

外92-51

早稲田大学大学院理工学研究科

博士論文概要

論文題目

自動車用燃料とエンジン性能に関する研究

申請者

吉田栄一

E I I C H I Y O S H I D A

平成4年12月

理 1648 (1941)

ここ20年～30年間を振り返ってみると自動車の性能向上は大変めざましいものがあり、またそれに使用される燃料も自動車の性能にあわせて品質の向上に努めてきた。ガソリンではその品質向上の主体は始めはオクタン価の向上であった。そのためには製油所において接触改質装置および接触分解装置の導入、増設が行なわれた。国産乗用車のオクタン価要求値については、その動向の調査が昭和34年から現在も続けられている。昭和40年代になって高速道路の整備が進み、自動車の一層の性能向上と普及により、ガソリン需要の増加とさらに高い品質（オクタン価ではリサーチ法オクタン価だけでなくモーター法オクタン価も重要となる）が要求されるようになり、これらの要求を満たす必要がでてきた。

一方、自動車の普及が自動車排出ガスによる大気汚染への影響が懸念されるようになった。ロサンゼルスに端を発した自動車による大気汚染なかでも未燃炭化水素（H C）と窒素酸化物（N O x）による光化学スモッグの問題が発生し、我が国でもいわゆる光化学スモッグ事件が昭和45年7月に最初に発生し、ほぼ同時期の昭和45年5月末に発表された鉛公害事件とともに大きな社会問題になった。この事件がきっかけになり、またアメリカにおける自動車排気ガスに関するマスキー法案の影響もあって我が国の自動車排出ガス規制が強化され、従来から使用されていた強制クランクケースベンチレーション（P C V）に加えてサーマルリアクタや点火時期遅角装置、さらには酸化触媒、排気ガス再循環装置（E G R）、カーボンキャニスター、三元触媒等の処理装置も実用化された。これらの排出ガスの規制強化、排出ガス処理装置の導入に対して、ガソリンはまず低鉛化が実施され、昭和50年4月からは市販レギュラーガソリンが無鉛化された。さらに昭和58年には無鉛プレミアムガソリンの発売により、ガソリンの完全無鉛化が実施された。

ディーゼル軽油については製油所における加工度が低いため、中東原油を中心とした一定の品質のものが市販されていたが、輸入原油の種類の多様化と需要増加により昭和50年代になって低温流動性が問題となり、低温流動性向上剤の添加が進められた。近年ディーゼルエンジン車の排出ガス規制の強化が進められてきており、軽油については低硫黄化を進め、セタン価の維持、安定性の確保の留意している。

昭和48年、昭和54年の2度にわたるいわゆる石油ショック、さらに最近の地球温暖化問題からCO₂排出量の削減などから石油の利用に関しても高効率化、省燃費が強く要望されており、石油精製段階においても徹底した省燃費化が進められた。

このように自動車および自動車燃料を取り巻くユーザーニーズ、社会的ニーズ、地球的なグローバルニーズは時代とともに種々変化しており、これらのニーズの流れに沿って技術革新は進められる。その流れのなかの大きなニーズの一つとして排出ガス対策技術がある。

そこで本研究では、このような背景を踏まえ、排出ガス対策技術に関連した事項を中心に自動車用燃料性状とエンジン性能との関係について燃料技術の面から追求、

検討して、排出ガス対策とエンジン性能向上への寄与、さらに燃料精製技術への反映を図ることを目的に実施した。

本論文の内容を簡単に説明すると以下のようである。

まず、第1章は序論であり、本研究の背景や従来の研究、および本研究の目的について述べた。

第2章では、自動車用ガソリンとエンジン性能に関する研究について述べた。自動車用ガソリンに求められる品質としてはアンチノック性、揮発性、安定性、排出ガス性能および省燃費性である。これらの品質はいずれもエンジンの性能に関連するものであるが、そのなかで特に排出ガス対策に関係するものについて検討した。

まず、第2.1章ではランオン現象とガソリン性状について検討した結果を述べた。独自に考案したランオン現象測定器による燃焼現象の測定と実車走行試験を実施して、ランオンは非常に回転速度の低下した気筒での圧縮着火によって起こり、ランオンの発生の防止にはガソリンではリサーチ法オクタン価が高いこと、エンジンではコースタイム（点火スイッチを切ってからエンジンが停止するまでの時間）の短いことが最も重要な要因であることを見出だした。

第2.2章では近年含酸素燃料、高オクタン価基材として注目されているMTBE（メチル-tert-ブチルエーテル）をガソリン基材として使用する場合の特性を検討した結果を述べた。すなわちオクタン価の低いガソリンに調合したほうがMTBEの実質的なオクタン価が高くなること、実車に使用した場合のオクタン価性能や揮発性性能については通常のガソリン基材と同じ性能をもつこと、排気ガスの排出特性についてはMTBEを15 vol%調合したガソリンにおいてほとんど問題がないこと、MTBEは金属不活性剤として作用し、ガソリンの酸化誘導期間を延長させる特異な性能があることを明かにした。

第2.3章では高温、中温、低温時のガソリンの揮発性と自動車の運転性について検討した結果を述べた。まず、高温運転性に関しては、ガソリン性状では中質留分や蒸気圧が不具合の起こりやすさと相関性が高い。高温運転性にはガソリンの揮発性の影響のほかに外気温度や風速の影響も大きい。この不具合発生を防止するにはガソリンの揮発性が低いこと、エンジンでは燃料系統の温度を下げる装置等が装着されていることやガソリン供給圧力が高いことが重要な因子である。自動車を広い温度範囲で使用した場合においても利用できる上記3因子を考慮したガソリン性状の新たな高温運転性指標を提案した。この指標H D Iによって燃料噴射特性や燃料設計の幅が広げられる。次に常温運転性（中温運転性）に関して検討した結果を述べた。20°C～25°Cにおいてコールドスタートしたときにある種の燃料噴射装置式エンジンにおいて常温運転性不具合が発生し、この不具合発生に対してはガソリンの50%留出温度（T₅₀）が非常にクリティカルな影響を及ぼすことがわかった。常温運転性不具合は気筒内の混合気が希薄になることによって起こり、揮発性の高いガ

ソリンを使用することにより改善できるが、エンジンの噴射特性とガソリンの揮発性とのマッチングが非常に重要な要素である。さらに低温運転性に関して検討した結果を述べた。低温運転性能すなわち暖機性能に対してはガソリン性状では30%あるいは50%留出温度(T_{30} , T_{50})との相関性が高いことを明かにし、このガソリンの揮発性の不具合発生に対する影響度を定量化した。ただしメタノール混合ガソリンでは低温運転性能を T_{30} や T_{50} では表せないが、コールドスタート時の空気過剰率で整理すればメタノール混合ガソリンにおいてもガソリンと同一の不具合発生度となることを見出だした。

第3章では、ディーゼル軽油とエンジン性能に関する研究について述べた。ディーゼル軽油に求められる品質としては主にセタン価、蒸留性状、粘度、安定性、硫黄分および排出ガス性能である。近年ディーゼル排出ガス規制の強化が進み、主としてエンジン面から対応が進められてきた。しかし、燃料面からの検討も求められているので、本研究ではディーゼル排出ガスへの対応を考慮した軽油の品質について主として検討した。

第3.1章では、軽油性状、組成と排出ガスの関係について検討した結果を述べた。軽油性状で排出ガス、特にパティキュレートエミッションに影響を及ぼすものは90%留出温度(T_{90})と軽油中の芳香族環炭素含有量(%C_A)である。ただしこの両性状には相互にこの影響度を少なくする性能がある。すなわち T_{90} が低くなると%C_Aのパティキュレートエミッションに対する影響は少なくなり、また%C_Aが低くなるとT₉₀のパティキュレートエミッションに対する影響は少なくなることを見出だした。軽油中の硫黄分はパティキュレート中のサルフェート量を直線的に増加させるが、その他のCO、HC、NO_xおよびパティキュレート中のドライストエミッションに対しては影響を及ぼさない。

第3.2章では、軽油の硫黄分とエンジン耐久性との関係について検討した結果を述べた。試作EGR装着エンジンを使用して軽油中の硫黄分がエンジン耐久性に及ぼす影響を検討した結果、硫黄分の摩耗低減効果を定量的に測定できた。

第3.3章では、燃料噴射特性と排出ガスとの関係およびノズル清浄剤の開発に関する検討結果について述べた。ピントルタイプの燃料噴射ノズルではノズルの汚れが排出ガスを悪化させてるので、ノズルを清浄化する新規添加剤を開発した。

最後に、第4章ではこれまでの内容をまとめ本研究の総括とした。

第4.1章では自動車用ガソリンとエンジン性能、第4.2章ではディーゼル軽油とエンジン性能に関する研究のまとめを述べた。さらに第4.3章では本研究で得られた成果を総括した。

以上のように、本研究は排出ガス対策に関連した事項を中心に自動車用ガソリンやディーゼル軽油について燃料技術面からの検討を行ない、排出ガス対策やエンジン性能向上に寄与し、燃料精製技術への反映を図ることが可能となった。