

氏 名	なか むら かず お 中 村 一 夫
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学位記番号	論 エ ネ 博 第 44 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	廃食用油のディーゼル燃料への循環利用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 塩路昌宏 教授 坂 志朗 教授 石山拓二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、廃食用油を有効利用するバイオディーゼル燃料の実用化に向けて、廃棄物として処理されていた廃食用油の回収から燃料化、ディーゼル車でのクリーン使用、燃料製造過程における廃棄物の再資源化に至る、各段階での影響要因の解明と技術的な対応策に関する研究成果をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章の緒論では、廃食用油のディーゼル燃料への循環利用であるバイオディーゼル燃料化事業について、この事業に関する意義や関連法の状況、さらにはバイオディーゼル燃料と原料油脂の物理化学的性状や廃食用油の賦存量などを含めて概論するとともに、新油を原料として先進的に燃料化に取り組む欧米の状況と我が国との違いを明らかにし、問題点と課題を整理するとともに、それらを踏まえて本研究において解明すべき事項および論文の目的を示している。

第2章では、排出源まで遡った廃食用油の排出実態を調査し、廃食用油の特性指標として測定が容易な酸価やヨウ素価と、遊離脂肪酸や飽和・不飽和脂肪酸組成との関連性について示すとともに、個別排出源から最終混合段階に至るこれら性状の変動係数の変化および混合による均質化効果を明らかにしている。さらに、原料である廃食用油と転換後のバイオディーゼル燃料品質の関連性を調査し、燃料化プロセスにおいて燃料品質に大きく影響する廃食用油の性状を明らかにしている。

第3章では、実車走行で生じた車両への影響を調査し、バイオディーゼル燃料に含まれるグリセリンなどの不純物や主成分であるエステル類が燃料供給系や噴射系に及ぼす影響を示すとともに、湿式洗浄方式による品質の改善や燃料パイプなどの使用材質の変更が短期及び長期的な車両影響低減に効果的であることを明らかにしている。さらに、実車走行において得られた知見や国内外の燃料規格等を参考に、バイオディーゼル燃料の暫定規格(京都市スタンダード)の策定に技術的根拠を与えている。

第4章では、高品質で高収率な燃料製造条件について調査し、モノグリセリドなどの反応中間生成物の少ない高品質化の反応条件として、エステル交換反応の2段化やメタノールや触媒などの最適添加量を示すとともに、燃料化の収率に影響のあるエマルジョン化の要因とその防止対策として、反応によって生じるグリセリド類よりもカリウムセッケンの影響が大きいことを明らかにし、カリウムセッケンの生成抑制と除去が重要であることを示している。

第5章では、反応中間生成物の含有量が異なる燃料による排ガスの臭気及びダスト調査を実施し、未反応油が排ガス中の臭気濃度、アルデヒド類、粒子状物質などに影響を与えることを明らかにするとともに、軽油使用時との比較で排ガス中のNOxの顕著な増加は認められないことや、酸化触媒を装備した新短期排出ガス規制適合車では、排ガス中の臭気やダスト類が大きく低減されることを示している。

第6章では、バイオディーゼル燃料の低温流動性、酸化安定性などの要因と品質改善対策について調査し、飽和脂肪酸メチルエステルが多いと流動点、目詰まり点が上昇し低温流動性が悪化すること、不飽和脂肪酸メチルエステルが多いと酸化安定性が悪くなること、などを確認している。さらに、それぞれの品質改善対策として、適切な添加剤による品質改善効果を示している。

第7章では、燃料製造過程から排出される廃グリセリンの適正処理や再資源化方法について提案するとともに、とくにメ

タン発酵の回分試験及び連続試験の結果からバイオガス化の可能性を示し、連続発酵槽内の窒素・リン比率を維持する目的で生ごみとの混合投入の必要性を明らかにしている。

第8章の結論では、本研究で得られた成果を要約し、これらの知見が廃食用油からのバイオディーゼル燃料化事業に取り組む全国自治体に対する貴重な指針を与えることを記述するとともに、この事業を円滑に普及させるために解決すべき今後の課題と方向性についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、廃食用油を有効利用するバイオディーゼル燃料の実用化に向けて、廃食用油の回収から燃料化、ディーゼル車でのクリーン使用、燃料製造過程における廃棄物の再資源化に至る、各段階での影響要因の解明と技術的な対応策を示すことを目的として行ったもので、主な成果は以下の通りである。

- 1) 排出源まで遡った廃食用油の排出実態を調査し、個別排出源では変動係数が大きく、混合による均質化が重要であることを示すとともに、燃料化プロセスにおいて品質に大きく影響する廃食用油の性状とバイオディーゼル燃料への転換の要件を明らかにした。
- 2) 実車走行での車両影響について調査し、バイオディーゼル燃料に含まれるグリセリンなどの不純物やエステルが短期及び長期的に影響すること、湿式洗浄方式による燃料品質の改善や燃料供給系統の使用材質の変更が効果的であること、などを示した。
- 3) 燃料製造条件を調査し、モノグリセリドなど反応中間生成物の少ない高品質化の反応条件として、エステル交換反応の2段階化やメタノール触媒などの最適添加量を明らかにするとともに、エマルジョン化には反応によって生じるグリセリド類よりもカリウムセッケンの影響が大きく、その生成抑制と除去が重要であることを示した。
- 4) 品質性状の異なる燃料での排ガス調査により、反応中間生成物が排ガス中の臭気濃度、アルデヒド類、粒子状物質などに及ぼす影響を示すとともに、酸化触媒を装備した車両では、排ガス中の臭気やダスト類が大きく低減されることを明らかにした。
- 5) バイオディーゼル燃料の低温流動性、酸化安定性について調査し、飽和脂肪酸含有量が多くなると流動点、目詰まり点が増加して低温流動性が悪化すること、保存期間が長いと不飽和脂肪酸が増加して酸化劣化が進むこと、などを確認するとともに、それぞれに対して適切な添加剤による品質改善の効果を示した。
- 6) 燃料製造過程から排出される廃グリセリンの再資源化について、メタン発酵によるバイオガス化の可能性および連続発酵における生ごみとの混合発酵の必要性を示した。

以上、本研究は我が国において特徴的な廃食用油のディーゼル燃料利用の実用性を示したもので、バイオディーゼル燃料の品質規格策定への技術的根拠を与えるとともに、同様の事業に取り組む全国自治体に対する貴重な指針となるなど、得られた知見は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年2月13日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。