

### 小型ガソリン機関の排気特性及び熱発生率に関する一考察

内堀, 弘崇 / UCHIBORI, Hirotaka

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

56

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

3

(発行年 / Year)

2015-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00011028>

# 小型ガソリン機関の排気特性及び熱発生率に関する一考察

## A STUDY OF EXHAUST CHARACTERISTICS AND HEAT RELEASE RATE FOR A SMALL GASOLINE ENGINE

内堀 弘崇

Hiroataka UCHIBORI

指導教員 川上 忠重

法政大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士課程

In recent years, environmental issues such as global warming and air pollution is a serious problem. Interested in environmental issues has been growing worldwide. In this study, experiments have been carried out to examine the influence of alcohol addition fuels on combustion characteristics and combustion products for small gasoline engine. The fuels used in this study are blended fuels of gasoline and the alcohol (methanol, ethanol, propanol and butanol). The main conclusions are as follows;

- 1) The NO<sub>x</sub> emissions decrease with addition of alcohol (ethanol, propanol and butanol) in fuels under these experimental conditions.
- 2) The heat release rate increases with addition of alcohol fuel under high load conditions for a small gasoline engine.

**Key Words :** Gasoline Engine, Composite fuels, Heat release rate, Exhaust characteristics

### 1. 諸言

近年、地球温暖化や大気汚染などの環境問題が深刻化し、世界的に環境問題への関心が高まっている。この環境問題の一因として、内燃機関の排気ガスが挙げられる。自動車への排気ガス規制も年々厳しくなり、世界的に低炭素循環型社会の実現に向けて取り組みが行われている。その結果、再生可能エネルギーの利用、普及が急務になっている。

また、化石燃料の枯渇という観点から、ガソリンに頼らない、新たな代替燃料の開発も必要であり、また、今後も継続して、各種内燃機関の出力性能の向上のみならず、燃焼生成物低減に関する検討は必要不可欠である。

ガソリンの代替燃料として、バイオ燃料が近年注目されている。バイオ燃料はバイオマスの持つエネルギーを利用したアルコール燃料である。特徴として再生可能な含酸素燃料であり、サトウキビやトウモロコシといった植物資源を発酵により生成される。一般的な合成アルコールと化学的な性状はほぼ同様である。アルコール燃料を使用するメリットとして、二酸化炭素の増加を防止できることや再生可能であるという点から、環境問題及びエネルギー問題の有効な解決策として注目されている。<sup>1)</sup>

本研究で用いるアルコール燃料は、メタノール、エタノール、プロパノールおよびブタノールに着目した。い

ずれもガソリンに比べて、発熱量が低い、含酸素燃料であるので燃焼で消費される酸素を補い、燃焼の活性化が期待される。一方、アルコールの燃料中の割合を高くしすぎると、エンジン各部の腐食や燃料中の分離などの問題が発生することが知られている。<sup>2)</sup>

本研究では、小型ガソリン機関を用いて、ガソリンのみとガソリンにアルコール燃料を混合した燃料を用いて、排出される燃焼生成物 (CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>) に及ぼす、燃料性状の影響について検討を行った。併せて熱発生率についても考察を行った。<sup>3)</sup>

### 2. 実験装置および実験方法

#### (1) 実験装置

本実験では、本田技研工業製 C50E 4 ストローク単気筒エンジン (ボア×ストローク: 39.0×41.4mm, 圧縮比: 10.0, 排気量 49cc) を用いられ、熱発生率向上のため、圧縮比が 11.0 となるように、シリンダーヘッドを加工した。排気ガス成分の測定には、排ガス測定器 (株式会社リエロ・ジャパン社製 Auto 5-1) を使用した。本実験での動力計 (東京メータ社製 EA-10-L) は、動力計制御器 (東京メータ社製 BTE-5) を用いて、動力計回転数の制御によって機関回転数の制御を行なった。混合燃料攪拌装置として、マグネチックスターラー (アズワン社製 RS-1D) を使用

した。

Fig.1 に本研究に用いた実験装置の概略を示し、Table.1 に本研究で用いたエンジンの諸元を示す。

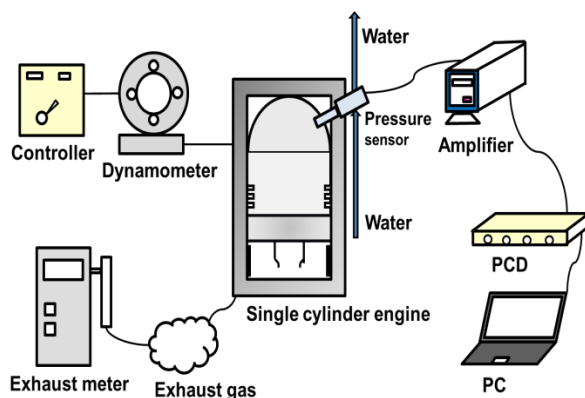


Fig.1 Experiment Device

Table 1 Specifications of Engine

Engine Type	C50E 4stroke Cycle Single Cylinder
Ignition System	Spark Ignition
Cooling System	Air-cooling
Bore * Stroke	39.0mm*41.4mm
Displacement	49cc
Valve System	OHC
Compression Ratio	11.0
Maximum Output	2.94kW/7000rpm
Maximum Torque	4.70Nm/4500rpm

## (2) 実験方法

絞り弁開度は、それぞれ 0[%], 17[%], 33[%], 50[%], 67[%], 84[%], 100[%]で作動させ燃焼圧及び排ガスの測定を行った。燃焼圧は、エンジンの燃焼室内の圧力履歴を水冷式ピエゾ型圧力センサー（キスラー社製 6041A）で電気信号に変換し、アンプで増幅し、電圧測定用 PCD を介して、パソコンでデータ処理を行った。得られた圧力履歴から、10 行程分を平均した燃焼圧力を算出し、全燃焼時間、最高燃焼圧力、平均圧力上昇率、熱発生率を計算した。排気ガスの測定には、排ガス測定器で排気ガスの成分（CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>）を一定時間ごとに測定した。排気ガス測定は、各絞り弁開度ごとに 10 回ずつ行い、それらを平均したものを測定結果とした。また、動力計の回転数は、すべての条件において 800[rpm]に設定した。これにより、エンジンに適切な負荷がかかる。なお、空冷エンジンであるため、機関に直接送風機によって冷却を行なった。

混合燃料は、ベース燃料のガソリン中に、アルコール燃料であるメタノール、エタノール、プロパノールおよびブタノールを 0～25vol%の体積割合で直接混合したものを使用した。

## 3. 実験結果および考察

Fig.2 に絞り弁開度に対する NO<sub>x</sub> 排出量を、燃料性状をパラメータとして示す。Fig.2 から、絞り弁開度の増大に伴って、低絞り弁領域では NO<sub>x</sub> 排出量の増大が確認できる。これは、絞り弁開度の増加に伴う燃焼温度の上昇によって、空気中に含有される O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> が高温状態において、サーマル NO<sub>x</sub> として反応した為であると考えられる。アルコール燃料を添加した場合、メタノールを用いた場合を除いて、ガソリンのみと比較して NO<sub>x</sub> 排出量が低減した。これは、アルコール燃料を添加したものは、ガソリンのみに比べて発熱量が低く、燃焼温度の低下がサーマル NO<sub>x</sub> を抑制したと考えられる。

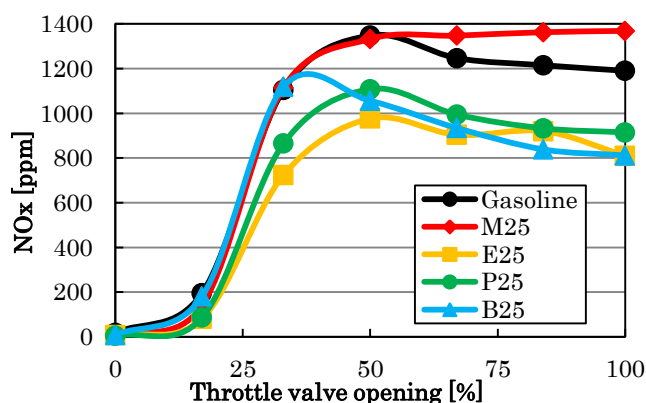


Fig.2 NO<sub>x</sub> Emission

Fig.3 に絞り弁開度に対する HC 排出量を、燃料性状をパラメータとして示す。Fig.3 から、低絞り弁領域では絞り弁開度の増大において、HC 排出量の減少が確認できる。これは、絞り弁開度の増大に伴って、吸入空気量が増加し、それにより混合気の空燃比が理論空燃比に近づいた為であると考えられる。アルコール燃料を添加した場合、わずかではあるが、ガソリンのみと比較して HC 排出量が増加した。これは、アルコール燃料を添加したことで、発熱量低下により、燃焼温度が低下したことで、未燃分である HC が増加したと考えられる。

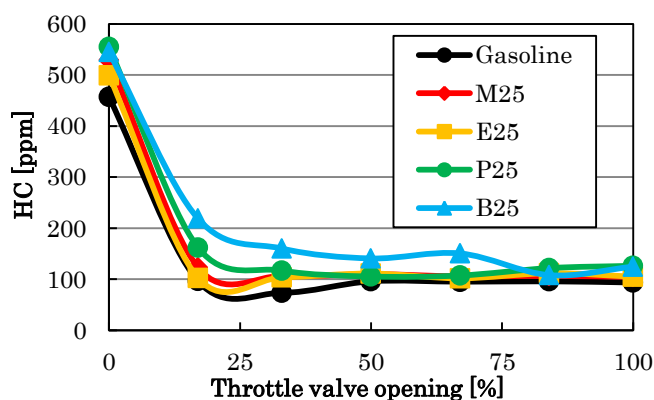


Fig.3 HC Emission

Fig.4 に絞り弁開度に対する CO 排出量を，燃料性状をパラメータとして示す. Fig.4 から，低絞り弁領域では，絞り弁開度の増大において，CO 排出量の減少が確認できる. これは，HC 排出量と同じく，絞り弁開度の増大によって，吸入空気量が増加し，それにより，混合気の空燃比が理論空燃比に近づいた為，混合気中に含まれる酸素が増え，完全燃焼の割合が増加したと考えられる. アルコール燃料を添加した場合，ほとんどの条件において，ガソリンのみと比較して CO 排出量が增大した. これは，HC 排出量と同様に，アルコール燃料を添加したものは，ガソリンのみに比べて，発熱量が低く，燃焼温度の低下から，不完全燃焼の割合が増加したためであると考えられる.

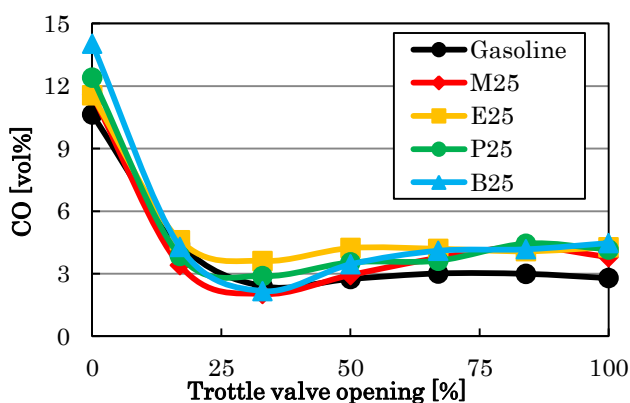


Fig.4 CO Emission

Fig.5 に絞り弁開度に対する最高燃焼圧力を，燃料性状をパラメータとして示す. Fig.5 から，低絞り弁領域では，絞り弁開度の増大において，最高燃焼圧力の増加が確認できる. これは，絞り弁開度の増大によって，吸入空気量が増加し，それにより，吸入される混合気が増加した為と考えられる. アルコール燃料を添加した場合，高絞り弁領域では，全てのアルコール燃料において，ガソリンのみと比較して，最高燃焼圧力が増大した. これは，アルコール燃料が含酸素燃料であるため，燃焼が活性化したものと考えられる.

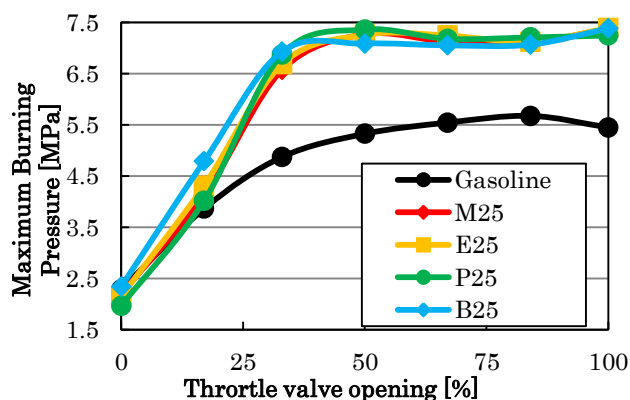


Fig.5 Maximum Burning Pressure

Fig.6 に絞り弁開度 67[%]における，クランク角に対する熱発生率を，燃料性状をパラメータとして示す. Fig.6 から，アルコール燃料を添加した場合，ガソリンのみと比較して，最大熱発生率が 3 割程度上昇した. これは，アルコール燃料が含酸素燃料であるため，燃焼を活性化したものと考えられる. また，ブタノール以外のアルコール燃料を用いた場合，4[deg.]程度の早期化が確認され，特にメタノールが一番早期化した. これは，低炭素系のアルコール燃料は含酸素割合が，高炭素系のアルコール燃料に比べて多く含まれており，燃焼促進効果が大きかったと考えられる. 本実験ではどの絞り弁開度においても安定した機関運転が可能であり，またアルコール添加による著しい最大熱発生率の増大より，機関出力を含めたアルコール添加による能動的制御の可能性が示唆される.

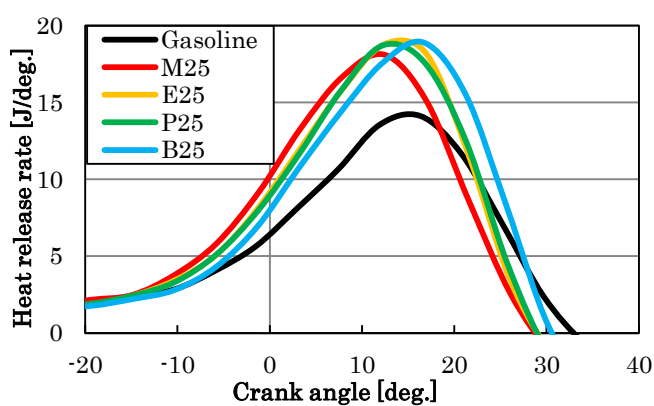


Fig.6 Heat Release Rate

#### 4. 結論

本研究では，小型ガソリン機関の燃焼特性に及ぼす混合燃料の影響について検討を行なった. 以下に結果を示す.

- 1) 高炭素系のアルコール燃料を添加することによって，NOx 排出量は減少する.
- 2) 小型ガソリン機関の最大熱発生率は，高負荷条件では，アルコール燃料添加によって増加する.

謝辞：本研究を進めるにあたりご指導，ご鞭撻して頂きました，川上忠重教授に深く感謝申し上げます. また，研究活動を行う際にご協力を頂いたエネルギー変換工学研究室の皆様，実験装置に関して多くのご協力と助言を頂きました実験装置の会社社員の皆様にも深く感謝いたします.

#### 参考文献

- (1) 井熊 均，最新バイオ燃料の基本と仕組み，株式会社 秀和システム，pp. 8-9. (2008)
- (2) 山田 貴延他，日本機械学会論文集 B 編，pp. 1087-1094. (1983)
- (3) 内堀弘崇・川上忠重，山梨講演会講演論文集，pp. 147-148. (2014)