

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Hydrothermal treatment for production of value-added co-products and efficient oil extraction from microalgae
著者(和文)	TMANATCHANOK
Author(English)	Manatchanok Tantiphiphatthana
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10033号, 授与年月日:2015年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,竹下 健二,加茂 徹,高橋 史武,時松 宏治
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10033号, Conferred date:2015/12/31, 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		Manatchanok TANTIPHIPHATTHANA	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	吉川 邦夫	教授	審査員	高橋 史武	准教授
	審査員	竹下 健二	教授			
		加茂 徹	連携教授			
		時松 宏治	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Hydrothermal treatment for production of value-added co-products and efficient oil extraction from microalgae」と題し、微細藻類に対して、水熱処理を行うことによって、効果的に油分を抽出してバイオディーゼル燃料を製造すると共に、副生成物である固体残渣と水溶性残渣の有効利用を同時に行うことを目的として、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、最初に、バイオマスの代替エネルギーへの様々な変換技術について概観し、水熱処理技術の原理を紹介している。そして、経済性を有するように、水熱処理を用いて、副生成物を有効利用しながら、微細藻類から油分を抽出してバイオディーゼル燃料を製造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「Influences of reaction conditions on HTT products」では、ラボ規模の水熱処理実験装置を用いて、微細藻類からのバイオオイルの抽出実験が行われている。最初に、水熱処理の反応温度と反応時間が、バイオオイル、固体残渣、水溶性残渣ならびにガス状生成物の生成量に及ぼす影響が検討されている。反応温度が230℃、反応時間が60分の時に、3.5%という最大のバイオオイル収率が得られ、同時に、エネルギー回収率も最大値の37.3%が得られたことが報告されている。また、バイオオイルの発熱量は、反応温度が230℃、反応時間が60分の時に、36MJ/kgという最大値が得られ、その値は、酸素濃度ではなく、灰分の含有量に主に依存することが示されている。栄養素の挙動については、窒素分はその大部分が、水溶性残渣に移行し、固体残渣中に残留する窒素分は少ないものの、反応温度の上昇に伴って、バイオオイル中に移行する窒素分は増加することが見出されている。その一方で、反応温度の上昇に伴ってpH値が低下しても、水溶性残渣中に移行するリン分は増加せず、大部分のリン分は固体残渣中に残留するのに対して、カリ分は可溶性であるため、反応温度によらずに、その大部分が水溶性残渣中に移行し、固体残渣中にはほとんど残らないことが明らかにされている。

第3章「Characterization and upgrading of the bio-oil」では、最初に、抽出されたバイオオイルの元素分析が行われ、原油に比べて、酸素と窒素の含有量が多いことから、このバイオオイルから輸送用燃料を製造するためには、脱酸素と脱窒素の何らかの改質処理が必要であることが指摘されている。バイオオイルの酸値が、バイオディーゼル製造の基準値とされる0.5mg-KOH/g-oilを大幅に上回っていたことから、バイオオイル中には多くの酸性物質が含有されており、その結果として、自由脂肪酸の含有量も高いことが推定されている。自由脂肪酸の含有量が高いことから、石鹸化反応を防ぐために、酸触媒を用いたエステル交換反応によって、バイオオイル中のトリグリセライドの脂肪酸メチルエステル(バイオディーゼル)への転換が提案されている。さらに、バイオオイル中には、C16~C18の、高品質なバイオディーゼルの製造に適した多不飽和脂肪酸が含有されていることも見出している。最後に、バイオオイル中の脂肪酸の不飽和度を推定するために、ヨウ素値を測定した結果、いずれの水熱処理条件で抽出されたバイオオイルについても、バイオディーゼル燃料の基準値である120g-I/100g-oilを上回っており、空気と接触すると、酸化しやすいことが明らかにされている。

第4章「Characterization and fertilizer application of the solid product」では、固体残渣の肥料としての利用を目的として、栄養素含有量を固体肥料の基準値と比較した結果、カリウムとイオウを除くほとんどの栄養素が十分な量含有されていることが見出されている。小松菜を用いた発芽試験によって、固体残渣には植物毒性がないことが明らかにされ、25日間の室温下での小松菜の生育試験が行われている。苗丈と葉幅ならびに乾燥収量を測定した結果、小松菜の生育には窒素分が最も重要であり、化学肥料に比べて、固体残渣のほうが、より大きな生育促進効果を有することが明らかにされている。

第5章「Characterization and microalgae cultivation application of the aqueous product」では、水溶性残渣の微細藻類培養液としての利用可能性が検討されている。pH値を調整するために、水で50倍に希釈して、2週間、12時間おきに明暗を繰り返す微細藻類培養試験を行い、蒸留水及び標準培養液との培養性能の比較を行った結果、蒸留水に比べると蛋白質、炭水化物、脂質共に生成量が上回り、水溶性残渣の培養液としての効果が確認されたが、標準培養液と比較した場合、蛋白質の生成量は上回ったものの、炭水化物と脂質の生成量は下回ったことが報告されている。

第6章「Conclusions and recommendations」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、微細藻類に水熱処理を行うことによって、効果的に油分が抽出でき、抽出された油分は高品質のバイオディーゼル燃料に転換できる可能を有しており、固体残渣については有機肥料としての利用が、また、水溶性残渣については、微細藻類の培養液として利用が可能であることが明らかにされており、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。