

廃食用油から製造したバイオディーゼル燃料の利活用事例の紹介

平成17年3月

株式会社東大総研（資料提供：株式会社インテージ）

1. BDF利用の動向

（1）BDFが注目されている要因

廃食用油の利活用という点において、現在特に注目されているのが、BDF、すなわち、バイオディーゼル燃料（Bio Diesel Fuel）である。

廃食用油の用途としては、自動車燃料以外に、石けん、家畜用の飼料への添加、塗料などの工業製品の原料といったものと考えられており、それぞれが利用されている。しかし、石けんに関しては、これ以上市場を拡大していくことが困難になってきており、また、家畜用の飼料に関しては、非常に安い輸入飼料の増加や養鶏場の減少などの理由で、需要が減少してきている。むしろ現在は、地球温暖化の問題が大きな関心を得ており、石油に変わるエネルギー源としてのBDFへの期待というものが膨らんできている。そのような背景から、全国的にみてもBDFの利用への取り組みが試みられている。

（2）国内及び海外でのBDFの普及状況

BDFは、ヨーロッパでは日本より先行して利用されている。たとえば、ドイツでは80万klが生産され、フランスでも39万klが生産されている。これに対して、日本では、未だに市場規模についての数字は算出されていない。ただし、非常に多くのプロジェクトが立ち上がっており、今後の市場規模の拡大が期待されている。正確な数字はないが、現在でも年間2千トン程度が生産されていると考えられている。

欧州（ドイツなど）では、バイオ由来の燃料に対する鉱物油税の免除措置があるため、菜種油由来の100%バイオディーゼルが普及している。一方、日本の場合は、大半が廃食用油に由来している。

日本でのBDF利用の具体例としては、秋田県の小坂町、香川県の善通寺市など、ごみ収集車の燃料に使用している事例が挙げられる。

また、京都市のように、市バスなどで大規模に利用しているところもあるが、大半は、小坂町の町営バス、目黒区のマイクロバスなど、どちらかといえば地域密着型の比較的小規模な事業で利用されている。

各国のバイオディーゼル燃料生産量

国名	年間生産量（万 k l）	主な原料
ドイツ	80	主に、菜種、大豆など、栽培して得られた植物油
フランス	39	
イタリア	24	
ベルギー	8	
米国	8	
オーストリア	3	
イギリス	2	
マレーシア	1	
スウェーデン	0.8	
デンマーク	0.2	
アイルランド	0.2	
カナダ	0.2	
（日本）	0.2	主に廃食用油

資料：「F. O. L I C H T社データ（2003 年、推計値）」より

（３）ＢＤＦを使用する利点

ＢＤＦの利点として、第一に、環境負荷低減効果が大きいという点が挙げられる。廃食用油をそのまま排水で流してしまうと、それがそのまま河川の水質汚染、土壌汚染などに繋がることとなるので、それらの汚染を防ぐことができる。また、ＢＤＦを使用すると、発生する黒煙が軽油・原油の３分の１と少なく、ほとんど目視できない量にまで減少する。さらに、硫黄酸化物（SO_x）がほとんど発生しない。

ＢＤＦ以外にもバイオエタノールなど、様々なバイオ燃料が開発されているが、ＢＤＦであれば、ディーゼル車やボイラー用にはそのまま使用することができ、エンジンやボイラーの改造を行わなくても良い。加えて、軽油と同等の燃料と走行性を持っているということで、他のバイオ燃料に比べても使い勝手がよいということが挙げられる。以上に挙げた利点から、ＢＤＦの利用に対する関心が非常に高まってきている。

ＢＤＦが環境に良い理由

- ・ CO₂が軽油に比べて、約 10%削減される。
- ・ 排ガス黒煙が軽油に比べて 1／3～1／6に軽減される。
- ・ 硫黄酸化物（SO_x）が、ほぼゼロになる。
- ・ 植物油の廃食油を使うので、廃棄物のリサイクルになる。
- ・ 廃食油のまま排出されないで、土壌汚染や水質汚染を防ぐ。

ＢＤＦが良いその他の理由

- ・ エネルギー資源（化石燃料）の節約になる。

（４）ＢＤＦの製造方法

ＢＤＦは、家庭や産業用に使用された廃油を回収し、エステル交換反応を利用して作成される。動物性の油は低外温で粘度が高くなり、非常に品質が悪いという問題が生じてしまう。よって、植物性の廃油のみを集め、回収された油に含まれているゴミなどを除去し、ＢＤＦの生産プラントにかけると、ＢＤＦとグリセリンに分離する。このときに、メタノールや触媒としての水酸化化合物を廃油に混ぜ、エステル交換反応という科学反応でＢＤＦを作る。ここでメタノールを廃油の１５％から２０％ぐらい入れるなど添加するものもあるが、逆にグリセリンが除かれるため、廃油１００リットルに対してほぼ同量の１００リットルのＢＤＦ燃料ができるということになる。また、容量によって差があるものの、約１２時間でＢＤＦが完成する。

（５）ＢＤＦ利活用の社会的制約

環境に負荷をかけず、製造も比較的容易なＢＤＦであるが、その利活用にあたっては、以下のような税金、車検、消防法の問題などの社会的制約が生じる。

a) 軽油取引税

ＢＤＦ１００％の場合には対象にならないのであるが、軽油と混合すると軽油取引税の課税対象となる。その場合、混合する割合に関係なく、全ての量が課税の対象になり、１リットルあたり３２．１円を支払わなければならない。

軽油取引税が加算されると軽油よりもＢＤＦ混合燃料の方が割高になってしまう。そこで、自治体によっては、課税分を別途負担するなど市場原理でまわらない分を補う措置がとられている。

b) 道路交通法

ＢＤＦを燃料として使用した自動車が公道を走る場合、道路交通法の適用を受けることになる。具体的には、車検証の備考欄に「廃食用油燃料併用」と追記することが必要になる。しかし、それ以外は軽油を使用する場合と全く同じである。

c) 消防法及び危険物としての取り扱い

消防法への適用ということでは、廃油自体は対象外であるので特に必要はないが、メタノールを用いてＢＤＦの製造を行うということになると、消防法が適用される。消防法上、メタノールを４００リットル以上保管する場合、危険物の取り扱い資格を持った責任者が必要で、さらに、排気や換気などの施設を設けなければならない。４００リットル以下の場合には、少量危険物取り扱いの資格を持った責任者が必要であるが、設備上の改善は必要ない。

また、ＢＤＦの製造時に薬剤の使用が必要になるが、たとえば、排水処理の簡易浄水器の添加剤に１％以上の塩酸を使う場合、第３類特別化学物質の取り扱い主任の資格が必要になる。

d) 廃棄物処理法

自社内処理の場合、廃棄物処理法上の問題はないが、協同組合方式や他の事業者から廃食用油を引き取ったりする場合には、廃棄物処理法が適用され、行政からの許可が必要になってくる。

(6) B D Fを利用する際の問題点

今のところ特に問題となっていないが、燃料の販売を行う際には、P L 保険に入っておいた方がよいといわれている。なぜならば、B D Fを使っている最中に火を噴いたという事故があり、B D Fがフィルターに目詰まりを起こすことが稀にあるという事例が報告されているからである。火を噴いた事故は、B D Fを製造する過程でグリセリンが完全に除去されていなかったことが原因となったということであるが、完全にエステル反応が進まないうちに、廃食用油が中に残っていると、そのようなことが起こる可能性がある。

また、B D F製造時、メタノールを廃油の15%~20%入れるが、入れすぎるとそれが残ってアルミの廃食やゴムパッキンの劣化を早めるというようなことがあるようである。ただし、フィルターの点検を6ヶ月点検や定期点検できちんと確実に実施していけば、別に問題はないといわれている。

その他、外気温が下がるとB D Fの粘り気が強くなるため、冬はB D Fの貯蔵タンクを暖めるなどの措置をする必要がある。

こうした状況を踏まえて、経済産業省(資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油流通課)では、まず、B D F100%燃料ではなく、B D Fと軽油の混合燃料から品質規制のあり方や安全性の問題についての検討や実験を行い、安全な形でB D Fの普及促進のための仕組みと制度を構築していこうとしている。

2. 廃食用油から製造したB D Fの利活用事例

廃食用油利活用事例として、京都市、滋賀県竜王町、コープとうきょうの城集品センターの取り組みを紹介する。

(1) 京都市の事例 ―市バス・ごみ収集車での大規模活用―

a) 廃食用油の回収

京都市は、日本の中でもB D Fを最も大規模に生産・利用しているところである。京都市では、平成15年度末現在で、市内学区の60%を超える138学区、825の拠点で年間約13万リットルを主として家庭から回収している。平成27年度には、2000拠点以上に増やす予定である。(*「京都市循環型社会推進基本計画」*より)

廃油の回収は、京都市の場合、各地域で月に一回、廃食用油の回収日があり、そのときにのぼりを立てて食用油のポリタンクをおき、そこに地域の人が廃油を持ってきて、およそ1時間から2時間ぐらいかけて、回収するというをやっている。

しかし、実際問題として大量(150万リットル)のディーゼル燃料を作ることになると、各家庭から825拠点で約13万リットルを回収しても量的に不足する。そのため、実際には家庭から回収するよりも、廃食用油の回収業者から買っている部分の方が多いのが実状で、家庭から回収している廃食用油の約10倍を業務用のものを一次処理したものを購入して利用している。ただし、京都市としては、C O P 3の開催地でもあり、京都議定書というように京都の名前が入っていることもあって、市民に対する環境学習という意味で、少々お金がかかってもシンボリックな事業としてやっている。

京都市内の家庭から１日に排出される廃食用油は８０００リットルと推定され、現在回収されている廃食用油は日量４４０リットル（全体の６％弱）であることを考えると、まだまだ回収を増やしていくことは課題である。

b) B D F の製造

京都市では、かつてはB D Fを業者に委託して製造していたが、平成１６年６月よりは、自前の廃食用油燃料化施設で製造している。補助金も含め、プラントを作るのに６億円（プラント建設は日立造船が実施）、土地代を含めると７億５千万円で、設備を京都市環境局南部クリーンセンター内に施設した。これは、敷地面積は約１９００㎡、管理棟が鉄骨造３階建て、４０６．３４㎡、製造棟が鉄骨造２階建て、４０６４．６８㎡で、年１５０万リットル（日量５０００リットル、稼働日数３００日）を生産するという我が国で最大の設備である。

こうした取り組みが認められ、京都市のバイオディーゼル燃料化事業は、農林水産省の「平成１６年度（第１回）バイオマス利活用優秀表彰」において最高表彰である「農林水産大臣賞」を受賞した。

c) B D F の利用

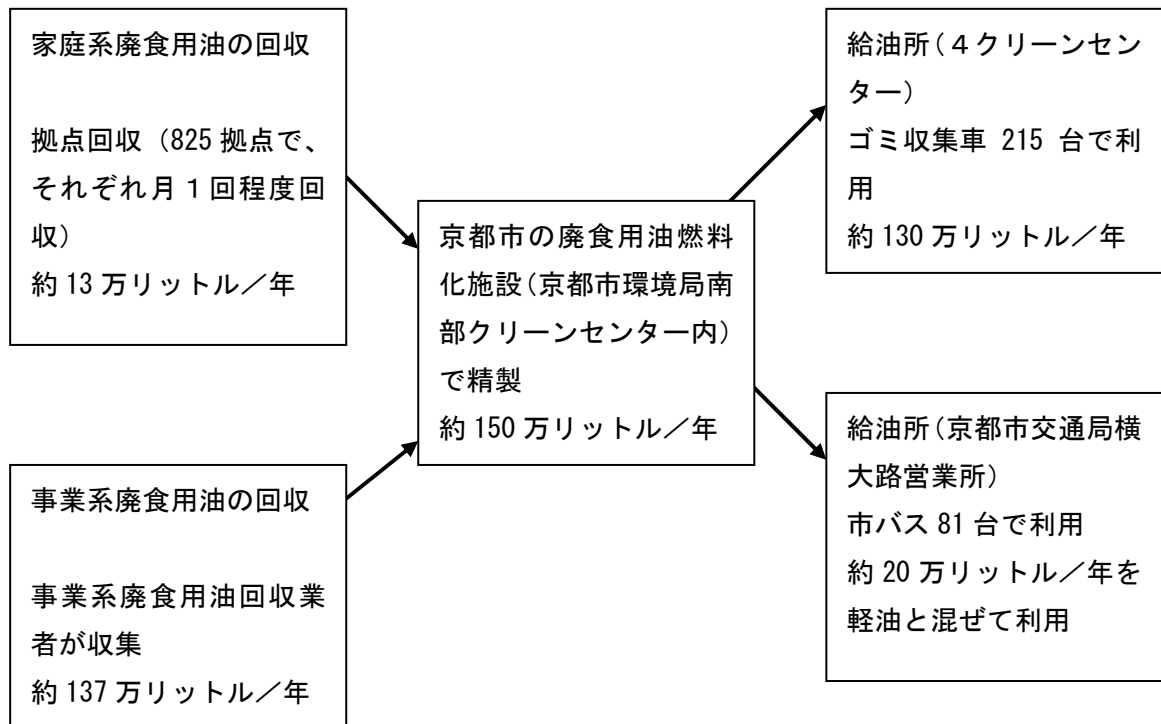
回収した廃油から製造したB D Fは、現在８１台の市バスと約２１５台のゴミ収集車で活用している。ただし、京都市の場合は現在、バスは２０％混合ということで、軽油の中にB D Fを２０％混ぜるという形で利用している。市バスに関してはいくつか路線を指定し、路線バスの車庫にB D Fの混合燃料のガススタンドを設置して使用している。ちなみに、この事業によって、ゴミ収集車分と市バス分を合わせて年間４０００トンの二酸化炭素を削減している。

B D Fは、B D F １００％燃料だと無税だが、混合燃料にすると税金がかかる。事業を開始した当初は無税であったが、平成１４年度からは京都府が国の解釈に基づき混合燃料を課税対象とした。京都府と京都市とでの話し合いの結果、両者が折半することになったが、平成１６年度からは市の交通局が全面的に負担している。市バス全部をB D F ２０％の混合燃料とすると税金は１億円近くになると推定され、これ以上混合燃料を増やすのは難しい状況にある。

それでは、市バスについてもB D F １００％燃料にすればよいのではないかとの論議もあるが、現在のところ、B D Fの安全性を保障する国のJ I S基準も定まっていない中で、燃料が原因で故障する可能性が否定できず、市民に迷惑をかける可能性がある以上、ゴミ収集車と違い、市バスには、１００％燃料は使えないという立場を取っている。

しかし、京都市では、こうした状況を鑑み、独自に学識経験者などによる技術検討会を設置し、欧米の規格事例も考慮した上で、「京都市暫定規格」を策定している。

京都市の廃食用油の回収からBDFの製造・利用までの流れ



（２）滋賀県竜王町の事例 ―地域コミュニティにおける取り組み―

次に滋賀県の蒲生郡竜王町の取り組みを紹介したい。滋賀県では、菜の花を植えるということによる美観づくりや産業育成・地域振興という観点から「菜の花プロジェクト」がスタートし、積極的に実施されている。こうした動きは全国にも波及し、様々な地域で菜の花プロジェクトが立ち上がってきている。

滋賀県では琵琶湖沿岸地域などで、菜種油の採取やＢＤＦの製造と利用が盛んに行なわれているが、竜王町では、平成７年度より全町を対象に廃食用油の回収を実施し、平成１６年度には、年間約６０００リットルの廃食用油を回収するシステムに発展した。

回収した廃食用油は、当初石鹼へのリサイクルを行ってきたが、平成１２年度からは民間委託による燃料化に取り組み、軽油に代わるディーゼルエンジン燃料へのリサイクルを進めてきた。

廃食用油の回収は、町内を東西２地区にわけ、それぞれ２ヶ月に１回収している。回収拠点としては、町内各自治会の９１箇所あるごみステーションのうち６３拠点で実施し、２０リットル用の指定ポリ容器で回収している。回収作業は町直営で実施し、町内のガソリンスタンド２箇所も回収に協力している。

平成１５年度には、農林水産省のバイオマス利活用フロンティア推進事業の補助金を得てＢＤＦ製造プラントを導入し、町で自ら製造するようになった。

製造されたＢＤＦのうち、現在、約４０％は、町の公用車３台に給油して利用している。そのうちの１台は、ＢＤＦ１００％で利用し、他の２台については、ＢＤＦ２０％の混合燃料として利用している。また、残りの６０％については、町内の事業所等で試験的に利用されている。

竜王町では、人件費を除いたＢＤＦの製造コストは約４７円／リットルと試算されている。一方、市販軽油の値段は、９０円／リットル（平成１６年１０月時点）で、設備費や人件費を除けば、軽油よりも安いコストとなっている。

また、竜王町では、平成１３年度に策定した第４次竜王町総合計画に基づいて、平成１５年に「竜王町新エネルギービジョン」が策定され、その中で再生可能エネルギーの導入プロジェクトのひとつとして「菜の花プロジェクトの展開」が掲げられた。こうしたことを受けて、平成１６年度には、１．１ヘクタールで菜の花の作付けも始まっている。

竜王町では「竜王町菜の花プロジェクト資源循環構想」を策定し、ＢＤＦに関する今後の展開として、町内６台の公用車すべてにＢＤＦの使用を義務付けること、農耕用機械（トラクター）での使用を推進するため、平成１７年度には集落ごとの営農組合、または個人農家への啓発とＢＤＦ利用のモニター募集を行うことなどを行う予定になっている。

竜王町における廃食用油回収の取り組みの推移

時期	取り組み内容
平成７年以前	廃食用油を石鹼にリサイクル
平成７年度～	業者に引き取ってもらい、肥料として再利用
平成１２年度～	業者による引取りが有償になる
平成１３年４月～	業者に引き取ってもらい、再生燃料（ＢＤＦ）として再利用
平成１３年１２月～	町の公用車（２台）で再生燃料（ＢＤＦ）を利用。再生燃料は、業者より７０円／リットルで購入
平成１６年１月～	国のバイオマス利活用事業を活用し、バイオディーゼル燃料製造プラントを導入

平成１５年度事業で導入されたＢＤＦ製造プラントの概要

項目	内容
本体プラント	エルフＡ３－１００ＬＳＷ型
処理能力	原料投入から製品完成まで３日
製造能力	１００リットル／回
導入費用	１３，６２０千円（うち１／２国庫補助） プラント本体は、約１０，０００千円

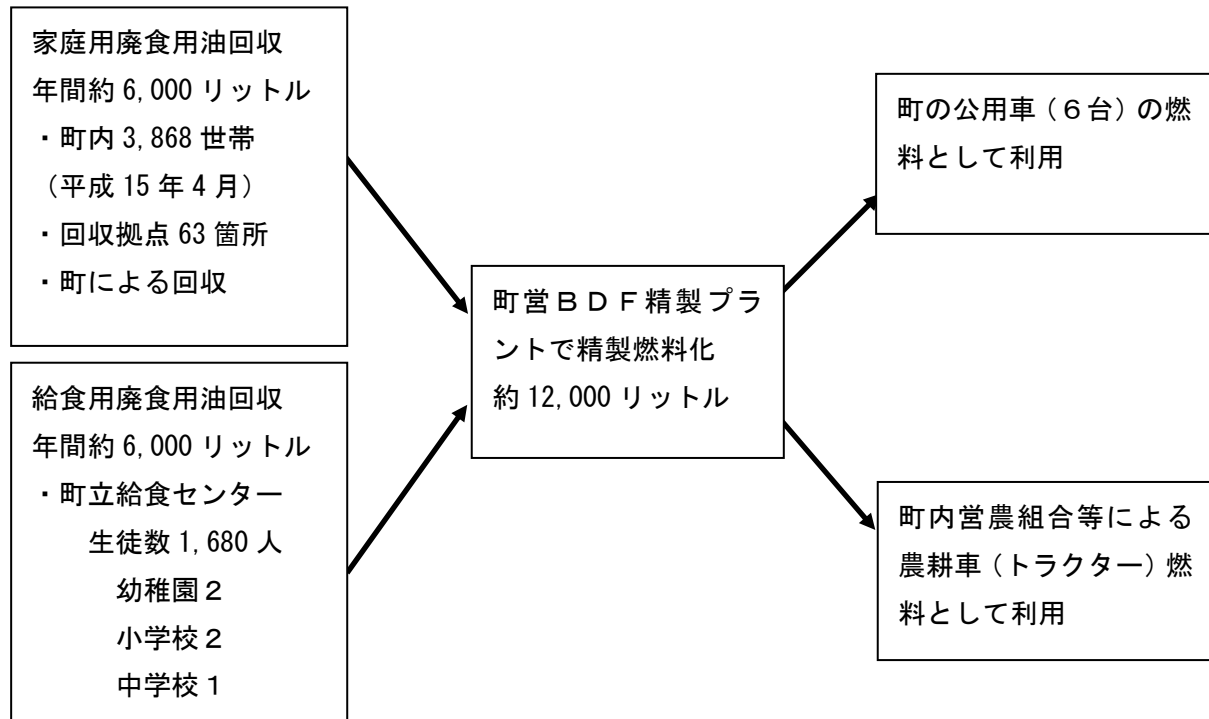
ＢＤＦ製造コスト

（１回１００リットル製造した場合のコスト）

品目	使用量	金額
メタノール	１８リットル	２，４１５円
水酸化カリウム	１．５ｋｇ	５０４円
ポリ塩化アルミニウム	０．２リットル	１６円
電気代	月	３２５円
水道代	月	８００円
グリセリン処理費	２０リットル	６３０円
合 計		４，６９０円

* 市販の軽油の値段を９０円／リットル（平成１６年１０月時点）とすると、ＢＤＦの製造コストは上記のように４６．９円／リットルとなり、設備費や人件費を考慮しなければ、ＢＤＦの方が安くなる。

竜王町菜の花プロジェクト資源循環構想



（３）コープとうきょう城集品センターの事例 ー流通業における取り組みー

コープとうきょうでは、廃棄物の削減・再資源化や省エネ対策などの環境対策に熱心な取り組みを実施しており、1999年8月には、ISO14001の認証も取得している。BDFへの取り組みは、ISO14001の取得がきっかけとなっている。

コープとうきょうでは、以前から環境に良いことをしようということで「コープとうきょう環境基金」としてお金を積み立てていたが、ISO14001の取得を契機に何かに使おうということになった。ちょうど2,200万円たまっていたが、BDFへの取り組みにかかるイニシャルコストが2,400万円で、BDFに取り組むのが最適であると判断し、取り組むことにしたとのことである。

なお、コープとうきょうが購入したBDF製造機のメーカーである染谷商店では、バイオディーゼル燃料（BDF）とはいわず、ベジタブルディーゼル燃料（VDF）と呼んでいるため、コープとうきょうでも、同様にVDFと呼んでいる。（以下、VDF）

VDFのプラントは、平成13年（2001年）8月より稼動を開始した。

VDFの製造に必要な原料は、コープとうきょう各店舗（2001年25店舗、現在38店舗）で惣菜作りに使用された廃食用油をバール缶（20リットル入りだが、こぼすといけないので1缶に12リットル程度の廃食用油を入れて運ぶ）に入れて回収している。コープとうきょうでは、動物油が入るとVDFの粘度が悪くなるため、自社店舗の廃食用油のみを使用している。

VDF製造設備は、120分（2時間）1工程で100リットル生産できるが、8時間稼動で1日平均340リットル生産している。平成16年は、年間64,925リットル：約65キロリットル（月間5,410リットル）生産した。

製造したVDFは、物流の配送用トラック（7トン車）に使用している。現在ある7トン車35台のうち、4台をVDF専用車両としている。ちなみに、別途、天然ガス車が4台あるが、燃費でいうと、軽油とVDFはかわらないが、天然ガス車は燃費が落ちるという結果が出ているという。VDFは、7トントラック以外に、社員の送迎用のバス1台にも使用している。

VDFを製造・使用する上で一番誤算だった点は、製造などに人件費がかかることだという。機械メーカーは、自動運転だから人はいらないといっていたが、実際には、やはり機械の運転を見ていないとトラブルが生じたときに対応ができないため、人を手当てすることが必要になっている。また、廃食用油の運搬に用いるバール缶を廃食用油の回収後、各店舗に戻しているが、その際、トラックの車内を汚さないように石鹼水で洗う作業が結構大変であることが課題となっているそうである。

このような人件費がかかるため、ランニングコストで若干赤字になっており、収支トントンにすることが課題となっている。しかし、コープとうきょうは、2002年度からは、環境目標に地球温暖化防止を掲げたこともあり、VDFの活用は今後も積極的に取り組んでいきたい考えとのことである。

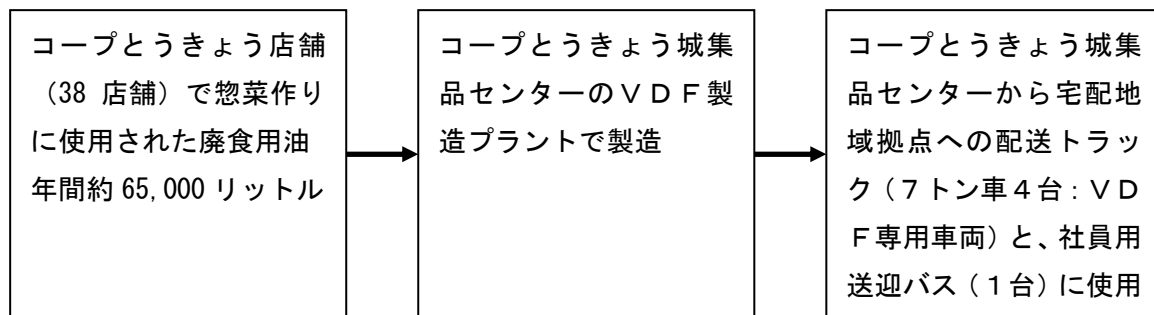
VDFのイニシャルコスト

項 目	費 用
BDF製造機（エステルボーイ：染谷商店）購入費	1,500 万円
その他の設備費（前処理のタンク、排水処理の機械、建屋・排水溝など）	900 万円
もともとコープ東京の敷地（50～60 坪程度の敷地）に建設したため、土地代はかからなかった。	0 円
合 計	2,400 万円

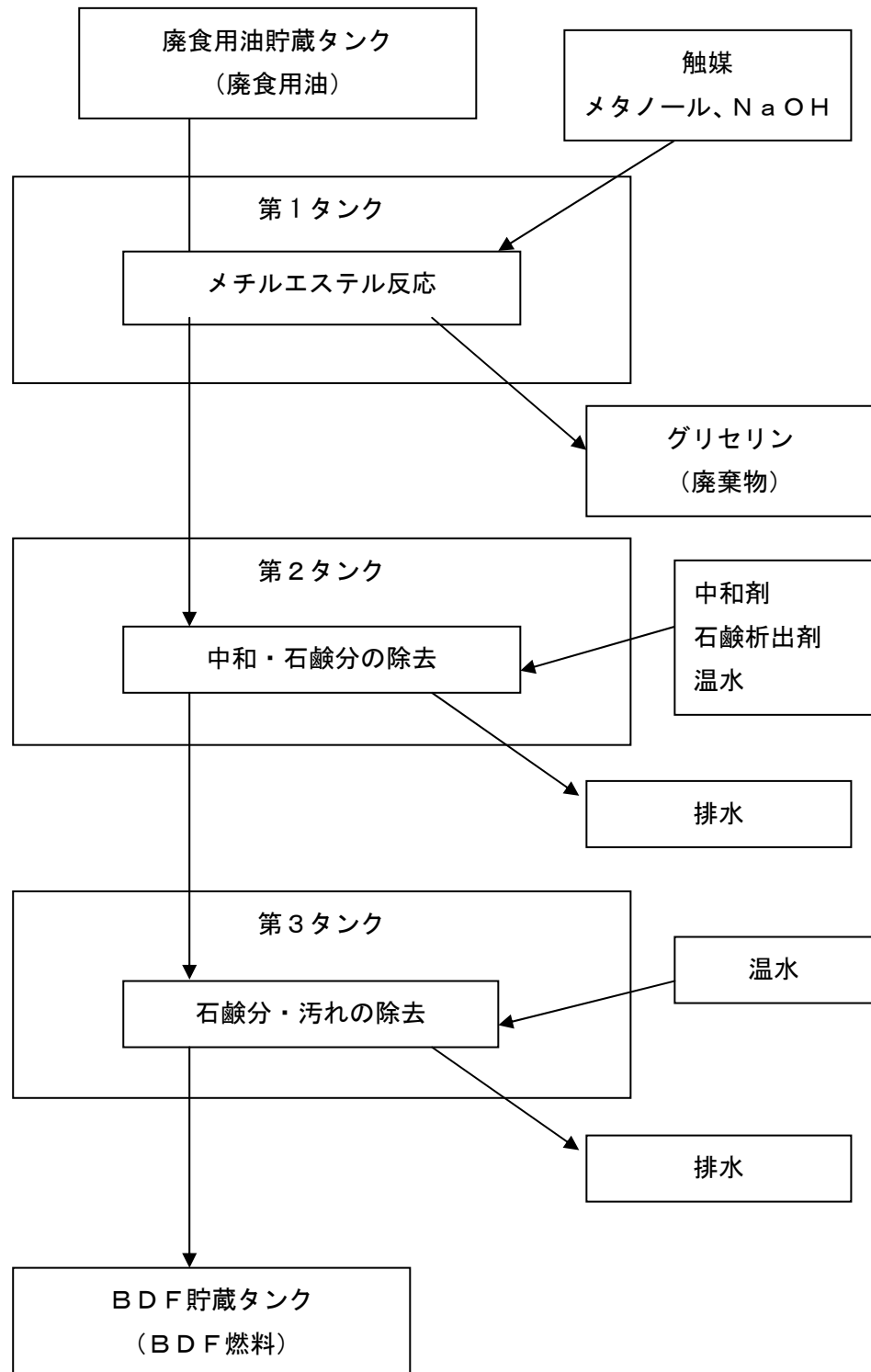
VDFを約6,000リットル生産するときの主な薬品の使用量とコストの一例

薬品名	単価	使用量	小計
メタノール	ドラム缶 1 本 24,000 円	10 本	240,000 円
脱水剤	一斗缶 1 本 2,800 円	7 本	19,600 円
せっけん析出剤	一斗缶 1 本 1,000 円	11 本	11,000 円
前処理剤	一斗缶 1 本 2,500 円	7 本	17,500 円
添加剤	瓶入り 1 本 3,500 円	1 本	3,500 円
HCl 溶液	ポリ容器 1 本 1,000 円	12 本	3,500 円
NaOH 溶液	ポリ容器 1 本 500 円	7 本	3,500 円
合成洗剤	袋入り 1 本 1,300 円	4 本	5,200 円

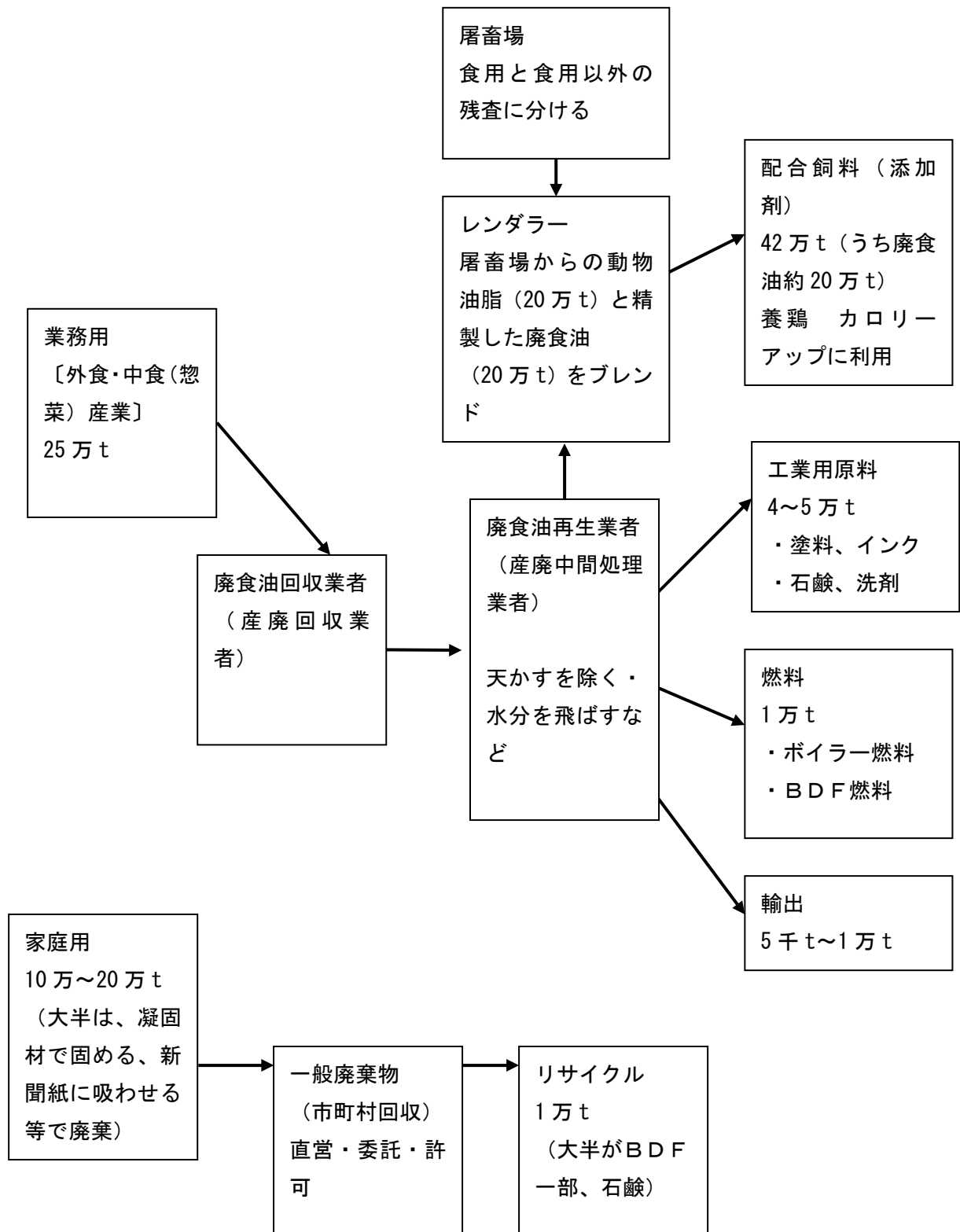
コープとうきょうの廃食用油の回収からVDFの製造・利用までの流れ



BDF生産フローの事例



廃食油の回収・リサイクルフロー図（全国）



* レンダー（Renderer）：脂肪を溶かして精製する人

資料提供：全国油脂事業協同組合連合会