

家庭系廃食用油のバイオディーゼル燃料化モデル事業における

LCA 手法を用いた CO₂ 排出量の推計

中 島 寛 則

Estimation of CO₂ Emission for LCA in Biodiesel Business Model of Waste Cooking Oil

Hironori Nakashima

家庭から出る廃食用油を回収し、BDF として精製した後、ゴミ収集車の燃料として利用するライフサイクルの過程において、CO₂ 排出量がどれほどあるのかについて算出し、軽油をそのまま用いた場合と比較を行った。原料入手過程では回収方法の違いによって、2 パターンのシナリオを設定し CO₂ 排出量を算出した。今回の調査で BDF を利用することにより、軽油をそのまま用いる場合と比較して、72%～84%の大幅な削減効果が期待できることが確認された。

はじめに

バイオディーゼルやバイオエタノールなどのバイオマス燃料は、低炭素社会構築のために、近年注目されており、中でも、地球温暖化対策のために、市民の家庭から出る使用済み食用油を回収し、ゴミ収集車等の燃料(バイオディーゼル燃料；BDF)としてリサイクルする試みが全国的に広がっている。

BDF とは、植物油（高級脂肪酸とグリセリンのエステル）とメタノールを、触媒の存在下でエステル交換反応を行うことで得ることができる、高級脂肪酸のメチルエステル化物の総称である。

名古屋市でも平成 21 年 6 月より、家庭系廃食用油のバイオディーゼル燃料化モデル事業として、市内の小売店 1 店舗において、家庭からの廃食用油を回収し、BDF に精製して、ゴミ収集車の燃料として使用するシステムを構築している。

BDF には軽油に含まれる含有率によって 5%BDF、10%BDF などいくつかの種類があるが、名古屋市では、100%BDF をゴミ収集車の燃料として利用している。

ある商品が製造されてから消費されるまでの一連のサイクルにおける環境影響を解析することは、ライフサイクルアセスメント（LCA）と呼ばれている。

廃食用油が回収されてからリサイクルされ、実際に使用されるまでに CO₂ をどのくらい排出するのかにつ

いては京都市や川崎市等での調査結果が報告されているが^{1,2)}、今回名古屋市でのモデル事業においても LCA 手法を用いて調査し、元々の燃料である軽油をそのまま使用した場合と比べることにより、廃食用油をリサイクルした際の環境への影響を評価したので報告する。

調査方法

本研究では廃食用油の利用システムを、以下の 3 段階の過程に分類し、各段階での CO₂ 排出量について、軽油を用いた場合と廃食用油を用いた場合とで算出し比較した。単位としては、温室効果ガス排出量を算出する際に一般的に用いられている、kgCO₂ を用いた。

今回は平成 21 年 6 月から平成 22 年 1 月までに回収した廃食用油全量を用いて BDF を製造し、ゴミ収集車の燃料として用いた場合の CO₂ 排出量を算出した。

また原油から同量の軽油を精製した場合の CO₂ 排出量については、文献値³⁾より、含有硫黄分については現行の規制である 10ppm として算出した。

(1) 原料入手過程

小売店に 500mL ペットボトルに入った廃食用油が持ち込まれ（回収）、精製業者が BDF 精製工場に搬入するまでの過程（運搬）。使用したペットボトルは消費者が使用した清涼飲料等の廃ペットボトルであり、廃食用油回収後は容器包装としてリサイクルを行ったので、ペットボトルの製造・廃棄にかかる CO₂

排出は発生しないものとした。

また回収時の回収車の燃費や走行距離は精製業者のヒアリングより求めた。回収は原則として毎週月曜日に行っており、回収車は小売店での回収時に他の事業系の廃食用油の回収も各事業所で行っているため、回収時の走行距離は、小売店と精製工場を単純に往復するよりも長くなっている。

そこで今回は、小売店と精製工場を単純に往復するシナリオ(シナリオ①)及び、同量の廃食用油を回収するために、回収時の1日当たりの平均走行距離を走行すると仮定したシナリオ(シナリオ②)の2つのシナリオを設定し、CO₂排出量を求めた。

(2) BDF 精製過程

廃食用油にメタノール、水酸化カリウムを加えてBDFを精製するアルカリ触媒法でBDFを精製した。

廃食用油からBDFが精製する割合、単位BDF精製時に投入するメタノール量、水酸化カリウム量、精製時の消費電力については、精製業者にヒアリングを実施して求めた。

(3) 燃料消費過程

名古屋市がBDF精製業者からBDFを引き取り、千種区でゴミ収集車の燃料として利用する過程であり、燃料としては100%BDFを使用した。燃費はゴミ収集車の走行距離を給油量で除することによって求めた。

以上の過程を図で示すと、Fig.1のようになる。

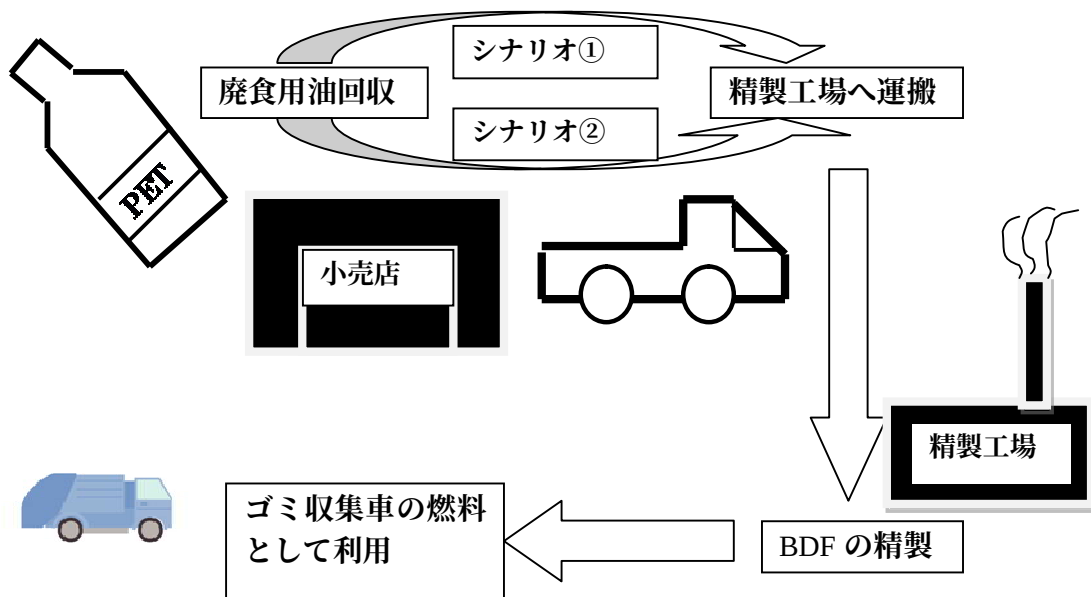


Fig.1 BDF のライフサイクル

結果と考察

Table 1 に、調査期間における家庭系廃食用油の回収回数及び回収量を月別に示す。この結果、毎月ほぼ一定の回収があることがわかる。また合計回収量は1815Lとなり、月平均回収量は227Lとなった。

次にBDF精製業者に行ったヒアリング調査の結果についてTable 2に示す。BDF精製については廃食用油1000L投入時に必要となる薬品類、消費電力及びグリセリン生成量について示している。今回はフィルターによる不純物除去機能のある製造装置を使用しているため、水洗いによる不純物除去は行っていない。

Table 1 家庭系廃食用油回収量

回収年月	回収回数(回)	回収量(L)
平成 21 年 6 月	2	280
平成 21 年 7 月	8	193
平成 21 年 8 月	9	268
平成 21 年 9 月	7	217
平成 21 年 10 月	9	201
平成 21 年 11 月	5	226
平成 21 年 12 月	4	230
平成 22 年 1 月	4	200
合計	48	1815

この結果、廃食用油からのBDF精製効率は87%であるので、廃食用油を1815L用いた場合、BDFを1579L精製することができる。

Table 2 ヒアリング調査結果

	内容	回答欄	単位
運搬	トラック重量	1	t
	燃料の種類	軽油	
	燃費	8	km/L
	店舗回収日の平均回収箇所数	20	箇所
	店舗回収日の平均油回収量	420	L
	店舗回収日のトラックの平均走行距離	80	km
BDF 精製	メタノール	180	L
	グリセリン	130	kg
	給水量	0	m ³
	排水量	0	m ³
	精製時消費電力	54	kWh
	精製時消費ガス	0	m ³
	BDF 精製効率	87	%

ここからは、廃食用油 1815L から BDF1579L を精製する過程における CO₂ 排出量について示していく。

まず原料入手過程におけるシナリオごとの CO₂ 排出量を Table 3 に示す。この結果、精製工場と店舗を単純往復するシナリオ①において CO₂ 排出量が小さい結果となった。

また原油から同量の軽油を精製するための、原料入手過程における CO₂ 排出量は 85kgCO₂ である。

Table 3 原料入手過程における CO₂ 排出量

	1 回当たり回収走行距離	CO ₂ 排出係数 ⁴⁾	CO ₂ 排出量
シナリオ①	42.4km	2.62kgCO ₂ /L	666.5 kgCO ₂
シナリオ②	80km	2.62kgCO ₂ /L	1257.6 kgCO ₂

次に廃食用油 1815L から BDF1579L を精製する過程における CO₂ 排出量の算出に必要なデータ及びそこから得られる CO₂ 排出量について Table 4 に示す。

本調査における BDF 精製過程において、必要となるデータは、メタノール量、消費電力量、グリセリン量の 3 項目であった。各原単位について、メタノール生成時の排出量については、消費電力量については環境省の電気事業者別排出係数⁵⁾より、中部電

力のものを用いた。

ここで、BDF 精製過程においては、副生成物としてグリセリンが 236.7L 精製され、これを軽油とみなし、ゴミとして焼却処分した場合、約 691kg の CO₂ が排出されるが、今回の BDF 精製業者では、グリセリンは燃料として再利用されるため、CO₂ は排出されないものとした。この結果、精製過程においては合計で約 151kg の CO₂ 排出量となった。

また原油から同量の軽油を精製するための、精製過程における CO₂ 排出量は 357kgCO₂ である。

Table 4 BDF 精製過程における CO₂ 排出量

項目名	メタノール量	消費電力
必要量	327L	98.6kWh
原単位	0.32kgCO ₂ /L	0.46kgCO ₂ /kWh
CO ₂ 排出量(kgCO ₂)	104.54	44.88
項目名	グリセリン量	
必要量	236.7L	
原単位	2.92kgCO ₂ /L	
CO ₂ 排出量(kgCO ₂)	691.28	

最後に BDF1579L を利用してゴミ収集車が走行した場合における、CO₂ 排出量及び走行可能距離を Table 5 に示す。走行可能距離は、実際に BDF を用いて走行を行ったゴミ収集車の、平成 21 年 8 月～平成 22 年 1 月の実走行データ（走行距離、給油量）より燃料消費率を求め、BDF1579L 使用した場合の走行距離を算出した。この結果、BDF1579L を使用した場合、燃料消費過程における CO₂ 排出量は 4137kgCO₂ となり、走行可能距離は 4760km となった。

また今回使用したゴミ収集車の性能試験から、軽油と BDF の CO₂ 排出係数は等しい結果となったので、同量の軽油を使用して走行した場合においても、CO₂ 排出量は BDF と同じ 4137kgCO₂ となる。

Table 5 燃料消費過程における排出量

CO ₂ 排出係数 ⁴⁾ (kgCO ₂ /L)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	走行可能距離 (km)
2.62	4137	4760

以上の結果から、BDF 及び軽油について、今回の調査で得られた、各段階における CO₂ 排出量を Fig.2

に示す。CO₂排出量の全段階における各段階の割合は、燃料消費過程が大部分を閉める結果となり、軽油で約90%、BDFのシナリオ①が75%、シナリオ②が84%となった。

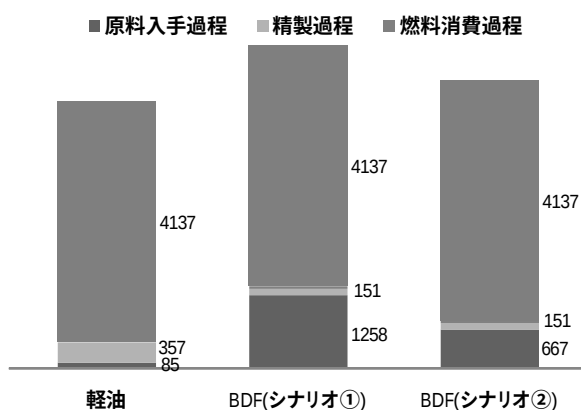


Fig.2 CO₂排出量(kgCO₂)

この結果を単純に見ると、BDFを利用した場合、CO₂排出量が軽油に比べて増加してしまうことになるが、カーボンオフセットの観点では、BDFにおける燃料消費過程ではCO₂は排出されないものとして考えることができるので、この点を考慮したCO₂排出量をFig.3に示す。この結果、燃料としてBDFを使用した場合、シナリオ①で約72%、シナリオ②で約84%という、非常に大きな削減効果となった。

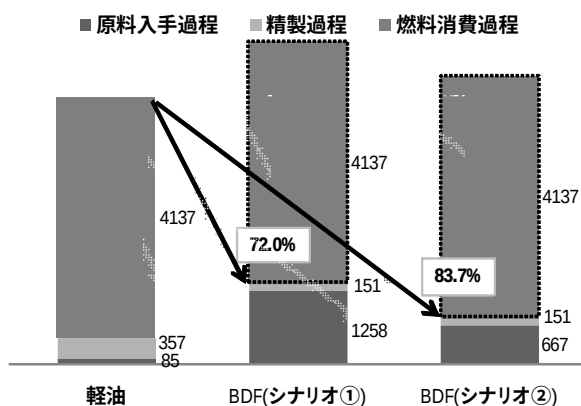


Fig.3 カーボンオフセットを考慮したCO₂排出量(kgCO₂)

今回の調査結果より、廃食用油を回収し、BDFに精製して、ゴミ収集車等ディーゼル車の燃料として用いることは、燃料消費過程及び精製過程において、CO₂排出量の大幅な削減につながる事が期待できた。

今後は、CO₂だけでなく、NO_xや粒子状物質などの大気汚染物質について、BDFの性能を調査してい

きたい。

謝 辞

本研究は名古屋市環境局資源化推進室の依頼により実施し、業者へのヒアリング結果や廃食用油回収量等のデータを提供頂いた。ここに感謝の意を表す。

文 献

- 1) 寺川卓志, 東野達: 京都市における廃食用油の BDF 利用システムのライフサイクル評価, エネルギー・資源学会論文誌, 29(6), 1-7(2008)
- 2) 竹内浄ら: 廃食油燃料化事業における二酸化炭素削減効果の LCA 的評価, 第 32 回神奈川県・市環境・公害合同研究発表会講演要旨(2008)
- 3) トヨタ自動車(株), みずほ情報総研(株): 輸送用燃料の Well-to-Wheel 評価, 日本における輸送用燃料製造(Well-to-Tank)を中心とした温室効果ガス排出量に関する研究報告書(2004)
- 4) 環境省: 事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(2003)
- 5) 環境省, 経済産業省: 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(2010)