



ORIGINAL PAPER

원저

폐식용유를 이용하여 제조한 바이오디젤(BD100, BD20)의 품질기준 평가

나성주[†], 전병관

동신대학교 대학원 환경공학과[†], 동신대학교 환경공학과 교수
(2009년 2월 11일 접수, 2009년 3월 2일 채택)

Evaluation of Quality Standards of Bio-Diesel (BD100, BD20) Manufactured Using Waste Frying Oil

Seong-Joo Na[†], Byung-Gwan Jeon

The Graduate School of DongShin University[†], Environmental Engineering, DongShin University

ABSTRACT

Biodiesel is estimated to be the best recycling energy source as an alternative fuel for transportation vehicles which represents the biggest share of greenhouse effect gas exhausts. Thus, in order to widely expand use of biodiesel and to enhancement its reliability, studies on quality improvement of biodiesel is needed. In this study, we have produced biodiesel (BD100, BD20) through esterification reaction using raw material of waste frying oil and analyzed compatibility with 24 items of quality criteria. As waste frying oil has high contents of unsaturated fatty acid such as Oleic acid, Linoleic acid and Linolenic acid, it is confirmed that there is no problem in using the same as a raw material of biodiesel. The result of analyzing the quality criteria items of biodiesel showed that it satisfied all the quality criteria except the oxidation stability of BD100, which was 2 hours, fatty acid methyl ester of BD20, which was 18.6w% and the filter plugging point, which was -5°C . We believe that it will contribute to improved utilization of waste resources as alternative energy if studies on technology to improve quality of some items are provided.

Keywords : Biodiesel, Greenhouse effect gas, Esterification, Oxidation stability, Filter plugging point

[†]Corresponding author : mrskylake@hanmail.net

초 록

바이오디젤은 온실가스 배출의 큰 비중을 차지하는 수송용 차량의 대체연료로서 가장 우수한 재생에너지 원으로 평가되고 있다. 그러므로 바이오디젤의 폭넓은 확대와 신뢰성 향상을 위해서는 바이오디젤의 품질 개선에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 폐식용유를 원료로 에스테르화 반응을 통해 바이오디젤(BD100, BD20)을 제조한 후 품질기준 24개 항목의 적합성 여부를 분석하였다. 폐식용유와 바이오디젤은 Oleic acid, Linoleic acid, Linolenic acid과 같은 불포화 지방산의 함량이 높아서 바이오디젤의 원료로 사용해도 이상 없는 것으로 확인되었다. 바이오디젤 품질기준 항목 분석 결과 BD100의 산화안정도는 2시간, BD20의 지방산메틸에스테르 18.6w%, 필터막힘점 -5°C 로서 기준범위에 미달하였으나 나머지 항목들은 품질기준에 적합한 것으로 나타났다. 일부 항목에 대한 품질개선 기술에 대한 연구가 뒷받침되면 폐자원을 이용한 대체에너지로서의 활용도 향상에 기여 할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 바이오디젤, 온실가스, 에스테르화 반응, 산화안정도, 필터막힘점

1. 서론

세계 각국의 경제성장 위주 개발정책으로 인한 화석연료 사용 증가는 한정된 에너지 자원의 고갈 위기에 직면하였다. 특히 막대한 에너지 자원을 상당부분 수입에 의존하고 있는 우리나라의 현실로서는 대체 에너지 개발과 관련된 연구와 노력이 더 이상 미룰 수 없는 현안임을 부각시킨 계기가 되었다. “기후변화에 관한 정부간 위원회(Intergovernmental Panel on Climate Change)”가 발표한 보고서에 의하면 ‘기후 변화가 자연적인 요인이 아닌 인간에 의한 공해 물질에서 비롯된 것이며, 공해 물질이 현재 추세로 배출되면 21세기 안에 앞서 1만 년 동안 겪었던 피해보다 심각한 기후 변화와 기상이변이 올 것’이라고 평가한 바 있다¹⁾. 따라서 이를 대체 할 수 있는 청정 대체연료의 개발과 기술이 필요하며, 그 대표적인 것이 자연계의 바이오매스(Biomass)로부터 만들어지는 지속가능한 에너지원인 바이오연료이다^{2),3)}. 그 중 바이오디젤(BioDiesel)은 경유와 물성이 유사하고 연소시 유해 배출가스가 거의 발생하지 않으며, 폐식용유 같은 폐자원을 활용 할 수 있다는 장점이 있다⁴⁾. 그러나 원료확보의 어려움과 정유사의 이해관계, 품질에 대한 불신 등 여러 이유로 보편화된 유럽과 비교할 때 국내 보급은 아직 부족한 실정이다⁵⁾. 특히, 원료 확보 문제는

중요한 요인으로 “녹색성장”을 위한 환경적 측면을 고려할 때 폐식용유를 이용한 바이오디젤의 제조는 부가가치 창출을 위한 재활용 방안으로서도 적절하다. 국내로 수입되는 식용유는 대략 연간 100만톤을 상회하며 약 20만톤 정도 폐기되는 것으로 추정된다. 이는 토양과 수질을 오염시키는 한 요인이 되고 있다. 그러나 폐식용유는 간단한 알코올 분해와 에스테르 교환 반응에 의해 유용한 지방산 메틸에스테르로 전환하여 바이오디젤을 제조 할 수 있으며 공업적 활용가치가 높은 글리세린도 부산물로 얻을 수 있다⁶⁾. 본 연구에서는 폐식용유를 이용하여 바이오디젤을 제조한 후 품질기준과 주요 항목들의 적합성을 비교 분석함으로써, 폐자원의 부가가치 창출을 위한 품질 개선의 기초자료로 삼고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 바이오디젤의 제조

바이오디젤 제조를 위해 D대학교 구내식당에서 조리 후 폐기되는 폐식용유(대두유 99.99%)를 재료로 사용하였다. 조리과정에서 섞여 있는 불순물들은 체에 걸러 제거 한 후 사용하였다. 바이오디젤을 생산하기 위한 전이에스테르화 반응은 트리글리세라이드로 구성된 유지가 알코올과 반응하여 지방

산 에스테르와 글리세롤을 생성하는 것을 말한다⁷⁾. 반응에 사용되는 알코올에는 메탄올, 에탄올, 프로판올, 부탄올, 아밀알코올 등이 있으며, 경제적인 장점 때문에 많이 사용되는 메탄올을 반응물로 하여 생성된 바이오디젤을 지방산메틸에스테르(FAME)라고 한다. 사용되는 촉매로는 알칼리촉매, 산촉매, 효소 등이 있으며, NaOH, KOH를 이용한 알칼리촉매 전이에스테르화는 반응성이 빨라서 상업적으로 주로 이용된다⁸⁾. 알칼리촉매 전이에스테르화는 글리세라이드와 알코올이 무수 상태여야 하는데 물은 촉매와 쉽게 반응하고 비누로 전환되기 때문이다. 이는 전체 공정의 수율을 떨어뜨리고 에스테르와 글리세롤의 분리를 어렵게 만드는 요인으로 작용한다. 또한 알칼리촉매를 이용한 반응에서는 낮은 유리지방산 함량을 요구하며 많은 물과 유리지방산이 존재하면 산촉매 에스테르화 공정을 이용하는 것이 바람직한 것으로 조사된다.

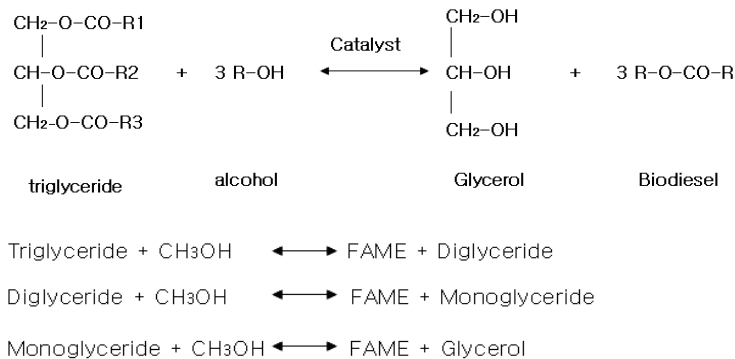
[Fig. 1]의 반응식과 같이 전이에스테르화는 3단계 가역반응을 통해 진행되며, 각 단계에서 1몰의 지방산메틸에스테르(FAME)가 생성되고 트리글리세라이드는 디글리세라이드, 모노글리세라이드, 글리세롤로 분해되는 과정을 거쳐 완성된다. 바이오디젤 제조를 위해 교반기와 온도계가 설치된 500ml 삼구플라스크를 Heating mantle을 이용하여 가열하였다. 알코올은 메탄올을 사용하였으며, 폐식용유와 메탄올의 몰비는 소규모 Batch 식 실험에서 전환율이 가장 높은 것으로 판단되는

1:6의 비율로 실험하였다. 촉매는 NaOH, 온도는 60~70°C 범위에서 진행하였다. 원활한 전이에스테르화를 위해서 Heating mantle에 삼구플라스크를 장착한 후 폐식용유 300ml를 넣고 40~45°C 정도로 약 15분 정도 가온해준다. 메탄올은 폐식용유에 비해 6몰비인 65.36g에 NaOH 3g을 용해시켜 삼구플라스크에서 가온되어진 폐식용유에 부어준 후 빠른 속도로 교반(340~350rpm)시킨다. 1시간 동안 반응 후, 분액깔때기에 옮겨 담아 상온에서 약 5분간 정치시키면 [Fig. 2]에 나타난 바와 같이 촉매와 폐식용유의 자유지방산이 반응해서 불순물을 생성하고 하부의 글리세린과 혼합되어 짙은 갈색의 침전물을 형성하는 상 분리가 일어난다. 코르크를 열어 글리세린 층을 제거하고 증류수 약 100ml를 혼합한 후, 상온에서 5분간 정치시켜 하부의 불순물을 다시 제거한다.

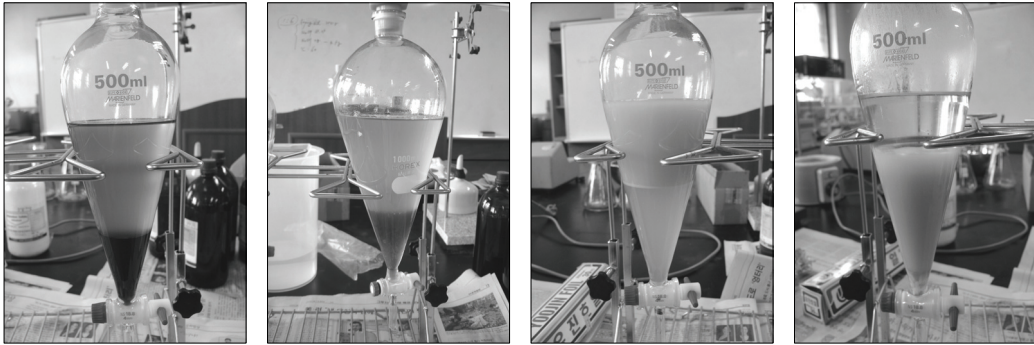
이러한 과정을 3회 반복한 후, 바이오디젤에 함유 되었을 것으로 판단되는 잔여 메탄올은 대기압에서 증류하여 제거하였다. 바이오디젤은 분석의 정확성을 위해서 Filter paper를 이용하여 미량 존재하는 침전물을 걸러준 후 분석에 사용하였다. 바이오디젤혼합유(BD20)는 기존 주유소에서 시판 중인 경유를 구입하여 비율(BD100 80%, 경유 20%)에 따라 제조하여 분석에 사용하였다.

2.2 지방산 조성분석

[Table 1]은 GC(Shimadzu GC-17A)를 이용



[Fig. 1] Transesterification of triglycerides with catalyst.



[Fig. 2] Phase separation of biodiesel.

한 지방산 조성 분석조건으로서 컬럼은 SP™-2560 capillary column, 운반가스로는 헬륨, 검출기는 FID(Flame Ionization Detector)를 사용하였다. 오븐 온도 250℃, 인젝터 온도 250℃, 검출기 온도 275℃로 하였으며 시료의 전처리를 위해서 시료 5g을 채취하여 Hexane을 가해 용기 뚜껑을 덮고 24시간 추출한 후 진공펌프로 filtering 하였다. Filtering한 용액은 용기에 넣어 회전농축기로 농축한 후 시료중의 Hexane을 제거하였다. 추출물은 톨루엔 5ml에 녹인 후 methylation 처리하여 GC로 분석하였다.

2.3 바이오디젤의 품질기준 항목 분석

바이오디젤(BD100, BD20)의 품질기준 항목 적합성 여부를 위해 시료를 “한국석유품질관리원”에

의뢰하였으며 ‘석유 및 석유대체연료 사업법’에 규정되어진 시험방법에 따라 BD100과 BD20에 해당되는 메틸에스테르함량, 동점도, 인화점 등 24가지 항목에 대해 각각 분석을 실시했다^{9),10),11)}.

3. 결과 및 고찰

3.1 폐식용유의 물성

[Table 2]는 폐식용유의 물성치를 나타낸 것으로 산가(Acid value) 2.4 과산화물가(Peroxide value) 4.0으로서 대두유가 주원료인 식용유를 음식물 조리에 사용한 후 수거하였지만 산화 진행은 낮은 것으로 나타났다. 요오드가(Iodine value)는 값이 커질수록 산화와 부패가 빨라진다고 알려져 있으며, 폐식용유의 요오드가는 130.8을 나타냈다.

[Table 1] Operational Conditions of Gas Chromatography

GC operating condition	
Chromatographic system	Shimadzu GC-17A
Detector	FID
Column	SP™-2560 capillary column (100m length × 0.25mm I.D × 0.25μm film thickness)
Inlet Temperature	250℃
Injection Volume	3μl
Carrier Gas	He
Detector Temperature	275℃
Analytic time	80 min/1 sample

일반적으로 요오드가는 포화지방산 조성이 높은 팜유(Palm oil)의 경우 45~56, 불건성유(Olive oil, Peanut oil)는 70~100, 반건성유(Rape oil, Corn oil)는 110~120, 건성유(Soybean oil, Sunflower oil)는 120~150 정도 범위를 나타낸다.

는 52분 경과시 cis-11-eicosenoic acid(C20:1)이 각각 분리된다. (Fig. 3)~(Fig. 6)은 폐식용유와 BD100, BD20의 지방산 분리 크로마토그램을 나타낸 것으로 48~55분 사이의 구간에서 위와 같은 다량의 지방산이 분리됨을 알 수 있다.

[Table 2] Properties of the Waste Frying Oil

Item	Analysis result
Acid value (mg/g)	2.4
Peroxide value (mg/kg)	4.0
Iodine value (mg/g)	130.8
Moisture (%)	0.07

3.2 지방산 조성 분석

[Table 3]은 폐식용유로 제조한 바이오디젤의 지방산 조성 분석 결과로서, 분리 결과 대두유 성분이 함유된 폐식용유를 원료로 제조한 바이오디젤은 모두 Oleic acid, Linoleic acid, Linolenic acid과 같은 불포화 지방산의 함량이 높은 것을 알 수 있으며, 바이오디젤의 원료로 사용해도 이상 없는 것으로 판단된다. 대부분 48~55분 사이에서 지방산의 분리가 활발히 이루어지는 것으로 나타났다.

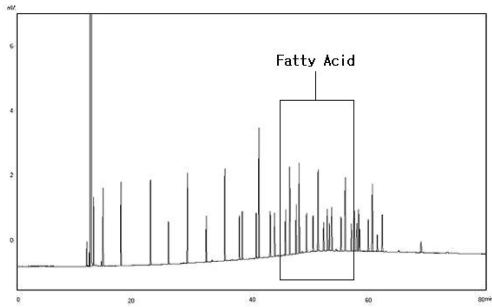
BD20은 14분 경과 후 Caproic acid methyl ester(C6:0)가 미량 분리되며, BD100과 폐식용유

3.3 바이오디젤의 품질기준과 관련한 주요 항목 분석¹¹⁾

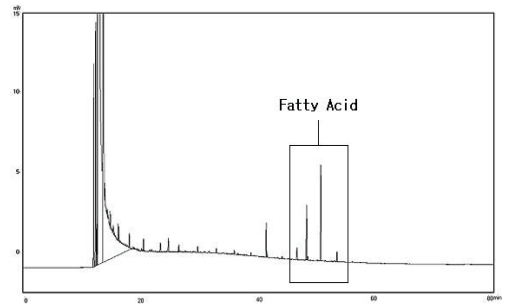
[Table 4]는 바이오디젤(BD100, BD20)의 품질기준 항목 분석 결과로서 BD100의 산화안정도와 BD20의 지방산메틸에스테르 함량, 펄터막힘점 항목이 규격에 미달한 것을 제외한 모든 항목에서 품질기준에 적합한 것으로 분석됐다. 일부 항목이 기준에 미달된 것은 폐식용유 중에 바이오디젤로의 전환 가능한 양이 일반 식물성 기름보다 적기 때문인데, 그 중에서 가장 중요한 물질들이 폐식용유가 고온에서 음식조리에 사용되어 트리글리세라이드들이 서로 붙어 고분자를 형성하기 때문이다. 산화안정도가 기준치인 6시간 보다 낮은 것은 식물유 제조 과정에서 포함 되어진 천연 산화방지제(anti-oxidant)가 에스테르화 과정에서 제거되었기 때문으로 조사된다¹²⁾. 이러한 식물유 특유의 단점은 바이오디젤유(BD20)에 다양한 첨가제를 혼합해 사용함으로써 일부 보완하고 있지만, 차량 연료로 사용시 근본적인 문제 해결을 위한 지속적인 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

[Table 3] Fatty acid Composition of Waste Frying Oil Biodiesel (BD100, BD20)

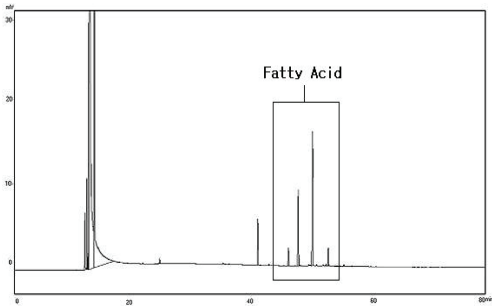
Fatty acid	BD100	BD20	Waste frying Oil
Caproic Acid Methyl Ester(C6:0)	0.000	5.753	0.000
palmiric acid (C16:0)	11.441	12.278	11.642
Stearic acid (C18:0)	4.203	4.440	4.206
Saturates	15.644	22.471	16.002
Oleic acid (C18:1n9c)	22.163	21.282	21.692
cis-11-Eicosenoic acid (C20:0)	0.622	0.000	0.609
Monoenes	22.785	21.282	22.300
Linoleic acid(C18:2n6c)	55.056	50.097	54.555
Linolenic acid(C18:3n3)	6.512	6.143	6.638
Polyenes	61.568	56.240	61.696



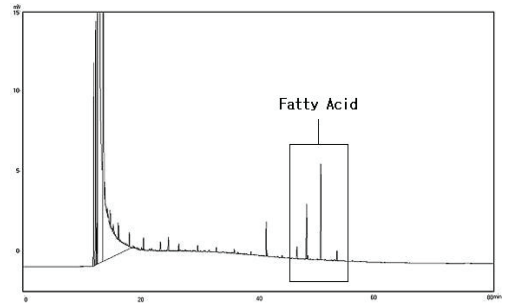
(Fig. 3) Separation of the standard fatty acid by GC.



(Fig. 4) Separation of the waste frying oil by GC.



(Fig. 5) Separation of the BD100 by GC.



(Fig. 6) Separation of the BD20 by GC.

각 항목에 따른 특성과 분석 결과는 다음과 같다.

3.3.1 지방산메틸에스테르

바이오디젤의 주성분으로서 지방산메틸에스테르 함량은 에스테르화 반응의 완성 정도를 나타내며 물비, 촉매의 종류, 반응온도, 반응시간, 물 함량, 원료의 지방산과 같은 인자들이 에스테르의 함량에 많은 영향을 준다. 점도의 증가는 차량의 연료 분사계통에 카본 퇴적을 유발하고 분무 효과를 감소시킨다고 보고된다. 분석결과 BD100은 97.6w%이상, BD20은 기준치에 미달되는 18.6w%를 나타냈다.

3.3.2 유동점

연료가 응고하여 유동하지 않게 되는 온도를 말하며, 한냉지에서 사용시 중요한 지표가 된다. 포화지방산 조성이 높은 유지를 원료로 하는 경우 주의해야 하며, 반응 중간체인 모노글리세라이드는

지방산 메틸에스테르보다 융점이 높기 때문에 에스테르교환 반응이 불충분한 경우에 저온 유동성은 악화되기도 한다. BD20에서만 해당되는 항목이며 분석결과 -12.5°C 를 나타냈다.

3.3.3 인화점

발화하는데 필요한 최저온도를 뜻하는 것으로서 인화점이 낮은 시료일수록 화재 등에 대한 위험성이 높아서 취급에 주의를 요한다. 바이오디젤유에 잔류하는 알코올은 인화점을 떨어뜨리고 연소특성을 좋지 못하게 하는 원인이 되므로 잔류하는 알코올 성분을 충분히 제거해 주어야 한다. 분석결과 BD100은 180°C , BD20은 55°C 로서 기준치에 적합하였다.

3.3.4 동점도

연료의 점성을 나타내는 지표로서 식물유를 에스테르 처리하는 것도 점도를 감소시켜 차량의 기관

[Table 4] Quality Properties of BD100 and BD20

Item	Specification			
	Quality Standard		Test result	
	BD100	BD20	BD100	BD20
Fatty Acid Methyl Ester (Vol.%)	> 96.5	20.0±3 (winter: 10±3)	97.6	18.6
Pour point (°C)	—	< 0.0 (winter: < -17.5)	—	-12.5
Flash point (°C)	> 120	> 40	180	55
Kinematic viscosity (40°C, mm ² /s)	1.9~5.0	1.9~5.5	4.335	2.674
Distillation property (90% effluence, °C)	—	< 360	—	343.6
Carbon residue (on 10% distillation residue)	—	< 0.15	—	0.13
Carbon residue (w%)	< 0.1	—	0.02	—
Sulfur content (mg/kg)	< 10	< 30	2	5
Ash (w%)	< 0.01	< 0.02	0.001	0.001
Cetane number (Cetane Index)	—	> 45	—	53
Copper strip corrosion (100°C, 3h)	< 1	< 1	< 1	< 1
Cold filter plugging point (°C)	< 0	< -16	-2	-5
Density @15°C (kg/m ³)	860~900	815~845	885.7	839.7
Water (w%)	< 0.05	—	0.011	—
Solidity impurities (mg/kg)	< 24	—	15	—
Water and sediment (v.%)	—	< 0.02	—	< 0.005
Acid value (mg KOH/g)	< 0.5	< 0.10	0.01	0.01
Glycerin (w%)	< 0.24	—	0.03	—
Oxidation stability (110°C, h)	> 6	—	2	—
Methanol (w%)	< 0.2	—	< 0.01	—
Metal (mg/kg)	(Na+K)	< 5	—	0.4
	(Ca+Mg)	< 5	—	0.4
Phosphorous (mg/kg)	< 10	—	0.3	—
Lubricity @ 60 (HFRR wear scar dia, μm)	—	< 460	—	168

에 대한 유동특성을 개선하기 위한 것이다. 식물유의 점도는 경유보다 약 10~15배 더 크지만 에스테르화 반응을 거치면 경유에 비해 약 2배의 점도를 가진 에스테르를 생성한다. 높은 점도는 차량의 엔진 수명의 감소와 밀접한 관련을 맺고 있다. BD100은 4.335mm²/s, BD20은 2.674mm²/s로 분석되어 기준 범위에 적합하였다.

3.3.5 증류성상(90% 유출온도)

증류범위는 계산된 세탄지수를 찾는데 사용될 수 있으며, 비등점들이 상이한 성분들과 다른 물질들의 존재여부를 나타낸다. 높은 비등점 성분의 존재는 고체 퇴적물 형성에 영향을 미친다. 또한 비등점 범위는 연료의 인화점과 저온유동특성을 나타내며 안정성, 저장성 문제와도 관련을 맺고 있다. BD20에서만 규정되며 분석결과 343.6°C로 나타났다.

3.3.6 잔류탄소분

엔진 내 탄소퇴적물을 형성하려고 하는 연료의 성향을 말한다. 글리세라이드, 자유지방산, 지방산 알칼리 금속염, 잔류촉매 등 불순물들이 해당되며 엔진계통에 퇴적시 마모를 증가시켜 엔진 수명감소, 연비 감소를 발생한다. BD100은 0.02w%, BD20은 0.13w%로 분석되어 기준치에 적합했다.

3.3.7 황분

연료중의 황분은 입자상 물질의 증가나 산성비의 원인이 되며, 엔진 부품의 부식이나 배기후처리장치의 열화에도 영향을 주므로 엄격한 규제대상이 되고 있다. 분석결과 BD100은 2mg/kg, BD20은 5mg/kg로 나타났다.

3.3.8 회분

시료를 연소시킨 후 775℃에서 완전히 회화한 것을 말하며 연료에 잔류할 때, 연소실내에 축적되어 실린더나 피스톤의 마모를 가져온다. BD100과 BD20에서 모두 0.001w%이하로 분석됨으로서 기준치 범위에 합당하였다.

3.3.9 세탄가

연료의 자기착화성을 나타내는 지표로서 압축착화기관의 안티노크성에 영향을 준다. 점화점이 낮은 연료일수록 착화성이 뛰어나 세탄가는 높아진다. BD20에 해당되는 항목으로 분석결과 세탄가의 값은 53으로 나타났다.

3.3.10 동판부식

연료 속에 함유된 임의의 황 화합물은 부식을 활발하게 하며 저장, 취급함에 있어 문제를 발생시킨다. 이러한 부식은 연료와 직접 접촉하는 엔진 부품들의 작동성에 영향을 준다. BD100과 BD20에서 모두 1이하로 분석되었다.

3.3.11 필터막힘점

왁스성분이 연료에서 침전되어 필터를 막히게 하는 온도로서 높은 필터막힘점은 연료 탱크 내에서 작동성에 영향을 주며 저장·보관하는데 어려움을

준다. BD 100은 -2℃으로 기준치에 적합했으나 BD20은 -5℃로 미달됐다.

3.3.12 밀도

일반적으로 경유의 밀도는 835kg/m³ 정도지만 바이오디젤유는 877~884kg/m³ 범위이며, 최종생산물의 밀도는 원료에 따라 다르다. 에스테르화 과정에서 원료의 밀도는 감소되며 메탄올이 연료의 총 밀도를 감소시키는 원인으로 작용한다. BD100은 885.5kg/m³, BD20은 839.7kg/m³로 기준범위에 적합하였다.

3.3.13 수분·고형불순물·고형침전물

연료중 수분이나 기타 침전물들이 많이 함유되었을 때 차량 연료탱크의 부식이나 눈 막힘점 상승 등 문제를 발생한다. BD100에서 수분은 0.011w%, 고형불순물은 15mg/kg으로 나타났으며, BD20에서도 물과 침전물의 함량이 0.005v% 미만으로 분석되어 기준치에 적합하였다.

3.3.14 전산가

연료에 포함되는 유리지방산의 기준으로서 알칼리를 이용한 중화적정에 의해 평가된다. 높은 전산가는 연료계통 부품에 부식을 발생시킨다. 또한 유리지방산은 메틸에스테르보다도 동점도 및 융점이 높아 다른 연료특성에도 악영향을 미친다. BD100과 BD20에서 모두 0.01미만으로 나타났다.

3.3.15 총 글리세린

에스테르 변환반응의 부산물로서 자유 글리세린과 결합 글리세린의 합을 말한다. 총 글리세린의 양은 바이오디젤의 최종 품질을 나타내는 인자이며, 수치가 낮으면 유지가 모노알킬에스테르로의 전환이 잘 일어났다는 것을 의미한다. 높은 수치의 결합글리세린은 인젝터에 퇴적물을 야기할 수 있으며 저온에서 작동과 필터 막힘에 영향을 준다. BD100에서만 규정되며 0.03w%이하로 분석됐다.

3.3.16 산화안정도

공기나 다른 물질과의 접촉에서 산화에 대한 저

항성을 나타내는 것으로, 일정량의 공기를 흡입하며 연료를 110℃로 가열하였을 때 연료가 일정기준의 산화발열을 받기까지의 시간을 말한다. 산화하기 어렵거나 항산화제를 함유한 연료일수록 산화안정성은 높아져서 열화를 받기까지의 시간이 길어지지만 바이오디젤은 불포화도가 높은 지방산 메틸에스테르를 많이 포함할수록 산화되기 쉬워진다. BD100에만 규정되는 항목으로 기준치에 미달되는 2시간으로 나타났다.

3.3.17 메탄을

메탄올은 에스테르화 반응을 거치며 정제공정에서 충분히 제거되지 않았을 경우 잔류하며, 인화점 저하, 연료탱크 부식을 일으키는 원인이 되어 저장시 어려움을 가져온다. BD100에서 0.01w%이하로 나타나 기준치에 적합하였다.

3.3.18 알칼리금속

에스테르변환과정에서 사용된 촉매들에 의해 생겨나며 미량 존재한다. 알칼리 촉매를 이용한 의한 바이오디젤 제조공정에서는 제거가 불충분한 경우, 연료 중에 잔류하여 발생하는 회분이 연소실내에 축적되어 실린더나 피스톤의 마모를 가져온다. BD100에서 Na + K와 Ca + Mg이 0.4mg/kg이하 분석되었다.

3.3.19 인

폐식용유를 바이오디젤 원료로 사용하는 경우 원료 자체에 포함되어 있거나 육류의 조리과정에서 혼입되는 미량의 인이 잔류할 수 있다. 이는 산화촉매의 활성화를 악화시켜 배출가스 저감장치인 산화촉매장치에 악영향을 줄 수 있다. BD100에서 0.3mg/kg이하로 분석되었다.

3.3.20 윤활성

엔진계통에 영향을 주는 항목으로서 황 화합물, 질소화합물, 다환 방향족 화합물 성분 등이 윤활성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. BD20에 규정되는 항목으로서 168 μ m이하로 분석되어 기준치에 합당하였다.

4. 결론

본 연구에서는 폐식용유를 원료로 전이에스테르화를 통한 바이오디젤을 제조함으로써 품질기준 항목의 만족도를 평가하였다. 바이오디젤은 Oleic acid, Linoleic acid, Linolenic acid과 같은 불포화 지방산의 함량이 대체적으로 높은 것을 알 수 있으며, 대부분 48~55분 범위에서 분리가 이루어짐을 알 수 있다. '석유대체연료에 관한 품질기준' 항목의 분석에서 BD100은 에스테르화 반응의 완성 정도를 평가하는 지방산메틸에스테르 함량과 인화점 등 대부분 항목에서 품질기준에 적합하였으나 산화안정도는 기준치 6시간에 미달한 2시간으로 나타났다. 또한 바이오디젤혼합유인 BD20은 지방산메틸에스테르 함량과 필터막힘점이 기준치에 미달한 것을 제외하고 모두 만족하였다. 이러한 원인들은 원재료의 특성에 기인하는 것으로서 첨가제를 사용하여 단점을 보완하고 있지만, 근본적 원인에 대한 품질 개선에 다양한 시도가 이루어진다면 미래의 에너지 수요증가와 잦은 유가변동, 경제 불안정에 대처하는 대체연료로서의 바이오디젤 수요는 크게 확대될 것으로 판단되며 이는 사용자의 신뢰도 향상과 보급 확대를 위해서도 매우 중요할 것이다.

사사

본 연구는 2008년도 교육과학기술부의 원자력연구개발사업(원자력연구기반확충사업) 연구비 지원에 의하여 수행된 일부 연구로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 배철호, 기후변화협약 종합대책 평가, 국회에 산정책처, pp. 1~25 (2007).
2. 조영화, 바이오디젤, 한국과학기술정보연구원, pp. 5~7 (2005).
3. 박돈희, 산업자원부 에너지·자원기술개발사업 최종보고서, pp. 9~11 (2004).
4. 홍연기, 홍원희, "바이오디젤 공정기술과 연료특

- 성”, 한국화학공학회지, 45(5), p. 424 (2007).
5. 정재훈, 권기석, 장한수, “수송용 바이오에너지 개발과 미래”, 한국미생물·생명공학회지, 36(1), pp. 4~5 (2008).
 6. 배정환, “한국의 신재생에너지 정책과 바이오 에너지 보급정책”, 환경 친화형 바이오대체 에너지 기술개발 및 정책 심포지엄 보고서, pp. 87~104 (2006).
 7. 김승수, 김영식, 김진수, “국내 신재생에너지로서의 바이오디젤 동향과 전망”, 한국공업 화학회지, 11(3), pp. 2~3 (2008).
 8. 고태석, 정경환, “산성도가 다른 제올라이트 촉매에서 전이에스테르화 반응에 의한 폐 식용 유로부터 바이오디젤 제조”, 한국공업화학회지, 19(2), pp. 215~220 (2008).
 9. 한국석유품질관리원, 석유품질, 한국석유품질 관리원 계간지, pp. 10~25 (2006).
 10. 한국석유품질관리원, 시험분석안내, 한국석유 품질관리원 시험분석안내서, p. 12 (2008).
 11. 신재인, 바이오디젤유 품질기준(안)구축, 바이오디젤연구협의회 최종보고서, pp. 1~9 (2004).
 12. 한국에너지기술연구원, 폐유지로부터 화학촉매를 이용한 바이오디젤 제조기술 개발, 자원 재활용기술개발사업 보고서, pp. 192~197 (2006).
 13. 강익중, 정충섭, “국내 자동차 경유의 성장과 세탄가”, 한국화학공학회지, 38(3), pp. 350~353 (2000).
 14. 한국에너지기술연구원, 대두 바이오디젤 혼합연료(BD20)의 기관차 연료로 적용연구, 산업자원부 에너지·자원기술개발사업 최종보고서, pp. 41~49 (2007).
 15. 박돈희, “회분식 바이오디젤 생산공정기술의 실증연구” 산업자원부 에너지·자원기술개발사업 최종보고서, pp. 106~112 (2006).

