

다성분 혼합연료를 이용한 디젤 분무 및 연소특성의 광계측 진단

윤준규^{*1)} · 명광재²⁾ · 千田 二郎³⁾ · 藤本 元³⁾ · 차경옥⁴⁾

경원전문대학 자동차과¹⁾ · 일본교통안전환경연구소²⁾ · 일본동지사대학 기계공학과³⁾ · 명지대학교 기계공학부⁴⁾

Laser Diagnostics of Spray and Combustion Characteristics Using Multi-Component Mixed Fuels in a D.I. Diesel Engine

Junkyu Yoon^{*1)} · Kwangjae Myong²⁾ · Jiro Senda³⁾ · Hajime Fujimoto³⁾ · Kyungok Cha⁴⁾

¹⁾Department of Automotive Engineering, Kyungwon College, Gyeonggi 461-702, Korea

²⁾Environment Research Department, National Traffic and Environment Laboratory, Tokyo 182-0012, Japan

³⁾Department of Mechanical Engineering, Doshisha University, Kyoto 610-0321, Japan

⁴⁾Department of Mechanical Engineering, Myongji University, Gyeonggi 449-728, Korea

(Received 14 March 2006 / Accepted 25 April 2006)

Abstract : This study was to analyze the effect of mixed fuel composition and mass fraction on the characteristics of evaporating diesel spray and combustion under the various ambient conditions. The characteristics of vaporization distribution and combustion were visualized by laser induced fluorescent method and direct photography. The experiments were conducted in the constant volume vessel and rapid compression expansion machine with optical access. Multi-component fuels mixed i-octane, n-dodecane and n-hexadecane were injected the vessel and rapid compression expansion machine with electronically controlled common rail injector. Experimental results show that fuel vapor formed stratified distribution. And vaporization and diffusion are become actively increasing in mass fraction of low boiling point component. Consequently multi-component fuels were expected to control the evaporating behavior according to their suitable mass fraction.

Key words : Diesel spray(디젤분무), Multi-component mixed fuels(다성분 혼합연료), Laser induced fluorescent method(레이저 유도형광법), Fluorescent intensity(형광강도), Heat release rate(열발생률)

1. 서론

디젤기관은 가솔린기관에 비해 열효율이 높으면서 지구온난화의 원인이 되는 이산화탄소의 배출량이 적어 산업용의 동력원으로서 많이 사용되고 있다. 최근 환경오염에 대한 배출가스규제가 강화되면서 자동차성능뿐 만아니라 배출가스저감 및 연비 향상을 위해 많은 연구가 수행되고 있으며, 그 중에서 디젤분무의 액상 및 기상에 따른 거동은 연소현

상 및 배출특성에 큰 영향을 미치기 때문에 좀 더 구체적인 연구가 지속되어야 한다. 특히 배출가스 저감대책으로 가장 활발히 개발되고 있는 조기분사방식의 예혼합 압축착화기관^{1,2)}에서도 분무거동을 위한 정확한 제어가 필요하다. 연구동향으로서 레이저 유도형광법(LIF법) 및 Exciplex 형광법 등을 이용한 분무의 증기농도분포에 2차원 정량화 및 증발특성의 해명을 위한 연구^{3,6)}가 진행되고 있으며, Abraham 등⁷⁾은 저온 분위기장에서 혼합연료의 물성치에 따른 각 성분의 증기분포영역이 다른 증상

*Corresponding author, E-mail: jkymoon@kwc.ac.kr

분포를 형성한다고 하였으며, 그리고 Reitz⁸⁾가 제안한 미립화기구에 의하면 연료와 분위기와의 밀도비, Reynolds수 및 Ohnesorge수 등에 지배되어 연료의 물성치에 따라 미립화거동도 변한다는 것을 제시하였다. 그 외에도 다성분 혼합연료의 증발 및 착화연소해석⁹⁻¹¹⁾을 통하여 연료증기의 공간분포를 재현하여 정성적인 연구의 가능성을 제시하였다.

본 연구에서는 물성이 서로 다른 이소옥탄, 노말도데칸, 노말헥사데칸의 3성분연료를 적절히 혼합한 디젤분무 및 연소특성을 광계측 진단을 하기 위하여 LIF법을 이용하여 연료에 함유되는 각 성분의 증기농도분포를 정성적으로 해석하고, 실제의 연소장에서 휘염분포 및 열발생률의 특성을 고찰하였다.

2. 다성분연료의 증발특성

Fig. 1은 본 실험에서 사용한 다성분 혼합연료의 압력-온도선도로서 NIST 탄화수소 혼합물 데이터베이스 프로그램¹²⁾을 이용하여 산출한 것이다. 이는 3성분연료인 이소옥탄, 노말도데칸, 노말헥사데칸의 혼합연료의 질량분율을 6:3:1, 1:1:1, 1:3:6으로 혼합하여 각 압력 및 온도에서 푸개시티를 산출하여 기액평형을 추산한 것이다.

그 결과로서 저비점측의 포화증기압곡선은 고비점측으로, 고비점측의 포화증기압곡선은 저비점측으로 이동하여 2상영역을 형성하는 특성을 보인다. 이는 2상영역에서 기상과 액상의 각 온도, 압력상태에 대응한 비율로 혼합되어 있다.

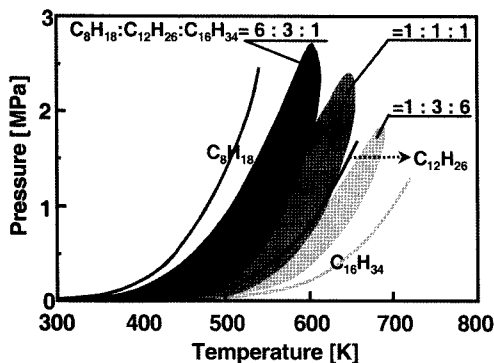


Fig. 1 P-T diagram of multi-component fuels

Table 1 Fuel Properties for single and multi-component fuels

Properties	Fuel	C ₈ H ₁₈	C ₁₂ H ₂₆	C ₁₆ H ₃₄
Boiling point, [K]		372	489	560
Density(at 293K), [kg/m ³]		692	759	795
Viscosity(at 293K), [μPa·s]		508	1,543	3,399
Latent heat of vaporization (at B.P), [kJ/kg]		272.0	256.6	227.4
Properties	Fuel	Fuel(a)	Fuel(b)	Fuel(c)
Density(at 293K), [kg/m ³]		722	748	773
Viscosity(at 293K), [μPa·s]		825	1,265	2,061
Critical pressure, [MPa]		2.72	2.43	1.85
Critical temperature, [K]		604	654	690

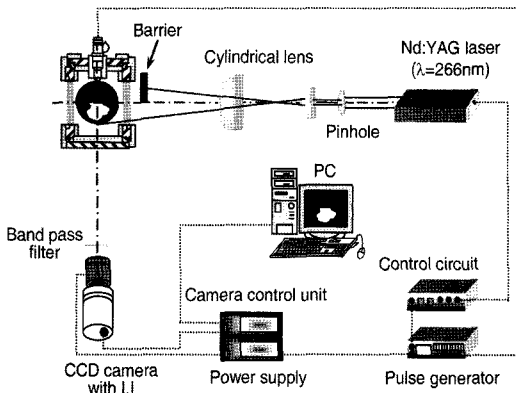
본 실험연료는 실제의 연료에 가깝도록 저·중·고비점의 3성분연료인 이소옥탄, 노말도데칸 및 노말헥사데칸을 질량분율 6:3:1, 1:1:1, 1:3:6으로 혼합한 다성분 혼합연료로 사용하였으며 편의상, 연료 a, 연료 b, 연료 c로 정한다. Table 1은 실험에서 사용한 연료의 물성치를 나타내었다.

3. 실험장치 및 방법

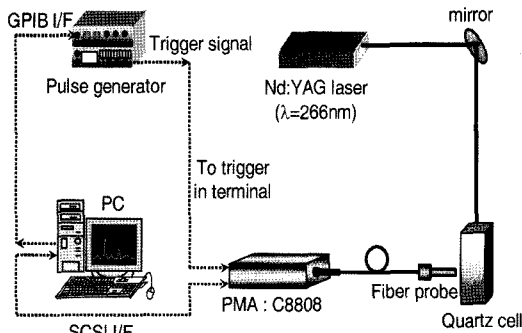
3.1 LIF법 실험장치 및 방법

Fig. 2는 LIF촬영을 위한 광학계의 개략도로서, 정적용기 내에 연료를 분사하여 연료에 첨가한 형광제에서 형광스펙트럼을 촬영하는 것으로 비연소장에서 다성분 연료분무의 증기분포를 해석할 수 있다. 광원으로서 Nd:YAG 레이저(Spectra-Physics 사, PIV400)의 제4고주파(266nm)를 이용하였으며, 광원으로부터 나온 광은 핀 홀에 의해 좁혀지고 다시 2장의 원주렌즈를 통과하여 시트광(폭 100 mm, 두께 0.5mm)을 형성하면서 분무에 입사시킨다. 핀 홀에 통과한 레이저강도는 20mJ/pulse로 하였고, 액상의 산란광 및 형광을 제거하기 위해 정적용기 앞에 장벽을 설치하여 분무액상부분의 레이저 입사를 차단하였다.

이 때 각 연료에서 차단영역은 Myong 등¹¹⁾의 Mie 산란법과 웨도우그래프 촬영법에 의해 구한 액상길이 기준을 하였다. 그 결과로서 액상길이는 분무액상부분의 도달거리가 $t/t_{inj}=1.0$ 이전에서 일정한 길이로 준정상상태로 유지하다가 $t/t_{inj}=1.0$



(a) Setup of optical measurement



(b) Setup of LIF

Fig. 2 Schematic of laser induced fluorescence

이후에서는 촬영영역에서 액상이 거의 존재하지 않아 무차원 분사시간을 $t/t_{inj}=1.0$ 이후로 설정하였으며, 형광화상은 I.I(Image Intensifier, 광증폭기)를 부착한 CCD카메라에 의해 카메라 렌즈 앞에 대역 통과필터(Band pass filter; 중심파장 451.2nm, 반치폭 6.5nm, 투과율 71.7%)를 설치해서 촬영하도록 하였다. 이 때 계측시 I.I의 게이트동작은 레이저입사와 동기하도록 펄스 제너레이터에 의해 제어한다.

이 때 시료에서 발생한 형광은 레이저의 입사방향에 직각으로 교차시켜 설치한 광 fiber probe로 검출되어 다채널 검출기(Hamamatsu Photonics사 : C8808)에 의해 분광된 광을 I.I로 증폭시켜 컴퓨터로 전송, 처리하여 분석하였다.

형광제로서는 다성분 혼합연료에 LIF법을 적용하기 위해서 형광스펙트럼 및 형광강도를 고려한 최적의 형광제를 선정하기 위하여 검증하였다. Fig. 3에는 실험에 사용한 3종류연료의 스펙트럼과 2종

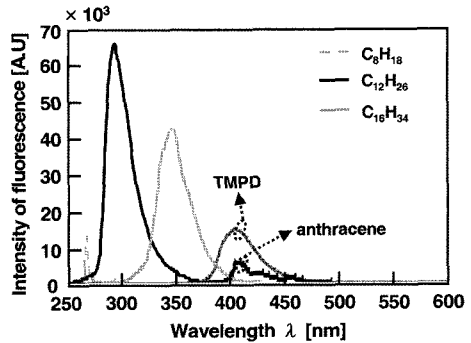


Fig. 3 Fluorescence wavelength of fuels and tracers

류형광제의 스펙트럼을 나타내었다. 그 결과로, 저비점성분의 형광제인 아세톤은 다른 연료 및 형광제에 비해 대단히 강도가 약해 제외시켰고, 이소옥탄, 노말 도데칸, 노말 헥사데칸의 불순물에 의한 형광은 250-400nm 부근에서 넓은 범위로 스펙트럼을 분포하고 있다. 따라서 본 실험에서는 400nm 이상에서 연료의 불순물보다 형광강도가 강한 형광제를 사용하여 형광제와 불순물에서 형광분리하면 정확한 연료증기분포의 계측이 가능하다. 여기서 TMPD와 안트라센은 이 조건에 만족하므로 대역통과필터(451.2nm)를 사용함으로써 연료와 형광제의 형광스펙트럼이 분리되어 촬영이 가능하였다. Fig. 4는 형광제농도에 대한 형광강도의 검증결과를 나타낸 것이다. 안트라센의 검정에 있어서, 연료 a, b, c의 다성분연료에서 농도에 대한 형광강도를 조사한 결과, 연료에 관계없이 비슷한 경향을 나타내므로 TMPD에서는 연료 b만으로 검정을 하였고, 아세톤에 대해

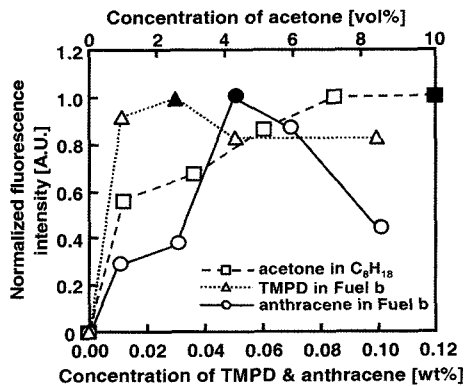


Fig. 4 Change in concentration of acetone, TMPD and anthracene

Table 2 System for the single and multi component fuels

Tracers	Fuel	Mixing ratio (Fuel/tracer)
Acetone (CH ₃ COCH ₃)	C ₈ H ₁₈	90.0/10.0(vol. %)
TMPD (C ₁₀ H ₁₆ N ₂)	C ₁₂ H ₂₆	99.07/0.03(wt %)
	C ₁₂ H ₂₆ in fuel a, b, c	(ratio of C ₁₂ H ₂₆ to TMPD)
Anthracene (C ₁₄ H ₁₀)	C ₁₆ H ₃₄	99.05/0.05(wt %)
	C ₁₆ H ₃₄ in fuel a, b, c	(ratio of C ₁₆ H ₃₄ to anthracene)

Table 3 Experimental conditions

Conditions	Fuel	Single and multi-component fuels
Injection pres.,	P _{inj} [MPa]	42, 72, 112
Fuel temp.,	T _f [K]	368
Injection quantity,	Q _{inj} [mg]	12
Ambient temp.,	T _a [K]	700
Ambient density,	ρ _a [kg/m ³]	15
Ambient gas		Ar

서는 저비점연료인 이소옥탄으로 검정하였다. 그 결과로서 TMPD의 형광농도가 어느 일정한 혼합비율을 초과하면 농도소광을 일으켜 다시 형광강도가 떨어지는 특성을 갖는다. 이 때문에 강도가 가장 높은 최적의 형광제농도를 선택하는 것이 바람직하다. Table 2에는 연료와 형광제의 혼합비율을 나타내었고, Table 3에는 LIF촬영을 위한 연료분사 및 분위기의 실험조건을 나타내었다. 여기서, 연료시스템은 일본 Denso제 커먼레일시스템(ECD-U2, φ0.2의 단공노즐)을 사용하였고, 분사량은 모든 조건에서 12mg으로 일정하게 하였다. 특히, 정적용기의 분위기기체는 연료의 착화를 방지하기 위해서 Ar가스를 사용하였다.

3.2 RCEM 실험장치 및 방법

Fig. 5는 CH라디칼계측 및 분무휘염계측 광학계의 개략도로서 RCEM(급속압축팽창장치)를 이용하여 연소과정을 직접 촬영함으로써 관찰할 수 있다. 연소실 내의 모양은 실린더헤드에 취부된 석영유리를 통과하여 반반사 거울에 의해 분광된다. 대역통과필터(중심파장 430.9nm, 반치폭 8nm)를 통과하여

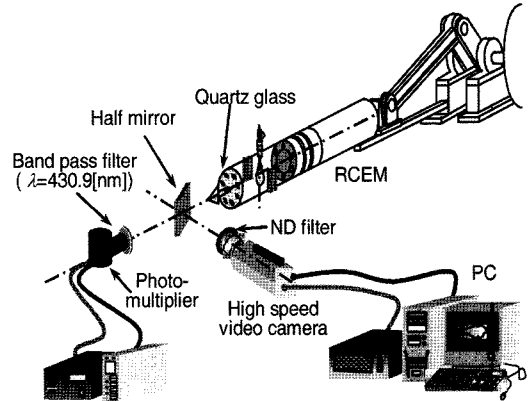


Fig. 5 Optical measurement system for direct photography in RCEM

광전자증폭관에 의해 측정이 이루어지고, 동시에 고속카메라에 의해 직접 촬영된다. 그 때, 대역통과필터를 통과함으로써 CH라디칼을 검출할 수 있고, 또 광차폐필터(Neutral density filter)를 카메라 렌즈 앞에 설치함으로써 화염으로부터 휘광치의 포화를 막는다. 이 때 카메라 셔터의 속도는 9000 f.p.s.로 하였다. 실린더헤드 측면부에는 피에조식 압력변환기를 매설하여 실린더내 압력을 검출할 수 있다.

Table 4는 연소실험조건을 나타낸 것으로 각 분위기온도의 상사점에서 분위기밀도 및 압력을 설정한 모터링시의 조건이다. 따라서 연소실 내에 예혼합기를 충전하여 피스톤을 모터로 구동시킨 다음 연소실 내에 연료를 분사함으로써 단발의 분무연소를 실현할 수 있다.

연료의 분사개시는 BTDC 5°CA로 하였고, 예혼합기 생성장치로 N₂, O₂, Ar, He가스를 이용하여 혼합기를 만들어 RCEM 실린더 내에 충전하였다. 연료분사시의 분위기 온도조건은 800K, 900K로 하였고, 연소시 영향이 없도록 혼합기의 밀도를 일정하게 하기 위해서 가스의 혼합비율 및 압축비를 Table 4와 같이 변화시켰다. 이 때 예혼합기 생성장치에는 전동팬이 장착되어 있어 혼합기의 농도분포를 균일하게 교반이 가능하다. 그리고 연소실험시 각 연료의 분사량은 모두 25mg로 하였다.

4. 실험결과 및 고찰

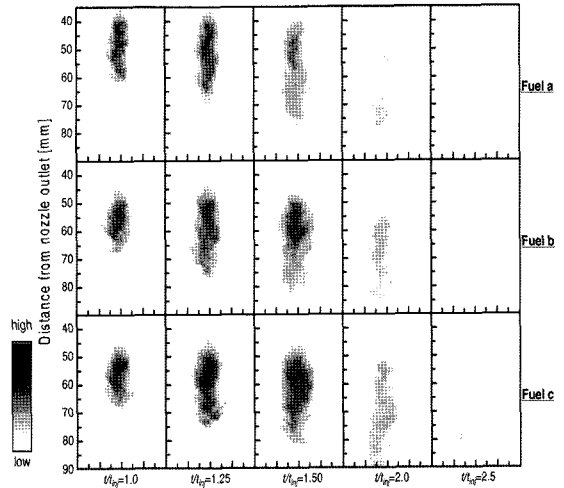
4.1 다성분연료의 증기농도분포

Table 4 Experimental conditions for direct photography in RCEM

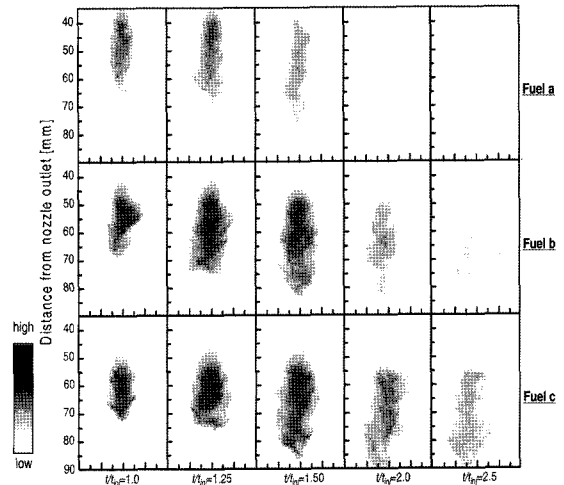
Ambient temperature at injection start, T_a [K]	800	900
Ambient gas, [vol.%]	N ₂ : 76.0 O ₂ : 21.0 Ar : 3.0	N ₂ : 32.0 O ₂ : 21.0 Ar : 44.0 He : 3.0
Specific heat ratio, κ	13.6	1.45
Compression ratio	12.5	11.0
Injection pressure, P_{inj} [MPa]	72	
Injection timing, [deg.CA.BTDC]	5.0 ± 0.15	
Injection quantity, [mg]	25	
Initial cylinder pressure, P_i [MPa]	0.101	
Ambient density at injection start, ρ_a [kg/m ³]	12.8	12.9
Ambient pressure at injection start, P_a [MPa]	2.91	2.89

앞에 기술한 바와 같이 다성분 연료분무에 있어서는 아세톤의 형광단을 검출할 수 없으므로 TMPD와 안트라센으로 촬영하였다. Fig. 6과 Fig. 7은 분위기 온도 700K와 분위기 밀도 15kg/m³에서 분사압력을 42, 72MPa로 변화시켰을 때, LIF법으로 촬영한 TMPD, 안트라센의 공간적 형광농도를 나타낸 것이다. 이는 모두 분사종료후 화상이다. 편의상, 분무축 거리 40mm-50mm를 증기의 상류부, 50-65mm를 증류부, 65mm 이후를 하류부라고 정한다. 일반적으로 증류역의 분무축 부근에서 증비점인 TMPD, 고비점인 안트라센이 고농도영역을 나타내고 있으며, 시간경과에 따라 증발이 진행하여 농도정보가 소멸되고 있다.

그리고 안트라센의 고농도영역이 TMPD의 경우보다 넓게 나타난다. 이 경향은 실험조건 및 연료의 종류에 관계없이 비슷한 경향을 나타내지만, 고농도영역 및 농도정보의 소멸시간은 저비점성분의 혼합비율이 많은 연료 a 경우가 현저하게 빨라진다. 또한 분사압력의 상승에 따라 미립화를 촉진시킴으로써 농도소멸시간을 단축시키지만, 연료별 농도분포에 대한 영향은 그다지 크지는 않다.



(a) Fluorescence images of TMPD



(b) Fluorescence images of anthracene

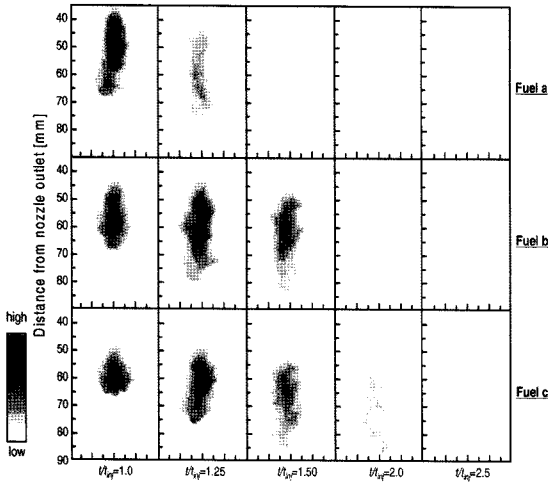
Fig. 6 Fluorescence images of TMPD and anthracene in multi-component fuels (P = 42MPa, T = 700K, $\rho = 15\text{kg/m}^3$)

결국 저비점성분이 많이 함유함으로써 고비점성분의 증발이 촉진됨으로 연료성분에 따라 분무의 상세한 제어가 가능할 것으로 사료된다.

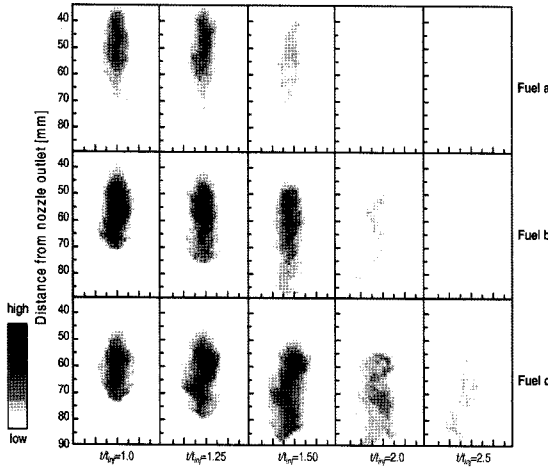
4.2 분무증심축의 형광강도분포

분무증심축의 형광강도분포를 Fig. 8 ~ Fig. 10에 나타내었다. 형광강도는 TMPD, 안트라센 각각의 최대회도치로 정규화하였다.

Fig. 8은 연료 a와 연료 c에 대하여 분사압력 42MPa, 무차원시간 $t/t_{inj} = 1.5$ 에서 TMPD 및 안트라



(a) Fluorescence images of TMPD



(b) Fluorescence images of anthracene

Fig. 7 Fluorescence images of TMPD and anthracene in multi-component fuels ($P = 72\text{Mpa}$, $T = 700\text{K}$, $\rho = 15\text{kg/m}^3$)

라센에 대한 분무중심축의 형광강도분포를 나타낸 것이다. 저비점성분이 많은 연료 a에서는 중류역에서 고비점성분 상당의 안트라센 강도가 높고, 하류역에서는 반대로 낮다. 이것은 연료 a중의 고비점성분의 혼합비율이 적어 고비점 연료성분의 증발을 빨리 촉진시키기 때문이다. 고비점성분이 많은 연료 c의 경우는 중류역에 가까워지면서 TMPD 및 안트라센의 형광강도가 거의 비슷한 경향을 나타내고 있지만, 점점 하류역으로 갈수록 TMPD에 비해 안트라센 강도가 강한 경향을 보이면서 천천히 낮아지는 경향을 나타낸다. 이들의 경향은 연료 c중에

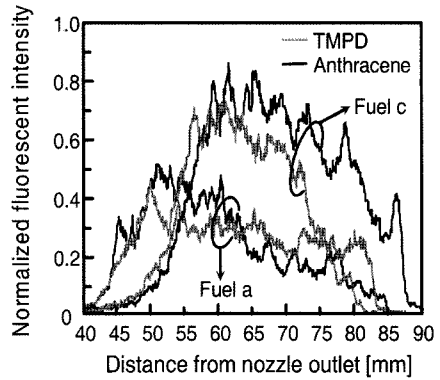


Fig. 8 Fluorescence intensity of TMPD and anthracene at central axis of fuel a and c

($P_{inj} = 42\text{Mpa}$, $T_a = 700\text{K}$, $\rho_a = 15\text{kg/m}^3$, $t/t_{inj} = 1.5$)

고비점성분의 혼합비율이 많아 저비점성분이 많은 연료 a보다 형광강도가 높게 나타내어 고비점성분의 혼합비율에 따라 크게 강도분포가 달라진다. 따라서 증상분포 자체는 혼합연료에 따라 다르나 저비점이 많은 연료 a보다 고비점이 많은 연료 c의 경우가 더 높은 강도분포를 나타냄을 알 수 있었다.

Fig. 9와 Fig. 10은 연료 a, b, c에 대하여 분사압력 42MPa와 112MPa, 무차원시간 $t/t_{inj} = 1.0, 1.5$ 에서 TMPD에 대한 분무중심축의 형광강도분포를 나타낸 것이다. 중비점성분인 노말 도데칸의 혼합비율

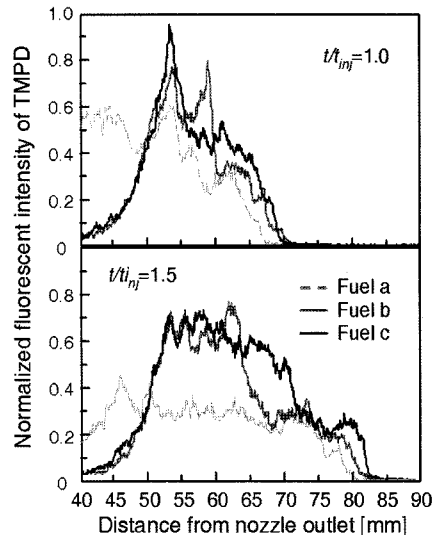


Fig. 9 Fluorescence intensity of TMPD at central axis of multi-component fuels

($P_{inj} = 42\text{Mpa}$, $T_a = 700\text{K}$, $\rho_a = 15\text{kg/m}^3$)

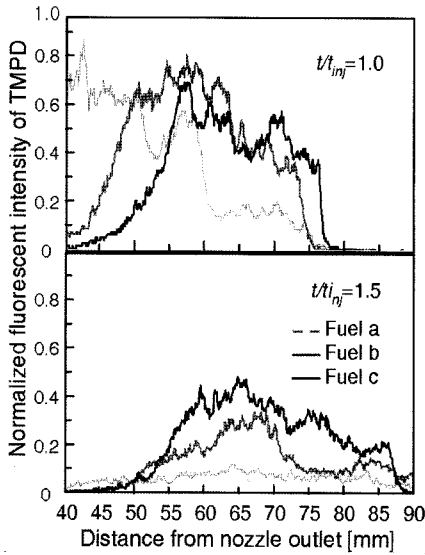


Fig. 10 Fluorescence intensity of TMPD at central axis of multi-component fuels
($P_{inj} = 112\text{MPa}$, $T_a = 700\text{K}$, $\rho_a = 15\text{kg/m}^3$)

은 연료 a, b, c에 대하여 약 30%로 거의 동일한 비율로 혼합한 경우이다. 이와 같이 동일한 질량분율에도 불구하고 연료 a의 형광강도는 빠른 분무의 증발로 인하여 가장 낮은 강도분포를 보인다.

이는 저비점성분이 많이 함유되어 조기증발을 촉진시키기 때문이다. 따라서 다성분연료에 형성되는 2상영역에 의해 중·고비점성분의 증발이 촉진되

기 때문에 적절한 혼합비율에 따라 분무의 증발기동을 제어할 수 있을 것으로 기대된다.

4.3 다성분연료의 연소특성

4.3.1 휘염분포특성

Fig. 11에는 연료 a, b, c에 대하여 분위기온도 800K, 분사압력 72MPa에서 직접촬영에 의해 얻어진 휘염의 화상분포를 나타낸 것이다.

분사후 휘염은 발생하여 시간의 경과와 함께 분공부근에 향하여 상류부에서 확대되고, 분사종료후에서 휘염의 발생영역은 하류부 근처에서 서서히 사라진다. 연료의 휘염분포를 비교하면, 고비점성분연료가 보다 많이 함유될수록 분공부근의 상류부에서 휘염이 더 발생하는 것을 알 수 있다.

이것은 연료중에 고세탄가성분인 노말 헥사데칸을 많이 함유함으로써 착화성이 양호하여 조기에 착화된다. 이 때문에 휘염의 발생위치도 보다 상류부에 존재함을 알 수 있다. 또 연료 c, b, a순으로 저비점성분을 함유할수록 휘염의 휘도가 낮아져 매연생성량이 감소될 것으로 예상된다. 이것은 저비점성분이 많을수록 과농한 혼합기형성이 어려우므로 조기에 예혼합화를 촉진시켜 증발 및 확산이 빨라져 연소후 매연생성량이 낮아질 것으로 사료된다.

Fig. 11 Flame for multi-component fuels($T_a = 800\text{K}$, $P_{inj} = 72\text{MPa}$, $\rho_a = 12.8\text{kg/m}^3$)

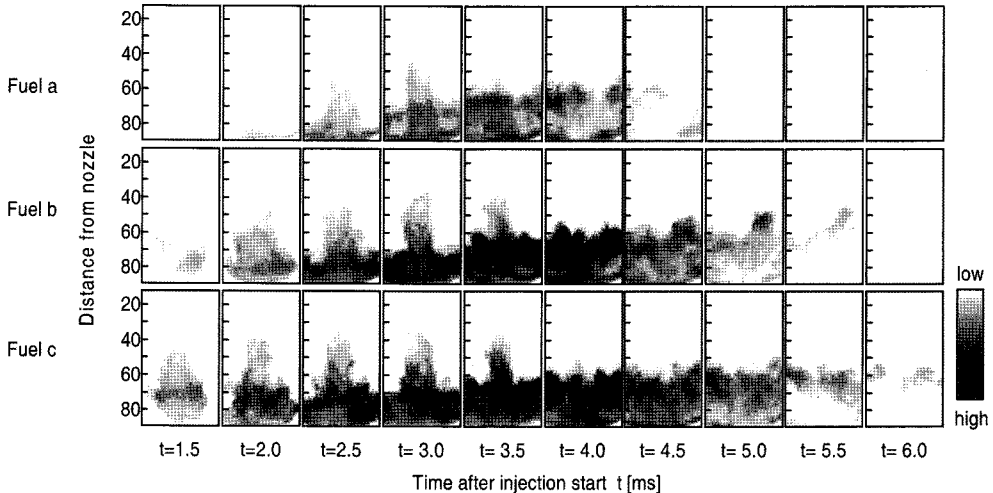


Fig. 11 Flame for multi-component fuels($T_a = 800\text{K}$, $P_{inj} = 72\text{MPa}$, $\rho_a = 12.8\text{kg/m}^3$)

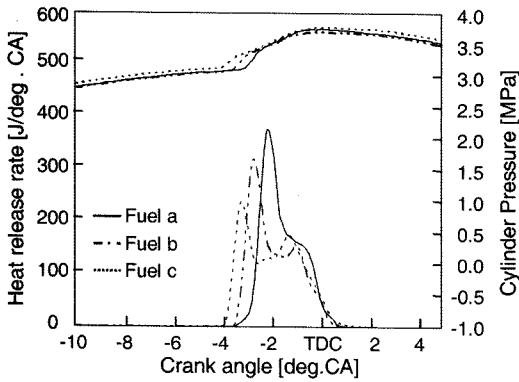


Fig. 12 Cylinder pressure and heat release rate ($T_a = 800K, P_{inj} = 72MPa$)

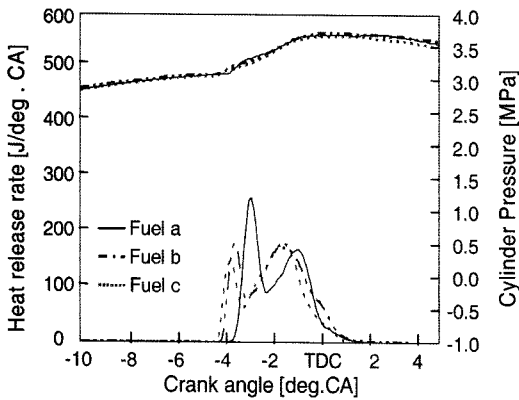


Fig. 13 Cylinder pressure and heat release rate ($T_a = 900K, P_{inj} = 72MPa$)

4.3.2 열발생률 특성

Fig. 12와 Fig. 13은 연료 a, b, c에 대하여 분위기온도 800K와 900K, 분사압력 72MPa에서 연소시의 실린더 내의 압력과 열발생률의 관계를 나타낸 것이다. 분위기온도 800K의 경우에서 연료 a, b, c 모두 예혼합특성이 현저하게 나타남으로써 확산연소기간이 감소되어 전체의 연소기간이 단축되고 있다. 이는 높은 분사압력으로 인해 미립화가 촉진되어 증발과정이 빨라지는 결과라 볼 수 있다. 또한 분위기온도 900K의 경우에는 800K의 경우보다 빨리 진행되어 확산연소가 길어지는 경향을 나타내는데, 이는 분위기온도의 상승에 따른 착화지연이 단축되는 효과임을 알 수 있다.

그리고 본 결과로서 연료 중에서 연료 a의 경우가 예혼합연소기간에서 열발생률이 가장 크게 나타

는데, 이는 다량의 이소옥탄이 함유되어 있어 착화지연이 길어지고, 가연혼합기의 량도 많아져 급격한 열발생이 일어남을 알 수 있다. 그러나 연료 b와 연료 c의 경우에는 열발생률의 상승이 시작하는 기간 및 착화지연은 분위기온도의 상승에 따라 별 차이가 없지만, 예혼합연소기간에서 열발생률은 연료 b가 연료 c에 비해 높게 나타난다.

따라서 저비점성분을 많이 함유함으로써 증발, 확산이 촉진되어 착화까지의 기간이 거의 비슷하다 라도 조기에 가연혼합기를 많이 형성하기 때문에 열발생률이 높아짐을 알 수 있다.

5. 결론

다성분 혼합연료를 이용한 디젤분무 및 연소특성을 광계측 진단하기 위하여 LIF법을 이용한 증기농도분포와, 실제의 연소장에서 휘염 및 열발생률 특성을 고찰한 결과는 다음과 같다.

- 1) 다성분연료분무에 있어서 저비점성분은 분무상류에서 증류부로, 고비점성분은 하류부를 중심으로 고농도분포를 이룬 층상분포를 형성하고, 고비점성분이 많은 연료가 형광강도가 높다.
- 2) 다성분연료에 혼합되는 저비점성분의 비율이 많을수록 함유되는 중·고비점성분의 증발 및 확산도 촉진된다.
- 3) 국부적인 과농혼합기 경우, 저비점성분을 첨가하면 혼합기의 불균일성은 개선된다.
- 4) 저비점성분인 이소옥탄을 많이 함유할수록 증발이 촉진되어 예혼합연소에 의한 열발생률이 증가하므로 매연배출량은 감소될 것으로 사료된다.
- 5) 다성분연료에 형성되는 2상영역에 의해 중·고비점성분의 증발이 촉진되기 때문에 적절한 혼합비율에 따라 분무의 증발거동을 제어할 수 있다.

후 기

본 논문은 2005년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 수행된 연구로서, 연구를 지원해주신 관계 기관에 감사드립니다(KRF-2005-214-D00026).

References

- 1) Y. Aoyagi and Y. Hyoda, "Challenging Technology for Premixed Compression Ignition Combustion(HCCI) in Heavy Duty Diesel Engine," Engine Technology, Vol.7, No.3, pp.33-38, 2005.
- 2) C. S. Bae, "Diesel-Fueled HCCI Engines and Alternative Fuel," Journal of KSAE, Vol.25, No.3, pp.10-14, 2003.
- 3) C. N. Yeh, T. Kamimoto, S. Kobori and H. Kosaka, "2-D Imaging of Fuel Vapor Spray via Exiplex-Based Fluorescence Technique," SAE 932652, 1993.
- 4) S. Kusano, T. Dan, J. Senda and H. Fujimoto, "Modeling on Droplet Evaporation," Transactions of JSME, Vol.65, No.630(B), pp.804-811, 1999.
- 5) Y. R. Kim, M. S. Kim, H. Cho and K. D. Min, "A Study on the Characteristics of an Evaporating Diesel Spray Using LIEF Technique," Journal of ILASS-Korea, Vol.7, No.3, pp.18-23, 2002.
- 6) Y. H. Won and W. T. Kim, "Visualization of Breakup and Atomization Processes in Non-Vaporizing Diesel Spray," Transactions of KSAE, Vol.12, No.12, pp.25-31, 2004.
- 7) J. Abraham and V. Magi, "A Model for Multi-Component Droplet Vaporization in Sprays," SAE 980511, 1998.
- 8) R. D. Reitz, "Atomization and other Breakup Regimes of a Liquid Jet," Ph. D. Dissertation, Princeton University, 1978.
- 9) J. D. Jin and G. L. Borman, "A Model for Multicomponent Droplet Vaporization at High Ambient Pressures," SAE 850264, 1985.
- 10) A. M. Lippert and R. D. Reitz, "Modeling of Multicomponent Fuels Using Continuous Distributions with Application to Droplet Evaporation and Sprays," SAE 972882, 1997.
- 11) K. J. Myong, M. Arai, H. Suzuki, J. Senda and H. Fujimoto, "Vaporization Characteristics and Liquid Phase Penetration for Multi- component fuels," SAE 2004-01-0529, 2004.
- 12) J. F. Ely and M. L. Huber, NIST Thermophysical Properties of Hydrocarbon Mixture Database(SURERTRAPP) Version 1.0, National Institute of Standards and Technology, 1992.