琉球大学学術リポジトリ

[総説]内燃機舶用バイオマス燃料開発研寒の概説

メタデータ	言語:			
	出版者: 南方資源利用技術研究会			
	公開日: 2014-10-26			
	キーワード (Ja):			
	キーワード (En):			
	作成者: 竹田, 策三, TAKEDA, Sakuzo			
	メールアドレス:			
	所属:			
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016507			

総 説

内燃機関用バイオマス燃料開発研究の概説

竹 田 策 三 * (三重大学名誉教授)

昭和59年9月28日受理

The development of biomass fuels for internal combustion engines.

Sakuzo TAKEDA

(Professor Emeritus Mie University,) 106 Mutsumiga-Oka, Tsu-City 514

The development and studies of biomass fuels are being carried out not only in China and South-east asian countries, but also United States, Canada and other many oil producing countries. In this paper, the test of the alternative fuels such as eucalyptus oil, orange oil and palm oil for internal combustion engine was reported, which was conducted by the author during the recent seven years.

The test results showed that the eucalyptus oil and orange oil were used quite effectively as the octane enhancer when they were blended and used with the low octane number fuels.

(Recieved September 28,1984)

はじめに

戦後40年,わが国が驚異的発展をとげ,今日の 経済大国になり得たのは,わが国の良好な立地条件,あるいは勤勉な国民性などであるが,最も大 きな要因は,安価で良質の中東原油を,わが国が 大量に輸入して経済再建の原動力となし得たこと である.

1973年秋の第1次オイルショック, つづいて 1978年の第2次オイルショックにより, それまで 輸入していたような安価な原油は使えなくなり, 国を挙げて省エネルギーの徹底, および石油にかわる代替エネルギーの開発が始められた. そして 今日, 当日を振り返えって見るに, 多くのエネルギー自給計画が進められた中で, サンシャイン, グリーンエネルギーの両計画において, ある程度

成果を挙げたが、今なお石油がエネルギーの大宗 である情勢は変っていない.

一方,原子力発電は種々の事情により,その建設は足踏み状態であり,次代のエネルギーと注目されている核融合も,実現への見とおしは末ださだかでない.

昭和59年度における総合エネルギー調査会の報告によれば、経済性を第1位としたエネルギー開発に重点がおかれているという.

以上の情勢および最近における原油値下りなどより、「代替エネルギーの開発計画」縮少ムードの中で、「バイオマス燃料開発」は何となく影が うすくなった。

一方、眼を国外に転ずると、その様相は一変す

^{*〒514} 津市むつみが丘 106 Tel 0592-27-8948

る. すなわち、米国では世界のリーダーシップの継続のための根元たる *エネルギー自給化*のため、石炭液化、オイルシェールからの合成燃料、太陽エネルギーの利用、農作物よりエタノール燃料の増産などに、政府、民間協力のもと、幅広い開発研究に力が注がれている. ブラジルは、国家アルコール計画に基づき、ガソリンにアルコール 20%プレンドの燃料が使用されている. カナダは自国の豊富な資源により、天然ガスからの燃料利用に意欲をもやしている. EC 諸国は、海洋バイオマス、地熱利用の研究をはじめ、合成石油、メタノール生産など、いずれも石油にかわる代替燃料の開発に力を注いでいる.

韓国、中国、ビルマおよび東南アジア諸国においては、高価な原油に代わる燃料資源として、農業廃棄物のエネルギー利用、たとえば、もみがら、やしがらなどを燃料としたガス機関による動力化の開発研究が盛んで、FAO(国連食糧機構)が中心となり、1982年より、毎年、東南アジア2ケ国における、国際技術会議が行われ、その技術レベルの向上の普及に、関係各国は力を注いでいる。

以上のように、非産油国はもちろん、産油国に おいても、石油にたよらない燃料資源の開発、確 保に真剣にとり組んでいる。

しかしながら無資源国であるわが国だけが、代 替燃料開発に対する認識が、諸外国にくらべ甘い のはなぜであろう?

わが国が輸入している原油は年間約2.5億kℓで、その60%をホルムズ海峡通過原油が占めている⁽¹⁾.ホルムズ海峡が(イ・イ戦争の影響で)封鎖されることは絶対に起らないか?,第3次オイルショックはあり得ない,という保証はどこにもない.将来のエネルギー需給に一抹の不安を抱く我々には,「エネルギーの自給を一歩でも進める」国家百年の計を樹立する努力をなすべきで,今がそのチャンスである.

1. バイオマス燃料の分類

バイオマス資源の中で,植物(主に枝・葉)に 含まれるモノテルペン類は,その構造がガソリン のような化石燃料に似ており、火花点火機関の燃 料に適している。一方油脂を含む植物(例えばヤシ類の子実),あるいは作物(食料油の原料)より採れる油脂類は,ディーゼル燃料に使用できる。これらを総称してパイオマス燃料(biomass fuel)

バイオマス燃料は次のように分類される(表1).

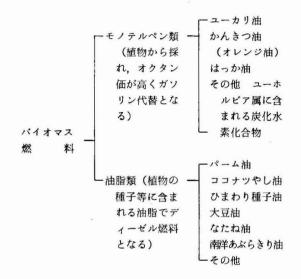


表 1 バイオマス燃料の分類 Table 1. Classification of biomass fuels

石油植物(Petroleum plant)といわれるユーカリやユーホルビア属の植物に含まれる炭化水素分は、その構造がガソリンと似ており、燃料としてのオクタン価が高く、容量あたり発熱量はガソリンより高い。またパーム油、ココナツやし油、大豆油、なたね油などは貴重な食料油であるが、もし大量に生産できれば、燃料となり、かつ地域農業の振興をもたらす。油脂類は常温(または低温度)で固化するものもあり、その対策として、アルコールとの混合(エステル化)により流動点が降下し使用しやすくなる。

2. バイオマス燃料の実験例

2-1. ユーカリ油 (Eucalyptus oil)

ユーカリはオーストラリア原産の常緑樹で,成長がおう盛である. そのはやさは松,杉などの10倍くらい. ユーカリには600種以上の品種があり,そのうち約20種類が枝葉に、ユーカリ油、を含ん

でいる. その割合は、少いもので0.5~1.0% (生葉重量), 多いものは3.5~5%位である. ユーカリ油は従来、風邪薬・マッサージ用、キャ ンデー、トローチあるいは洗剤原料、香料などに 広く使用されている. ユーカリ油はオクタン価が 100程度で、火花点火機関の燃料に適している.

著者の実験によると⁽²⁾, ユーカリ油100%で火 花点火機関を運転することができるが、ユーカリ 油10~20%をガソリンと混合して使用すると、機 関出力、燃費率はガソリンと変らず、排気中の有 害成分 (HC, COなど)も減少する. ユーカリ油 はアルコールとも良く混合し、ガソホールに混合 すると、水分混入による燃料の層分離を防ぐ相溶 剤として有効である.

ユーカリ油燃料の普及には, これが大量に生産 され、かつ安価であることが必要条件で、S化成 品工業KKの実験結果を基礎にした試算によると、 ユーカリ栽植の適地に、ユーカリを大面積に密植 すると、1000 kg/ha のユーカ リ油収量が得られ、 その生産コストは 245 ~ 305 円/kg, その中で製 造直接費は95~105円/kgで、残り150~200 円が、設備・材料費および金利としている(3)

2-2. かんきつ油(オレンジ油)

かんきつ油 (Citrus peel oil) は, 温州みか ん, 夏みかん, オレンジ, グレープフルーツ, レ モンなどの果皮に含まれる油で、わが国において は、ジュース工場などで、大量のみかん類を原料 としジュースを生産するとき、 その副産物として 産出する。わが国で年間に生産される温州みかん は400万トン、そのうち約100万トンが加工用で ある. 100 万トンのみかんには 2000 トンのかん きつ油が含まれているが、現在はあまり利用され ていない. 一方米国フロリダ州においては、年間 900万トンのかんきつ類が生産され、オレンジの 90%, グレープフルーツの66%がジュース, かん 詰めに加工される. そして副産物として約 9000 トンの、かんきつ油が生産されている。 フロリダ 州のかんきつ油は、温州みかんの油にくらべ、香 りが良く、フレーバ(食品の着味、着香料)、静 菌剤(食品のゆるやかな防腐剤)として利用され ている.

かんきつ油はユーカリ油よりさらにオクタン価

が高く、 100 - 140という値を示した。 したがっ てかんきつ油は、ユーカリ油と同様、火花点火機 関燃料として、単独またはガソリンとの混合使用 が可能である。 著者の研究では、かんきつ油使用 の場合,機関出力,燃費率はガソリンと変らな い(4). かんきつ油は,火炎伝播速度(機関燃焼室 内における燃焼のはやさ)が速く、2サイクル機 関燃料として適している。かんきつ油の欠点は、 鉄などの金属材料に対し活性で、長時間燃料タン クに貯蔵されると、タンクの腐食を来すことがあ る. したがってかんきつ油使用の場合, 燃料系統 の金属類が腐食を受けないよう材料の吟味を要 する. このことは、かんきつ油のみでなく、エタ ノール、メタノールなどアルコール系燃料につい ても同様の措置が必要である.

2-3. パーム油 (Palm oil)

パーム油はマレイシアが世界第1位の生産地で、 非公式の発表であるがマレイシア政府は 1990年 までに、年間600万 t のパーム油増産を計画して いる. これは将来パーム油をディーゼル燃料とし て石油に代替しようという考え方である. パーム 油は 25 °C以下で白色状の固体となるので、液状に 保つには温度を上げなければならない。パーム油 をディーゼル燃料に使用するには、エタノールま たはメタノールなどと混合(エステル化)すれば 流動点が低下し、常温で液状を保ち、燃料として 使用できる. 表-2にその性状を示す.

加藤秋男博士 (元, 化学技術研究所) の研究に よれば、パーム油をメチルアルコールでエステル 化した燃料30% を軽油(セタン価52)に混入す ると、セタン価(ディーゼル燃料の着火性をあら わす値) が57に上昇した, と報告している⁽⁵⁾. す なわちパーム油メチルエステル30%の混合燃料 は、すぐれた着火性を有するディーゼル燃料であ る.

著者のパーム油エステルを燃料にしたY社製農 用小型ディーゼル機関の実験では機関出力, 燃料 消費率は軽油の場合と、ほゞおなじで、特にパー ム油メチルエステルと軽油、5対5の混合燃料で は軽油より数パーセント上回る出力を得た. また パーム油メチルエステル,軽油,5対5の混合燃 料による50時間連続負荷運転において、機関主

試料名 項 目	試験方法	パームメチルエステル	パームメチルエステル 50% + 軽油 50%
比 重 15/4℃	JIS K***2249	0.8745	0.8566
粘 度 40 ℃, CST *	J I S K 2283	4.43	4.23
100 ℃, CST		1.68	1.59
引火点 (C.O.C)**, ℃	JIS K 2265	178	118
全酸価 mg KOH/g	JIS K 2501	0.07	0.05
① n ーペンタン%	JIS K 2503	0.02	0.01
不溶解分② ベンゼン %		0.02	0.01
① - ②		0	0
残 留 炭 素 分	JIS K 2270	0.01	0.00

表 2 パーム油メチルエステルの性状 Table 2. Property of palm oil methyl ester

(注) *CST:絶対粘度の単位 centistokes

** C.O.C:クリーブランド開方式試験方法 Cleveland Open Cup method.

*** JISK: 日本工業規格における石油 JIS試験方法 JISハンドブック. 石油. 1980 図 日本規格協会 1980年. 4月. 第1版, 第1刷.

要部の摩耗, 燃焼室堆積物の付着状況等は軽油の 場合と変らなかった⁽⁶⁾.

2-4. まとめ

a. 石油植物の枝葉に含まれるモノテルペン系炭化水素, かんきつ類の果皮に含まれる, かんきつ油は, いずれもオクタン価が高く, 現在の火花点火機関にそのまゝ利用できる.

b. 植物あるいは作物より採取できる油脂類は, アルコールとのエステル化により, ディーゼル燃料として単独, または軽油との混合で使用できる.

3. 内燃機関代替燃料の最近の研究動向

3-1. 汎太平洋合成燃料会議

1982年11月東京で行われた、汎太平洋合成燃料会議(Pan-Pacific Synfuels Conference:日本石油学会主催)における、セッションD「バイオマスからの燃料」では12人の演者(日本5、米国3、ブラジル2、ニュージランド1、韓国1)による講演発表が行われた。内容はアルコール生産に関するものが多く、国情により主原料になるバイオマスは異るが、近い将来石油の代替エネル

ギー源としてのアルコールの重要性に対する認識は共通のものと思われる⁽⁷⁾. この会議において、 著者は^{*} Studies of Eucalyptus Oil and Their Application to Internal Combustion Engine"のテーマで発表した。

3-2. 1984年米国自動車工学会, 国際会議

1984 年 2 月 27 日~ 3 月 2 日, デトロイトに開催された米国自動車工学会, 国際会議(1984 SAE International Congress & Exposition) では 6 テーマのバイオマス燃料論文が発表された. 次にそのテーマを紹介する.

- a) Methanol Diesel Engine and Its Application to a Vehicle. (Paper No. 840116) Toshiyuki Seko, et al. Japan Auto. Res. Iust.
- b) State-of-the-Art Report on the Use of Alcohols in Diesel Engines (Paper No. 840118)
 Richard L. Bethold, et al. Mueller Associates,
 Inc.
- c) Diesel Engine Injection and Combustion of Slurries of Coal, Charcoal, and Coke in Diesel Fuel. (Paper No. 840119) Thomas W. Ryan

111, et al. Southwest Research Institute.

- d) Laboratory Eudurance Test of a 25/75 Sunflower Oil/Diesel Fuel Blend with Fuel Additives. (Paper No. 840236) Marivsz Ziejewski, Israel Institute of Technology.
- e) The Effect of Alcohol Blends on the Performance of an Air-Cooled Rotary Trochoidal Engine. (Paper No. 840237) M. Gutman, Israel Institute of Technology.
- f) Performance and Comparison of Gasoline Water and Gasoline Methanol Emulsions on SI engine, (Paper No. 840241) K.C. Tsao, Mech. Engrg. Dept., Univ. of Wisconsin, et al.

3-3. 1984年米国自動車工学会, 燃料および潤滑油国際学会 (1984 SAE International Fuels & Lubricants Meeting)

1984年10月8日-11日, ボルチモアで開催される国際学会では, 著者を含む4テーマの研究発表がなされた、次に示す.

- a) Fleet Test, Performance and Emission of Diesel Engine Using Different Alcohol-Diesel-Fuel Blends. (Paper No. 841331) Dr. Kurt Weidmaun, et al. Volkswagenwerk, AG.
- b) Utilization of Eucalyptus Oil and Orange Oil for Small Passenger Cars. (Paper No. 841332) S. Takeda, Prof. Mie Univ.
- c) Single Cylinder Diesel Engine Study of Several Shale and Coal Deriverd Fuels, (Paper No. 841333)S, S. Lestz, et al. Penn. State Univ.
- d) A Comparative Study of the Effects of Fuel Properties of Non-Petroleum Fuels on Diesel Engine Combustion and Emissions. (Paper No. 841334) Lois E. Freeman, et al. Res. Lab., Ford Motor Co.

4. バイオマス燃料研究の重要性

図1は、石油依存率ゼロを想定した、わが国エネルギー供給構成の移行過程を示した。石油依存率ゼロという発想は、現在の社会、経済機構では成り立ち得ないが、化石燃料資源が有限である 以上、早かれ遅かれ枯渇の運命にある。本論の冒

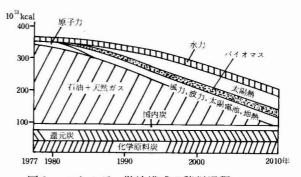


図1 エネルギー供給構成の移行過程 石油依存率ゼロ(週刊東洋経済. S.55.11.7. p. 94)

Figure 1 Constituent of energy resources in the future

頭にのべたように、国家の将来を望見するにあたり、自然エネルギーの積極的利用および、再生産の利く *バイオマス燃料の開発研究*の重要性は大きい.

要 約

バイオマス燃料の開発研究は、中国および東南アジア各国は勿論、産油国である米国、カナダなどで巾広く行なわれている。本論では、1978年以来著者が手がけた、ユーカリ油、オレンジ油およびパーム油などの内燃機関燃料の諸実験を解説、これらの代替燃料は、単に化石燃料の代替のみでなく、オクタン価向上剤、燃料の層分離防止のための相溶剤、といった高い附加価値を持っている。次に最近における、バイオマス燃料の研究動向として、1982年に行われた「汎太平洋合成燃料会議」および1984年における米国自動車工学会(SAE)での研究テーマを紹介した。また最後に、今後も引きつづきバイオマス燃料研究の重要なことを強調した。

参考文献

- (1) 舛添要一:ホルムズ海峡波高し. コモンセンス. 1, (1), 137. (1984)
- (2) S. Takeda: Studies of eucalyptus oil ang its application to Spark ignition en-

- gines, The Bulletin of the Faculty of Agriculture Mie University, **60**, 95 (1980).
- (3) 株野村綜合研究所:石油植物の総合調査研究.p. 36 (1982)
- (4) S. Takeda: Orange oil and its application to Spark ignition engine; American Society of Agricultural Engineering, Winter Meeting, Chicago, U.S.A. (1982)
- (5) 加藤秋男, 大井明彦, 他:ディーゼル燃料

- としてのパーム油脂肪酸エステル, 燃料協会誌、62、(669)、27 (1983)
- (6) S. Takeda: Application of Palm oil to Compression Combustion engine, Proceedings of International Symposium on Utilization of Biomass in the tropical area, p. 203 (1983)
- (7) 鈴木周一: バイオマスからの燃料, ペテロテック, Vol. 6, No. 1, p. 32. (1983)