

バイオ燃料概説(基礎知識)

はじめに：

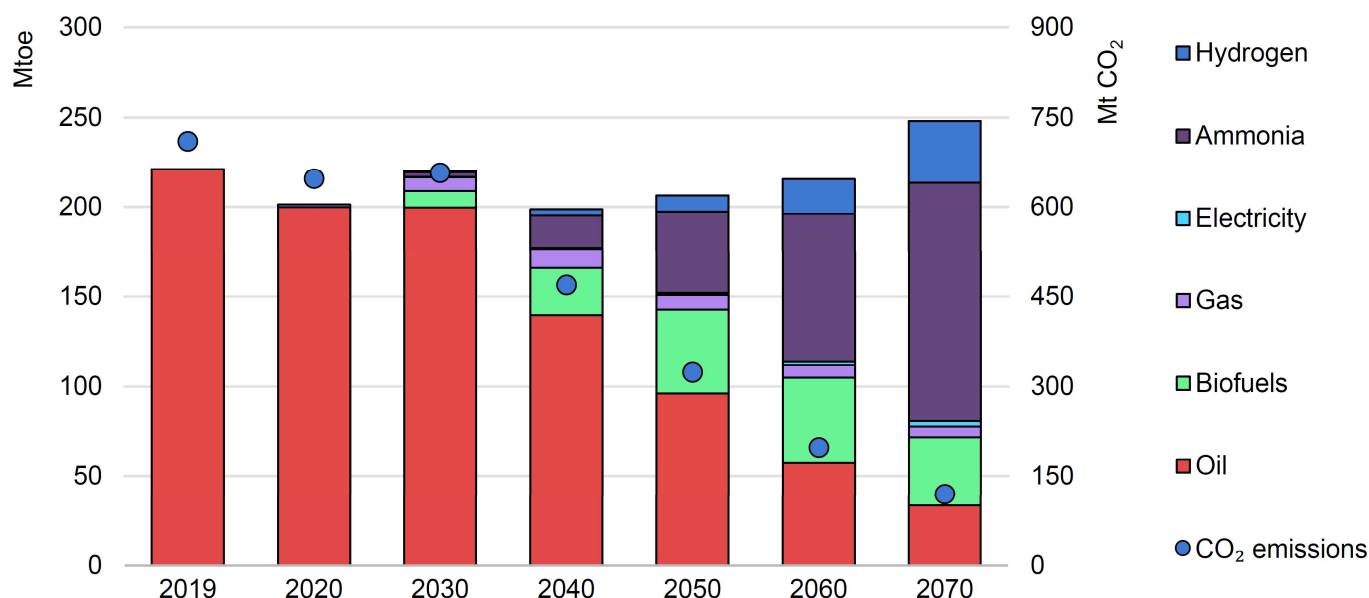
CO2排出量削減に向けて、バイオ燃料がその一翼を担う可能性が十分にあります

ご参考：国際海運の燃料変遷の予想の一例（IEA の予想）

Energy Technology Perspectives 2020

INTERNATIONAL ENERGY
AGENCY **iea**

Figure 5.11 Global energy consumption and CO₂ emissions in international shipping in the Sustainable Development Scenario, 2019-70



IEA 2020. All rights reserved.

Notes: Efficiency improvements more than offset activity growth in the 2030s and 2040s, but by 2050 activity demand growth overwhelms efficiency improvements, leading to increases in final energy demand. The category biofuels includes biomethane and is considered to be carbon neutral.

Emissions from international shipping fall by more than four-fifths between 2019 and 2070 in the Sustainable Development Scenario, mainly due to switching to biofuels and hydrogen-based fuels.

バイオ燃料について基礎知識(一般論として)

1. バイオ（液体）燃料の種類(丸数字の順序で説明します)

① 粗バイオ燃料（Straight Vegetable Oil：SVO） — 精製パーム油など

② **FAME**（脂肪酸メチルエステル：**Fatty Acid Methyl Ester**）

(① と ② はバイオの名残がある — NOx 増加+取り扱い上の諸問題もあり得る)

③ **HVO**（**Hydrotreated Vegetable Oil**：水素化分解油）

- 通常のパラフィン系炭化水素（鉱油と同じ灯・軽油相当成分）
- 真のドロップイン燃料（航空用バイオ燃料はこれ）• NOx も増加せず。
- 微生物や腐食性などの諸問題なし（MGO との混合 OK）

④ アルコール（メタノール・エタノール）

- 材料はリグニン（木材）でも可。欧州船社がバイオメタノールに注目。

ちなみに文献としては、2019年 3月発行の MAN E&S : Detailed information on preparation and operation on fuels with maximum 0.50% sulphur（低速2スト機関向け）の Biofuel の部分に広く解説されています。

始めに ① 粗バイオ燃料（Straight Vegetable Oil：SVO）について、

・ 船用機関は C重油が焚けるくらいなので、粗バイオ燃料で問題ないのでは？というイメージはありますが、実際は・・・以下、上記文献の記述。

Potential problems with biofuels are mainly long term storage stability, increased risk of corrosion in the fuel system and filter and sealing material issues. Some biofuels are prone to attract water, which also increases the risk of microbial growth (Figure 46) and corrosion. Water can be removed by a properly designed and used fuel system. It is important that the separators are operated and maintained. If free water is appearing in the fuel tanks, it is important to drain this water off. Removing the water will decrease the risk of microbial growth, sometime called “diesel pest”, and corrosion.

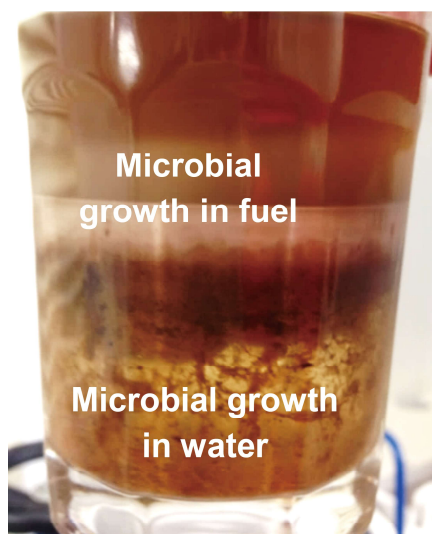


Figure 46 Microbial growth in the fuel water interface. Note the thread-like substance which could easily block filters.

続き、 ① 粗バイオ燃料（SVO）の NO_x については、

- NO_x は増加 — 文献：例えば 2001年 CIMAC Hamburg, by Niigata Engineering
「Diesel Engine System on Recycling Fuel Oil from Industrial Waste Oil」（下図）
この場合は菜種油の食廃油ですが。

- • NO_x が増加したり smoke が減少したりする
理由は、燃料分子中に含まれる酸素原子の影響

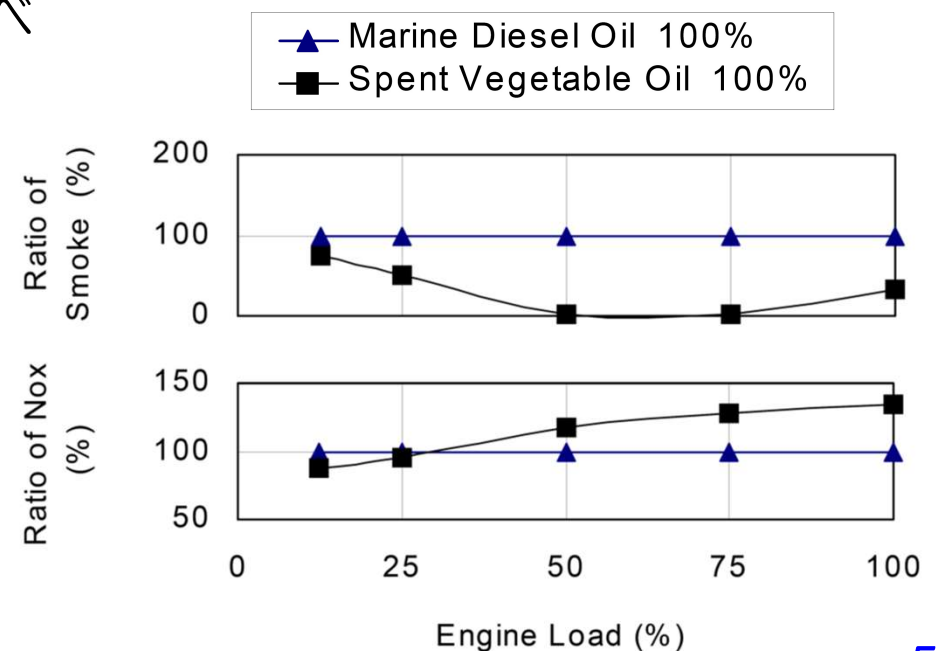
- • この現象は ② の FAME まで引きずって
行くことに

- • 酸素含有率は十数%もあり、粗バイオと
FAME では、低位発熱量が HFO・MGO に比べ
その分低いことになります。

（例：低位発熱量：36～38 MJ/kg）

Table 5 Specification of test engine

Model	4PA5L	
Bore	mm	255
Stroke	mm	270
Rated Speed	min ⁻¹	900
Output	kW	706
BMEP	MPa	1.71



続き、 ① 粗バイオ燃料（SVO）の取り扱い上の問題点について、

- ・ 文献：例えば日本マリンエンジニアリング（JIME）学会誌 51- 1（2016年1月）に、ヤンマー（コタキナバルのバイオ燃料の研究センター）から、パーム油使用で、燃料ラインのフィルター閉塞や燃料噴射ノズルのデポジットなどの報告があります。
- ・ JIME 誌 47- 1（2012年1月）にバイオ燃料の特集をしております。そこに MAN の低速2ストで粗パーム油を焚いた実験結果もあるのですが、（NOx データはなく）シリンダ LO（潤滑油）との相性（ゼロ硫黄燃料であるため）の問題に触れている。

② FAME と③ HVO

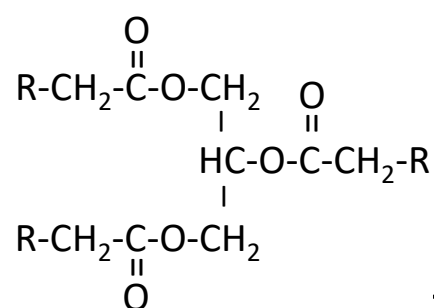
(粗バイオ① は取り扱いが難しく、バイオアルコール④ はもっと将来の話？ということ)

② **FAME** (Fatty Acid Methyl Ester)

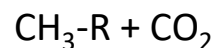
③ 水素化分解油：**HVO** (Hydrotreated Vegetable Oil) について

下図は、製造時の化学反応 — 上が HVO、下が脂肪酸メチルエステル=FAME

油脂(トリグリセリド)



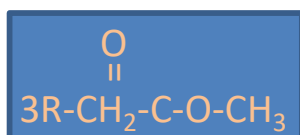
水素処理



HVO

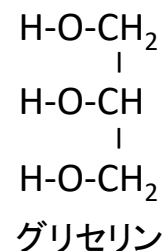
鉱油と同じ灯・軽油成分。バイオの名残はなく酸素も取れている。このまま航空用ジェット燃料にも。広範囲のパラフィン系成分が出て来る。

エステル化



脂肪酸メチルエステル

+



FAME

② FAME と③ HVOのつづき

- FAME は構造を見ればわかるように、炭素の連続鎖からなる炭化水素ではなく、末端にメチルエステル基（酸素 O が入っているー バイオの名残）をもっており、石油から製造された軽油とは構造、性状ともに異なる。この燃料内の O は NOx を増加させる要因といわれている。
 - FAMEの場合、緑枠内の副産物のグリセリンはきれいに除去されなければならない。反応に使ったメタノールやグリセリンが残っているとトラブルの素。
 - HVO については長期の安定性など高評価。
- 中・低速機関では HVO でNOx が増加しないと考えられる。

- ②FAMEはNO_xが増加するとの文献が多い

(参考)海技研のデーター 低速4ストエンジン (MDO との比較)

(FAME はインドネシアのパーム油ベース)

使用燃料の性状

		MDO	FAME (B100)
Density (15°C)	g/cm ³	0.8753	0.8753
Kinematic viscosity (50°C)	mm ² /s	2.500	3.808
Pour point	°C	≤5	≤15
Flash point	°C	83	157
Water	%	0.01	0.04
Carbon residue	%	<0.1	0.01
Ash	%	<0.001	0.000
Sulphur	%	0.04	0.00
High calorific value	J/g	44910	39900
C	%	88.1	76.8
H	%	11.8	12.2
N	%	0.02	0.0004
O	%	<0.1	10.5

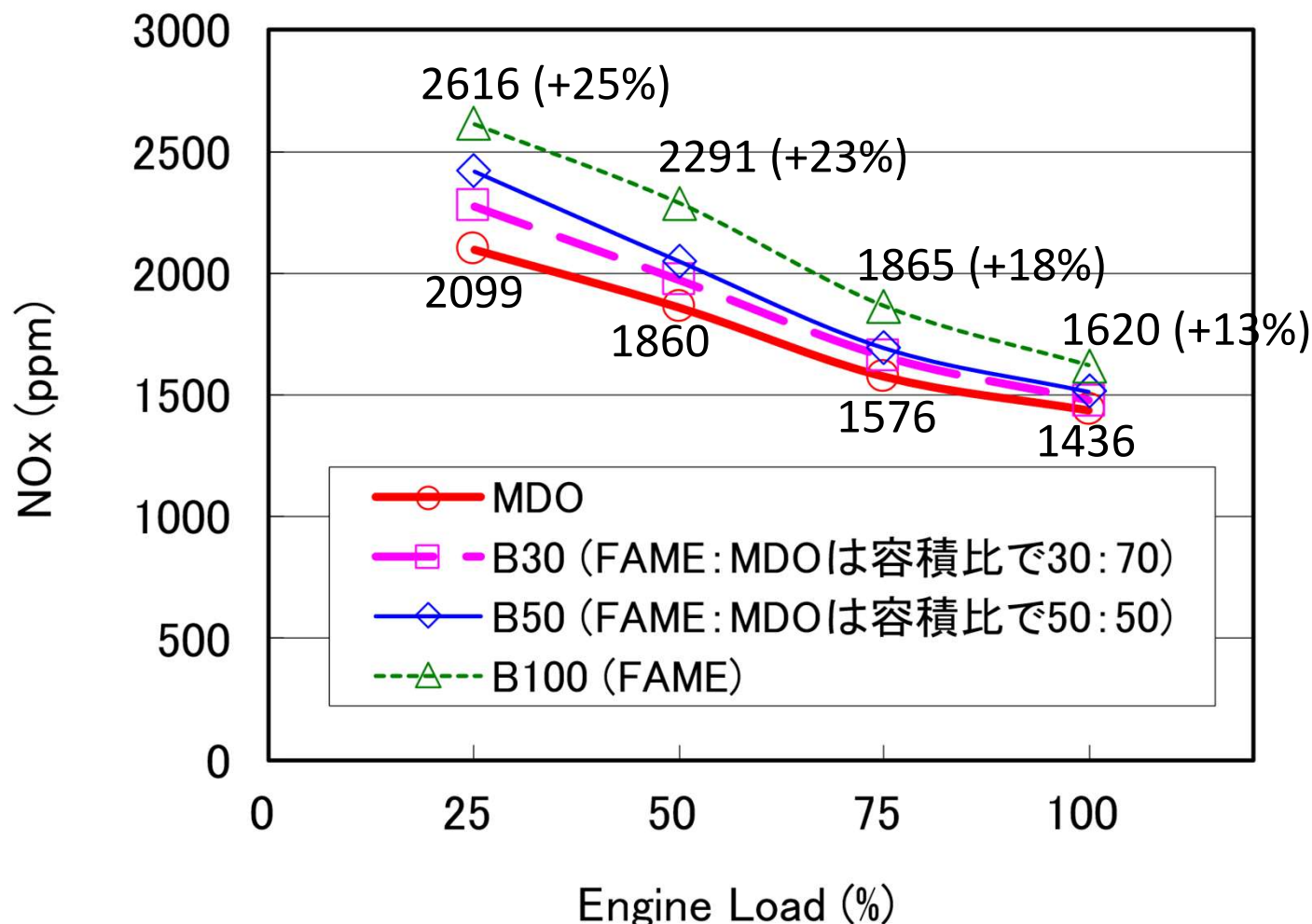
Table 1. Test engine specifications

Manufacturer	Matsui Iron Works
Model	MU323DGSC
Type	4 Stroke cycle diesel engine (Turbo Charged, Water Cooled)
Number of cylinders	3
Cylinder bore	230 mm
Stroke	380 mm
Maximum continuous output	257.4 kW (350PS)
Maximum continuous speed	420 rpm
Brake mean effective pressure	1.77MPa
Compression ratio	13
Fuel injection nozzle	Φ0.32 mm × 7

出典 : Nishio, S., et al., Combustion of Biofuel and Biogas in a Marine Engine, CIMAC Congress 2019 Vancouver, Paper No. 189 (2019).

- バイオ燃料含有率が上がるほど(B30→B100)NO_xが増加している

海技研・実験機でのNO_x比較



出典 : Nishio, S., et al., Combustion of Biofuel and Biogas in a Marine Engine, CIMAC Congress 2019 Vancouver, Paper No. 189 (2019).

ここで ③ **HVO** の方に話を転じる

- ・ 前述のように、HVO は鉱油と同じパラフィン系の灯・軽油成分であり、バイオの名残はなく酸素も取れている。

よって、HVO によって NOx が増加することはないとみられる。

- ・ 取り扱い上も軽油と同じで、FAME のような諸問題はない。

真のドロップイン燃料（現有エンジンの改造は不要）と言ってよい。

- ・ HVO で唯一懸念されるのは、パラフィン系の炭化水素なので、HFO に混ぜると、HFO 側のアスファルテンをスラッジ化させる可能性は残る。

- ・ もちろん HVO+MGO であればその問題もない。

付録：（バイオディーゼル）**FAME** に対する一般的注意事項例

•微生物の増殖

- 凝縮水の影響によりバクテリアやカビが増殖する可能性。長期保管安定性憂慮。
微生物の増殖はスラッジの形成、フィルターや配管の目詰まりにつながる。
- 対策：タンクの排水を頻繁に行い、燃料に殺生物剤の投入で増殖の抑制が可能。

•低温流動性

- 通常燃料よりも曇点が高い場合、低温流動性が低くフィルターの目詰まりに。
- 対策：使用するバイオ燃料の低温流動性を把握し、貯蔵温度と移送温度を曇点より高くキープ。

•腐食性

- 高濃度のバイオディーゼルを使用する場合の課題。
ホースやガasketの種類によっては劣化を生じる。
銅、真鍮、鉛、スズ、亜鉛などの金属材料との相互作用や質の劣化につながる可能性。
堆積物の形成が増加する可能性。
- 対策：燃料装置のホースやガasketについて、バイオ燃料を使用した場合の耐久性を確認すること。

•酸化劣化

- 時間の経過とともに劣化し、ポリマーや不溶性物質などの汚染物を形成し、配管やエンジンに堆積する可能性。進行すると燃料の酸性度が上昇し、燃料装置の腐食、ポンプやインジェクタにデポジットが付着する可能性。
- 対策：使用前に燃料を長期間保管せず、生鮮品のように比較的短期間の使用が推奨される。酸化防止剤を早い段階で添加することで、劣化を抑え保存期間を延長できる可能性がある。（酸化安定性測定法・・・次頁）

- ゴム製シーリング、ガスケット、ホースの劣化の可能性
 - 対策：これらの部品についてバイオ燃料に対する耐久性を確認。
- 燃料切り替え時の注意
 - バイオディーゼルは溶媒特性をもつため、通常燃料からの切り替え時に装置内の堆積物が洗い流され、燃料フィルターを目詰まりさせることがある。
 - 対策：燃料切り替え時に装置の洗浄やフィルターのチェックを推奨。

ご参考

- 酸化安定性試験 (ランシマット法)
 - 欧州規格EN14112に規定される、バイオディーゼル燃料の酸化安定性を評価する方法の一つ
 - 試料に空気送り込みながら110℃に加熱、揮発性分解物(ぎ酸や酢酸といわれる)を水中に捕捉する
 - 当該水の導電率を監視し、それが急激に変化するまでの時間を測定する
 - この時間値から試料の酸化安定性を評価する(EN14214では基準値が8時間以上)