

# 廃食油を利用した環境にやさしいBDFの生産と使用

平良 文亨、竹野 大志、坂本 陵治、山口 仁士

## Pilot Study and Cost Evaluation of BDF Recycled Used Oils

Yasuyuki TAIRA, Taiji TAKENO, Ryoji SAKAMOTO, and Hitoshi YAMAGUCHI

In energies and the environmental field, the approach concerned with fuels made from biomass is showing the extension on a nationwide scale against the background of formation of resource recycling society, prevention of global warming and a jump in crude oil prices nowadays.

In Nagasaki, there is hardly application of used oils in order to produce and/or use bio diesel fuel (BDF) known one of the biomass energy. Therefore, in this study, we investigated about properties of BDF, running test and the cost effectiveness and so on to used oils effectively.

These results suggest that BDF is more effective than light oil and there is also an effect of controlling amounts of generation of the CO<sub>2</sub> known as one of the greenhouse gases. Further, it was confirmed that it was very effective as a regional approach (BDF use system).

**Key words:** bio diesel fuel, used oil, regional approach, BDF use system

**キーワード:** バイオディーゼル燃料、廃食油、地域的取り組み、BDF活用システム

### はじめに

バイオマス・ニッポン総合戦略(平成14年12月閣議決定、平成18年3月改定)により、バイオマスの利活用が積極的に推進され、化石燃料の代替エネルギーによる資源循環型社会の形成及び地球温暖化防止へのさまざまな取り組みが行われている事に加え、昨今の原油価格の高騰を背景にエネルギー・環境問題特にバイオマス由来燃料に関する取り組みが全国的な広がりを見せている。わが国では、京都議定書目標達成計画(平成17年4月閣議決定)において、平成22年度に原油換算で50万kl(現状の輸送用燃料全体の約0.6%に相当)の輸送用燃料をバイオマス由来燃料として導入することとしているが、バイオマス由来燃料の1つとして注目されているバイオディーゼル燃料(BDF)については、国内では使用済みの天ぷら油等の廃食油を主な原料としている<sup>1)</sup>。

国内で発生する廃食油は年間約40万t(事業系:約26万t、家庭系:約14万t)とされており<sup>2)</sup>、そのほとんどは飼料や石鹸原料として回収されるか、そのまま処分されている。一方、長崎県内で発生する廃食油は年間約5,000t(事業系:約2,700t、家庭系:約2,300t)で、そのうちバイオマス資源としての利用率は2.0%と非常に低い<sup>3)</sup>。

また、BDFに関しては、製造技術等の技術的事項の報告は数多く行われているが、BDFを活用した事業を地域の取り組みとする社会システムの確立に関する報告はそれ程多くはない。

そこで、バイオマス資源の利活用推進と環境負荷の低減という観点から、長崎県内のモデル地域を設定して、主に事業所で発生する廃食油をリサイクル燃料として回収し、BDFの生産及び使用等に関する実証試験等を実施し、BDF活用システムの構築(事業化)を目指した研究を平成18年度からの2ヵ年事業として実施した。また、並行してモデル地域で栽培されている菜の花(新油)をBDF原料として有効利用することを試みた。

本報では、廃食油等を有効利用した地域的取り組みについての研究内容及び結果について報告する。

### 研究内容及び調査方法

#### 1 モデル地域の設定

本研究を円滑に実施するためには、廃食油等の安定的な発生及び円滑な回収が基本となることから、次の2点を考慮し、BDF事業が地域内で完結し得る環境

が整っている長崎県の中央部に位置する諫早市をモデル地域として選定した(図1)。

① 廃食油等の排出源の多様性

飲食店等の廃食油排出事業所が多い。また、BDF原料となり得る菜の花等を栽培している公園等がある。

② 広域的な廃食油等の収集可能性

県の中央部に位置するため、収集・運搬等の輸送上柔軟な対応が可能である。



図1 モデル地域の概況(諫早市)

2 廃食油の処理実態把握(アンケート調査)

本研究を開始するにあたり、諫早地域の飲食店等の事業所における廃食油処理実態の把握を目的として、諫早市内中心部(諫早地域中央地区及び真津山地区)でのアンケート調査を実施し、取り組み地域の具体的な選定及び廃食油の回収に関する協力事業所の抽出を行った(表1)。

3 研究会の設置及び運営

諫早地域における本研究の円滑な実施及びBDF活用システムの構築による地域での具体的な取り組みにつなげる目的で、「諫早地域におけるBDF研究会」を設置した。

本研究会は、大学教授をはじめ地元の商工会議所、食品環境衛生協会、料飲業組合及び農業関係者に行政機関などを交えた12機関、15名で組織され、原則四半期毎に研究会を開催し、具体的な取り組み方法、課題の抽出、整理及び対応などに関する検討を重ね、BDF事業の事業化及び課題解決に向けた方向性の提案等が行われた(表2)。

表1 アンケート調査概要

目的	諫早地域の事業所における廃食油の処理実態の把握
対象	諫早地域中央地区:312事業所 諫早地域真津山地区:105事業所
業種	飲食店(一般食堂、レストラン、中華、そうざい、弁当、旅館、ホテル)、菓子製造業(パン、洋菓子、和菓子)、乳製品製造業、喫茶店営業(自動販売機や削氷店を除く)、アイスクリーム類製造業、食用油脂製造業、豆腐製造業、めん類製造業、そうざい製造業
方法	郵送
期間	平成18年6月16日~平成18年7月7日
回答率	39.5%(159事業所、転居先不明等を除く実数)
備考	諫早地域中央地区及び真津山地区の人口は、諫早市*の人口(143,798人)の約5割を占める(平成18年4月1日現在) <sup>4)</sup>

\*平成17年3月1日に北高来郡飯盛町、森山町、高来町、小長井町及び西彼杵郡多良見町と合併

表2 研究会の主な活動内容

開催時期	内容
平成18年8月	研究会の設置、研究内容及びスケジュールの確認、取り組み地域の選定、関係法令の確認
平成18年12月	BDF製造装置の設置場所の確認(現地視察)、廃食油の回収方法及び回収内容に関する検討
平成19年2月	県内先進事例調査(現地視察)
平成19年6月	試作BDFの分析結果報告、精製したBDF使用に関する経過報告、県内及び県外先進事例調査報告
平成19年9月	菜の花(菜種)の有効利用に関する報告、事業化に関する事項(事業実施主体、目的、概要・特徴、事業規模の設定、コスト試算、事業効果等)の検討
平成19年12月	BDF事業実施主体の検討(対象事業者に対するプレゼンテーション)、事業成果報告書に関する記載事項の検討
平成20年3月	事業成果報告書に関する内容の検討

4 実証試験

実証試験に関する主な事業フローを図2に示す。

(1) BDFの精製

廃食油再生燃料化装置(以下、「BDF装置」という。)を諫早市郊外に位置する飯盛町に設置し、諫早市内中心部から廃食油を回収後、適宜BDFを精製した(写真1、表3)。



写真1 BDF装置

表3 BDF装置の仕様

反応方式	メチルエステル交換／水洗いバッチ式(触媒:水酸化カリウム)
処理能力	100L/6~7時間
収率	約95~98%
電力	三相200V
定格出力	5.2kW
タンク容量	146L
重量(乾燥)	175kg
寸法	725 <sup>W</sup> ×756 <sup>D</sup> ×1,362 <sup>H</sup> (mm)
その他	可搬型(キャスター付)

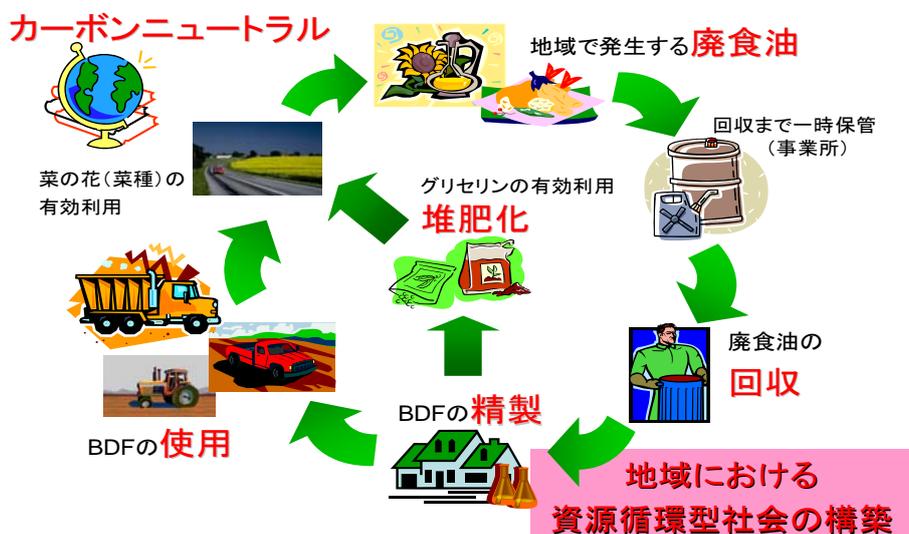


図2 事業フロー

(2) 性状試験

BDF装置で精製したBDFの性状試験を適宜行い、燃料性状を確認した。国内では、100%BDF(ニート)に対する燃料規格がないことから、早くからBDF燃料化事業を実施している京都市で策定された「京都市バイオディーゼル燃料性状の暫定規格(京都スタンダード)」<sup>5)</sup>及び日本工業規格による軽油2号(以下、「軽油2号JIS」という。)<sup>6)</sup>で要求される品質を参考に性状試験を実施した。

(3) BDFの使用

性状試験確認後、本研究の協力事業所等が所有するディーゼル機関に対して100%BDFを給油し、実走行して燃料としての可能性を確認した。

(4) 副産物の有効利用

BDFの精製過程で生じる副産物であるグリセリン及び

排水に関して、家畜排泄物等からなる堆肥と混合し、栄養補助効果及び堆肥化促進効果について有効性を確認した。

(5) 菜の花の有効利用

諫早地域で栽培されている菜の花の有効利用を目的として、菜種の採取及び搾油を行い、BDF原料としてBDFの精製に供した(写真2、表4)。

5 事業化の検討

実証試験結果を踏まえ、事業規模の設定、コスト試算及び事業効果についての検討を行い、BDF事業が地域の取り組みとして実行可能であることを確認するとともに、諫早地域を中心に地域における事業実施主体を発掘し、実際に事業化に向けた具体的検討を行った。



写真2 白木峰高原に咲く菜の花(諫早市白木峰町)

表4 国内及び諫早地域の菜種油のポテンシャル<sup>7)</sup>

区分	面積 (ha)	菜種 (t)	菜種油 (t)	BDF換算量 (L)	備考
国内菜種生産量 (実績)	(約420)	約870	348	382	
白木峰高原 (諫早市白木峰町)	約1	約2	0.8	0.9	約3割が菜種油に加工・販売 (秋:コスモス栽培)
自然干陸地 (諫早市高来町)	約4.8	約11	4.4	4.8	県内最大規模の花畑 菜種油の抽出ができない品種 (秋:コスモス栽培)
不作付地 <sup>注1</sup>	14.3万	322,000	129,000	142,000	
耕作放棄地 <sup>注2</sup>	17.3万	390,000	156,000	171,000	
合計	31.6万	713	285	313 (283~343) <sup>注3</sup>	
参考:単位収量	2.04~2.47t/ha		主要県の平均(H6-H13生産)		

菜種は2年の輪作、2.26t/ha、菜種の平均油分40%、菜種油(L)からBDF(L)への換算係数1及び菜種油の比重を0.91とした。

注1:1年間まったく作付けしなかったが、ここ数年間の間に再び耕作する意思のある土地

注2:1年間まったく作付けせず、ここ数年間の間に再び耕作する意思のない土地

注3: 単位収量を参考で示す下限から上限の範囲で設定した場合

## 結果

### 1 廃食油の処理実態把握(アンケート調査)

設定した9つの質問事項に対する結果から、次の実態が把握できた。

- ① 事業所の約7割は、食品加工に食用油を使用している。
- ② 事業所の約5割は、廃食油の発生量が100L/月未満で、廃棄処分している。
- ③ 廃食油を廃棄処分している事業所の約7割は、専門回収業者等への委託処理である。
- ④ 事業所の約1割は、廃食油をリサイクルしているが、そのうちの約3割が石けんの精製である。
- ⑤ 事業所の約6割は、BDFに関する知識及び関心を持っており、本研究の実施に協力意思がある。

本アンケート調査の結果、廃食油の処理方法に関しては、委託処理が8割近くを占めるとされる他の調査結果<sup>8)</sup>とほぼ一致していることが確認され、BDFへの関心が高いことが確認された。なお、結果の詳細については、平成18度の当センター所報<sup>9)</sup>に掲載しているため、割愛する。

### 2 廃食油の回収拠点の選定

アンケート調査において、本研究に対する協力意思がある事業所を中心に、廃食油の回収に協力する事業所の抽出を試みた。BDF活用システムが機能し、継続性のある事業活動とするためには廃食油の回収が重要であることから、次のような選定基準を設けた。

- ① BDFに対する関心及びBDF事業への積極的な協力意思がある。
- ② 廃食油の発生量が、100L/月以上である。
- ③ 既に廃食油を何らかの方法で再利用している事業所は選定対象外とする。

以上から、本研究に協力可能な事業所としては、次のような結果となった。

事業所数	月間発生量(平均)
16	1,497L

### 3 実証試験

#### (1) BDFの精製

平成18年11月から平成19年11月の期間、複数の協力事業所から廃食油を回収し、BDFを26回精製し、平均104.6%の高収率を得た(写真3)。事業所により廃食油の酸価度は異なったが精製収率に大きな影響はなく、予想された収率以上の生産性が確保され、高収率で安定した精製が可能であることが確認された(表5)。



写真3 廃食油の回収

#### (2) 性状試験

精製したBDFについて、京都市暫定規格(京都スタンダード)及び軽油2号JIS(適合気温-5℃~40℃)の要求品質を参考に性状試験を7回実施した。今回の性状試験では、季節(冬季、夏季)による影響及び原料性状(廃食油のみの場合と廃食油及び新油の混合の場合)を考慮し性状試験を実施した結果、一部の項目で参考値と数値の差があるものの総じて軽油と同程度の燃料性状であることが確認された(表6)。なお、蒸留性状90%留出温度、10%残油の残留炭素分など参考値と数値の差がある項目については、燃料として使用する際には、大きな問題とならないことがメーカー等からの情報収集により確認されている。

またBDFを精製後、ディーゼル機関への影響を最小限にする目的で、図3に示す高低差(圧力)を利用したろ過システムを組み立て、BDFを使用する前に適宜実施し、可能な限り不純物等を除去した。なお、本ろ過システムの詳細については、平成18度の当センター所報<sup>9)</sup>に掲載している。

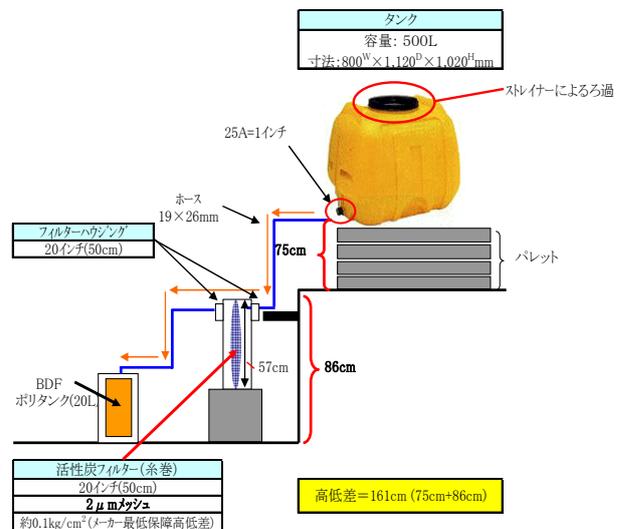


図3 BDFろ過システム

表5 BDFの精製実績

No.	精製日 (H18.11~H19.11)	原料(廃食油)量 (L)	BDF 精製量(L)	収率(%)
1	11月16日	100	100	100
2	12月12日	80	80	100
3	1月18日	100	100	100
4	1月25日	100	100	100
5	2月15日	100	110	110
6	2月22日	100	110	110
7	3月8日	100	110	110
8	3月27日	100	110	110
9	4月5日	100	110	110
10	4月19日	100	110	110
11	5月8日	100	110	110
12	5月14日	78	80	103
13	5月29日	100	110	110
14	6月27日	100	105	105
15	7月12日	100	110	110
16	7月18日 <sup>※1</sup>	80	85	106
17	7月25日 <sup>※2</sup>	80	80	100
18	8月1日 <sup>※3</sup>	80	80	100
19	8月6日 <sup>※4</sup>	80	80	100
20	8月21日	100	105	105
21	9月6日	100	100	100
22	10月1日	100	100	100
23	10月25日	100	100	100
24	11月15日	100	105	105
25	11月19日	100	100	100
26	11月29日	72	72	100
合計(L)		2,450	2,562	—
平均収率(%)		—	—	104.6

※1:新油50%、※2:新油100%、※3:新油30%、※4:新油70%

表6 性状試験の結果

項目	1	2	3	4	5	6	7	京都スタンダード <sup>5)</sup>	軽油2号 JIS <sup>6)</sup> 要求品質
	精製 No.1	精製 No.4	精製 No.16	精製 No.17	精製 No.18	精製 No.19	精製 No.21		
引火点、P.M.、℃ (JIS K 2265-3)	186	184	182	184	182	184	186	100以上	50以上
蒸留性状									
90%留出温度℃ (JIS K 2254)	357.5	360.5	357.5	357.5	350.0	353.5	356.5	—	350以下
流動点℃ (JIS K 2269)	-5.0	-2.5	-7.5	-10.0	-7.5	-10.0	-5.0	-7.5以下	-7.5以下
目詰まり点℃ (JIS K 2288)	-6	-7	-9	-8	-9	-9	-7	-5以下	-5以下
10%残油の残留炭 素分 質量% (JIS K 2270)	3.90	2.23	3.67	2.81	4.67	3.60	2.95	0.30以下 10%残油中	0.10以下 10%残油中
セタン指数 (JIS K 2280)	53.6	53.7	55.3	56.1	55.1	55.2	54.7	51以上	45以上
動粘度(30℃)mm <sup>2</sup> /s (JIS K 2283)	6.95	7.12	6.14	6.17	6.02	6.21	6.03	3.5~5.0 (40℃)	2.5以上
硫黄分 質量%(JIS K 2541-1、-2、-6、-7)	0.0002	0.0002	0.0005	0.0007	0.0003	0.0006	0.0002	0.001以下 (保留)	0.0010以下
密度(15℃)g/cm <sup>3</sup> (JIS K 2249)	0.8888	0.8893	0.8866	0.8853	0.8868	0.8863	0.8874	0.86~0.90	0.86以下
発熱量(J/g) (JIS K 2279)	39,770	—	—	—	—	—	—	—	—
炭化水素分 (FT/TR、GC、GC/MS)	—	—	—	—	—	—	検出されず	—	—

## (3) BDFの使用

性状試験の結果を踏まえ、精製したBDFを協力事業所等が所有するディーゼル機関に対して給油(ニート)後実走行した。主に農業用機械及び重機を中心に使用したが、協力事業所等からの報告によると、走行性等のディーゼル機関の機能性については軽油と遜色なく、不具合事象はなかった(表7、写真4)。

表7 BDFの使用実績

期間	使用量(L)	種別	台数
H19.1~11	2,322	農業用機械	4
		重機	3
H19.2~6	140	大型バス	1
H19.11~12	100	温室暖房器具	1
合計	2,562		9



給油



走行

写真4 BDFの使用状況

(4) 副産物の有効利用

BDF事業を進める上で、BDFの精製過程に生じる副産物であるグリセリンの処理が大きな課題となっている。そこで本研究では、協力事業所が実施している家畜排泄物等を原料とした堆肥化事業に関連して、グリセリン及び排水を堆肥と混合し、その有効性を確認した(写真5)。協力事業所が堆肥化した製品の成分分析を実施した結果、従前の堆肥に比べ栄養補助成分の1つであるカリウム値が上昇するなど副産物を有効利用することができた。



写真5 グリセリン等の堆肥への混合

(5) 菜の花の有効利用

諫早地域では、白木峰高原等の菜の花栽培地が存在し、見頃の時期には多くの観光客が訪れる。その後、菜種が採取され一部は食用油として加工されるが、種々の要因からすべてを加工処理することができないことから、本研究では菜の花の有効利用を目的として、白木峰高原(諫早市白木峰町)で栽培されている菜の花から菜種を一部採取し、搾油後BDF原料としてBDFの精製に供した(表8、写真6)。BDFの精製にあたり、廃食油と種々の混合率(表5)で精製を実施したが、精製収率及び燃料性状は廃食油のみの場合と同程度であり、菜の花を有効利用できた。

表8 菜の花(菜種)の採取概要

期 間	採取量 (kg)	搾油量 (kg)	BDF換算 量(L)
H19.6~7	700	207	227

\*菜種油の比重を0.91とした。



刈り取り



篩い分け



菜種

写真6 菜種の採取

4 事業化の検討

実証試験の結果を踏まえ、事業規模の設定、コスト試算及び事業効果について検討した。

(1) 基本事項

事業化の検討に先立ち、BDF事業を円滑に進める上で、事業実施の体制づくり(事業実施主体の発掘)が重要となる。そこで、廃食油の取り扱いに精通し、既存の回収ルートを持っている等の理由から、事業実施主体を設定した(表9)。

表9 事業実施主体の設定

実施主体	廃食油回収業者
対象エリア	諫早地域及びその周辺地域
BDF装置	処理能力:100L/日/台 反応方式:メチルエステル交換/水洗いバッチ式(触媒:水酸化カリウム)
精製ランニングコスト	56.02円/L(コスト試算より)
廃食油の回収	既存ルートの活用
精製BDFの使用形態	100%(ニート)

(2) 事業規模の設定

事業規模の設定にあたり、平成18年度に実施した飲食店等の事業所における廃食油の処理実態調査に加え、新たに諫早地域及びその周辺地域で廃食油を

回収している事業所に対するアンケート調査(H19.11)を実施し、事業規模・回収量等を設定した(表10)。

表10 事業規模の設定

区分	事業範囲 (直径km)	回収量 (L/月)	処理量 (L/月)	稼働日数 (日/月)	生産量 (L/月)
A	9	>1,500	1,500	15	約1,500
B	18	>2,000	2,000	20	約2,000
C	36	>2,500	2,500	25	約2,500
D	72	>2,500	5,000	25	約5,000

A~C:処理能力=100L/日(1台)、D:処理能力=200L/日(2台)

(3) コスト試算(実施主体から見た経費節減効果)

BDF事業を実施した場合、事業実施主体が事業活動において市販の軽油を使用した場合と比較してどの程度の経費節減効果が見込まれるかを試算したところ、表11及び図4の結果を得た。なお、コスト試算の項目別条件を表12に示す。コスト試算の結果、人件費の詳細な条件設定、実証試験と同程度の精製収率による生産性の効率化及び補助制度の活用によるイニシャルコストの低減化を図ることにより、最大で年間2,152千円の経費節減効果が見込まれることが試算された。

表11 コスト試算結果

(単位:千円/年)

項目	区分			
	A	B	C	D
① 直接的経済効果	-856	-960	-1,069	-309
② 直接的経済効果+人件費の削減 (A:1,5千円/月 B:2,0千円/月 C:2,5千円/月 D:5,0千円/月)	8	186	350	818
③ 直接的経済効果+人件費の削減(ゼロ)	187	422	643	1,403
④ 直接的経済効果+人件費の削減(ゼロ)+生産性の効率化(精製収率:105%)	284	552	804	1,725
⑤ 直接的経済効果+人件費の削減(ゼロ)+補助制度の活用(イニシャルコストの低減)	403	638	857	1,830
⑥ 直接的経済効果+人件費の削減(ゼロ)+生産性の効率化(精製収率:105%)+補助制度の活用(イニシャルコストの低減)	501	767	1,017	2,152

マイナス表示は軽油使用の方が経費節減効果があり、プラス表示はBDF使用の方が経費節減効果がある。

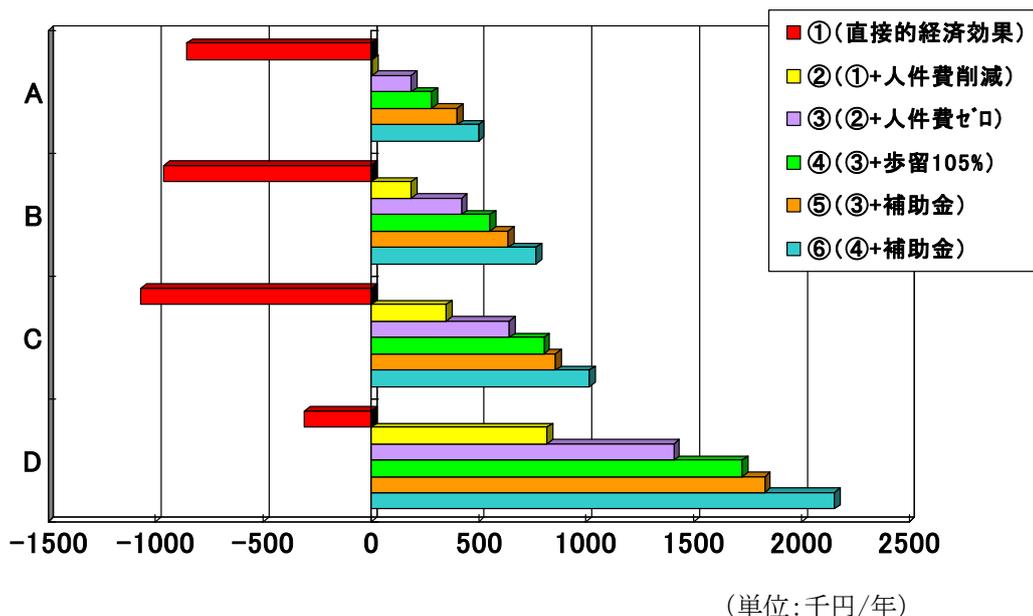


図4 コスト試算結果

表12 コスト試算の項目別条件

基本条件	精製	回収	諸経費	軽油燃料(市販)
BDF装置設置台数 (100L/日 or 200L/日)	廃食油処理量 (月間)	収集範囲	グリセリン処理費	120円/L
バッチ回数	ランニングコスト(薬品・光熱水) (日量、月量)	回収頻度	諸経費係数 (消耗品費)	—
稼働時間	—	車両損益 (日量、月量)	—	—
稼働日数(月間)	廃食油回収費 (日量、月量)	運転手賃金(ゼロ、 =精製者)	—	—
廃食油等処理量 (日量、月量)	BDF装置月額賃料	回収車両月額賃料	—	—
BDF生産量 (日量、月量)	賃金 (人件費/月間)	—	—	—

(4) 事業効果

廃食油等の廃棄物を原料にBDFへ再生燃料化することにより、次の事業効果が得られることが確認された。

① 廃棄物の排出抑制効果

ほとんどが廃棄処理されている廃食油等について、BDFとして再生燃料化することにより廃棄物(産業、一般)の排出量を抑制することができる(表13)。

表13 廃棄物の排出抑制効果

回収量 (kg/月)	処理量 (kg/月)	廃棄物抑制量 (t/年)
1,500	1,500	18
2,500	2,500	30
5,000	5,000	60

② 経費節減効果

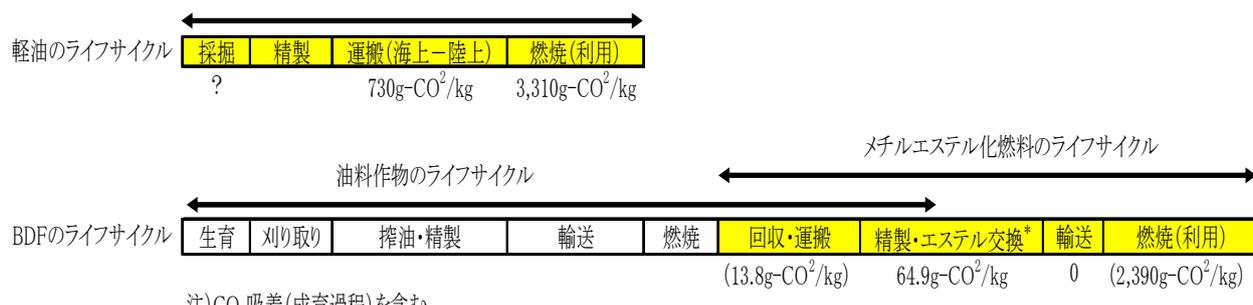
コスト試算の結果、条件によっては市販の軽油よりも

安価なBDFを精製することができ、事業化可能性が確認された。また、昨今の原油価格の高騰や将来の化石燃料の枯渇による影響等を考慮すると、有効な事業であると考えられた。

③ 環境負荷低減効果(二酸化炭素排出量の削減)

植物由来成分のリサイクル燃料であるBDFは、その使用により二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が増加しないカーボンニュートラルであるといわれており、軽油を使用した場合に比べ、CO<sub>2</sub>排出量の削減が見込まれることから、ライ

フサイクル(LCA:Life Cycle Assessment)の観点からBDFを使用した場合と軽油を使用した場合でのCO<sub>2</sub>排出量について試算した結果<sup>10)</sup>、約98%のCO<sub>2</sub>排出量削減効果があることが確認された(図5)。なお、今回の試算では、廃食油の回収車両を含む事業実施主体が所有するディーゼル機関に対して、精製したBDFを使用すると想定し、BDF事業に伴う化石燃料由来のCO<sub>2</sub>の排出は、精製・エステル交換時<sup>\*</sup>にのみ発生すると仮定した。



注)CO<sub>2</sub>吸着(成育過程)を含む。

最大18km走行し、最大400L回収すると仮定し、回収車の燃費を6km/Lとする。

主にBDF精製場所で供給することを想定している。

\*BDFのライフサイクルを回収時から始まると仮定し、リサイクルプロセスの影響はすべてメチルエステル化燃料の生産過程とする。

図5 軽油及びBDFのライフサイクルとCO<sub>2</sub>排出量

考察

1 アンケート調査結果

今回のアンケート調査の結果から、調査対象地域における事業所の約半数は、月間の廃食油発生量が100L未満であり、事業所の約7割は発生した廃食油を専門回収業者等へ委託処理している実態が把握できた。また、廃食油の回収業者として24業者(以上)あることが確認され、回答があった159事業所に対して多くの回収業者が関わっていることがわかった。このことから、地域の実情として発生源に対する発生量の割合はそれ程多くはなく、廃食油の回収効率が良いとはいえないことがわかった。したがって、大型店舗やチェーン店等の廃食油発生量が多い事業所が複数存在する地域に比べ、処理コストが高くなることが考えられることから、地域の実情に応じた廃食油の効率的な回収・処理体系が必要であると考えられる。

2 実証試験

各種の実証試験の結果から、地域で発生する廃食油等を原料として、軽油と同程度の燃料性状であるBDFを高収率で精製することができ、かつディーゼル機関への使用に問題がないことが確認された。今回の実証試験では、既存の事業所等にBDF装置を設置し、

作業工程中に高度な専門技術を要しない極めて簡易な作業によるものであったことから、場所や人的技術に依存しない安定した事業として幅広い分野で応用可能であることが示唆される。

またBDF事業の運用上、大きな課題となっている副産物であるグリセリンあるいは排水の処理については、堆肥との混合により発酵試料の炭素源としての堆肥化促進効果あるいは排水中の残余カリウムによる栄養補助効果が確認され、今後のBDF事業の円滑な推進が期待される。なお、当センターによる実験結果では、グリセリンの堆肥への混合率が1%程度で、良好な堆肥化促進効果が得られている。

さらにグリセリンの有効利用に関しては、ボイラーや温室野菜の栽培用に使用する加温機等へ使用する重油などに助燃材としての応用可能性があることから、堆肥化以外の有効利用の可能性も考えている。

一方、菜の花(菜種)をBDFへ有効利用することについては、菜の花プロジェクトネットワーク等における活動などを通じて以前からよく知られている。今回の実証試験では、未利用で処分されていた菜種を回収し、新油としてBDF原料に利用したが、より効率的な資源循環及び環境対策を考慮した場合、可能な限り小さい地

域単位かつ小資材により、新油ではなく新油を使用した後の廃食油の利用という菜の花多段階利用が望ましい<sup>11)</sup>。これは、地域の人々が一体となって取り組むことができる事業としても考えられ、かつ環境教育という側面もあることから、地域の活性化につながるものと考えられる。

### 3 事業化

コスト試算の結果から、コスト試算に影響する項目としては表14が考えられる。なお、今回のコスト試算では、菜の花の有効利用に係る作業については除外した。これらを踏まえ、コスト試算によって次のことが確認された。

#### ① 処理量、処理能力、稼働日数

廃食油の処理量が2,000L/月未満の場合、処理能力が100L/日のBDF装置で対応可能である。また、月間稼働日数が5~20日で経費節減に寄与する。

#### ② 人件費

コスト試算に最も大きく影響することが確認された。

以上のことから、技術的課題及び事業規模の問題は解決されたと考えられる。ただし、事業化にあたり人件費の条件設定を詳細に検討するなどの必要があることがわかった。

コスト試算から、事業実施主体から見た年間の経費節減効果は数百万円単位であり、BDF事業を単独で展開するには、中小企業が多い地域では限界がある。しかし、環境負荷低減効果という環境配慮型事業としての側面を持つBDF事業は、地域における環境意識の向上や環境対策など地域社会へ大きく貢献できる。したがって、地域で活動する組合やNPO法人等の各種団体が中心となり、地元自治体と協働した地域一体型のBDF事業を展開することで、より大きな効果が生まれ、地域の活性化へとつながる可能性がある。BDF事業では、図6のようにいくつかの事業体系が考えられるが、廃食油のリサイクル促進による再生可能エネルギーの利用促進が図られ、経費節減効果及びCO<sub>2</sub>排出量削減効果が得られる。さらに、これを地域的取り組みという観点から、より大きな単位(県等)として考えた場合、図7のように地域ごとにBDF事業による事業効果が得られる中で、事業単位に比例して相加的に事業効果が増大することとなる。

また、BDF事業を円滑に進めるポイントの1つとして、再生燃料化されたBDFの安定供給とともに、副産物であるグリセリンの有効利用を図ることにある。したがって、事業範囲に堆肥化施設を有する農業関係者との連携

が必要であり、事業実施主体にとってはコスト面でグリセリン処理費の軽減が図られるとともに、農業関係者にとっても堆肥化によるメリットがあるなど図2で示す事業フローが効率よく展開できると考えられる。

前述した農業関係者との連携によるグリセリンの有効利用に加え、もともと植物油を原料としているBDF事業にとって、農業との関係は密接不可分であるといえる。したがって、コスト試算上あるいはバイオマス由来燃料の国内事情から、廃食油を主なBDF原料とする考え方は当面変わらないと考えられるが、今後化石燃料の枯渇、地球温暖化並びに遊休農地への対策などの複合的要因により、バイオマス由来燃料を取り巻く情勢が大きく変化して、菜の花栽培を含んだ大規模なBDF事業が具体化する可能性も視野に入れておく必要があると考えられる。

さらに、事業の継続性を考えた場合、いわゆる地方版CSR(Corporate Social Responsibility; 企業の社会的責任)という認識が必要であると考えている。環境への取り組みと企業活動のあり方については、多くの企業が社会的責任の1つであると認識している調査結果もある<sup>12)</sup>。図8にBDF事業に伴う総合的概念を示す。

### 4 原油価格

昨今の原油価格の高騰により、国内のガソリン、軽油及び灯油価格等の石油製品が高騰している。特に離島を多く含む長崎県の場合、輸送コスト等の事情から、都道府県別に見て最も高価格となっている(表15)。さらに、世界のエネルギー事情から石油の可採年数が40年余りとされるなど<sup>13)</sup>、今後ガソリンをはじめとする石油製品価格が下落するような楽観的な見通しは期待できない。

### 5 バイオマス由来燃料の今後の動き

現在、BDFと軽油を混合後、給油したディーゼル機関を公道で走行する場合、税制上32.1円/Lの軽油引取税が加算される。このため、本研究ではBDFを有効に利活用するために、その使用に関してはすべて100%BDFとした。しかし、化石燃料の枯渇問題や地球温暖化防止の観点から、BDFをはじめとするバイオマス由来燃料の普及が望まれることが予想され、BDF事業が普及するためには、欧米などで取り組まれている税制優遇措置<sup>14)</sup>が1つの対応策として考えられる。一方、国内ではBDF事業の取り組みが全国各地に広まりつつあり、軽油との混合使用による税制優遇措置への期待感が高まり、政府の構造改革特区制度を利用した混合軽油の非課税化を目指す動きがあるが、実現には至っていない。

表14 コスト試算に影響する項目についての考え方

分類	項目	考え方
基本条件	BDF生産量	精製効率の向上により、歩留まりが100～110%の範囲内で精製可能であり、BDFの安定供給に寄与することで、コスト減に資することが可能である。
	使用薬品代 (メタノール)	精製コストに最も影響する(原油価格に連動)。工業用・研究用としては不向きだが、BDF精製等には問題がない低純度の商品が市販されているおり、これを使用することでコスト減が期待される。
精製	BDF装置料	イニシャルコストとして最も影響する。(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の補助事業(地域新エネルギー導入促進事業、新エネルギー・省エネルギー非営利活動促進事業等)の活用などが考えられる。他に、環境省、経済産業省及び農林水産省等の国の各種補助制度もある。
	廃食油回収費	事業の継続性を意識して、今回のコスト試算では実施主体と排出事業所にとってメリットのあるシステムとなるべきことを念頭に、排出事業所に10円/Lを支出することとしている。(場合によっては、既存の回収業者への委託が考えられるが、その場合は、回収業者にも10円/Lを支出するなどの対応が必要となる場合がある。) <p>なお、事業系廃食油の有償提供の場合、最も多いのが10～20円/Lとの情報から設定した。</p>
	賃金(人件費)	BDFの精製等に関しての専門技術の習得や精製作業に専従する必要がないことから、他の作業に平行して実施できる。また、作業は1人で実施できる。 <p>なお、人件費がコスト試算に大きく影響することから、支出する場合には、条件設定を詳細に検討することで対応できるとした。</p>
回収	車両損益	賃金の考え方と同様に、既存ルートを中心とした作業など他の作業に平行して実施でき、かつ回収に係る燃料費に関しては、精製したBDFを使用することで対応できるとした。
諸経費	グリセリン処理費	事業範囲内に堆肥化施設があるという設定にしている。処理費用としては、参考となる相場がないため最小単価である1円/Lとした。ただし、場合によっては堆肥への混合によって、事業実施主体及び堆肥化施設へのメリットを考慮して、処理費用なしとしてもよい。
軽油燃料	軽油燃料 (単価)	コスト試算では、120円/Lとしているが、今後の原油価格の動向次第では、BDF事業による更なるメリットが考えられる。(約40年後に化石燃料が枯渇するとの予測から、今後原油価格は上昇することはあっても下がることはないといわれている。)

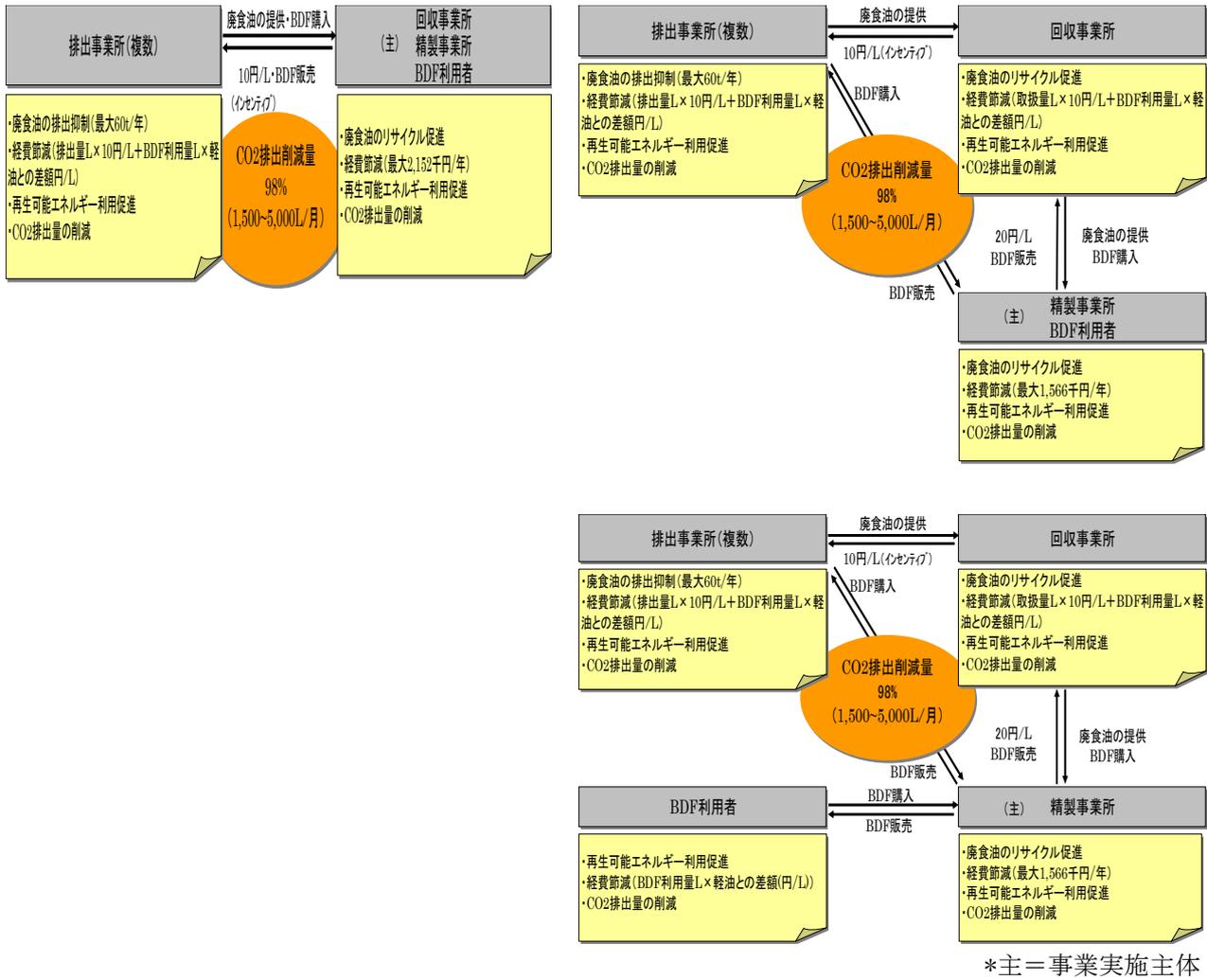


図6 BDF事業体系(例)

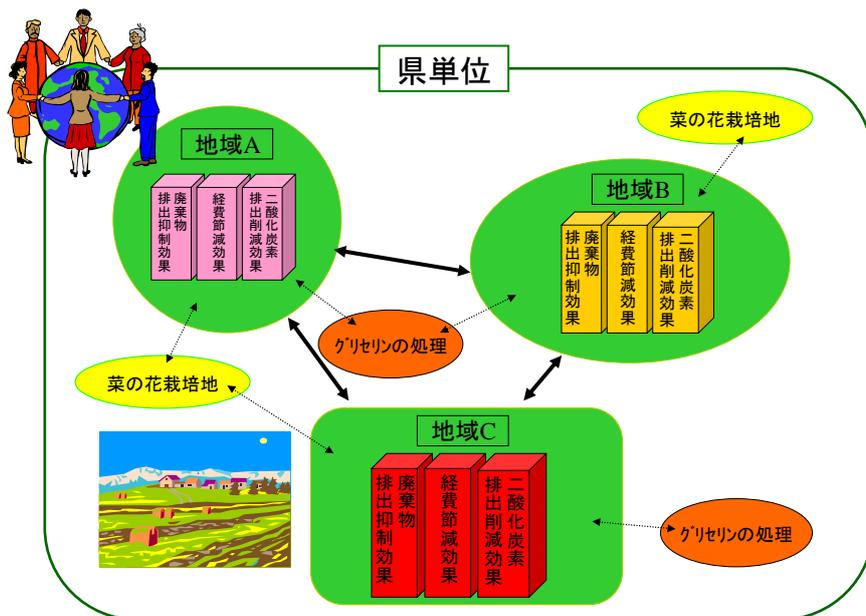


図7 BDF事業による地域全体としての効果

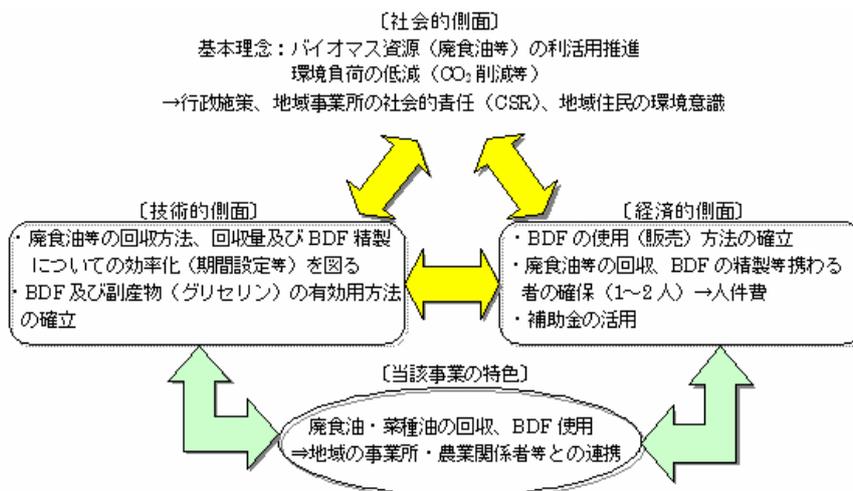


図8 BDF事業の総合的概念

表15 石油製品の一般小売価格

種別	全国平均	長崎県
ハイオク	162.8	167.7
レギュラー	151.9	157.5
軽油	131.5	135.9

石油情報センター2008年3月3日付け(単位:円/L)

このような中、バイオマス由来燃料の混合使用促進の動きが昨年来見られ、政府・与党の税制調査会は、バイオマス由来燃料を混合した混合ガソリン等の普及を促す目的で、混合分へのガソリン税(揮発油税・地方道路税)を免除する方針を掲げている。具体的には、バイオマス由来燃料をガソリンに混合した場合、53.8円/Lのガソリン税(揮発油税と地方道路税)を、軽油に混合した場合は32.1円/Lの軽油引取税を、それぞれバイオマス由来燃料分について非課税としている。これによりガソリンの場合、通常より1.6円/L程度税負担が軽減される。早ければ平成20年度の与党税制改正大綱に盛り込まれ、通常国会で関連法案が成立すれば今秋にも実施されることから、BDF等のバイオマス由来燃料のさらなる普及拡大が図られることが予想される。

まとめ

これまでの実証試験を踏まえたコスト試算等による事業化の検討から、BDF事業が地域における取り組みとして有効であることが示された。

そこで本研究の結果を踏まえ、諫早地域で廃食油を回収している業者を対象としたBDF事業に関する事業化説明会の開催、あるいは地元商工会及び自治体と

のBDF事業に関する情報交換会を開催するなどBDF事業の円滑な実施に向けた働きかけを行った結果、地元商工会が中心となってBDF事業の実施に向けた具体的な取り組み方法を検討することとなり、本研究によるBDF活用システムの構築に基づく事業実施主体の発掘につながる見通しが得られた。

今後は、本研究の結果を踏まえ、BDF事業に関する県内地域の取り組みを支援するなど事業の円滑な実施に向け積極的に対応したいと考えている。

謝辞

本研究の実施にあたり、諫早市飯盛町の(有)アグリサポート 菖蒲代表取締役には、実証試験をはじめ様々なご配慮を頂くとともに多大なご協力を頂いた。また、諫早市宇都町のレストランウィンミル、諫早市幸町のカーハウスCoCo壱番屋諫早幸町店には、長期にわたり廃食油の回収にご協力頂いた。さらに、本研究の趣旨に賛同され、ご参加いただいた長崎大学環境科学部小野教授をはじめとする研究会会員各位に多大なご協力をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) F. O. LICHT 社データ(2003年、推計値)
- 2) 全国油脂事業協同組合連合会推計資料
- 3) 長崎県バイオマスマスタープラン資料編(2005 資-52)
- 4) 諫早市町別推計人口(平成18年4月1日現在)
- 5) 池上詢:バイオディーゼル・ハンドブック～地球温暖化の防止と循環型社会の形成に向けて～(平成18年9月)

- 6) 日本工業標準調査会審議:日本工業規格 軽油 JIS K 2204、2007
- 7) 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会 第 11 回燃料政策小委員会:国産バイオマス燃料の供給安定性及び経済性～ 国産資源の活用によるバイオ燃料供給の可能性(2003. 9、資料 4-2)
- 8) (財) 政策科学研究所:地方自治体におけるバイオディーゼル燃料の規格化と利用に関する調査－食用油の消費と廃食用油の発生と品質－(平成 18 年 2 月)
- 9) 平良文亨, 他:廃食油を利用した環境にやさしい BDF の生産と使用, 長崎県衛生公害研究所報、52、55～59、(2006)
- 10) (財) 政策科学研究所:平成 10 年度廃食用油高度利用検討推進事業研究成果報告書(平成 11 年 3 月)
- 11) 秋田県立大学「工農融合研究プロジェクト」:秋田型の循環型社会づくりに向けた菜の花多段階利用方式の開発と実証(2006～2008)
- 12) 環境省総合環境政策局環境経済課:環境にやさしい企業行動調査結果(平成 18 年 12 月)
- 13) 電気事業連合会、財団法人日本原子力文化振興財団:「原子力・エネルギー」図面集 2008 改訂版、14、平成 20 年 4 月
- 14) 坂志朗:バイオディーゼルのすべて(株式会社アイピーシー、平成 18 年 1 月)