の触媒相乗効果によるものであることを明らかにしている。

第 6 章では、より効果的で低コストの新規触媒材料を開発するため、in-situ 固相反応法を用いてドライ杉炭から炭化モリブデン触媒(Mo_2C)を創製することに成功し、Mo の担持量と炭化温度によるタールの水蒸気改質効果について検討している。その結果、 Mo_2C はタールに対して高い触媒活性を示し、Mo の最適担持量が 20wt% で、 650°C 近傍でのガス化率と水素生成率が最大となることを示している。

第 7 章では、安価な廃棄物系触媒担体材料(多孔質体ホタテ貝殻(CS)と卵殻(CES))上に銅(Cu)を担持させ、新たな低コスト高性能触媒(Cu/CS と Cu/CES)を創製することに成功し、従来の水蒸気改質触媒担体 CaO 及び Al_2O_3 と比較検討を行った結果、Cu/CS と Cu/CES 触媒は極めて効率的活性化することと、特に高い水素濃度ガス化ガスを生成することを明らかにした他、少量の Co 添加によって Cu のシンタリング防止と触媒活性の安定化にも効果がある上、バイオマスのタール分解触媒として優れた再生利用特性を持つことも明らかにしている。

第 8 章では、これまでの研究結果をまとめるとともに、今後の展望を述べている。以上を要約するに、本論文は、バイオマスガス化中副生したタールの高効率水蒸気改質を行うため、新規触媒の創製とその活性向上のメカニズム及び効果を明らかにしたものである。本研究で得られた知見は、今後のバイオマスエネルギー利用拡大における基礎から応用にわたる有益な情報を提供するもので、学術及び技術の発展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士(工学) の学位論文として合格と認められる。

学位論文の基礎となる参考論文

- (1) 題 名 “Steam reforming of tar derived from the steam pyrolysis of biomass over metal catalyst supported on zeolite”, Malinee Kaewpanha, Guoqing Guan, X.Hao, Z.Wang, Y.Kasai, S. Kakuta, K.Kusakabe, A. Abuliti

(ゼオライトに担持した金属触媒によるバイオマス由来タールの水蒸気改質特性)

公表の方法 Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 44 巻 6 号,
1022-1026 頁に掲載

公表の年月 2013 年 5 月

This paper has been featured in “The ScienceDirect Top 25 List of Most Downloaded Articles” ranked 25th for this journal from January to March 2014.

- (2) 題 名 “Steam co-gasification of brown seaweed and land-based biomass”, Malinee Kaewpanha, Guoqing Guan, Xiaogang Hao, Zhongde Wang, Yutaka Kasai, A. Abudula

(海藻と陸地バイオマスの水蒸気複合ガス化特性)

公表の方法 Fuel Processing Technology, 120 巻,106-112 頁に掲載

公表の年月 2013 年 12 月

This paper has been featured in “The ScienceDirect Top 25 List of Most Downloaded Articles” ranked 12th for this journal from January to March 2014.