

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	石炭と藻類のCO2共ガス化プロセスにおける相乗効果
Title(English)	Synergetic effect in the co-gasification process of coal-algae blend under CO2 atmosphere
著者(和文)	カディ ナシム エム エメ
Author(English)	NASIM M. N. QADI
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10521号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,高橋 史武,竹下 健二,加茂 徹,時松 宏治,梶谷 史朗
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10521号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Qadi Nasim M.N		
論文審査 審査員	主査 審査員	氏 名	職 名	審査員	氏 名	職 名
		吉川 邦夫	教授		高橋 史武	准教授
		竹下 健二	教授		梶谷 史朗	特任准教授
		加茂 徹	特定教授			
		時松 宏治	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Synergetic effect in the co-gasification process of coal-algae blend under CO₂ atmosphere」と題し、石炭と藻類の混合燃料をガス化する際に、藻類中のアルカリ・アルカリ土類金属 (AAEM) がどのような触媒作用を及ぼすのかを明らかにすることを目的として、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景として、石炭とバイオマスの共ガス化のメリットを述べ、食用に適さないバイオマスとして、藻類に注目している。藻類は他のバイオマスと比べて、AAEMの含有量が高く、これが触媒作用を及ぼして、ガス化反応の促進が期待されるものの、乾燥前処理が必要であり、水熱処理による乾燥が有効であると述べている。そして、藻類中のAAEM及び水熱処理が、石炭と藻類の共ガス化の反応速度に及ぼす影響を明らかにすることが本研究の目的であることを述べ、本論文の構成について紹介している。

第2章「Kinetics modeling and synergetic effects evaluation in coal-algae blends co-gasification under CO₂ atmosphere」では、固定床反応器を用いて、ニューランズ炭と藻類 (スピルリナ) をそれぞれ 900℃ で炭化し、これらの炭化物を種々の割合で混合させて、熱重量計を用いて、800-1000℃ の温度範囲で、等温 CO₂ 共ガス化の実験が行われている。実験の結果、石炭の炭化物を単独でガス化する場合に比べて、いずれの比率の混合試料についても、藻類の炭化物を混合することによる相乗効果が確認されており、特に藻類の炭化物を 50% 混ぜた場合に、最も良好なガス化特性が得られている。これは、藻類の炭化物中に含まれる高濃度のカリウムが、触媒作用を及ぼしたためと推察されている。さらに、volumetric model (VM)、shrinking core model (SCM)、random pore model (RPM) 及び modified random pore model (MRPM) の各モデルを用いて、それぞれの混合試料の動力学的ガス化反応解析を実施した結果、藻類の炭化物を単独で炭化する場合を除き、RPM が反応予測に最適であることが見出されている。藻類の炭化物を単独で炭化する場合には、MRPM の適用が妥当でありことを明らかにし、これらの最適な反応モデルを用いて、反応速度を表すアレニウス式中の活性化エネルギーと頻度因子のそれぞれの値が決定されている。

第3章「Effect of hydrothermal treatment of algae on the catalytic activity of the solid residue in the co-gasification process with coal」では、180℃、210℃ならびに 240℃ の各温度で、藻類に水熱処理を行って得られた固体残渣について、900℃ で炭化処理が行われている。また、同じ条件で、石炭と藻類の炭化処理も行われている。そして、熱重量計を用いて、藻類の水熱処理生成物から得られた炭化物と石炭の炭化物との共ガス化の実験が実施され、動力学的なモデル化と相乗効果の観点から、藻類の炭化物と石炭の炭化物との共ガス化の場合との比較・検討がなされている。実験の結果、水熱処理時に、藻類の無機分の一部が液相中に溶解して、水熱処理前に比べて藻類の炭化物の持つ触媒効果がある程度減少するものの、水熱処理によって生成される残渣表面の孔隙率が増加してガス化反応促進効果が得られることから、水熱処理後の固体残渣から生成される炭化物も石炭の炭化物との共ガス化時に相乗効果を示すことが明らかにされている。

第4章「Investigation of coal-algae blend co-gasification behavior in the downdraft fixed bed reactor under CO₂ atmosphere」では、実験室規模のダウンドラフト型固定床ガス化装置を用いて、950℃ と 1000℃ の二つの温度において、藻類の混合比率を 10%、30% ならびに 50% と変化させて、CO₂ ガス化実験が行われている。実験の結果、藻類の混合比率が増加するほど、合成ガスの生成量が増加し、この藻類混合の相乗効果は、藻類中の高濃度の AAEM の触媒作用によるものであると結論されている。また、CO₂ 分圧が、合成ガス生成量に及ぼす影響を調べた結果、最初は CO₂ 分圧が増加するほど、合成ガスの生成量が増加するものの、一定の分圧を超えると、合成ガスの生成量が減少に転ずることが明らかにされている。

第5章「Experimental drop tube furnace co-gasification of coal-algae blend under CO₂ atmosphere」では、噴流層ガス化炉での石炭と藻類の接触状況を模擬するために、900℃、1000℃ ならびに 1100℃ で、石炭に 50% の割合で藻類を混合させた試料を用いて、自由落下炉での共ガス化実験が行われている。石炭と藻類をそれぞれ単独でガス化させた場合と、混合試料をガス化させた場合で、生成ガス中の H₂ と CO の濃度がどのように変化するか調べた結果、特に 1100℃ という最も高い反応温度において、混合試料をガス化した際に得られる CO 濃度が、石炭と藻類のそれぞれの単独ガス化で得られた CO 濃度から予想される理論的な CO 濃度を上回ったことから、気相反応においても、両種の試料を混合させた相乗効果によって、二次的な反応が促進され、CO の生成量が増加したことが推察されている。

第6章「Conclusion」では、得られた成果の総括と、今後の研究の展望が述べられている。

以上、本論文で行われた研究では、石炭に藻類を混合させてガス化することによって、藻類中のAAEMによる触媒作用によって、ガス化反応が促進される相乗効果があることが示されており、工学的に重

要な貢献があると認められ、博士（工学）の学位論文として価値あるものと判断する。