

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	粗非食用油を原料としたバイオディーゼル燃料製造における反応操作
Title(English)	
著者(和文)	林知輝
Author(English)	Tomoki Hayashi
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9240号, 授与年月日:2013年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:江頭 竜一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9240号, Conferred date:2013/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:Ryuichi Egashira
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	国際開発工学	専攻	申請学位 (専攻分野):	博士 (工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of
学籍番号:			指導教員 (主):	江頭 竜一
Student ID Number			Academic Advisor(main)	
学生氏名:	林 知輝		指導教員 (副):	
Student's Name			Academic Advisor(sub)	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「粗非食用油を原料としたバイオディーゼル燃料製造における反応操作」と題し、6章よりなる。第1章「結論」では、まずバイオディーゼル燃料に関する現状、原料としての非食用油および製造プロセスにおける反応の重要性について概説し、ついでこれらに関する既往の研究をまとめたのち、本研究の目的と意義を述べた。

第2章「バイオディーゼル燃料製造の反応操作における液液分散状態」では、液液不均一反応系における物質移動速度および反応速度に影響を及ぼす液液分散状態について検討した。すなわち、回分式攪拌槽において非食用ジャトロファ油等の主成分の一つであるトリオレインとメタノールを用いて分散系の型、分散相滴径、ならびに比接触面積を測定した。まず反応が無視できる条件において、メタノール量の増加により分散系は油中水滴(W/O)型から水中油滴(O/W)型に変化し分散相滴径が小さくなった。ついで、これら分散状態に対する反応の影響を検討し、反応中は常に液液不均一系であり、エステル交換においては反応の進行に伴い分散相滴径は小さくなった。

第3章「粗原料油の回分遊離脂肪酸除去」では、粗ジャトロファ油、粗パーム油等を原料として、前処理における遊離脂肪酸の除去について実験的に検討した。まず、アルカリにより遊離脂肪酸を中和して塩にする方法(中和法)と酸を触媒として遊離脂肪酸をエステル化する方法(エステル化法)を比較し、粗油を原料とした場合においてはバイオディーゼル燃料製品の収率が高い後者のエステル化法による前処理が有効であった。ついで、回分式攪拌槽においてオレイン酸をモデル原料油としてこれをエステル化法により処理する場合の、反応速度定数および反応平衡定数を実測した。これより、第2章で得た液液2相間の比接触面積に基づいた不均一反応を考慮することにより実験結果を良好に表せた。

第4章「モデル原料油の回分エステル交換」では、回分式攪拌槽を用いて、アルカリ触媒によるトリオレインとメタノールのエステル交換に対する諸条件の影響について検討した。第2章で得た液液2相間の比接触面積に基づいた不均一反応を考慮することにより実験結果を良好に表せた。反応平衡定数および反応速度定数は、反応温度および水相中の触媒濃度により相関され、攪拌速度およびメタノール量には影響されなかった。

第5章「向流多段反応操作を用いたバイオディーゼル燃料製造プロセス」では、エステル化法による原料油からの遊離脂肪酸の除去ならびに前処理済み原料油のエステル交換に対する向流多段反応操作の適用を検討した。すなわち、第2章から第4章までの実測結果に基づいた計算により、我が国、欧州、等で採用されている規格を満足するバイオディーゼル燃料を製造するに要する運転条件を推算した。まず、反応装置の向流多段化により、遊離脂肪酸の除去ならびにエステル交換のいずれにおいても必要なメタノール量および反応温度を低下できた。特にエステル交換においては、一般に化学量論比の2倍程度が経験的に最適とされている所要メタノール/原料油比を、反応操作を向流2段とするのみで化学量論比程度に低減でき、その後の回収するメタノール量も大幅に低減できた。ついで、精製油を原料とする、すなわち前処理において遊離脂肪酸除去を含まない既存の一般的なプロセスと比較しても、本論文で提案しているプロセスにおいては粗非食用油を原料とすることが可能である上に所要メタノール量が低減でき、有利であった。

第6章「総括」では、前章までの結果を総括した。

以上より、本論文は、研究室規模の装置を用いた実験結果およびこれらに基づく計算から、粗非食用油を原料とするバイオディーゼル燃料製造に対して各種反応操作の改良により効率化した製造プロセスを提案し、その実用可能性を示した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	国際開発工学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
学籍番号 : Student ID Number			指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	江頭 竜一
学生氏名 : Student's Name	林 知輝		指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Efficient biodiesel fuel production process from crude and inedible oils was studied to improve reaction operation for the free fatty acid removal as feed pretreatment and transesterification. First of all, liquid-liquid dispersion system, which effects to mass transfer rate and reaction rate in liquid-liquid heterogeneous system, was studied. Triolein and methanol were dispersed in stirred vessel to measure the type of dispersion, drop size and specific interfacial area. In the case without reaction the type of dispersion changed from W/O to O/W type, and the drop sizes of dispersed phase decreased. Effects of reaction on dispersion states were studied, and the drop sizes of dispersed phase were smaller with proceeding reaction. Second, free fatty acid removal from some kinds of model feed oils as feed pretreatment was studied experimentally. Comparison of neutralization of free fatty acid by alkali and esterification of free fatty acid to fatty acid methyl ester with methanol using acid catalyst was carried out, and latter was better from crude oil because of higher yield of biodiesel fuel products. Oleic acid as feed of free fatty acid was esterified in stirred vessel with methanol to estimate equilibrium constants and reaction rate constants. Third, triolein as feed oil was transesterified with methanol by using sodium hydroxide as alkali catalyst. The standard type stirred vessel was used to measure the equilibrium constants and reaction rate constants were measured. They were collated with reaction temperature and catalyst concentration in aqueous phase, and affected by stirring velocity and methanol amount. Last, the free fatty acid removal by esterification and transesterification using the countercurrent multistage reactor system were computationally simulated with the obtained constants. In both case, reactor staging decreased required amount of methanol and reaction temperature substantially. Compared with conventional biodiesel fuel production process from edible oil without free fatty acid removal, proposed process could use crude and inedible oil as feed oil and reduced required amount of methanol.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).