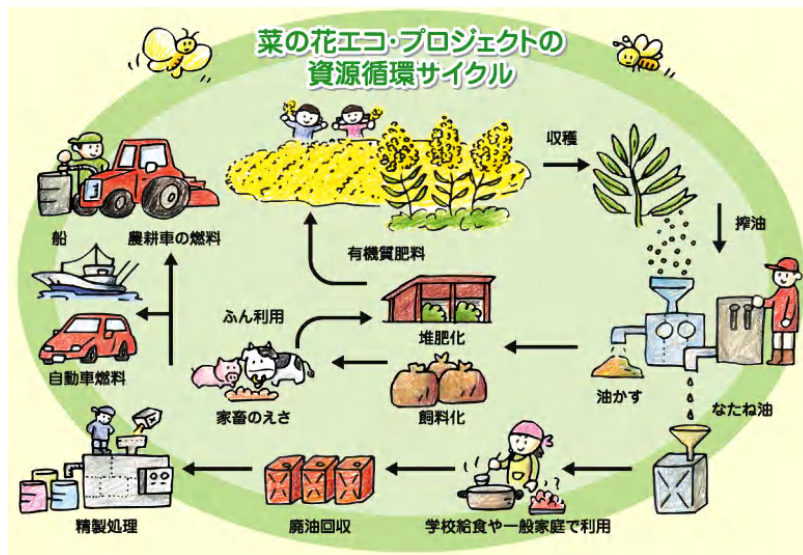


## 3.2 菜の花プロジェクト、BDF 製造・利用システム

### 3.2.1 菜の花プロジェクト

食用油の原料となる菜の花やひまわりを栽培し、その油を食用に利用した後、BDF として利用することで、遊休農地の有効利用、農業の活性化、観光資源や環境学習への活用などの取り組みを展開することができる。この取り組みは「菜の花プロジェクト」と呼ばれ、近年全国各地に広がっている。



#### (1) 菜の花プロジェクトの概要

##### ①プロジェクト拡大の経緯<sup>1</sup>

菜の花プロジェクトの発端は、1976年頃の琵琶湖の水質悪化を背景に始まった、家庭からの生活雑排水の問題への取り組みである。具体的には、家庭の生活消費者が中心となって、合成洗剤に代えて「せっけん」を使おうという動きで、滋賀県において開始され、翌1977年に琵琶湖で大規模赤潮が発生したのをきっかけにより多数の県民や各種団体を巻き込んだ運動へと発展していった。この運動は、琵琶湖の富栄養化を防止する条例（びわこ条例）制定の原動力となった。

やがて、せっけん運動と並行して、家庭から出る廃食用油を回収してせっけんにリサイクルする運動が始まり、せっけん運動と連動して県下に広がっていった。そして、住民・消費者団体・市町村などの協力・連携体制のもとで廃食用油の回収が滋賀県各地で行われるようになった。

しかし、洗剤メーカーも富栄養化の原因となるリンを含まない「無リン合成洗剤」の販売をはじめるとの動向によって、リサイクルの出口としてのせっけんの使用率が低下し、一方で廃食用油の回収量は増加する状況となった。そういった中で、ドイツのなたね油プログラムにヒントを得て、廃食用油リサイクルの循環サイクルを維持するために考案された新たな枠組みが「菜の花プロジェクト」である。

<sup>1</sup> 菜の花プロジェクトネットワークホームページ参照 <http://www.nanohana.gr.jp>

## ②菜の花プロジェクトの意義・位置付け

菜の花プロジェクトの原型となったドイツのなたね油プログラムとは、1970年代に世界を襲った石油危機を教訓としてドイツで創始されたなたね油の燃料化計画である。資源枯渇の危険がある化石資源に頼らない、しかも温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>を増加させない植物起源の燃料として、食料としてではなく資源作物としてのなたねに注目し、エネルギーを生み出すためのなたね栽培が進められた。エネルギーの自立に農業が係わる、エネルギー供給者としての農業が営まれ、現在に至るまで資源作物としてのなたねの栽培面積は増加している。

わが国でも、政策上の問題や、農業の衰退、米需要の減少などを背景に、休耕田の増加、農地の荒廃が大きな問題となっている。これらの問題は単なる農村地域にとどまらず、地域社会の維持や自然の多面的機能の保持という観点からも、その悪影響が強く懸念されている。そういった中で、菜の花プロジェクトは、遊休農地や転作田の有効利用、それによる農地の維持管理の促進および多面的機能の向上といった意義を付与されるようになっていく。また、環境問題や食料・農業などの問題の活きた題材として、普及啓発や学習の教材としての位置付けや、景観や特産品を観光やイベントに活用する活性化策としての位置付けなどのさまざまなアプローチが可能で、全国各地でそれぞれの地域の特徴に応じた活動が展開されてきている。

## ③菜の花プロジェクトのポイント

循環型社会の地域モデルをそれぞれの地域で目指そうとするのが菜の花プロジェクトである。地域の資源を適正に活用して、自然と人間活動のバランスを再生する「地域自律の資源循環サイクル」を実現することがポイントである。「菜の花プロジェクトネットワーク」では、取り組みの基本・ポイントとして以下の事項が掲げられている。

- 取り組みの基本は地域が一体となった資源回収
- 地域の資源循環を支える「適正技術」の開発と活用
- 「資源循環」をつくり出すための地域内での利活用
- 問題を地域で未然防止する仕組みづくり
- 暮らしの再生、農の再生
- 自律と自立
- 多くの「地域モデル」をつくり、相互交流する

## (2) 油糧作物について

### ①主な油糧作物

海外では、油糧作物の大規模なプランテーションが盛んになっており、東南アジアを中心に単位面積あたり収穫量が多く搾油効率が高いパームなどが栽培されている。

日本では、ほとんどがナタネで、一部ひまわりを栽培しているところもある。本町でもナタネの栽培を推進している。

表 各種油糧作物の種子/果実/核の収量および油分収量<sup>2</sup> (収量の単位は t/ha)

油脂	油糧作物	種子/果実/核収量	油分含量(%)	油分収量
アマニ油	アマ	0.7~0.8	28~44	0.2~0.4
ヒマワリ油	ヒマワリ	1.4~2.3	28~47	0.4~1.1
綿実油	ワタ	1.1	15~25	0.2
大豆油	ダイズ	1.8~2.3	16~22	0.3~0.5
ナタネ油	ナタネ	1.4~2.5	38~45	0.5~1.1
ゴマ油	ゴマ	0.4	35~36	0.1
落花生油	ラッカセイ	1	40~50	0.4~0.5
ヒマシ油	ヒマワリ	0.9~1.0	35~57	0.3~0.6
パーム油	アブラヤシ	20 <sup>*</sup>	20 <sup>*</sup>	4
パーム核油	アブラヤシ	0.9	40~50	0.4~0.5
ヤシ油	ココヤシ	0.5~0.6	65~75	0.3~0.5

※生鮮果房についての値

(t/ha)

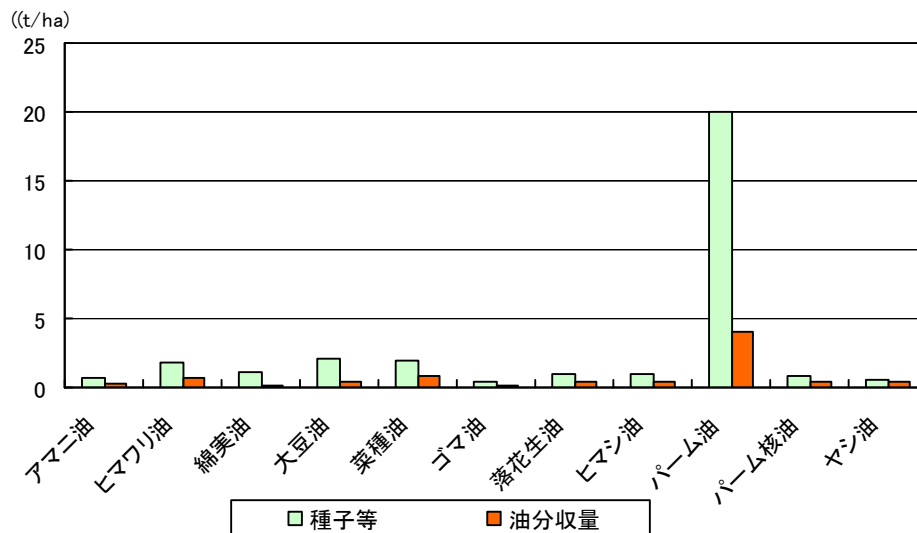


図 各種油糧作物の種子/果実/核の収量および油分収量

<sup>2</sup> 『バイオディーゼルのすべて』(編著者坂志郎、アイピーシー、06.01)より

## ②菜の花の品種

ナタネにはエルシン酸（心臓疾患の原因になる）が含まれている。搾油を行うナタネとしては無エルシン酸のナタネが品種改良によって開発されており栽培されている。

食用油として利用する場合は、人体に有害なエルシン酸を含まない品種を選ぶ。収穫した種子を利用すると交雑によりエルシン酸含有量が増加するので、種子は基本的に毎年更新する。

表 菜の花の品種

品種名	特徴
キザキノナタネ	東北 72 号に Rapora 種を交配して育成された品種で、育成地(岩手県盛岡市)における成熟期はやや晩生である。寒害、雪害抵抗性が強く、多収性である。東北地域北部に適す品種。青森県や北海道で栽培されている。 ◆菜の花プロジェクト栽培地例: 青森県横浜町、秋田県小坂町
ナナシキブ	盛脂 148 とオオミナタネを交配して育成された品種で、温暖地での栽培に適した特性(熟期が早く、草丈が低く、病気に強い)がある。 ◆菜の花プロジェクト栽培地例: 滋賀県
キラリボシ	東北地域南部向けの品種。無エルシン酸に加えて、搾油後の搾粕中のグルコシノート <sup>3</sup> が少ない品種。 ◆菜の花プロジェクト栽培地例: 山形県三川町
菜々みどり	東北地域向け品種。油の含有量は、キザキノナタネに比べて少ないが、野菜として食用に利用することが可能。 ◆菜の花プロジェクト栽培地例: 青森県野辺地町

<sup>3</sup> ナタネの搾粕に含まれるが、搾油時に分解した分解物は家畜(牛や豚)に有害性を示すと報告されている。嗜好性も低下させる。

### **(3) ナタネの栽培**

#### **①ナタネの栽培方法**

##### **a) 圃場の選定**

ナタネは湿害に弱いため、排水の良い圃場を選ぶ必要がある。水田を利用する場合は、排水用の溝を掘ることが望ましい。また、キャベツなどのアブラナ科野菜を栽培して、根こぶ病や菌核病が多発生したことのある圃場は、同種の病害が発生する可能性があるのを避けることが望ましい。

##### **b) 耕起・整地（8月頃）**

雑草が多い圃場では、トラクターなどで耕し、雑草密度を減らしておく。また、圃場周辺の草刈も済ませておく。播種までに雑草や稲株の残渣や土塊を粉砕するように丁寧に耕す（植物残渣や土塊は発芽や苗立ち不良の原因となりやすい）。

##### **c) 施肥**

堆肥類は、種まきの1ヶ月前までに散布して耕す。基肥は、種まきの1週間前までに散布し耕す。

##### **d) 播種（9月頃）**

種まきは、早いと害虫の被害が多くなり、遅いと生育が遅れて収量が減少しやすいため適期に行う。

##### **e) 栽培管理**

出芽期と幼苗期は湿害に特に弱い。排水用のみぞが埋まったり崩れたりして滞水しないようにこまめに手入れする。また、苗立本数が多すぎる場合は本葉3葉期頃に10～15cm間隔に間引く。つぼみの見えかけた頃（4月上旬頃）、追肥する。

##### **f) 収穫・調整（7月頃）**

成熟期を判定し、収穫方法・収穫時期を決定する。収穫方法としては、手刈り（厚手のカマ）や刈払い機のほか、コンバインによる収穫も可能である。収穫した種子は乾燥・脱穀等調整する。

# なたね栽培ごよみ (改訂版)

生産目標：200kg/10a

秋田県


月	旬	生育過程	主要な作業	栽培の要点																					
8	中	↑ 土づくり	排水対策 耕起・碎土・整地	<b>品 種</b> キザキノナタネ 1. 交雑防止のため種子更新は毎年行い、無エルシン遺伝子の保持に努める。 2. 人体に有害なエルシン酸を含まないため、食用油に適している。 3. グルコシノレートを含むため、畜産飼料には適さない。																					
	下																								
9	上	↑ 播種期	施肥・播種	<b>栽培のポイント</b> 1. 有機物の施用及び深耕などによる土づくりを行う。 2. 適正な施肥量とする。特にチッソ分を多くしない。 3. 適量播種で栽培本数を多くしない。 4. 雑作をさける(アブラナ科作物との連作にも注意する)。 5. 今後の排水対策 6. 野生化しているナタネとの交雑をさけるため前作圃場の中刈りを行う。 (キザキノナタネの特性) (秋田県農研試験場：平成10年度)																					
	中																								
10	上	↑ 発芽・莖葉伸長	(間引き)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>播種期 (月日)</th> <th>播種期 (月日)</th> <th>成熟期 (月日)</th> <th>草丈 (cm)</th> <th>分枝数 一次</th> <th>干物率 (%)</th> <th>病害害 抵抗性</th> <th>倒伏 抵抗性</th> <th>油分率 (%)</th> <th>子実量 (kg/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9月12日</td> <td>4月13日</td> <td>4月22日</td> <td>5月25日</td> <td>145</td> <td>4~6</td> <td>4.21</td> <td>強</td> <td>強</td> <td>33.9</td> </tr> </tbody> </table>		播種期 (月日)	播種期 (月日)	成熟期 (月日)	草丈 (cm)	分枝数 一次	干物率 (%)	病害害 抵抗性	倒伏 抵抗性	油分率 (%)	子実量 (kg/ha)	9月12日	4月13日	4月22日	5月25日	145	4~6	4.21	強	強	33.9
	播種期 (月日)					播種期 (月日)	成熟期 (月日)	草丈 (cm)	分枝数 一次	干物率 (%)	病害害 抵抗性	倒伏 抵抗性	油分率 (%)	子実量 (kg/ha)											
9月12日	4月13日	4月22日	5月25日	145	4~6	4.21	強	強	33.9																
中	下	追肥 1	追肥 1	<b>土づくり</b> 堆肥など有機物の施用を心がける。 石灰石を10a当たり80~100kg施用する。																					
上	中	追肥 1	追肥 1																						
11	中	↓		<b>耕起・碎土・整地</b> 耕起深30cm以上に深翻し、碎土は十分にを行い、 整地はロータリーで1車に行う。																					
	下																								
12	上	↑		<b>播 種</b> 播 種 期：8月下旬~9月中旬(播種限界：9月15日) (平均気温で20℃前後が目安) 播 種 量：(10a当たり) 条播量：300~500g(条間30cm程度) 撒 播：500~800g (撒播の後、浅耕5cm/ディーン/ハイ) 疎種間隔：100cm/m程度が目安																					
	中																								
1	下	↑ 越冬期		<b>雑草対策</b> 30cm以上深翻する。 雑作を避ける。																					
	上																								
2	中	↓		<b>病害虫対策</b> ○管理菌核病 (1) 遅開播種に努める。 (2) 連作を避ける。 (3) 十分な灌水対策を講ずる。 ○菌核病 (1) チッソ肥料を多用しない。 (2) 連作を避ける。 (3) 被害が出た場合は株を抜き取り焼却する。																					
	下																								
3	上	↓	排水路の手直し	<b>収穫・乾燥</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>刈取方法</th> <th>収穫時期と留意点</th> <th>乾燥方法と留意点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>手刈り、刈り払い機による刈り倒し体系</td> <td>○成熟期の3~4日後に刈取る。 (成熟期の判定) 主茎の葉先から3分の1の葉中子実が5~6割褐色を帯びたとき。</td> <td>○刈り倒し後3~4日乾燥した後、さらに乾燥して3~4日乾燥して乾燥させる。 ○肥料直後の子実水分は15~30%であるので次日乾燥して10%以下とする。 ○トラクターの履き跡による農機は行わない。(土壌の硬入で品質を上げる)。</td> </tr> <tr> <td>コンバイン刈り倒し体系</td> <td>○子実水分12%程度(成熟期の7~10日後)の時期に収穫する。 ○肥料直後が圃場に入らないように、圃場の掃除を徹底する。 ○刈高を穂の近くより高くして、刈り取り速度を早くし、ロールの回転を最小にする。</td> <td>○適量乾燥機または1日、天日で十分に乾燥して、子実水分を10%以下とする。 ○乾燥が完了したとき、迅速に扇風機が低下するまで注意する。 ○コンバイン収穫の時は一時的に、天量乾燥させるので、扇風機乾燥機を利用した方が良い。</td> </tr> </tbody> </table>		刈取方法	収穫時期と留意点	乾燥方法と留意点	手刈り、刈り払い機による刈り倒し体系	○成熟期の3~4日後に刈取る。 (成熟期の判定) 主茎の葉先から3分の1の葉中子実が5~6割褐色を帯びたとき。	○刈り倒し後3~4日乾燥した後、さらに乾燥して3~4日乾燥して乾燥させる。 ○肥料直後の子実水分は15~30%であるので次日乾燥して10%以下とする。 ○トラクターの履き跡による農機は行わない。(土壌の硬入で品質を上げる)。	コンバイン刈り倒し体系	○子実水分12%程度(成熟期の7~10日後)の時期に収穫する。 ○肥料直後が圃場に入らないように、圃場の掃除を徹底する。 ○刈高を穂の近くより高くして、刈り取り速度を早くし、ロールの回転を最小にする。	○適量乾燥機または1日、天日で十分に乾燥して、子実水分を10%以下とする。 ○乾燥が完了したとき、迅速に扇風機が低下するまで注意する。 ○コンバイン収穫の時は一時的に、天量乾燥させるので、扇風機乾燥機を利用した方が良い。											
	刈取方法					収穫時期と留意点	乾燥方法と留意点																		
手刈り、刈り払い機による刈り倒し体系	○成熟期の3~4日後に刈取る。 (成熟期の判定) 主茎の葉先から3分の1の葉中子実が5~6割褐色を帯びたとき。	○刈り倒し後3~4日乾燥した後、さらに乾燥して3~4日乾燥して乾燥させる。 ○肥料直後の子実水分は15~30%であるので次日乾燥して10%以下とする。 ○トラクターの履き跡による農機は行わない。(土壌の硬入で品質を上げる)。																							
コンバイン刈り倒し体系	○子実水分12%程度(成熟期の7~10日後)の時期に収穫する。 ○肥料直後が圃場に入らないように、圃場の掃除を徹底する。 ○刈高を穂の近くより高くして、刈り取り速度を早くし、ロールの回転を最小にする。	○適量乾燥機または1日、天日で十分に乾燥して、子実水分を10%以下とする。 ○乾燥が完了したとき、迅速に扇風機が低下するまで注意する。 ○コンバイン収穫の時は一時的に、天量乾燥させるので、扇風機乾燥機を利用した方が良い。																							
中	下	追肥 2	追肥 2	<b>調 製</b> とうもろこし等により、未熟粒や異雑物を除去する。																					
上	中	追肥 2	追肥 2																						
4	上	↑ 抽苔期		<b>防鳥網の設置 鳥害対策</b> (刈り倒し：(コンバイン体系)体系)																					
	中																								
5	下	↓ 開花期		<b>登録農薬</b> 除草剤： 塩化第一亜硫酸ナトリウム(10aあたり1回) 第一亜硫酸ナトリウム ナフアリン(10aあたり3~5回、ただし収穫60日前まで1回) 殺菌剤： コナガ プリンスフロアブル(収穫14日前まで1回)																					
	上																								
6	中	↑ 収穫調整	防鳥網の設置 鳥害対策 (刈り倒し：(コンバイン体系)体系)	<b>調 製</b> とうもろこし等により、未熟粒や異雑物を除去する。																					
	下																								
7	上	↓	収穫調整																						
	中																								
8	下	↑		この資料は1,000部作成し、印刷経費は1枚あたり27.3円です。																					
	上					平成20年3月作成																			

図 ナタネの栽培方法<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 秋田県資料

## ②栽培場所や作付けの支援について

ナタネ等の栽培を促進するためには、農家の協力を得ていくための仕組みづくりが必要である。種子の買い上げ（搾油・販売）や、作付け時の支援（産地作り交付金など）が必要である。

### a) 秋田県内の作付支援事例

#### ○小坂町

水田 454ha のうち 147ha が生産調整状態で、うち 84ha については実質未活用状態であった。そこで、産地づくり事業により景観作物助成を活用し、景観作物<sup>5</sup>の作付けで水田の有効利用を図り、農家収入を 5～6 倍化することで取り組みの促進を図っている。

#### （支援内容）

- ・ 生産調整分 一律 5,000 円/10a
- ・ 景観作物交付金 15,000 円/10a
- ・ ナタネの出荷に対して 20,000 円/10a
- ・ 販売代金 100 円/kg
- ・ 50a 以上の団地化 6,000 円/10a

#### （支援の効果）

平成 19 年度は 30ha の作付けを達成、平成 20 年度は 40ha

#### ○横手市

横手市では、低利用水田を活用したナタネ栽培への取り組みを行っている。

#### （基本的な考え方）

- ・ 低利用水田の地権者への作付け誘導
- ・ 「菜の花」の多様な活用の検討（景観保全・生食・加工食品・ナタネ油・絞り粕）
- ・ 推進協議会による搾油機導入と無償貸出制度
- ・ 多様なネットワーク組織との連携（菜の花ネットワーク、大学、県）

#### （支援内容）

ナタネ単独の助成金単価を設定し、作付けや団地化を促進。

- ・ 作付面積に応じた交付金支給
  - 30a 未満 5,000 円/10a、30a 以上 15,000 円/10a
- ・ 団地化誘導のための加算
  - 団地規模 50a 以上 6,000 円/10a

#### （支援の効果）

- ・ 作付け拡大 H15 2ha → H18 28ha
- ・ 単収の向上 H15 1kg → H18 100kg

<sup>5</sup> ひまわりやレンゲ、コスモス、菜の花などが該当する

#### (4) 搾油・利用

##### ①搾油

小坂町では、地元産のナタネから油を搾るところから瓶詰めまでの工程を行うことができる搾油施設を体験農園管理棟に整備している。本町も搾油は小坂町に委託している。

- ・ 搾油能力 : 約 200kg/日 (精製油 約 65L)
- ・ 事業費 : 約 1,525 万円 (バイオマス利活用交付金事業)

##### ②搾油の利用・販売

食用油の搾油方法には、圧搾法と抽出法がある。圧搾法は昔ながらの製法で、抽出法に比べて収量で劣るかわりに、栄養素が破壊されず、添加物や薬品を使用しないので不純物も少ない質の高い油が得られる。菜の花プロジェクトでは、圧搾法で搾油し、健康にもよい油として、特産品としての販売をしているところが多い。栽培コストが高いことや、搾油方法による収率等の違い (圧搾法は収率が低い) により製造単価は高くなるが、環境面や製品の質などの付加価値をつけて流通している。

##### ○小坂町の搾油商品

- 商品名 : 「菜々の油」
- 価格 : 275g 入り 630 円 (税込み)  
1,260g 入り 1,260 円
- 販売箇所 : 小坂町内の酒販店等



### 3.2.2 BDFの製造・利用システム

BDFの製造利用においては、大きく原料となる廃食用油を回収するプロセスと、回収された廃食用油からBDFを製造するプロセスと、製造されたBDFを利用するプロセスの大きく3つのプロセスからなる。以下、各プロセスについて概要とポイントを述べる。

#### 3.2.2.1 廃食用油の回収システム

##### (1) 廃食用油の回収方法

どの程度の量を安定的に確保できるかがシステム構築の基本となる。発生状況や発生形態の特徴を踏まえて、できるだけ多くの協力が得られるようなシステムの構築が重要となる。

表 主な廃食用油の発生源とその特徴

発生源	発生パターン	廃棄物区分	ポイント
家庭	各家庭ごとに少量分散	一般廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集への協力が得られやすい手法の検討</li> <li>・ 地域づくり活動の一環としての位置づけによる、収集への主体的な参加・協力</li> </ul>
事業系 (飲食店等)	事業所別に発生・個別処理	産業廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手間が少なく協力しやすい手法</li> <li>・ 法規のクリア(原料買い取り等)</li> <li>・ 原料油の種類や性状(動物性油、パーム油の混入等)に注意</li> </ul>
公共施設	公共施設ごと	一般廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基本的に全量回収・利用を図る</li> <li>・ 回収や啓発・PR拠点としても活用</li> </ul>

#### ① 主な回収方法

廃食用油の主な回収方法として、主に戸別回収、ステーション回収、拠点回収が挙げられる。また、それらの組み合わせの方法もある。また、容器ごと回収するか移し替えて回収するかの回収形態によってもそれぞれ回収方法の詳細は異なるものとなる。

表 主な回収方式の一例とその特徴

方式	内容	特徴
戸別回収	各戸ごとに回収する方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 排出者にとっては収集場所まで出向く必要がない</li> <li>△ 回収する側は、回収場所が多く手間・コストが増加する</li> <li>△ 一度に複数種類のごみを回収するのは難しい</li> <li>□ ごみの減量の効果が大きいとされている</li> <li>□ 容器の貸し出しなどで効率化できる</li> <li>□ 回収日が限られることの影響はない</li> </ul>
ステーション回収	数世帯単位に回収場所を決めて回収する方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 排出のために遠方まで排出に出向く必要がない</li> <li>○ 一度に数種類のごみを回収することも可能</li> <li>△ 回収場所を共同利用するため、管理者が必要</li> <li>△ ステーションにタンク等を置いて詰め替えを行う場合は管理者の手間が増加する</li> </ul>

		△容器ごと回収する場合は、容器がごみとして発生する △回収日が限定される
拠点回収	公共施設やスーパー等に常時投入可能な回収容器を設置する方式	△排出者が拠点まで出向く必要がある ○排出者が都合のよいときに排出できる △拠点の継続的な管理が必要 □拠点がスーパーや公共施設など、頻繁に出向く場所であれば大きな問題はないと考えられる □拠点まで運ぶ手間があることにより、排出者の意識を高めること、あるいは習慣化する必要がある □反面、排出に伴うルールが守られやすい

(凡例) ○:利点・メリット、△:課題・デメリット、□:一般的特徴

## ②回収容器

回収容器は、回収量や回収頻度、また排出源での保管方法などによって決定される。

最近の事例では、ペットボトルなどで拠点に持ち寄ってもらいそのまま回収しているケースが多い。

表 回収容器とその特徴

種類	容量	特徴
ペットボトル	500mL 1L、1.5Lなど	○ どの家庭でも簡単に用意できる、簡単に持ち運びできる △ 洗淨水や内容物などが混入する懸念がある △ 口が狭く、廃食用油を入れづらい(漏斗などが必要) △ 容器ごと回収した場合は、容器が廃棄物として発生
ポリタンク	4L、10L、 18Lなど	○ 容易に入手可能 ○ 一斗缶より軽く、持ち運びが容易 ○ 容量が大きいので、ため置きができる △ 拠点等まで持ち運ぶ場合は、かさばる △ 容器ごと回収した場合は、容器を返却する必要がある
一斗缶	18L	○ 事業者では、新油の空き缶が利用可能 △ ポリタンク等に比べて重量が重い △ 口が狭く、漏斗などが必要 △ 内容物の様子が外からわからない
ドラム缶	50L～ 200L	□ 大口の事業所などでの利用が考えられる □ 回収拠点で投入用の容器として使用できる △ 回収時に人手やリフト等の機器を要し、またドラム缶を回収拠点に戻す作業が必要 △ 内容物の様子が外からわからない

(凡例) ○:利点・メリット、△:課題・デメリット、□:一般的特徴

### ③回収頻度

ステーション回収や戸別回収では、週1回や月1回などと、回収日を設定して定期的に回収を行うことになるため、受け入れ頻度が限られる。一方拠点回収では、基本的に拠点が運営している時間のいずれの間でも受け入れることができるが、継続的に回収拠点を管理する手間が必要となる。回収・排出者双方にとって都合のよい方法を採用することが重要である。

表 回収頻度とその特徴

回収頻度	特徴
週複数回	<ul style="list-style-type: none"><li>・ もえるごみなど、回収量が多いものに限られる</li><li>・ 廃食用油だけを集める場合では、回収効率が悪いと考えられる</li></ul>
週1回	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 回収量が多いものに限られる</li><li>・ 平ボディー車等に複数の種類の資源ごみを積載して、ステーションなどを巡回回収できるようなケースでは可能</li></ul>
隔週・月1回等	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 廃食用油の排出源の発生量からは適当な頻度と考えられるが、排出したいときに回収が行われないなど、タイミングが合わないことがある</li><li>・ ステーション回収などで容器ごと放置される場合は、廃食用油の劣化や現場の管理の問題がある</li></ul>
常時 (拠点回収のみ)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 拠点回収では、拠点の営業時間中はいつでも引き取ることができる</li><li>・ 拠点を多く設置できない場合は、排出拠点までの距離が遠い場合がある</li><li>・ 拠点を管理する主体の負担が増す、積極的な協力が必要</li></ul>

【参考】秋田県内の主な回収事例

市町村名	団体名	構成団体	備考
大館市	大館市てんぷら油回収システム協議会	たつみ町内会、花岡婦人会、工房 JOY さあくる	工房 JOY さあくるが収集・BDF 製造、町内会・婦人会が協力、市のバックアップ
三種町	友油の集い	山本地区婦人会、ショッピングセンターファミリー森岳店	婦人会と地元スーパーの連携
横手市	十文字エコプロジェクト協議会	栄町等4自治会、道の駅十文字、食生活改善推進協議会	
由利本荘市	矢島廃食用油エコ協議会	矢島地区	矢島地区の希望者が集まって実施
湯沢市	三関食用油リサイクル協議会	三関地域づくり協議会、三関地域活性化協会、フジヤマクリーン	地域づくり、地域活性化の一環
にかほ市	にかほ市役所	中野町内会、市内個人14世帯	
鹿角市	鹿角市廃食用油リサイクル協議会	21 町内会、(有)ホクセイ等	家庭ごみ収集の際に回収



工房 JOY さあくる廃食用油回収車



回収容器



友油の集い 地元スーパー前や婦人会で回収

(資料:秋田県生活環境部環境あきた創造課)

## (2) BDF への変換方法

### ①主な変換技術について

油脂の BDF への変換方法には、様々な方式がある。このうち、世界で最も多く採用されており、我が国でも一般的なのがアルカリ触媒法である。しかし、アルカリ触媒法は我が国における BDF の取り組みで一般的に原料として用いられている廃食用油への対応という点では課題があるため、最適な反応条件を確保して高品質な BDF を製造するためには様々な配慮や工夫が必要である。

表 主な BDF の製造技術

製造方法	内容
アルカリ触媒法	<p>□アルカリ触媒を用いた油脂(トリグリセリド)とアルコール(主としてメタノール)のエステル交換反応により脂肪酸メチルエステル(BDF)を得る手法である</p> <p>○世界で最も普及しており、我が国でも大半がアルカリ触媒法によるプラントである。穏やかな温度・圧力条件で反応が進行し、プラントの構造がシンプルにでき、装置が簡便で操作性が良い点で優れている</p> <p>△廃食用油などの原料油中に遊離脂肪酸が多い原料を用いる場合、アルカリ触媒が先に遊離脂肪酸と反応することにより、反応速度の減少や燃料品質の低下などの課題がある。</p> <p>△触媒等の除去のために複雑な精製プロセスを必要とし、水洗浄方式では高濃度の排水が発生するなどの課題もある。</p>
酸触媒法	<p>□油脂に酸触媒を加えてエステル交換反応を行うことによりバイオディーゼルの得る手法</p> <p>○酸触媒法では、遊離脂肪酸もエステル化反応による脂肪酸メチルエステルとなるため、アルカリ石鹼の生成は起こらない。</p> <p>△原料油中に水分が含まれると触媒の機能を低下させるため、やはり廃食用油を原料とする場合に課題がある。</p> <p>△アルカリ触媒法と異なり反応速度が遅く、長時間(約48時間)の処理が必要である。酸触媒法単独での工業化プロセスの例はない。</p>
リパーゼ酵素法	<p>□酵素の持つ、エステル交換活性を活用して油脂をBDF化する方法</p> <p>○各種生産方法の中で、リパーゼ酵素を利用する方法は、副生産物であるグリセリンの回収が容易なこと、油脂中に含まれる遊離脂肪酸の影響を受けずにエステル交換ができること、などのメリットがある。</p> <p>□担体に酵素を固定することにより、生成物からの分離・回収が容易で繰り返しや連続利用が可能であることなどから実用化の期待も持たれている。</p>
超臨界メタノール法	<p>□高温高圧の超臨界メタノールが持つ高い反応性によりバイオディーゼルの得る手法。</p> <p>□主に、一段階法と二段階法、およびSting法と呼ばれる方法がある。</p> <p>△Sting法のみが商用化されているが、装置の価格が高いなどの課題がある。</p>

## ②アルカリ触媒法の主なシステム

### a) アルカリ触媒法・水洗浄方式（湿式）

下図はアルカリ触媒法で水洗浄を行う場合の基本的なプロセスである。我が国では、日量 100L 程度の規模の小規模なプラントが多く、粗グリセリン<sup>6</sup>の中和・メタノールの回収は行わず、破棄している場合がほとんどである。

また、原料の植物油は我が国の場合、使用後の廃食用油であるケースが多く、アルカリ触媒では、廃食用油に含まれる水分や遊離脂肪酸などの不純物は除去するほうがよい。しかし、我が国の小規模なプラントでは、それらの前処理を行っているケースは少ない。

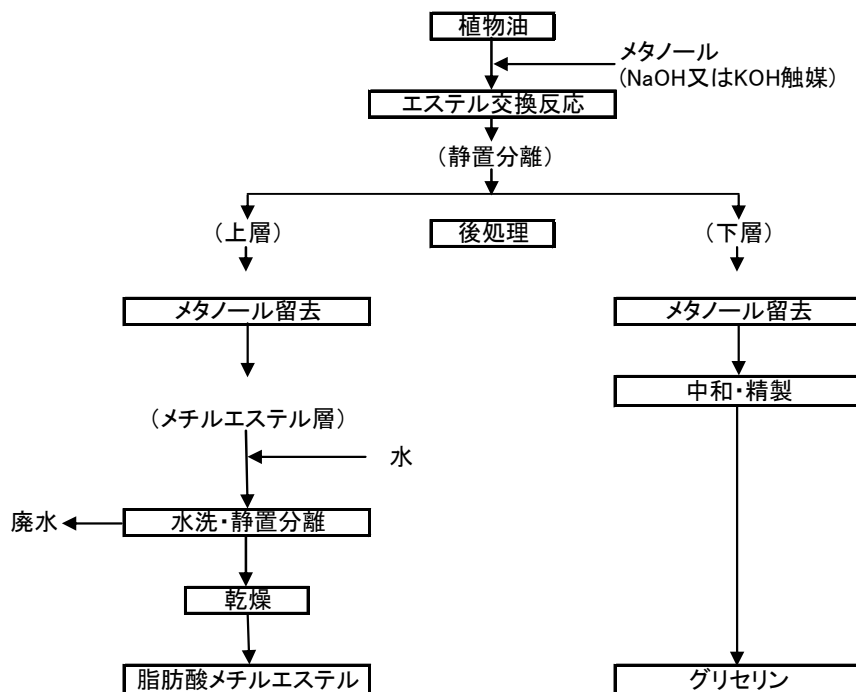


図 アルカリ触媒・水洗浄方式のプロセス

<sup>6</sup> 分離直後で、メタノールや残留アルカリ等の不純物が混ざった精製前のグリセリンをさしている

## b) アルカリ触媒法・吸着剤または遠心分離方式（乾式）

基本的な反応プロセスは水洗浄方式と大きくは変わらない。

乾式法では、精製工程で水を使わず、吸着剤やフィルター、遠心分離機などで不純物除去・精製を行う。廃水は発生しないが、使用後の吸着剤の処理や遠心分離機のメンテナンス、またそれら精製設備の駆動動力などが必要となる。

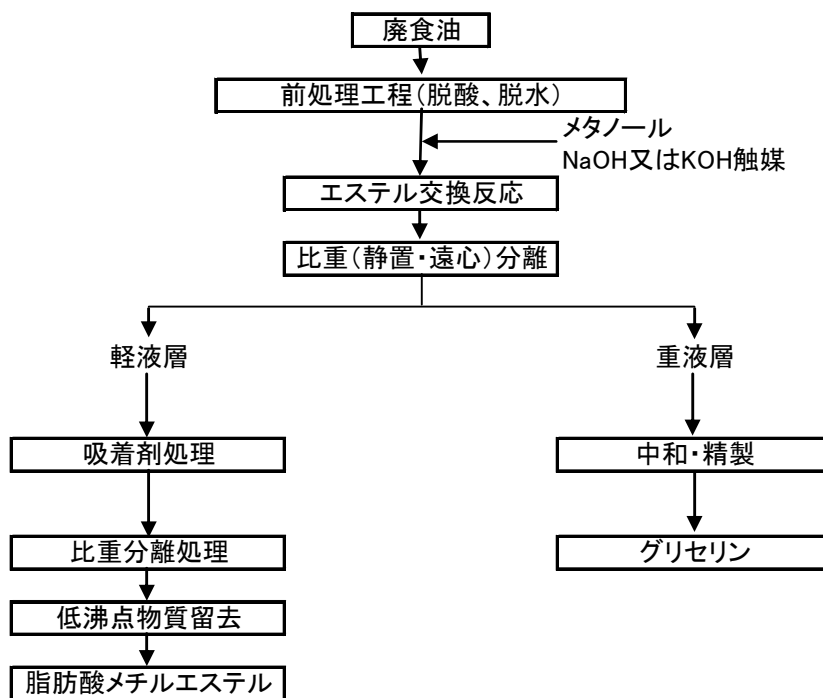


図 アルカリ触媒・吸着剤または遠心分離方式のプロセス

## c) アルカリ触媒法・減圧蒸留方式（乾式）

近年、粗 BDF の精製において、蒸留によって脂肪酸メチルエステルを得る手法も商用化されている。減圧蒸留によって、高純度の脂肪酸メチルエステルを選択的に抜き出すことができ、高品位な BDF が得られる点が大きな特徴である。反面、蒸留のためのエネルギーを要し、高純度の留分のみを抜き出すために歩留りが低下し、残渣が発生する。

### ③各プロセスの比較

表 主なBDF製造プロセスの技術要素の比較

	アルカリ触媒法		
	水分洗浄方式	吸着剤・遠心分離方式	蒸留法式
適性規模	小規模～大規模	小規模～やや大規模	小規模～やや大規模
原料廃食用油の制約等	基本的に植物油のみ 新油またはきれいな廃食用油であることが望ましい。 ろ過、水分除去が必要		
原料油の前処理	脱水・夾雑物分離	脱水・脱酸	脱水・脱酸
副原料・触媒	メタノール アルカリ触媒 中和剤	メタノール アルカリ触媒 処理剤	メタノール アルカリ触媒 処理剤
反応の種類	エステル交換反応		
反応条件	約60℃		
反応時間	約5分程度		
グリセリン	グリセリンが発生するため、静置により比重差分離・除去		
精製	水洗で不純物を除去	吸着剤・減圧蒸留等で 不純物を除去	吸着材等で不純物除去 最後は、減圧蒸留で製品 のみを抜き出す
廃棄物	グリセリン 排水	グリセリン 廃副資材	グリセリン 廃副資材 廃液(蒸留残渣)
BDFの性状	メチルエステル 90%以上	メチルエステル 90%以上	メチルエステル 90%以上
JIS規格対応 (B100)	△ (全項目を満たすのは困難)	△ (全項目を満たすのは困難)	○ (全項目満足可)
処理時間 ・運転管理	静置工程が多く全工程時 間が長い 自動でない作業が多い	処理時間を短くできる (7時間程度) 自動化できる	処理時間を短くできる (7時間程度) 自動化できる
処理単位	基本的にバッチ処理	基本的にバッチ処理	基本的にバッチ処理
イニシャルコスト 例	簡易なものは安価 (例:約300万円/日100L処理) 高度な仕様の装置は高価 (例:約1,500万円/日100L処理)	比較的安価 (例:約800万円/日115L処 理)	高価 (例:約1,500万円/日100 L処理)
ランニングコスト	比較的安価 (排水処理コストによる)	比較的安価	やや高価
主要 ユーティリティ等	電気(熱・動力) 洗浄用水	吸着剤・処理剤 電気(熱源・動力) 冷却水	電気(熱源・動力) 冷却水
廃棄物	排水 グリセリン	グリセリン 廃副資材	グリセリン 廃液
設置スペース	乾式よりスペースを要する	比較的コンパクト	比較的コンパクト
導入実績	多い	多い	少ない



#### ④主な BDF 製造装置

##### a 湿式

項目	A社	B社
処理量	100L／1バッチ 等（他仕様あり）	100L／1バッチ （250L／1バッチ）
処理時間	6 時間	72 時間 ※原料は 24 時間ごとに投入可能
原料廃食用油の制約	酸価値 4.0 以下	酸価値 3.0 以下
原料の前処理	特になし	遠心分離機による固形物除去
主要機器構成	反応タンク 攪拌機 シーズヒーター 制御盤	本体（半自動） メタノール・触媒攪拌タンク（電動式） 原料投入架台（金網口過器 2 連ヒータ付） 原料タンク（液面計付 500L） 前処理装置（遠心分離器付） 後処理装置（遠心分離器付） 中和槽
設備費例	約 3,500 千円 ※据付・試運転調整費・運賃・その他建屋・ 建屋、電源・水道引き込み等は含まず	約 18,000 千円（約 25,000 千円） ※上記主要機器一式 ※据付・試運転調整費・運賃、その他建屋、 電源・水道引き込みは含まず
装置外寸	W750mm × D750mm × H1470mm	W1620mm × D950mm × H2330mm
設置条件	三相 200V 電源 5.2kW ※他に 60℃程度の給湯	三相 200V 8.0kVA

b) 乾式

項目	C社	D社
処理量	100L／1バッチ	115L／1バッチ(他仕様あり)
処理時間	48時間(原料は24時間ごとに投入可)	7時間
原料廃食用油の制約	酸価値 3.5 以下	酸価値 4.0 以下
原料の前処理	特になし	減圧脱水・脱酸
主要機器構成	本体 混合槽 反応槽 グリセリン強制分離槽 タンク(200L、400L) ポンプ・配管類 解乳化システム その他プラント備品類	原料タンク 製品タンク グリセリンタンク 触媒タンク 処理剤・防寒剤ホッパー コンデンサー・回収凝縮液貯留缶 反応器 攪拌機(2台) 電気ヒーター 送液ポンプ 真空ポンプ ろ過器 架台、配管、制御盤
設備費例	約 12,000 千円 ※建屋、電源・水道引き込みは含まず	約 8,000 千円 ※建屋、電源・水道引き込みは含まず
装置外寸	W2080mm × D1150mm × H2330mm	W1100mm × D1600mm × H1520mm
設置条件	AC100V/200V	三相 200V

c) 蒸留式

項目	E 社	F 社
処理量	100L／1バッチ(200L／1バッチ)	100L(製造量)／1バッチ(他仕様あり)
処理時間	約8時間	8時間
原料廃食用油の制約	(-)	酸価 5.0 以下
原料の前処理	脱水	減圧下脱水・脱酸
主要機器構成	本体(生成装置)(1次タンク、2次タンク等) 給油ポンプ その他付属品	蒸発缶 回収タンク(水・メタノール) 製品タンク コンデンサー 等
設備費	約 15,000 千円(17,000 千円) ※上記主要機器一式、据付費・運賃込み ※建屋、電源・水道引き込みは含まず	約 18,000 千円 ※本体のみの参考価格
装置外寸	W1900mm × D1085mm × H1850mm	W2300mm × D1000mm × H2500mm
設置条件	AC200V3 相 10kW(50A)	7kW(電力消費 28kWh/バッチ)

※「-」は不明・非公表等

## (4) BDF の利用方法

### ①燃料品質について

BDF は軽油代替燃料としてディーゼル車に利用可能であるが、軽油とまったく同じという訳ではなく、一方、ディーゼル車はもともと BDF の利用を想定されて製造されたものではないため、利用に際してさまざまな留意点がある。

廃食用油を原料として、安定した品質の BDF を製造するには、様々な点に留意する必要がある。

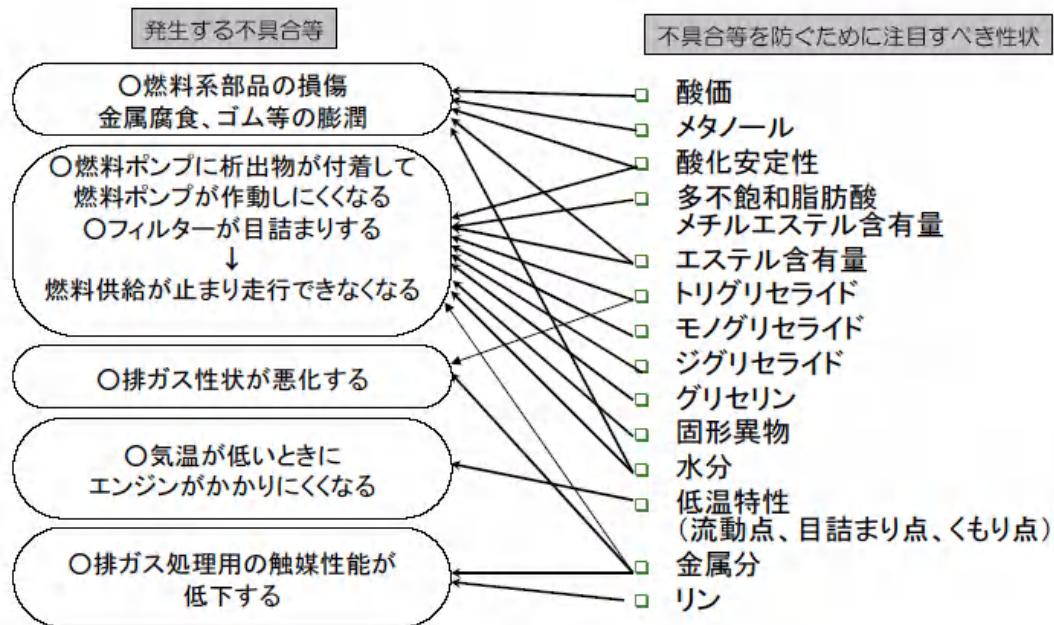


図 車両への影響と注目すべき燃料性状

### ②BDF の品質規格

BDF の車両利用においては、一部で利用時トラブルの発生なども生じていたことから、平成 19 年 3 月 31 日に「揮発油等の品質確保等に関する法律」に基づき、「BDF 燃料混合軽油 (FAME<sup>7</sup>混合軽油) の強制規格」(改正品確法) が施行された。この中で BDF を軽油に 5% を上限として混合して市販することが認められた。また、ニート BDF<sup>8</sup>についても、軽油に 5% を上限として混合することを前提として、JASO<sup>9</sup> の団体規格 (JASO M 360) で標準化が行なわれた。その後、その JASO 規格を基に工業標準原案が作られ平成 19 年度に "JIS K 2390" となった。

<sup>7</sup> Fatty Acid Methyl Ester (脂肪酸メチルエステル) の略

<sup>8</sup> 100% の BDF のこと

<sup>9</sup> 社団法人 自動車技術会

表 軽油の強制規格

規制項目		FAME混合軽油	FAMEを混合しない軽油
既存項目	硫黄分	0.001 質量%以下	0.001 質量%以下
	セタン指数	45 以上	45 以上
	90%留出温度	360°C以下	360°C以下
追加項目	脂肪酸メチルエステル(FAME)含有量	5.0%質量%以下	0.1 質量%以下
	トリグリセリド含有量	0.01 質量%以下	0.01 質量%以下
	メタノール含有量	0.01 質量%以下	—
	酸価	0.13mgKOH/g 以下	—
	ギ酸、酢酸、プロピオン酸	合計が 0.003 質量%以下	—
	酸価の増加	0.12mgKOH/g 以下	—

表 BDF の JIS 規格 (JIS K 2390)

項目	ニート規格	試験法	関連燃料特性
脂肪酸メチルエステル量	96.5wt%以上	EN 14103	転換率・品質
密度 (15°C)	0.86-0.90g/mL	JIS K2249	性状代表値・メタノール残留
動粘度 (40°C)	3.5-5.0mm <sup>2</sup> /s	JIS K2283	流動性等燃料特性
引火点	120°C以上	JIS K2265-3	燃料特性
硫黄分	10ppm 以下	JIS K2541-1、-2、-6、または-7	不純物、SO <sub>x</sub> ・PM 等環境性
10%残留炭素	0.3wt%以下	JIS K2270	残留炭素
セタン価	51 以上	JIS K2280	着火性
硫酸灰分	0.02wt%以下	JIS K2272	硫酸灰分
水分	500ppm 以下	JIS K2275	不純物量
固形不純物	24ppm 以下	EN 12662	不純物量
銅版腐食(50°C、3h)	1 以下	JIS K2513 (3h @50°C)	金属腐食の目安
酸価	0.5mgKOH/g 以下	JIS K2501 または JIS K0070	品質性状安定性
酸化安定度	(当事者間の合意による※1)		品質性状安定性
ヨウ素価	120gI/100g	JIS K0070	不飽和脂肪酸量
リレン酸メチルエステル	12.0wt%以下	EN 14103	酸化安定性
メタノール	0.2wt%以下	EN14103	不純物(メタノール残留)
モノグリセリド	0.8wt%以下	EN 14105 (遊離グリセリンについては EN14106 も)	不純物
ジグリセリド	0.2wt%以下		不純物
トリグリセリド	0.2wt%以下		不純物
遊離グリセリン	0.02wt%以下		不純物
全グリセリン	0.25wt%以下		不純物
金属類(Na+K)	5ppm 以下	Na :EN 14108 または EN14538 K: EN14109 または EN14538	不純物
金属類(Ca+Mg)	5ppm 以下	EN 14538	不純物
リン	10ppm 以下	EN 14107	ガム類の発生
低温性能	(当事者間の合意による※2)		冬季等低温時利用特性

※1 軽油(B5)が「揮発油等の品質の確保等に関する法律」の省令で定められた参加安定性の規定を満足する必要がある。

※2 軽油(B5)が JIS K 2204 の該当する種類に適合する必要がある。

### (3) BDF 利用の際の留意点

ディーゼルエンジンは、重油や軽油を燃料として開発されたものであり、油脂から製造した脂肪酸メチルエステルを燃料とした場合、燃焼熱エネルギー（高位発熱量）が石油系燃料に比べて約 11%程度低いため出力が 5～10%低下するなどの相違点がある（ただし、潤滑性が良くなるため明確な影響はないと言われる）。また、メチルエステルの流動点は、ナタネ油のメチルエステルで-4℃であり、軽油（-7℃）に比べて高いため寒冷・低温時の使用の際には注意する必要がある。

#### ①BDF の原料由来の課題

BDF の品質は、原料廃食用油の質に影響される。劣化した廃食用油を用いた場合（遊離脂肪酸や水分が多い等）、エステル化率が低下するなど燃料品質が低下するおそれがある。この原料廃食用油の質に由来する問題点に対処するためには、原料の廃食用油を収集段階で一定量混合して均一化することが、比較的容易な方法ながら効果が高い。

その他の原料由来の BDF の品質への影響については、低温流動性と長期保管や使用する際の酸化・熱安定性の課題がある。これは、原料廃食用油の飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の含有比率の影響によるもので、原料廃食用油中の不飽和脂肪酸の割合高ければ高いほど低温流動性は良くなるが酸化・熱安定性は悪くなる。逆に、飽和脂肪酸の割合が高いと、酸化・熱安定性は良くなるものの、低温流動性は悪化する。

これらの課題に対しては、原料段階で低温流動性を悪化させる飽和脂肪酸割合の高い油脂（動物性油、パーム油等）を除去したり、製品に対して添加剤（流動点降下剤や酸化防止剤）を使用するなどによって対策できる。

表 各種メチルエステルおよび軽油の流動点等の特徴

項目	①ナタネ油 メチルエステル	②大豆油 メチルエステル	③豚脂 メチルエステル	④パーム油 メチルエステル	⑤軽油		
					2号	3号	特3号
流動点(℃)	-4	-4	13	12	-7.5 以下	-20 以下	-30 以下
曇り点(℃)	-3	3	13	18	-	-	-
目詰まり点	-4	-2	11	-	-5 以下	-12 以下	-19 以下

資料：①～③ 「バイオディーゼルのすべて」(アイピーシー、2006年)

④ 「バイオディーゼル最前線」(工業調査会、2006年)

⑤ 「JISハンドブック」

表 各種脂肪酸メチルエステルの融点と主な植物性油の脂肪酸組成

炭素数:二重結合	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
脂肪酸	ラウリン酸	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リロン酸
メチルエステルの融点	5.1℃	18.8℃	30.6℃	39.1℃	-19.8℃	-35.0℃	
脂肪酸 組成	ナタネ油		4.0%	1.7%	58.6%	21.8%	10.8%
	大豆油		10.3%	3.8%	24.3%	52.7%	7.9%
	パーム油		44.2%	4.5%	39.3%	9.6%	0.3%

## ②BDF の精製工程での課題

BDF の製造の過程では、水分や余剰の触媒やメタノール、副生するグリセリンなどの不純物の混入のおそれがある。十分な精製を行って除去すれば問題ないが、除去・精製が不十分な場合、燃料品質の低下を招き利用時にさまざまな問題を発生させる恐れがある。

また、除去するグリセリンや、精製（洗浄）工程から発生する排水などの処理・利用について考慮する必要がある。

## ③BDF と軽油との差異点による車両影響

BDF は軽油と同等の利用特性を示すものの、性状面では同一でないため、その利用時において短期的・長期的に下記のような影響があるとされている。

### a) 短期的影響について

軽油使用車を BDF 使用へ切り替えた場合、その切り替え当初は、BDF の持つ溶剤的な性質によって、燃料系統中のすすなどの付着物が洗浄され、それらがフィルター類を詰まらせることがある。これは、そうした現象が発生した際にフィルターを交換するなどによって対処できる。

### b) 長期的影響についての現状と課題

BDF は、燃料系統を構成する配管や部品を劣化させることがある。特に、ゴムホースについては膨潤・マイクロクラックの発生を促進する。これは、ホースの部材を変更することで対応できる（フッ素系ゴムや布巻きゴムを採用するなど）。

その他、燃料配管内部の銅メッキの溶解や、噴射ポンプのノズルの摩耗などの影響が考えられるため、それら BDF 特有の車両影響事項を踏まえて定期的な点検を行うことが重要である。