

# 廃棄物産業連関表を用いた和歌山県での廃食用油のバイオディーゼル燃料化に関する分析

久松 利光<sup>1</sup>・葛西 真緒<sup>2</sup>・吉田 登<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日本システム技術株式会社 (〒530-0005 大阪市北区中之島2-2-7)

E-mail:toshimitsu22@hotmail.com

<sup>2</sup> 学生会員 和歌山大学 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930)

E-mail:s094015@sys.wakayama-u.ac.jp

<sup>3</sup> 正会員 和歌山大学准教授 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930)

E-mail:yoshida@sys.wakayama-u.ac.jp

本研究では、著者らの先行研究により作成した和歌山県廃棄物産業連関表を用いて、県内で実証実験が行われている廃食用油のバイオディーゼル燃料化利用システムを対象とした廃棄物産業連関分析を行い、本技術が地域に及ぼす環境負荷の変化を定量的に評価した。家庭系及び事業系の廃食用油発生分布を踏まえた回収量と、和歌山県の地形を踏まえた輸送距離とを考慮して、回収対象を変化させた4つのシナリオを設定し、その環境負荷削減効果を分析した結果、県全域から事業系・家庭系を回収するシナリオで最大値となる年間約569トンの二酸化炭素の削減が可能であることが確認された。

**Key Words :** Waste input-output analysis, bio-diesel fuel, waste cooking oil

## 1. はじめに

廃棄物は、事業者等の財・サービスの生産活動および家計等による消費活動と密接な関わりを持ち、避けることができない環境負荷である。この環境負荷を総合的に評価する分析手法の1つとして、中村らによって開発された「廃棄物産業連関表・モデル(WIO)」<sup>1)</sup>は、動脈部門・静脈部門との間の財・廃棄物の循環、すなわち投入、算出、排出、処理、再資源化の相互依存関係を定量的に把握できるツールであるとされている。地域の資源循環の特性を考慮し廃棄物削減計画や再資源化率向上などの廃棄物処理政策の有効性をより適切に評価するには、この廃棄物産業連関表を県レベルで作成し、地域の資源循環の特性を考慮し地域レベルでの経済活動と環境負荷との関連を把握する必要があると考えられる。

本研究では和歌山県を対象として廃棄物処理対策を評価するための基礎となる、平成7年度及び12年度の和歌山県廃棄物産業連関表を推計し、和歌山県での具体的な循環形成事業を想定した場合の施策効果を評価する。作成した和歌山県廃棄物産業連関表を用いて、廃食用油のバイオディーゼル燃料化利用システムを対象とした廃棄物産業連関分析を行うことで、本技術が和歌山地域に及ぼす環境負荷の変化を定量的に評価することを目的とする。

## 2. 分析方法

### (1) 廃棄物産業連関表の一般型<sup>2)</sup>

廃棄物産業連関表(WIO表)は中村らによって開発された勘定モデルであり、社会経済活動の貨幣フローを既述した産業連関表を拡張し、廃棄物の発生や処理・再資源化部門を付加したものである。その一般型を表-1に示す。

再資源化は  $W_o$  の要素が負値を取ることで表される。 $W_o$  の各要素は廃棄物排出量から再資源化した廃棄物純排出行列である。 $W_z$  は廃棄物を行に、廃棄物処理を列に持つ非正方行列であるから、この産業連関表も非正方である。これを線形連立方程式系として通常の産業連関モデルと同様に扱うためには、廃棄物と廃棄物処理とを1対1に対応させる必要がある。廃棄物・処理部門活動の1対1でない対応を、処理部門活動の需要・供給の1対1対応に変換するのが、廃棄物産業連関モデルにおける配分行列である。表-2に配分行列  $S$  を用いて正方行列に変換し

表-1 廃棄物産業連関表の一般型

|        |      | 産業(投入) |       | 最終需要  | 行和  |
|--------|------|--------|-------|-------|-----|
|        |      | 動脈部門   | 廃棄物処理 |       |     |
| 産業(産出) | [金額] | $X_o$  | $X_z$ | $X_f$ | $X$ |
| 廃棄物    | [重量] | $W_o$  | $W_z$ | $W_f$ | $W$ |
| 付加価値   | [金額] | $V_o$  | $V_z$ | $V_f$ | $V$ |
| 環境負荷因子 |      | $E_o$  | $E_z$ | $E_f$ | $E$ |

環境負荷因子の測定単位等は計上される環境負荷因子ごとに異なる。

表-2 廃棄物産業連関表：正方表

|        |      | 産業(投入) |        | 最終需要   | 行和   |
|--------|------|--------|--------|--------|------|
|        |      | 動脈部門   | 廃棄物処理  |        |      |
| 産業(産出) | [金額] | $X_0$  | $X_z$  | $X_F$  | $X$  |
| 廃棄物処理  | [重量] | $SW_0$ | $SW_z$ | $SW_F$ | $SW$ |
| 付加価値   | [金額] | $V_0$  | $V_z$  | $V_F$  | $V$  |
| 環境負荷因子 |      | $E_0$  | $E_z$  | $E_F$  | $E$  |

表-3 廃棄物産業連関モデル：投入係数・原単位表

|        |  | 産業(投入) |       | 最終需要   | 活動量 |
|--------|--|--------|-------|--------|-----|
|        |  | 動脈部門   | 廃棄物処理 |        |     |
| 産業(産出) |  | $A_0$  | $A_z$ | $X_F$  | $X$ |
| 廃棄物処理  |  | $G_0$  | $G_z$ | $SW_F$ | $Z$ |
| 付加価値   |  | $V_0$  | $V_z$ | $V_F$  |     |
| 環境負荷因子 |  | $e_0$  | $e_z$ | $E_F$  |     |

たものを示す。ここで  $Z=SW$  は廃棄物処理部門の活動量（廃棄物処理量）を表す列ベクトルである。

## (2) 廃棄物産業連関モデルの導出

表-2の動脈部門列と廃棄物処理列の要素を、対応する生産額及び廃棄物処理量で除して表-3の投入係数・原単位表を得る。ここで、

$A_0$ ：動脈係数部門の投入係数行列

$A_z$ ：動脈部門から廃棄物処理部門への投入係数行列

$G_0$ ：動脈部門からの廃棄物発生係数行列

$G_z$ ：廃棄物処理部門からの廃棄物発生係数行列

$e_0$ ：動脈部門からの環境負荷因子発生係数行列

$e_z$ ：廃棄物処理部門からの廃棄物発生係数行列

$X$ ：動脈部門の生産額ベクトル

$Z$ ：廃棄物処理量ベクトル

$X_F$ ：最終需要ベクトル

$SW_F$ ：最終需要部門からの廃棄物発生量ベクトル

$S$ ：廃棄物を廃棄物処理に対応させる配分行列

この投入係数・原単位表を用いた生産と廃棄物処理の需要均等式は、式(1)のように表される。

$$\begin{bmatrix} A_0 & A_z \\ G_0 & G_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_F \\ SW_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

この式(1)を  $X$  と  $Z$  について解いて式(2)を得る。

$$\begin{bmatrix} X \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A_0 & -A_z \\ -SG_0 & I - SG_z \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_F \\ SW_F \end{bmatrix} \quad (2)$$

これにより、所与の最終需要  $X_F$ 、最終需要からの廃棄物排出量  $SW_F$  が誘発する生産額及び廃棄物排出量が計算でき、これに生産額、廃棄物量当たりの二酸化炭素誘発係数を乗じて、誘発二酸化炭素排出量を求めることができる。

## (3) 和歌山県廃棄物産業連関表の推計

平成7年度<sup>3)</sup>及び平成12年度和歌山県産業連関表<sup>4)</sup>を基に、廃棄物とその処理を考慮することにより拡張する廃棄物産業連関表の分析枠組みに従って、県廃棄物統計データと産業連関表とを結合する。既存資料<sup>5)</sup>に基づき廃棄物処理における配分行列、再利用率等を考慮して和歌山県廃棄物産業連関表を推計した。

## 3. バイオディーゼル燃料化の動向

2005年、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素などのガスを1990年を基準として2012年までに日本では6%削減することを目標とした京都議定書が発行された。京都議定書目標達成計画の中で、効果的な温室効果ガスの削減対策として位置付けられているのが、バイオディーゼル燃料(BDF: Bio Diesel Fuel)化事業である。今日、多くの自治体においてバイオディーゼル燃料にかんする取り組みが行われている。各地の取り組みを表-4に示す。

なお本研究では、和歌山の株式会社石橋石油<sup>6)</sup>がNEDOとの共同研究を行っている「廃植物油リサイクル燃料を使用するコージェネレーションシステム実証試験事業」を取り上げて分析を行う。

## 4. 廃棄物産業連関表を用いた地域での循環形成の事例分析

### (1) 和歌山県バイオマス総合活用マスタープラン

国によって、各省連携のもと「バイオマス・ニッポン総合戦略」が策定され、平成14年12月閣議決定された。これに即し、和歌山県では県内における再

表-4 BDF 化事業の主な事例

| 事例名                 | BDF 化手法            | 原料                     | BDF 利用              | 備考                      |
|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 小豆島菜の花<br>バスプロジェクト  | メチルエステル化           | 菜種栽培から食用利用<br>して廃食用油回収 | バス                  | 2002 年開始<br>NEDO との共同研究 |
| 滋賀県愛東町<br>菜の花プロジェクト | メチルエステル化           | 菜種栽培から食用利用<br>して廃食用油回収 | トラクター、公用車<br>発電機、バス | 1998 年開始                |
| 京都市 BDF 化事業         | メチルエステル化           | 廃食用油                   | ゴミ収集車<br>市バス        | 1997 年開始                |
| (株)石橋石油<br>(和歌山)の事業 | 中和安定剤の添加<br>と灯油の混合 | 廃食用油                   | ディーゼル発電機<br>での発電利用  | 2004 年開始<br>NEDO との共同研究 |

生利用に向けた多様な取り組みが有機的に連携・機能し、農山漁村の活性化と自然環境の保全を図ることができる「なバイオマスで元氣和歌山」をめざし、平成17年3月にその基本方針となる「和歌山県バイオマス総合活用マスタープラン」<sup>7)</sup>を策定した。マスタープランの対象である廃食用油を燃料として活用するバイオディーゼル化技術は、全国の自治体で導入されてきており、和歌山県でも民間主体で行われている。そこで本研究では、廃棄物産業連関表を用いた地域循環形成の事例分析として、県内に広域に分散しており、既に実験・実用段階にある廃食用油のバイオディーゼル燃料化技術を取り上げ、輸送及び回収量を考慮した廃食用油のバイオディーゼル燃料化システムの導入が与える環境改善効果を分析する。

## (2) 廃食用油のバイオディーゼル燃料化システムの概要

家庭、飲食店、宿泊施設、食品製造工場から排出された使用済みの食用油を回収し、濾過をすることで廃食用油の精油を行う。この際排出される不純物は、飼料・肥料に再利用される。精製された廃食用油は中和安定剤を添加され軽油代替燃料であるBDFが作られる。BDFは100%BDFまたは軽油と混合して、ディーゼルガソリン車に使用される。表-5に本研究で分析対象として用いたBDF化プラントの施設概要を示す。

## (3) シナリオの設定

家庭系及び事業系の廃食用油発生分布を踏まえた回収量と、和歌山県の地形を踏まえた輸送距離とを考慮して、回収対象を変化させた4つのシナリオを設定し、その環境負荷削減効果を分析する。すなわち、シナリオⅠでは回収対象を和歌山市事業系から

表-5 研究対象とするBDF化施設概要

|      |            |                |
|------|------------|----------------|
| 施設概要 | 廃食用油燃料生産能力 | 3,880 [kg/日]   |
| 運転状況 | 稼働時間       | 6 [時間/日]       |
|      | 年間稼働日      | 230 [日/年]      |
| コスト  | イニシャルコスト   | 53,490,000 [円] |

表-6 廃食用油の発生量推定(2000年)

| 用途        | 分野   | 供給<br>千t/年 | 油廃棄率      |             |          |              | 食品廃棄率       |              |            |              |
|-----------|------|------------|-----------|-------------|----------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|
|           |      |            | 油廃棄率<br>% | 油廃棄<br>千t/年 | 油廃棄<br>% | 油廃棄<br>g/人・年 | 油廃棄<br>千t/年 | 揮発など<br>千t/年 | 食品廃棄率<br>% | 食品廃棄<br>千t/年 |
| 単体油       | 家庭   | 640        | 25.2      | 161         | 18.8     | 950          | 121         | 41           | 16.6       | 80           |
|           | 事業   | 694        | 40.1      | 278         | 30       | 1640         | 208         | 70           | 0          | 0            |
| マーガリン加工油脂 | その他加 | 427        | 6.7       | 29          | 5        | 168          | 21          | 7            | 0          | 0            |
|           | 食品産業 | 743        | 13.4      | 99          | 10       | 585          | 74          | 25           | 0          | 0            |
| 合計        |      | 2503       | 22.7      | 568         | 16.9     | 3343         | 424         | 143          | -          | 80           |

表-7 広域ブロック別事業系廃食用油回収量

|          | 事業系廃食用油回収量<br>(t/year) | 食品製造業<br>由来<br>(t/year) | 飲食店・宿泊施設由来<br>(t/year) |
|----------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 県計       | 566                    | 178                     | 388                    |
| 和歌山      | 174                    | 50                      | 124                    |
| 海南・海草・那賀 | 50                     | 7                       | 43                     |
| 橋本広域     | 37                     | 10                      | 27                     |
| 有田広域     | 48                     | 19                      | 29                     |
| 御坊広域     | 37                     | 8                       | 29                     |
| 田辺広域     | 157                    | 77                      | 80                     |
| 新宮広域     | 64                     | 8                       | 56                     |

排出される廃食用油とする。シナリオⅡではシナリオⅠに加え、和歌山市家庭系からの廃食用油を回収する設定とする。シナリオⅢでは事業系の回収対象を拡大し、和歌山県全域から回収するシナリオを設定とする。シナリオⅣでは事業系、家庭家ともに和歌山県全域から回収するものとする。BDF化利用システムのシナリオ設定値を以下に示す。

### a) 回収量

家庭系に関しては、京都市BDF化事業<sup>8)</sup>より原単位を、

$$\text{年間回収量/京都市人口} = 127,158 / 1,474,764$$

$$= 0.0862 \div 0.086 \text{ [t/人・年]}$$

とし、これに人口を乗することにより、和歌山市回収量は28.9 [t・年]、和歌山県回収量は79.5 [t・年]となる。

事業系に関しては、既存研究<sup>9)</sup>による排出量原単位(表-6)を用い排出量を算出した。全国油脂事業協同組合連合会によると、事業系廃食用油は既に様々な用途で再利用が進んでいることから、回収率は23%と推定されている。これにより和歌山県回収量は、

$$(1,640 + 168 + 585) \times 1,027,663 \times 0.23 = 566 \text{ [t・年]}$$

和歌山市回収量は174 [t・年]

事業系は県内でも地域により発生量が異なることから、和歌山県を7つの広域ブロックに分割し、各広域ブロック別回収量は県回収量566トンを食品製造業生産額及び飲食店・宿泊施設数でウェイト付けし、配分を行い表-7の結果を得た。

### b) 収集箇所

家庭系に関しては、京都市の事例より、

$$\text{回収拠点/京都市人口} = 956 / 1,474,764$$

$$= 0.000648 \div 0.00065 \text{ [箇所/人]}$$

とし、和歌山市及び和歌山県の回収拠点数とする。

これにより、和歌山市拠点数は、

$$373,449 \times 0.00065 \div 240 \text{ [箇所]}$$

和歌山県拠点数は、

$$1,027,663 \times 0.00065 \div 672 \text{ [箇所]}$$

事業系に関しては、7つの各広域ブロックに1拠点とする。

### c) 収集回数

家庭系に関して、1 トン車で月 1 回、年 12 回の収集回数とする。

事業系に関して、収集車両を 4 トン車とし、各拠点で廃食用油が 4 トン収集でき次第運搬するものとする。

### d) 輸送距離

家庭系に関して、Grid City Mode<sup>10)</sup>から得られる式(3)をもとに算出する。1 トリップ（拠点を出発し、回収後拠点に戻る往復距離）あたりの平均走行距離を  $d^G$  とする。

$$d^G = m\sqrt{A'/N} + 2L \quad (3)$$

$m$ : ブロック当たりの収集箇所数

$A'$ : 宅地面積

$N$ : エリア内収集箇所数

$L$ :  $\sqrt{A}$  [行政面積]

これにより、和歌山市の 1 トリップあたりの平均走行距離は、

$$d^G = 60\sqrt{42/240} + 2 \times 14.5 = 54.0 \text{ [km/トリップ]}$$

年間走行距離は、

$$d = 48[\text{トリップ}] \times 54[\text{km/トリップ}] \\ = 2592 \text{ [km]}$$

和歌山県の 1 トリップあたりの平均走行距離

$$d^G = 42\sqrt{138/672} + 2 \times 68.7 = 156.4 \\ \approx 156 \text{ [km/トリップ]}$$

年間走行距離は、

$$d = 192[\text{トリップ}] \times 156 \text{ [km/トリップ]} \\ = 29,952 \text{ [km]}$$

事業系に関して、県を 7 広域ブロックに分割し、平均輸送距離としてそのブロックの中心地（中心都市の市役所とする）から、海南市の BDF 化処理施設までの 1 トリップとする。表-8 に示す各広域ブロック毎の 1 トリップ当たりの輸送距離・延べトリップ数から年間輸送距離を算出した。

これにより、和歌山市の年間走行距離は、

$$d = 44[\text{トリップ}] \times 47 \text{ [km/トリップ]} \\ = 2,068 \text{ [km]}$$

和歌山県の年間走行距離は、

$$d = 44[\text{トリップ}] \times 47 \text{ [km/トリップ]} \\ + 13[\text{トリップ}] \times 14 \text{ [km/トリップ]}$$

表-8 1 トリップあたりの輸送距離と回収量に対するトリップ数

|          | 事業系廃食用油回収量<br>(t/year) | 輸送距離<br>(km) | 年間延べトリップ数<br>(4t積載車)回 |
|----------|------------------------|--------------|-----------------------|
| (単位)     | (t/year)               | 1トリップ(km)    | (4t積載車)回              |
| 県計       | 566                    | —            | —                     |
| 和歌山      | 174                    | 47           | 44                    |
| 海南・海草・那賀 | 50                     | 14           | 13                    |
| 橋本広域     | 37                     | 114          | 10                    |
| 有田広域     | 48                     | 30           | 12                    |
| 御坊広域     | 37                     | 77           | 10                    |
| 田辺広域     | 157                    | 135          | 40                    |
| 新宮広域     | 64                     | 306          | 16                    |

$$+10[\text{トリップ}] \times 114 \text{ [km/トリップ]} \\ +12[\text{トリップ}] \times 30 \text{ [km/トリップ]} \\ +10[\text{トリップ}] \times 77 \text{ [km/トリップ]} \\ +40[\text{トリップ}] \times 135 \text{ [km/トリップ]} \\ +16[\text{トリップ}] \times 306 \text{ [km/トリップ]} \\ = 14,816 \text{ [km]}$$

### e) BDF 精製量及び濾過残渣排出量

既存の施設でのデータから BDF 精製量は廃食用油投入量の 98%、濾過残渣排出量は 2%とする。

### f) 電力投入量

既存の施設での年間使用量が 42,780kwh であり、廃食用油投入量の増加による電力量の増加は小さいと考えられることから、今回、シナリオ I からシナリオ IV まで年間 50,000kwh で一定とする。

### g) 輸送コスト

和歌山市清掃事業概要<sup>11)</sup>から得られる廃棄物輸送コスト原単位 22,741 円/t を用いる。

### h) BDF 化施設メンテナンス費

NEDO バイオマス技術ロードマップ<sup>12)</sup>より年間のメンテナンス費は建設費の 2%とし、年間 1 百万円とする。

以上の設定値を整理したものを表-9 に示す。廃棄物産業連関表に計上するためには、財・サービスのやり取りは貨幣ベースに、廃棄物のやり取りは物量ベースに修正する必要がある。その際に用いた原単位と合わせて示す。また廃棄物産業連関表の廃棄物処理部門に「BDF」部門を追加し、物量・貨幣ベースに修正した値を拡張した廃棄物産業連関表に計上した。

## (4) 廃食用油のバイオディーゼル燃料化による

### 環境改善効果分析結果

廃食用油の BDF 化導入による地域の循環形成がもたらす誘発二酸化炭素の算定結果を図-1 に示す。シナリオ IV（和歌山県事業系家庭系回収）においては最大となる年間約 569 トンの二酸化炭素削減効果をもたらす結果を得た。各部門を見ると、廃食用油から精製された BDF を軽油の代替として投入されたことで「道路輸送」部門の二酸化炭素排出の削減に大きく寄与する結果となった。また、廃食用油を再資源化のまわしたことで焼却される廃棄物の排出を減少させた「食料品」「飲食店」「宿泊施設」部門、また製品連鎖上の関連する「商業」「飲料」部門等が二酸化炭素排出の削減に寄与している。シナリオ II（和歌山市事業系+家庭系）における人口 1 人あたりの削減量は年間  $4.90 \times 10^{-4}$  トン/人、シナリオ IV（和歌山県事業系+家庭系）においては年間  $5.54 \times 10^{-4}$  立米/人となり削減効率和歌山県全域に回収対象を拡げた場合の方が高いことがわかった。

## 5. 結論と課題

### (1) 結論

本研究では、平成 7 年度及び平成 12 年度の和歌山

表-9 シナリオ別推計値及び物量、貨幣換算修正値

|                | シナリオⅠ<br>(和歌山市事業系) |             | シナリオⅡ<br>(和歌山市事業系+和歌山市家庭系) |             |
|----------------|--------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|                | 推計値                | 物量、貨幣に修正    | 推計値                        | 物量、貨幣に修正    |
| 廃食用油投入量        | 174[t]             |             | 203[t]                     |             |
| (事)食料品製造業由来    | 50[t]              | 50[t]       | 50[t]                      | 50[t]       |
| (事)飲食店・宿泊施設由来  | 124[t]             | 124[t]      | 124[t]                     | 124[t]      |
| 家庭系            |                    |             | 29[t]                      | 29[t]       |
| BDF精製量         | 171[t]             |             | 199[t]                     |             |
| 廃食用油による軽油代替量   | 171[t]             | 20[百万円]     | 199[t]                     | 23[百万円]     |
| 電力投入           | 50000[kwh]         | 1[百万円]      | 50000[kwh]                 | 1[百万円]      |
| 輸送距離及び燃料費(事業系) | 2068[km]           | 0.0517[百万円] | 2068[km]                   | 0.0517[百万円] |
| 輸送距離及び燃料費(家庭系) |                    |             | 2592[km]                   | 0.0288[百万円] |
| 濾過残渣排出量        | 3[t]               | 3[t]        | 4[t]                       | 4[t]        |
| 輸送コスト          | 22741[円/t]         | 3.96[百万円]   | 22741[円/t]                 | 4.53[百万円]   |
| 施設メンテナンス費      | 1[百万円]             | 1[百万円]      | 1[百万円]                     | 1[百万円]      |

|                | シナリオⅢ<br>(和歌山県事業系+和歌山市家庭系) |             | シナリオⅣ<br>(和歌山県事業系+和歌山県家庭系) |             |
|----------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|                | 推計値                        | 物量、貨幣に修正    | 推計値                        | 物量、貨幣に修正    |
| 廃食用油投入量        | 595[t]                     |             | 646[t]                     |             |
| (事)食料品製造業由来    | 178[t]                     | 178[t]      | 178[t]                     | 178[t]      |
| (事)飲食店・宿泊施設由来  | 388[t]                     | 388[t]      | 388[t]                     | 388[t]      |
| 家庭系            | 29[t]                      | 29[t]       | 80[t]                      | 80[t]       |
| BDF精製量         | 583[t]                     |             | 633[t]                     |             |
| 廃食用油による軽油代替量   | 583[t]                     | 68[百万円]     | 633[t]                     | 74[百万円]     |
| 電力投入           | 50000[kwh]                 | 1[百万円]      | 50000[kwh]                 | 1[百万円]      |
| 輸送距離及び燃料費(事業系) | 14816[km]                  | 0.3704[百万円] | 14186[km]                  | 0.3704[百万円] |
| 輸送距離及び燃料費(家庭系) | 2592[km]                   | 0.0288[百万円] | 29952[km]                  | 0.3328[百万円] |
| 濾過残渣排出量        | 12[t]                      | 12[t]       | 13[t]                      | 13[t]       |
| 輸送コスト          | 22741[円/t]                 | 13.26[百万円]  | 22741[円/t]                 | 14.40[百万円]  |
| 施設メンテナンス費      | 1[百万円]                     | 1[百万円]      | 1[百万円]                     | 1[百万円]      |

| 用いた原単位       |                          |
|--------------|--------------------------|
| BDF産出率       | 98[%]                    |
| 廃食用油比重       | 0.86[g/cm <sup>3</sup> ] |
| 軽油売価         | 100[円]                   |
| 電力料金         | 21[円]                    |
| 事業系収集車(4t)燃費 | 4[km/l]                  |
| 家庭系収集車(1t)燃費 | 9[km/l]                  |
| 濾過残渣         | 2[%]                     |

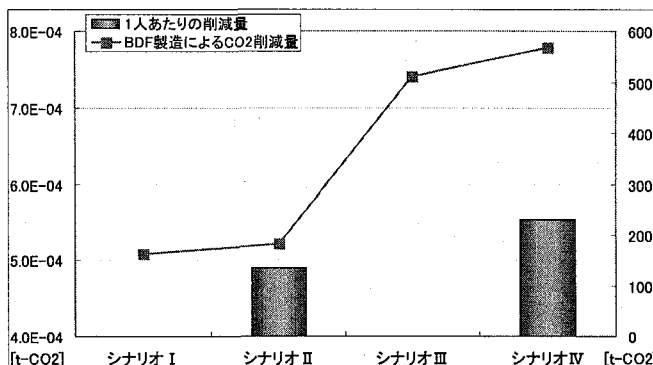


図-1 平成12年度に対するシナリオ別誘発二酸化炭素排出削減量

県廃棄物産業連関表を文献調査等によって得た和歌山県の廃棄物統計データを用い作成した。事例分析として、域外への移出が少なく和歌山地域内を循環する資源としてバイオマスの利活用に着目し、その中から近年全国の自治体で導入されつつある、廃食用油を燃料として活用するバイオディーゼル燃料化技術を取り上げ、回収対象及び回収量の変化が及ぼす環境保全効果及び経済効果を廃棄物産業連関表を用いシナリオ分析を行った。

この事例分析において、廃食用油のBDF化利用システムでは県全域から事業系・家庭系を回収するシナリオで最大値となる年間約569トンの二酸化炭素の削減が可能であることが確認された。またこの中で、回収頻度が月1回程度の設定でも、その輸送距離の増加に伴う二酸化炭素排出量の増加は最大で削減量に対し3.2%であり、全体の削減効果と比較して影響は小さいことが明らかになった。

また今回、廃食用油の回収量を設定するに当たって、家庭系では京都市の事例を踏まえ排出量に対す

る回収率を8%、事業系では既に他の再資源化が行われていることを考慮し、発生量に対する現状の回収可能率を23%に設定した上で環境改善効果を算定した。つまり、家庭からの回収率を向上させ、現在の再資源化システムをBDF化システムに転換させる等の施策を行うことによって、さらなる環境改善効果が見込める。

本研究では、和歌山県の循環形成評価について地域の廃棄物のフローを排出量、県内処理、処理方法、再資源化で捉える枠組みを示した。地域の詳細なデータを用いることにより、地域特性を反映した詳細な分析が可能であるといえる。また廃棄物産業連関表を用いることにより、関係性の低い部門からの波及効果などを定量的に捉えることができ、産業間の相互依存関係を考慮した分析を行うことができた。

## (2) 今後の課題

本研究の発展課題として、より一層推計の精度を高めていくために、分析対象とする廃棄物及び処理

方法の細分化, さらに詳細な廃棄物粗排出・粗投入量などを把握する為統計的な不備の改善が挙げられる。また, 信頼性を挙げる為にも他の分析手法で解析した結果と併せ評価することも今後の課題である。さらに平成 12 年度以降では産業構造, 排出構造が変化した可能性は大いに考えられるため, 現時点ではそろっていないが最新の和歌山県産業連関表および廃棄物統計データが公表され次第, 新しい和歌山県廃棄物産業連関表を作成する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 廃棄物産業連関表 1995 年版 :  
[http://www.f.waseda.jp/nakashin/wio\\_j.html](http://www.f.waseda.jp/nakashin/wio_j.html)
- 2) Excel で学ぶ産業連関分析, 中村慎一郎, pp. 189-253, エコノミスト社, 2000
- 3) 和歌山県企画部統計課: 平成 7 年和歌山県産業連関表
- 4) 平成 12 年和歌山県産業連関表:  
<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/020300/sangyo/index.html>
- 5) 平成 13 年度 和歌山県廃棄物実態調査報告書, 和歌山県企画部統計課, 2002
- 平成 9 年度 産業廃棄物処理計画策定に係る基礎調査業務報告書, 和歌山県, 1998
- 6) 榎石橋石油 NEDO 共同研究 HP  
<http://www.1484c.com/report.htm>
- 7) 和歌山県バイオマス総合利活用マスタープラン, 県エコ農業推進課, 2005
- 8) バイオディーゼル燃料化事業への取り組み (京都市廃食用油燃料化施設), 京都市印刷物
- 9) 食用油のマテリアルフロー推計, 桑垣豊, 第 13 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2002
- 10) LCA とコストからみる市町村廃棄物処理の現状~廃棄・リサイクルシステムの改善に向けて~, 東京市町村自治調査会  
<http://www.tama-100.or.jp/pdf/lca.pdf>
- 11) 和歌山市清掃事業概要平成 16 年度, 和歌山市生活環境部, 2006
- 12) バイオマスエネルギー導入ガイドブック (第 2 版) 2005 年 9 月 (バイオマスエネルギー導入ガイドブック改訂に係る調査), 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2005

## ANALYSIS ON UTILIZATION OF BIODIESEL FUEL DERIVED FROM WASTE COOKING OIL IN WAKAYAMA PREFECTURE USING WASTE INPUT-OUTPUT ANALYSIS

Toshimitsu HISAMATSU, Mao KASAI and Noboru YOSHIDA

In this study, we attempted to evaluate changes in embodied environmental loads released into the study area quantitatively due to utilization of bio diesel fuel derived from waste cooking oil using Wakayama Prefecture waste input-output table, which we estimated in our previous research. In the analysis, we set up four scenarios based on the quantity of waste cooking oil and transportation distance. As a result of the analysis, we found that the scenario collecting waste cooking oil all over Wakayama prefecture could reduce embodied carbon dioxide up to 569t-C per year.