

## 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

- 竹内浄、上坂弘\*、盛田宗利、鈴木利康、石田哲夫、小倉隆\*  
(川崎市公害研究所、\*現 川崎市環境局環境対策部)  
井上雄一 (川崎市環境技術情報センター)  
薄木かよ子、田中真樹子、松本洋子 (NPO川崎市民石けんプラント)  
伊中悦子 (かわさきかえるプロジェクト)  
飯嶋渡 (独立行政法人 中央農業総合研究センター)

環境技術産学公民連携パイロット事業として、NPO川崎市民石けんプラントの提案により、廃食油のバイオディーゼル燃料化における二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を、ライフサイクルアセスメントにより検証した。

その結果、想定した条件において、本研究で注目したSTING法によるバイオディーゼル燃料のCO<sub>2</sub>排出量は、原料の入手、製造、輸送の過程では、軽油の1.2～1.5倍となるが、原料の入手から消費までの過程では、カーボンニュートラルの概念により、軽油の1/9～1/7となることが予測された。

### 1 はじめに

川崎市では、将来における環境総合研究所の整備に向けて、平成20年度に環境技術情報センターを設置し、「環境技術情報の収集・発信」、「産学公民連携」及び「国際協力」に関する事業を行っている。

本研究は、平成19年度に環境技術産学公民連携事業（公募型共同研究事業）の試行的取組み（パイロット事業）として実施した廃食油燃料化事業における二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）削減効果に関する共同研究である。

### 2 研究の目的

バイオディーゼル燃料（BDF：Bio-Diesel Fuel）は、バイオマスエネルギー<sup>\*1</sup>の一つであり、カーボンニュートラル<sup>\*2</sup>の概念により、地球温暖化対策として、その利用が推進されている<sup>1)</sup>。また、廃食油でBDFを製造する場合には、廃棄物の有効利用でもあり、エネルギーの地産地消も可能である。

本研究の目的は、NPO川崎市民石けんプラントが検討している市内の学校、一般家庭等から回収した廃食油のBDF化事業に関して、そのCO<sub>2</sub>排出量を事前に検証することである。

\*1 バイオマスエネルギー：「再生可能な生物由来の有機性資源（化石資源は除く）から得るエネルギー」<sup>1)</sup>。

\*2 カーボンニュートラル：「植物が太陽光エネルギーを光合成により固定したエネルギーを利用するものであり、植物等が再生産される範囲内においては、二酸化炭素を排出しないとみなす」<sup>1)</sup>。

### 3 研究方法

#### 3.1 評価対象とする燃料

廃食油及び植物油のBDF化は、一般的に、図1(a)に示したアルカリ触媒法が用いられているが、発生する排水及び副生成物（グリセリン）の処理が課題となっている<sup>2)</sup>。本研究では、これらを解決する製造方法として、中央農業総合研究センターが開発したSTING法<sup>3)</sup>（Simultaneous reaction of Transesterification and crackING）に着目した。STING法は、図1(b)のように、原料油にメタノールを加え、高温・高圧下で、原料油中の脂肪酸のメチルエステル化及び熱分解反応を起こす超臨界メタノール法<sup>4)</sup>の1つである。主な特徴は、グリセリンをほとんど発生せず（0.5%以下の発生分も回収後、再燃料化）、原料を無駄なく燃料にできること、並びに、洗浄処理施設が不要なため、設備がアルカリ触媒法よりも簡易なことである<sup>3)</sup>。

このSTING法によるBDF（SDF：STING Diesel Fuel）、アルカリ触媒法によるBDF及び軽油を、CO<sub>2</sub>排出量を推計する対象とした。

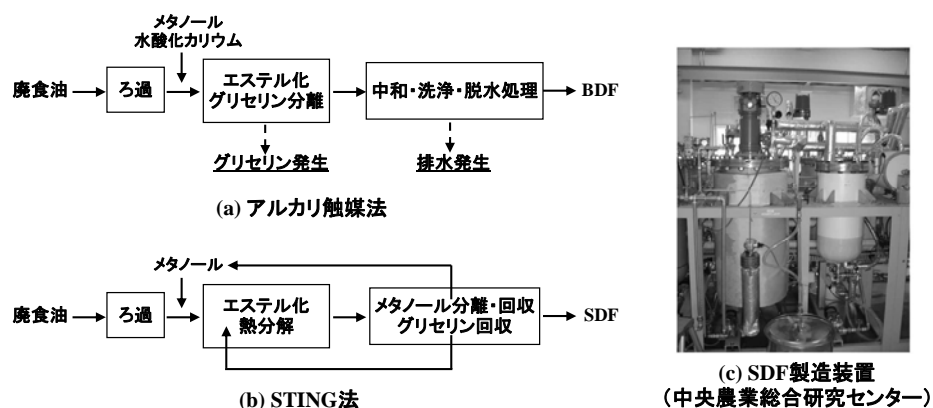


図1 (a)アルカリ触媒法、(b)STING法及び(c)SDF製造装置

#### 3.2 ライフサイクルアセスメント（LCA）の適用

上記のSDFを軽油代替とする場合、実際に燃料として利用する消費過程では、カーボンニュートラルの概念から、軽油よりも環境負荷が低いことは容易に想像される。しかし、製造、輸送等を含めた過程を考慮した場合には、SDFと軽油の環境負荷の大小関係は不明である。このような状況において、原材料の採取から製造、使用及び廃棄まで全ての過程を通して、製品及びサービス等が環境に与える負荷の大きさを、定量的に整理、評価する手法が、LCAである（ISO14040シリーズ及びJIS Q 14040シリーズ）<sup>5)</sup>。本研究では、原料の入手、製造、輸送、消費に分けた各過程におけるCO<sub>2</sub>排出量をLCAにより検証することとした。

LCAの手順は、①目的及び調査範囲の設定、②LCインベントリ分析（項目ごとに負荷量を計算）、③LC影響評価（負荷の単一指標化）、④LC解釈（影響因子、改善点の検討）の4段階に分けられる。本研究における①から③の設定を表1に示した。④は結果に対する解釈であるため、以下で述べる。

表1 本研究におけるLCAの設定

フェーズ(段階)	本研究における設定
①目的、調査範囲	<p>目的: 対象とする燃料によるCO<sub>2</sub>排出量を推計し、検証する</p> <p>環境負荷項目: CO<sub>2</sub>排出量(単位:kg-CO<sub>2</sub>/L)</p> <p>対象: SDF、アルカリ触媒法によるBDF及び軽油</p> <p>調査範囲: 原料の入手、製造、輸送、消費*の過程</p> <p>*ただし、SDF及びアルカリ触媒法によるBDFの消費過程は、カーボンニュートラルにより、考慮しない。また、軽油の消費過程は、実走行データがないため、軽油中の炭素が全てCO<sub>2</sub>になったときの排出量とする。</p>
②LCインベントリ分析	<p>インベントリ: 実測データ、既存データ及び設定データを用いたCO<sub>2</sub>排出量の推計</p> <p>手法: 算出したCO<sub>2</sub>排出量の積上げ</p>
③LC影響評価	<p>CO<sub>2</sub>と同時に排出されるメタン及び一酸化二窒素について、地球温暖化係数を用いて、単一指標としてCO<sub>2</sub>排出量に換算する。これを②に加える。</p>

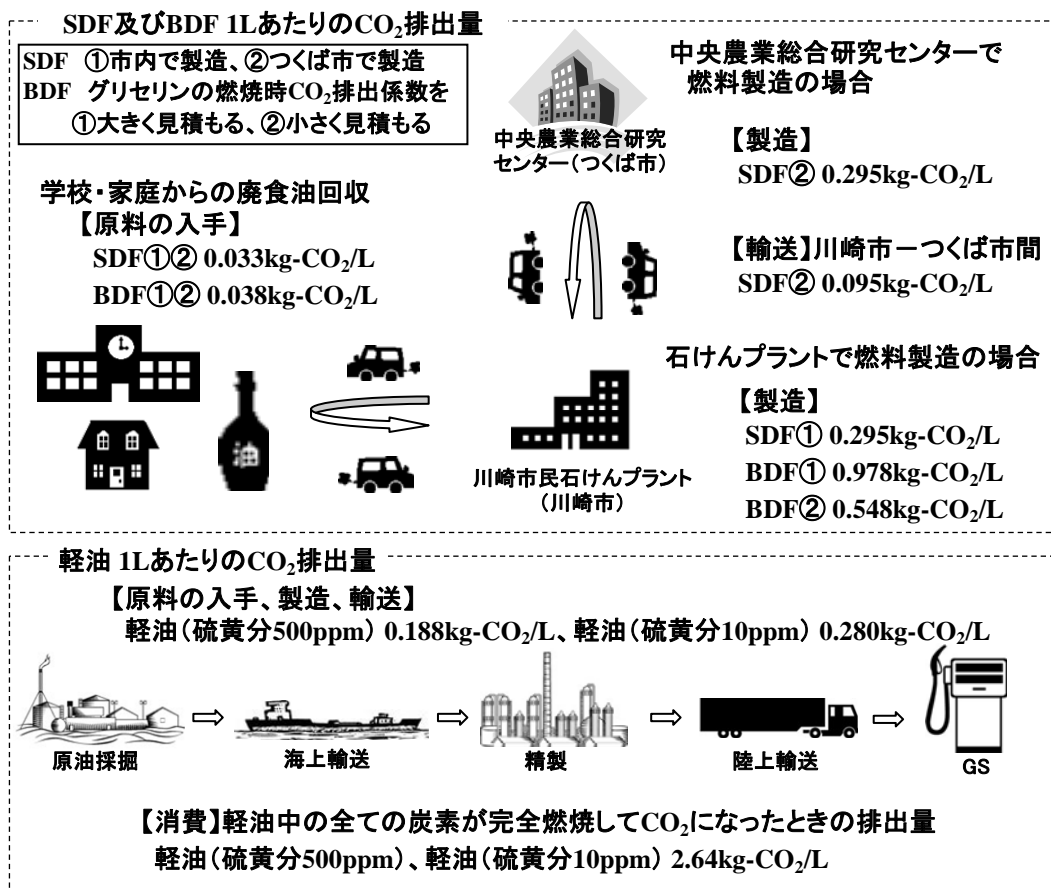


図2 SDF、アルカリ触媒法によるBDF及び軽油のLCインベントリ分析結果

#### 4. 結果

図2にSDF、アルカリ触媒法によるBDF及び軽油のLCインベントリ分析の結果を示した。ここで、図2に示したとおり、SDFでは、①川崎市内で製造した場合及び②つくば市で製造した場合に分け、BDFでは、副生成物グリセリンの燃焼処理における排出係数を①大きく見積もった場合及び②小さく見積もった場合に分けた。図2の特徴として、SDF及びBDFでは製造過程のCO<sub>2</sub>排出量が大きく、軽油では消費過程のCO<sub>2</sub>排出量が大いことが分かった。

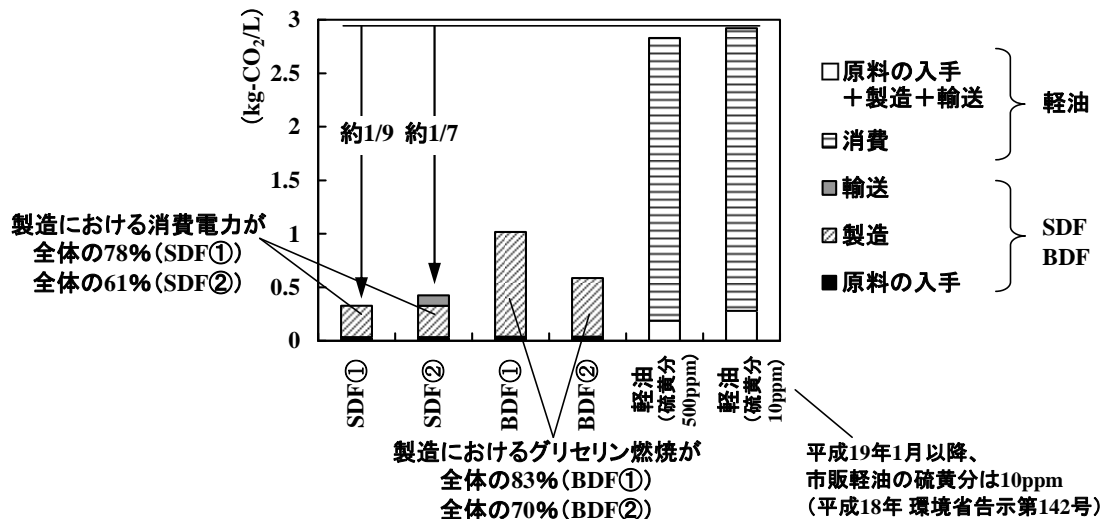


図3 燃料1Lあたりの全CO<sub>2</sub>排出量の評価結果

次に、図2の結果をまとめ、図3に各燃料1Lあたりの全CO<sub>2</sub>排出量の評価結果を示した。図3より、SDFの排出量は、原料の入手、製造及び輸送の過程では、軽油の1.2～1.5倍になるが、消費を含むと、カーボンニュートラルの概念により、軽油の1/9～1/7になることが分かった。また、SDFの製造時消費電力及びBDFのグリセリン燃焼が、全CO<sub>2</sub>排出量に大きく影響しており、実用段階での課題と考えられた。

## 5. おわりに

以上のように、廃食油のBDF化におけるCO<sub>2</sub>排出量について、LCAにより検証した。本研究の結果では、原料の入手、製造及び輸送の過程において、SDFのCO<sub>2</sub>排出量は軽油よりも多いが、消費過程まで含めると、カーボンニュートラルの概念に従う削減効果は大きく、SDFのCO<sub>2</sub>排出量は軽油の1/9～1/7になることが分かった。

本研究において、LCAにより一定の成果が得られたが、解析データには諸設定が必要であり、精度向上のためには、今後、実データの充実が必要であると考えられた。

## 引用文献

- 1) 環境省編：平成19年度版 環境循環型社会白書(2007).  
(URL) <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/>
- 2) 加藤進ら：三重県における日間生産量100LクラスのBDF製造施設の現状と課題、三重県保健環境研究所年報、第9号、27-32(2007).
- 3) 飯嶋渡：STING法による軽油代替燃料製造装置、農業機械学会誌、69(1)、22-23(2007)
- 4) 坂志朗：超臨界流体技術のバイオマス資源への応用、JASCO REPORT、超臨界最新技術特集第9号、38-44(2007).
- 5) 稲葉敦：LCAのさらなる発展のために、環境管理、43(10)、30-36(2007).