

디젤기관의 대체연료로서 미강유의 특성 연구(II)

A Study on Characteristics of Rice Bran Oil as an Alternative Fuel in Diesel Engine(II)

최 승 훈*, 오 영 택**
Seunghun Choi, Youngtaig Oh

ABSTRACT

In this study, it was tried to analyze not only total hydrocarbon but individual hydrocarbon components from C₁ to C₆ in exhaust gas using gas chromatography to seek the reason for remarkable differences of smoke emission of diesel fuel, esterfied rice bran oil and blended fuel(esterfied rice bran oil 20vol-% + diesel fuel 80vol-%). Individual hydrocarbons(C₁~C₆) as well as total hydrocarbon of esterfied rice bran oil is reduced remarkably compared with diesel fuel. Although smoke emission of esterfied rice bran oil reduced remarkably compared with commercial diesel fuel, NOx emission of esterfied rice bran oil and blended fuel was increased slightly at high loads and speeds. And, it was tried to reduced NOx emission of them by exhaust gas recirculation(EGR) method. Simultaneous reduction of smoke and NOx emission was achieved with the combination of esterfied rice bran oil and EGR method in consequence.

주요기술용어 : Rice bran oil(미강유), Oxygenated fuel(함산소연료), Alternative fuel(대체연료), Biodiesel fuel(바이오디젤유), Gas chromatography(가스 크로마토그래피)

1. 서 론

21세기의 지구촌개념을 공유하는 문명의 이기속에서 연소라는 화학적인 반응을 이용하여 열에너지를 기계적 에너지로 변환하여 동력을 얻을 수 있는 대표적인 기구로서 내연기관은 발전을 거듭하여 왔다. 이 중에서도 디젤기관은 높은 열효율을 낼 수 있고, 저급연료까지도 사용할 수 있으며, 또한 타 기관에 비해 고효율을 낼 수 있어 그 수요가 증가되는 추세에 있지만, 기관 특성상 연소 후 배출되는 매연으로 인하여 전 지구

촌적인 대기오염의 주범으로 주목¹⁾받고 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위한 방안을 크게 대별하면 기관 자체의 개선 방향과 연료의 성상 변화에 의한 배기배출물의 저감을 시도하고자 하는 것이다. 우선 기관 자체의 개선 방향으로는 고압분사, 분사시기 및 공급량 제어, 촉매 사용, 연소실 형상 변화 및 최근의 연료 공급 방법인 커먼레일 방식 등을 이용하여 연소개선과 배기배출물 저감을 시도하고자 하는 것이다. 연료 성상 변화에 의한 배출가스 저감 방법으로는 기존 경유에 함산소연료인 DGM(diethylene glycol dimethyl ether), MTBE(methyl tert-butyl ether) 및 EGBE(ethylene glycol mono-n-butyl ether) 등을 첨가제로

* 회원, 전북대학교 대학원

** 회원, 전북대학교 기계공학과 자동차신기술 연구소

사용하여 배출가스를 저감시키고자 하는 방법과 바이오메스 계열인 각종 식물유를 이용한 배출가스 저감 방법 등으로 구분할 수 있다. 이 중에서도 디젤기관의 대체연료로서 각종 식물유를 이용하려는 시도는 수많은 연구가 진행되고 있으며, 콩기름, 유채기름 등은 일부 실용화되어 사용되고 있는 실정²⁾이다. 이와 같은 디젤기관의 대체연료 중에서 뮈트 등^{3,4)}은 이전의 연구에서 에스테르화한 미강유를 디젤기관의 대체연료로 사용하기 위하여 경유와 혼합하여 사용할 경우 미강유의 혼합에 따른 기관성능 및 배기특성을 조사하였다. 실험결과 기관출력 및 에너지 소비율의 측면에서 경유와 유사한 경향을 보인 반면 매연이 현저히 저감되어 미강유가 디젤기관의 대체연료로서의 이용가능성을 확인하였다. 그런데, 디젤기관의 배기배출물에 대한 대부분의 연구들은 통상적인 배기가스 분석기에 의한 THC나 PM의 배출량 측정이 대부분이어서 배기가스 중의 각 구성성분에 대한 정확한 정량적인 구성정보를 얻을 수 없었다. 따라서 배기가스 중의 각 성분이 매연 배출농도에 미치는 영향을 면밀하게 파악할 수가 없었으나 최근 가스 크로마토그래피를 이용하는 방법이 사용⁵⁾되고 있다. 登坂 등⁶⁾은 각종 탄화수소로 구성된 연료는 연소실내에서 우선 저급 탄화수소로 열 분해되어 일산화탄소 및 수소를 경유하여 탄산가스 및 수증기로 될 때까지 산화하며, 저급 탄화수소의 일부는 중합하여 원래의 탄화수소보다 고급인 탄화수소로 생성되는 것으로 보고하고 있으며, 일반적으로 탄소수가 4 이하인 경우를 저비등점 탄화수소로, 5 이상인 경우를 고비등점 탄화수소로 정의하고 있다.

또한, NOx 배출에 미치는 배기가스 재순환(exhaust gas recirculation, 이하 EGR)의 영향에 관한 연구들이 이전부터 계속 진행⁷⁾되고 있으나, EGR율의 증가에 따라 고부하영역에서는 매연이 증가하고, 연료소비율도 증가⁸⁾할 뿐만 아니라, 매연 미립자 및 황산화(SOx) 배출물의 순환에 따라 기관내부의 마모나 침식이 발생하고, 윤활유의 열

화를 가속시키기 때문에 디젤기관에 EGR을 적용시켜 NOx 배출물을 효과적으로 저감시키기란 간단하지 않다. 그러나, 매연 미립자의 제거장치를 이용하여 흡기로 재순환되는 배기가스의 매연 성분을 제거시키고 배기가스 온도를 저감시킨 cooled EGR 방법을 사용한다면 효과적으로 NOx 배출물을 저감시킬 수 있을 것으로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 배기가스 저감대책중의 일환으로 합산소연료의 일종인 미강유를 디젤기관의 대체연료로서 이용할 경우, 각 배기가스 배출특성은 물론 배기가스중의 각 탄소성분이 매연 배출농도에 미치는 영향을 가스 크로마토그래피를 사용하여 조사하고자 하였으며, 배기가스중의 저비등점 탄화수소와 고비등점 탄화수소의 분석을 시도하였다.

또한, 오 등⁴⁾ 저자의 최근에 실험결과에서 제시된 경유와의 최적 혼합율인 20vol.%혼합하여 사용할 경우에 현저한 매연 저감 효과와 비교하여 8%정도의 증가율을 보이는 NOx의 저감 대책으로서 EGR방법을 병행하여 적용하여 매연과 NOx의 동시저감을 이루고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

실험에 사용된 기관은 단기통, 수냉식, 4행정, 직접분사식 디젤기관이며, 기관 부하와 회전속도는 엔진 동력계에 의해 임의로 조절할 수 있도록 하였다. 실험에 사용된 기관의 사양은 Table 1에, 사용된 연료의 특성은 Table 2에, 미강유의 지방산 구성을 Table 3에 각각 나타내었고, 실험장

Table 1 Specification of test engine

| Item | Specification |
|-------------------------|---------------|
| Engine model | ND130DIE |
| Bore × Stroke | 95 × 95 (mm) |
| Displacement | 673 (cc) |
| Compression ratio | 18 |
| Combustion chamber type | Toroidal |

Table 2 Properties of test fuels

| | Diesel fuel | Rice bran oil |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Calorific value(kcal/kg) [MJ/kg] | 10,500 [43.96] | 9460 [39.61] |
| Cetane number | 45 | 57 |
| Sulfur(Wt%) | 0.05 | 0 |
| Carbon(Wt%) | 86.76 | 77.25 |
| Hydrogen(Wt%) | 13.05 | 11.83 |
| Oxygen(Wt%) | 0 | 10.50 |

Table 3 Fatty acid composition of rice bran oil

| Fatty acid | Contents(%) |
|----------------|-------------|
| Palmitic acid | 16.0~18.0 |
| Stearic acid | 1.5~2.0 |
| Oleic acid | 40.0~42.0 |
| Linoleic acid | 36.0~38.0 |
| Linolenic acid | 1.0~2.0 |
| Etc. | below 1.0 |

치의 개략도는 Fig. 1과 같다. 실험은 일반적인 상용 경유와 합산소연료인 미강유 그리고 미강유를 20vol-% 혼합한 연료를 사용하여 기관의 각

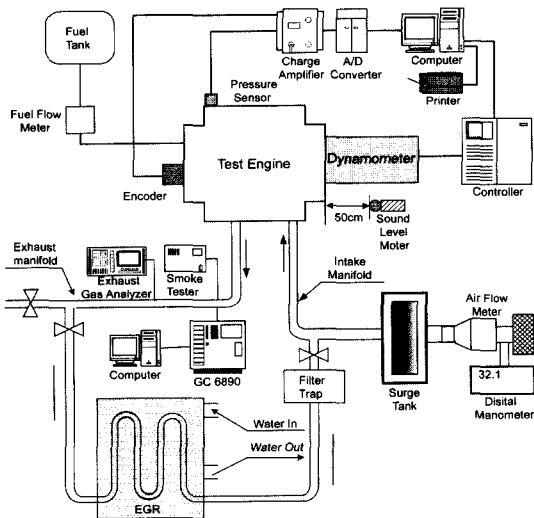


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

회전속도에서 기관부하의 변화에 따른 배기배출물을 측정하였다.

또한, EGR율을 구하기 위하여 전체 연소실 흡기량에 대한 EGR된 양, 즉 새로운 흡입공기량의 감소율로서 식 (1)을 이용⁸⁾하였다.

$$EGR율(\%) = \frac{V_0 - V_a}{V_0} \times 100 \quad (1)$$

여기에서 V_0 는 EGR을 수행하지 않았을 경우의 흡입공기량(m^3/h), V_a 는 EGR을 수행했을 경우의 새로운 흡입공기량이다. 매연 농도의 측정법은 보쉬법을 적용하는 매연 측정장치(Hesbon; HBN-1500)를 사용하여 기관으로부터 300mm 하류에서 일정량의 배기가스를 흡입한 후 여과지에 흡착된 매연의 농도를 측정하였으며, 매연 농도는 각각 3회 측정하여 평균값을 취하였다. NOx의 측정은 배기 매니폴드로부터 약 400mm 하류에서 비분산적외선방식(NDIR)을 사용하는 배기가스 분석기(Motor branch; Mod. 588)로 일정량의 배기가스를 흡입하도록 하였으며, 탄화수소 성분의 측정을 위하여 150mm 하류에서 배기가스 샘플링을 실시하였다.

가스 크로마토그래피를 이용한 탄화수소류의 분석 실험에서는 기관실험에서 현저한 매연 저감효과를 보이면서 NOx는 8% 미만의 증가율을 보인 미강유 20vol-%를 최적의 혼합물로 설정하여 분석하였고, 크로마토그램의 비교를 위하여 상용 경유와 미강유 100vol-%를 사용한 경우를 병행하여 분석하였다. 배기가스 성분측정을 위한 가스 크로마토그래피의 사양은 Table 4에 표시

Table 4 Measurement Conditions for C₁ ~ C₆

| GC | Hewlett Packard 6890GC |
|----------|---|
| Column | HP-PLOT/Al ₂ O ₃ 30m × 0.53mm × 15.0 μ m film thickness |
| Carrier | He, 3ml/min constant flow |
| Oven | 30°C for 7.5min, Programmed at 20°C/min to 180°C |
| Injector | Split (15:1), Inlet 250°C |
| Detector | FID, 250°C |

하였으며, 미연탄화수소의 분석 실험은 가스 크로마토그래피를 통하여 나타난 크로마토그램의 피크 면적을 비교하여 각 탄화수소가 매연 농도에 미치는 영향을 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 미강유의 최적 혼합율의 경우 기관성능

Fig. 2는 기존 연료인 경유와 미강유 및 미강유를 20vol-% 혼합하여 사용한 경우, 각 회전속도에서 부하 변화에 따른 배기가스 배출특성을 나타낸 그림이다. 그림에서와 같이, 매연의 배출경향은 경유를 사용한 경우보다 미강유와 미강유를 혼합하여 사용한 경우가 전반적으로 적게 배출되며, 특히 고부하로 진행할수록 매연 생성이 현저하게 저감함을 알 수 있다.

특히, 기관의 회전속도가 증가함에 따라 체적효율이 저감되는 고속영역에서는 매연 배출량에 현저한 차이를 보이고 있으며, 미강유만을 연료로 사용한 경우 최대 67%, 미강유를 20vol-% 혼합한 경우에는 43%의 매연 저감 효과를 보이고 있다.

한편, NOx의 배출특성은 경유보다 미강유의 경우가 전체적으로 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 가장 NOx 배출이 많은 미강유 100vol-%를 연료로 사용한 경우에 있어서는 1000rpm, 0.6 MPa에서 경유와 비교하여 약 48%의 NOx 증가가 이루어졌으나, 20vol-%의 미강유를 혼합한 경우에는 8% 미만의 NOx 증가가 이루어져 경유와 비슷한 NOx 배출 특성을 나타냄을 알 수 있다. NOx 배출 특성은 저부하와 저회전속도 영역에서의 배출량의 차이보다 고부하와 고회전속도 영역에서의 배출량의 차이가 약간 증가하였는데, 이는 미강유에 포함된 10.5% 정도의 산소성분에 의한 연소 개선으로 연소실내의 온도를 높여주어 NOx의 증가를 가져온 것으로 생각된다.

3.2 가스 크로마토그래피를 이용한 배기가스의 농도 분석 실험

위와 같은 기관 실험 결과, 탄화수소의 각 성분

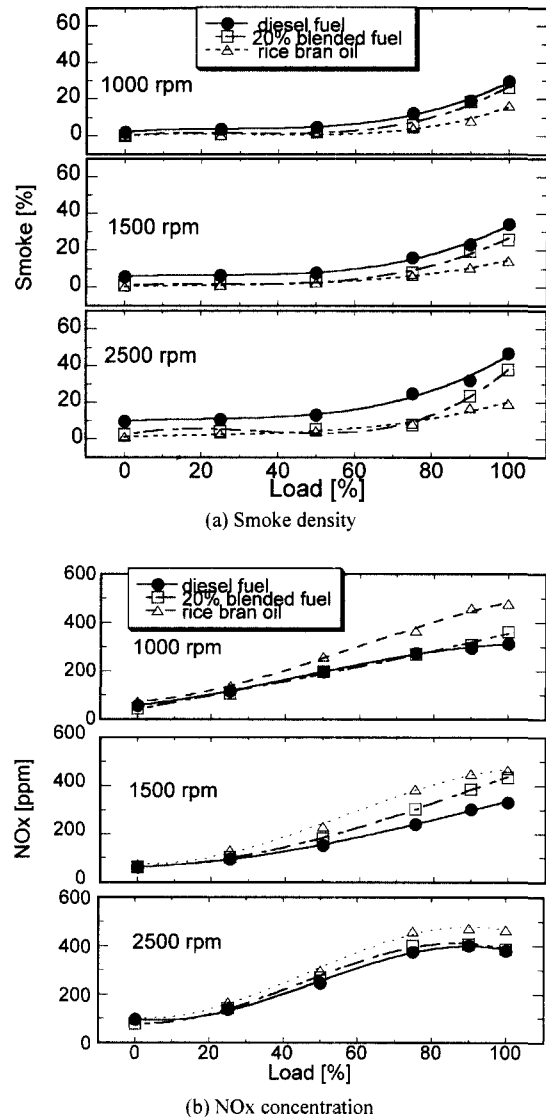


Fig. 2 Comparison of smoke and NOx emission of diesel fuel, rice bran oil and blended fuels at varying engine loads and speeds

이 매연 배출에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 배기가스를 가스 크로마토그래피를 사용하여 C₁~C₆까지의 성분을 분석하였다.

Fig. 3은 각 개별탄화수소의 농도와 가스 크로마토그램상에 나타난 피크 면적과의 관계를 나타낸 것으로 표준가스를 사용하여 검량선을 산출한 것이다.

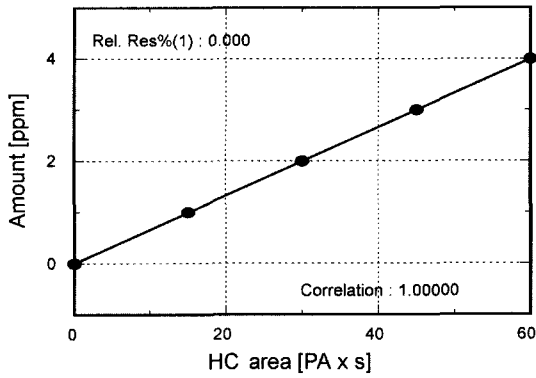


Fig. 3 Calibration curve for standard gas

Fig. 4는 각 기관회전속도에서 경유와 미강유 및 미강유를 20vol-%혼합하여 사용한 경우에 기관

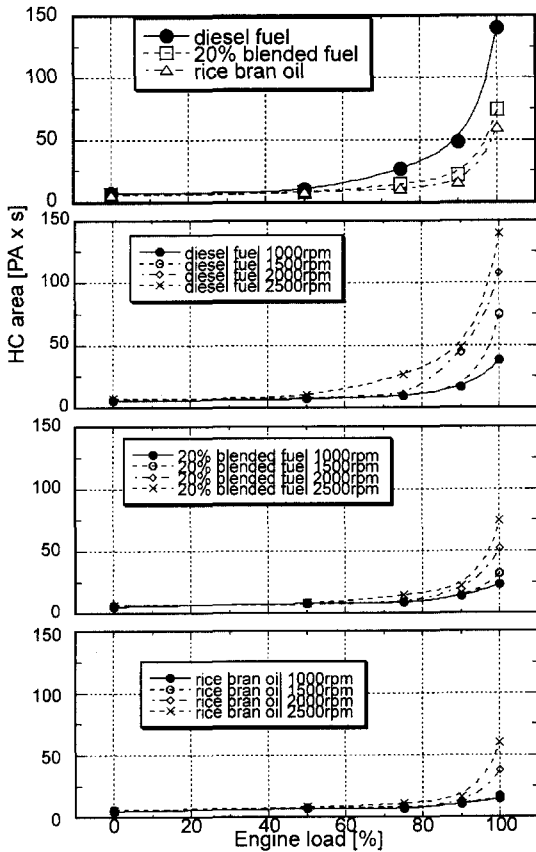


Fig. 4 Total area of hydrocarbon of each fuel on chromatogram analysis under varying engine speeds and loads

부하변화에 따른 미연탄화수소 분석결과로서 크로마토그램상에 나타난 각각의 피크면적을 보여주고 있다. 그림에서의 같이, 고회전속도와 고부하 영역으로 갈수록 탄화수소의 배출농도는 현저히 증가하며 연료속의 산소량이 증가할수록, 즉 경유보다 미강유 20vol-%를 혼합한 경우가 미연탄화수소 배출농도는 현저히 저감되었다. 또한, 미강유 20vol-%를 혼합한 경우에 비해 미강유 100vol-%의 경우는 미연탄화수소 배출 농도는 저감되지만 연료속의 산소량에 정비례하여 감소하지 않음을 알 수 있다. 기관 부하가 증가함에 따라 미연탄화수소가 증가하는 경향은 Fig. 2의 매연 배출특성과 유사한 관계를 나타내고 있으며, 2500rpm, 전부하의 경우 경유를 사용한 경우와 미강유 20vol-%를 혼합하여 사용한 경우의 미연탄화수소 농도의 차이는 미강유 20vol-%의 경우가 약 47%가 저감되어 매연 저감률 43%와 유사한 결과로 볼 때, 매연 배출은 미연탄화수소량에 기인됨을 유추할 수 있다.

이는 중부하 이하인 경우에는 공기이용률이 충분하기 때문에 미강유속의 산소성분이 연료의 주성분인 탄화수소의 산화에 큰 영향을 미치지 않았으나, 고부하와 고회전속도로 갈수록 미강유 자체에 포함된 산소성분 때문에 공기이용률이 경유의 경우와 큰 차이를 보이며, 연료 입자의 산화를 더욱 촉진시켜 매연 생성에 큰 영향을 미치는 미연탄화수소의 전체적인 양이 크게 저감되었기 때문으로 생각된다.

Fig. 5는 기관 부하와 회전속도의 변화가 미연탄화수소 배출특성에 미치는 영향을 알기 위해 Fig. 4의 결과를 재구성한 것이다. 모든 회전범위에 걸쳐서 경유의 경우보다 미강유 및 혼합연료를 사용한 경우에 탄화수소의 면적비가 현저하게 작으며, 특히 고부하로 갈수록 그 차이가 확실하게 나타남을 알 수 있다. 경유의 경우 75% 이상의 고부하의 경우 기관 회전수가 증가함에 따라 미연탄화수소 배출량이 현격하게 증가되었으나, 미강유 및 미강유를 20vol-% 혼합하여 사용한 경우에는 부하변화에 따른 미연탄화수소

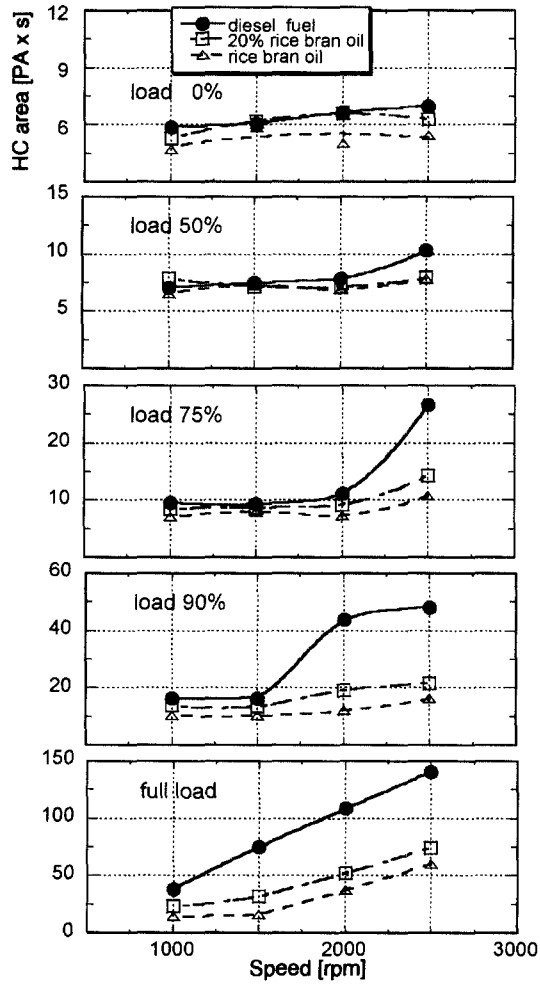


Fig. 5 Total area of hydrocarbon on chromatogram analysis under varying engine loads

배출특성이 큰 차이를 보이지 않고 있음을 알 수 있다.

이는 2000rpm과 2500rpm의 고회전속도 영역에서는 피스톤의 회전속도가 증가함에 따라 체적효율의 저하로 인해 연소에 필요한 공기가 연소실내로 충분히 공급되지 못하지만, 미강유를 사용한 경우에는 미강유속에 포함된 산소성분이 연소에 필요한 부족분을 상당부분 공급하여 미연탄화수소의 생성 억제와 이미 생성된 미연탄화수소의 산화를 더욱 촉진시켰기 때문으로 생각된다.

Fig. 6과 7은 중부하인 50%와 고부하인 전부하 상태에서 기관회전속도를 변화시켰을 때 각각

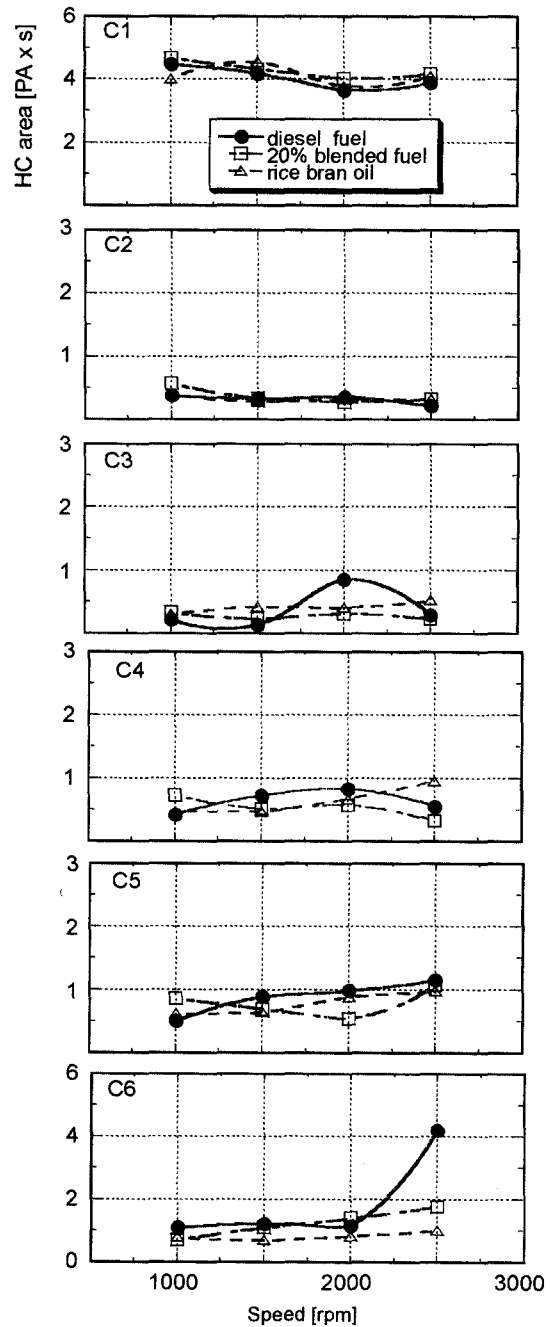


Fig. 6 Area of each hydrocarbon on chromatogram analysis under varying engine speed at load 50%

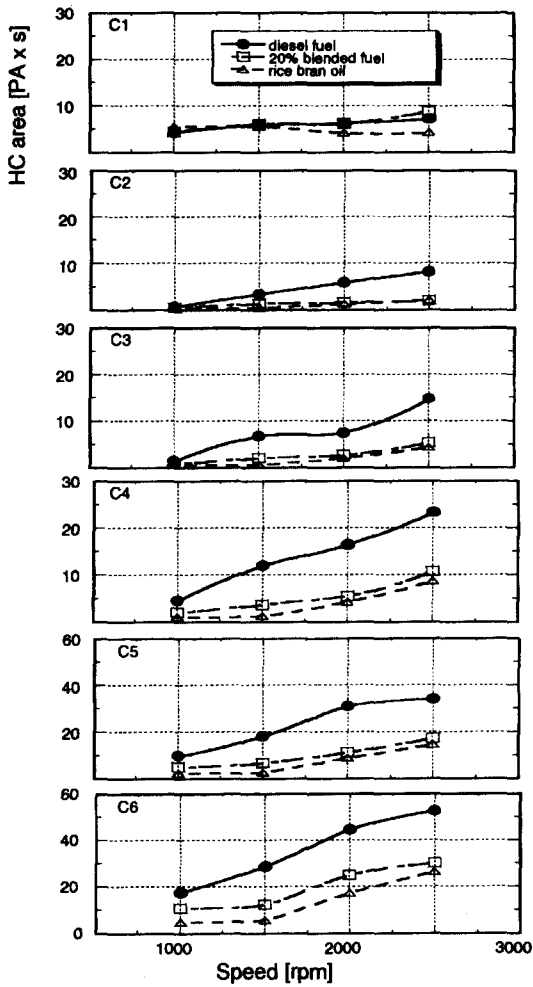


Fig. 7 Area of each hydrocarbon on chromatogram analysis under varying engine speed at full load

의 탄소수를 갖는 미연탄화수소 배출특성을 나타내고 있다. Fig. 6은 중부하의 경우로서 C₁~C₅까지의 탄화수소는 미강유, 혼합연료의 경우와 경유의 경우가 큰 차이가 없었으며, C₆의 고비등점 탄화수소는 전반적으로 미강유의 경우가 낮게 나타나며, 특히 고회전속도로 갈수록 경유의 경우가 급격하게 증가하는 추세를 보이고 있다.

Fig. 7은 전부하상태의 경우로서 C₁(methane)을 제외한 모든 경우에 있어서 경유의 경우가 현저하게 증가하는 추세를 보이고 있다.

NMOG의 관점에서 전부하 2500rpm의 회전속

도에서 경유의 경우와 미강유 20vol-%를 혼합한 경우를 비교할 때 C₂는 74%, C₃는 64%, C₄는 54%, C₅는 50%, C₆는 44%가 저감되었으며, 미강유만을 사용한 경우는 더욱 현저한 저감을 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 Fig. 2의 전체적인 매연 배출특성과 유사한 관계를 보이고 있다.

Fig. 8은 기관 부하가 90%인 고부하 상태에서 매연 농도와 저비등점 탄화수소, 고비등점 탄화수소의 농도를 나타낸 것이다.

그림에서와 같이 매연의 배출특성과 고비등점 탄화수소의 배출특성을 비교해 볼 때 이 양자의 사이에는 상관관계가 있음을 알 수 있다. 즉, 기관 회전속도가 증가함에 따른 매연의 배출특성이 미강유나 미강유를 20vol-% 혼합한 경우보다 경유를 사용한 경우가 급격함을 알 수 있다. 또한, 고비등점 탄화수소인 C₅, C₆의 배출특성이 기관 회전속도가 증가함에 따라 큰 폭으로 증가하고 있어 이들 사이에는 일정한 함수관계가 있음을 예측할 수 있다. 즉, 전부하인 경우는 전반적으로 미연탄화수소량이 증가하지만, 전부하의 경우보다 연소할 때 조금이라도 산소공급에 여유가 있는 90% 부하의 경우는 C₁~C₃까지의 탄화수소는 거의 차이가 없으며, 고비등점 탄화수소인 C₅, C₆의 배출이 증가함을 알 수 있다. 이와 같은 원인은 디젤기관의 특성상 공기이용률이 부족한 전부하 상태에서는 경유를 연료로 사용한 경우에 전 범위에 걸쳐서 탄화수소가 산화되지 못하고 그대로 배출되어 미강유나 혼합연료를 사용한 경우에 비하여 훨씬 더 많은 매연을 생성·배출하는 것으로 생각된다. 이는 저부하시에는 생성된 매연이 연소실내에 잔존해 있는 충분한 산소성분으로 말미암아 85% 이상이 산화·소멸⁹⁾되지만, 고부하시에는 매연의 생성이 비교적 늦게 일어나고 산소 농도 또한 낮기 때문에 충분한 산화속도에 도달하지 못하여 매연의 배출량이 증가하는 것으로 생각된다.

Fig. 9는 75% 이상의 고부하에서 배출되는 고비등점 탄화수소(C₅, C₆)량과 매연 배출량과의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 전

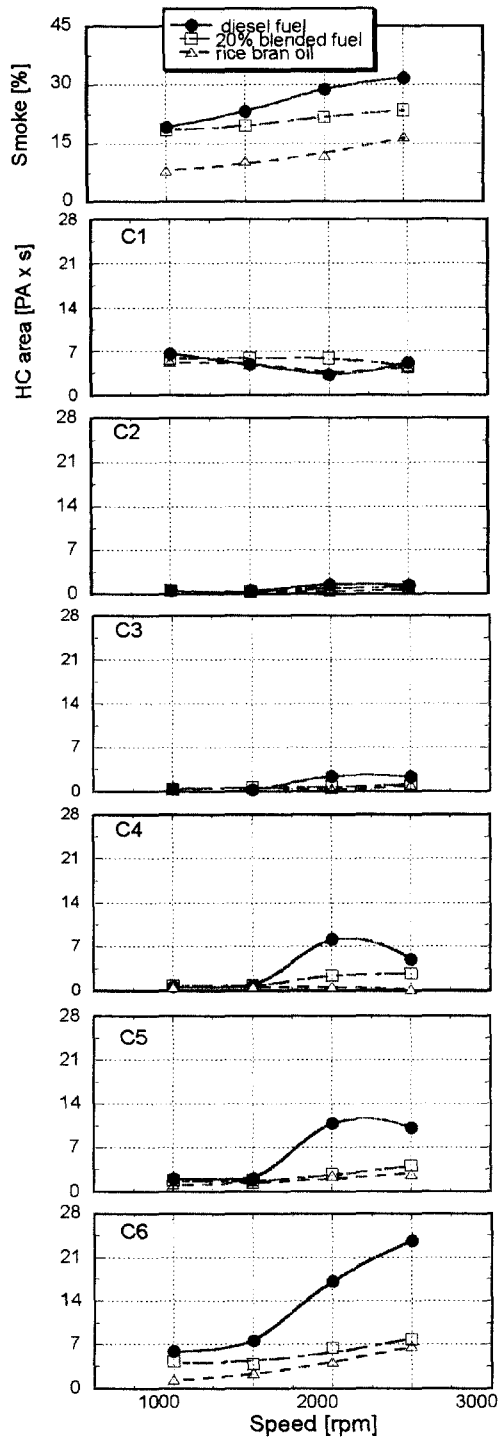


Fig. 8 Relationship of smoke, hydrocarbon of lower and higher boiling points under varying engine speeds at load 90%

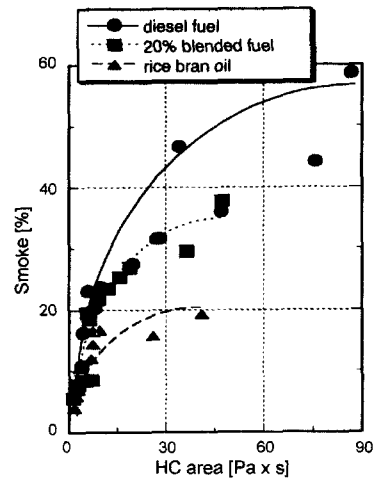


Fig. 9 Comparison of smoke density vs. higher boiling point hydrocarbons

반적으로 고비등점 탄화수소의 배출량이 증가함에 따라서 매연 배출량은 급격하게 증가됨을 알 수 있으며, 미강유 및 미강유를 20vol-%를 혼합한 경우에는 경유를 사용한 경우보다 미연탄화수소의 배출이 억제되고 있음을 알 수 있다. 따라서, 매연 배출농도에 함산소성분과 고비등점 탄화수소의 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

3.2 EGR에 따른 배기배출물 특성

이상에서 언급한바와 같이 기존 경유에 미강유를 첨가함으로써 배기가스 중의 매연의 저감은 현저하였으나, NOx의 배출농도는 약간 증가하는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 디젤기관에서 NOx 저감방법의 일환으로 알려진 cooled EGR방법을 병행하여 사용하였다.

Fig. 10은 각 기관 회전속도에서 기관 부하변화에 따라서 경유와 미강유 20vol-% 혼합연료에 대한 EGR적용의 유·무를 변수로 하여 매연의 배출특성을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 EGR을 적용함에 따라서 미강유를 혼합하여 사용한 경우 매연은 약간 증가되지만 경유를 사용한 경우보다는 현저히 저감됨을 알 수 있다. 이는 재순환되는 배기가스가 연소실내로

흡입되는 신기 중의 산소량을 감소시켜 연소에 충분한 산소의 공급을 어렵게 함에도 불구하고 연료내에 포함된 합산소성분의 효과에 기인한 것이라 생각된다.

Fig. 11은 Fig. 10과 동일한 실험조건에서 NOx의 배출 특성을 나타낸 것이다.

미강유 20vol-%를 혼합하여 사용한 경우에 있어서 저회전속도 영역에서는 NOx가 소량 증가하지만, 고회전속도와 고부하 영역에서 증가폭이 커짐을 알 수 있다.

cooled EGR을 기관에 적용하면 연소실에 들어가는 흡입공기 일부가 배기가스로 치환되어 연소온도가 낮아지고, 연소속도가 늦어져 NOx 배출농도가 감소됨을 알 수 있으며, 미강유 20vol-%를 혼합하여 사용한 경우에 EGR 10%를 적용할 경우의 NOx 농도는 경유를 사용한 경우의 NOx 배출 농도이하로 저감시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서, Fig. 11과 12에서와 같이 미강유를 20vol-% 혼합한 연료를 사용하고, EGR 10%를 디젤기관에 적용했을 경우에 경유를 연료로 사용한 경우보다 매연과 NOx 농도를 동시에 저감시킬 수 있어 미강유가 디젤기관의 대체연료로

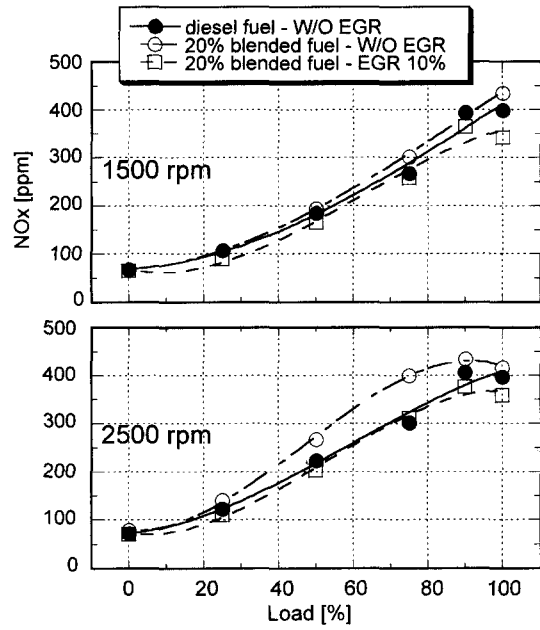


Fig. 11 Comparison of NOx concentration of diesel fuel vs. 20% blended fuel on EGR under varying engine loads and speeds

로서 사용 될 수 있음을 확인하였다.

4. 결론

수냉식, 단기통, 4행정, 직접분사식 디젤기관의 연료로서 경유, 미강유 및 경유에 20vol-%의 미강유를 혼합한 연료를 사용하여, 이들 연료들이 배기 배출물에 미치는 영향과 가스 크로마토그래피를 이용하여 탄화수소 배출특성에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론에 도달하였다.

- 1) 전체적인 THC나 매연 측정에 그치지 않고, 배기배출물 중에 함유되어 있는 탄화수소의 성분 중 C₁~C₆의 각각의 함유량을 정성·정량적으로 분석할 수 있게 되었다.
- 2) 출력과 에너지소비율의 큰 변화없이 미강유의 함유량이 증가함에 따라서 현저하게 매연 생성을 억제시키는 합산소성분의 효과를 입증하였다.
- 3) 경유를 사용한 경우보다 미강유를 사용한 경우의 개별탄화수소 분석결과, 저비등점과 고

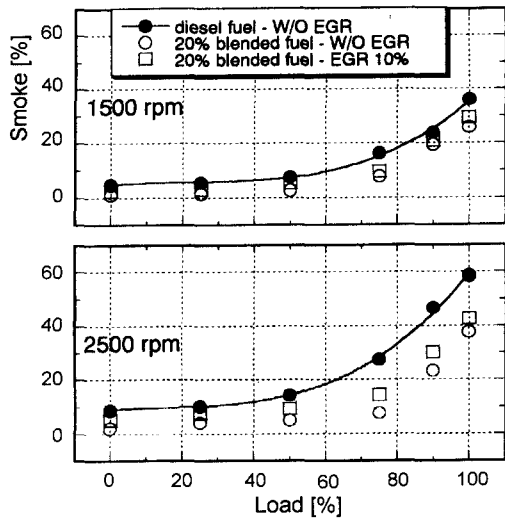


Fig. 10 Comparison of smoke density of diesel fuel vs. 20% blended fuel on EGR under varying engine loads and speeds

비등점 탄화수소의 배출량이 현저하게 저감되었으며, 특히 고비등점 탄화수소량이 현저하게 낮아졌다.

4) 디젤기관에서 매연 생성은 탄화수소의 양에 기인함은 물론, 저비등점 탄화수소보다 고비등점 탄화수소가 큰영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

5) 미강유를 20vol-% 혼합하여 사용하고 EGR 10%를 기관에 적용했을 경우에 매연과 NOx의 동시저감을 이룰 수 있었다.

후 기

본 연구는 2001년도 실용화 평가사업의 일환으로 에너지관리공단의 지원에 의해서 이루어진 것으로 관계 제위께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) C. V. Beidl, D. W. Gill, W. Cartellieri, A. Rust, "The Impact of Emissions and Fuel Economy Requirements on Fuel Injection System and Noise of HD Diesel Engines," SAE 980176, 1998.
- 2) <http://www.biodiesel.org>
- 3) 오영택, "디젤기관의 대체연료로서의 미강유

의 특성(I)," 제6회 경남, 부산 자동차테크노센타 워크샵 논문집, pp.198-204, 2000.

- 4) 오영택, 최승훈, 김승원, "디젤기관의 대체연료로서 미강유의 특성 연구(I)," 한국자동차공학회논문집, 제10권 제2호, pp.15-22, 2002.
- 5) V. R. Burns, J. D. Benson, W. M. Kreucher, R. M. Reuter, A. M. Hochhauser, W. J. Koehl, "Description of Auto/Oil Air Quality Improvement Research Program," SAE 912320, 1991.
- 6) 登坂 茂, 藤原康博, "ディーゼル機関排出 微粒子の生成に及ぼす燃料性状の影響," 日本機械學會論文集, 55卷 509号, 1989.
- 7) 권영동, 김용모, 박신배, 백현중, 이동권, "터보과급 및 EGR을 사용하는 직접분사식 디젤엔진의 연소특성에 미치는 Ar과 He첨가의 영향," 한국자동차공학회논문집, 제5권 제5호, pp. 140-156, 1997.
- 8) K. Narusawa, M. Odaka, N. Koike, Y. Tsukamoto, K. Yoshida, "An EGR Control Method for Heavy Duty Diesel Engines under Transient Operations," SAE 900444, 1990.
- 9) D. V. Kittleson, M. J. Piphoo, J. L. Ambs, L. Luo, "In-cylinder Measurement of Soot Production in a Direct Injection Diesel Engine," SAE 880344, 1988.