

PET ボトルリサイクルの環境負荷定量に関する研究

関西大学大学院工学研究科 学生会員 ○岩本 綾乃

関西大学工学部 正会員 尾崎 平

関西大学工学部・大学院 正会員 和田 安彦

1. はじめに

現在、家庭から出される使用済み PET ボトルは分別収集や拠点回収により、主に自治体によって回収され処理されている。回収率は 2002 年度では 45.6%まで上昇している¹⁾。今後も PET ボトル飲料の生産量は増加する傾向にあり、これに伴い、使用済み PET ボトルの回収量も増加すると思われる。

本研究では、ボトル to ボトルリサイクルを行う「リサイクル PET ボトル」と、リサイクルを行わない「バージン材 PET ボトル」の 2 つのケースを想定し、環境負荷の定量化を行い、比較評価した。さらにリサイクルを行う場合の回収率の変化による環境負荷発生量の定量化を行い、回収率と環境負荷の関係を明らかにした。

2. 各 PET ボトルの LCA 評価

表 - 1 A 市へのヒアリング結果

(1) 評価対象地域

本研究では、PET ボトルの収集以降の環境負荷を定量するために、PET ボトルのリサイクルを実施する前（焼却処理）と実施後（再資源化（フレーク化））のデータが得られた A 市を対象として LCA 評価を行った。

A 市は人口約 16 万人、世帯数約 6 万世帯、人口密度は約 3,000 人/km²の都市である。A 市に対する PET ボトルの収集方法、処理方法など収集以降のプロセスについての調査結果を表 - 1 に示す。

人口	159,529 人
世帯数	60,557 世帯
面積	53.44 km ²
人口密度	2,985 人/km ²
ステーション数	3,049 ケ所
収集頻度	概ね月 2 回
プラスチック類収集車	ディーゼル車 6 台 天然ガス車 1 台
委託業者による輸送車両	ディーゼル車
選別方法	手選別
PET ボトルの処理方法	フレーク化
フレーク化に要する電力量	92.25 kW/t

(2) 評価範囲および算出条件

各 PET ボトルの評価範囲を図 - 1, 2 に示す。評価対象は各 PET ボトルの機能単位を統一するため、PET ボトル 2 本とした。ここでの PET ボトルは 1 本当たりの容量が 1.5L、重量は本体が 60.00 g、キャップが 2.87 g、パッキンが 0.29 g、ラベルが 1.29 g の合計 64.45 g を対象としている。バージン材 PET ボトルは、原油採取から焼却までの 2 サイクルを評価範囲とした。リサイクル PET ボトルは、1 本目はバージン材から製造し、2 本目をリサイクルするとした。リサイクルされた PET ボトルは使用後、焼却されとした。評価項目は環境負荷排出量として CO₂ とし各過程において使用する燃料消費量に原単位²⁾を乗じることによって算出した。いずれの場合も PET ボトル単位重量当たりの環境負荷量に換算して評価した。

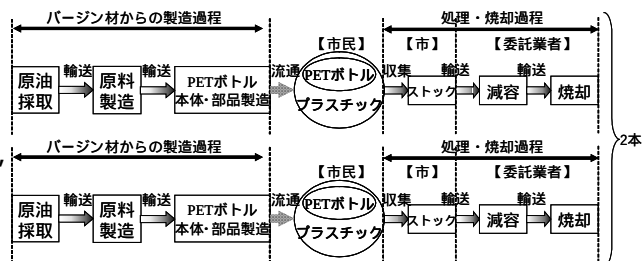


図 - 1 バージン材 PET ボトルの評価範囲

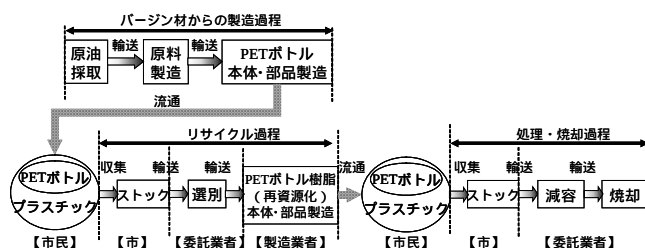


図 - 2 リサイクル PET ボトルの評価範囲

バージン材からの PET ボトルの製造は、原油採取、テレフタル酸・エチレングリコール製造、容器成型の過程を経る³⁾。使用済み PET ボトルの収集は A 市の現状に沿い、走行距離から CO₂ 発生量の算出を行う。焼却・減容は、必要な燃料消費に伴う CO₂ 発生量と PET ボトル自身が焼却されることにより発生する CO₂ 発生

キーワード PET ボトル, LCA, バージン材 PET ボトル, リサイクル PET ボトル

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL 06-6368-0939

量を対象としている．リサイクルでは本体を使用済みの PET ボトルから製造し、キャップやパッキン、ラベルはバージン材から製造するとして CO₂ 発生量を算出した．

(3) 算出結果

各 PET ボトルの LCA 評価結果を図 - 3 に示す．バージン材 PET ボトルの CO₂ 発生量は $7.97 \times 10^3 \text{ kg-CO}_2/\text{t}$ であり、リサイクル PET ボトルの CO₂ 発生量は $5.26 \times 10^3 \text{ kg-CO}_2/\text{t}$ である．バージン材 PET ボトルは、リサイクル PET ボトルよりも CO₂ 発生量が約 1.5 倍多い．リサイクルを行う方が CO₂ 発生量が少ない結果となった．要因としては、まず、どちらのケースにおいてもバージン材からの PET ボトル製造時、焼却時の CO₂ 発生量の占める割合が大きい、リサイクル PET ボトルはバージン材 PET ボトルに比べて焼却量が半分であることが挙げられる．さらに、リサイクル PET ボトルでは、再生 PET ボトル製造の過程において CO₂ が発生するが、バージン材から PET ボトルを製造する際に発生する CO₂ の量よりも小さいことから、全体としてバージン材 PET ボトルの CO₂ 発生量の方が大きくなった．PET ボトルはバージン材によって製造する過程と焼却において環境負荷が多く発生することが明らかとなった．このため、環境負荷削減のためには、バージン材を使用する割合、および焼却する量を減少させることが有効である．

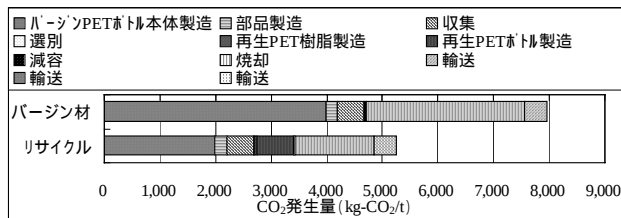


図 - 3 各 PET ボトルの LCA 評価結果

3. 回収率の変化による環境負荷発生量

本研究では、回収率を式(1)のように定義し、回収率の低下により、減少するPETボトル回収量分をバージン材から製造すると設定して評価を行った．

$$\text{回収率(\%)} = \frac{\text{回収量} - \text{リサイクル非適合物量}}{\text{PETボトル製造量}} \times 100 \quad (1)$$

結果を図 - 4 に示す．回収率 100%で、環境負荷の発生量が最も少ない．回収率が低下するにつれて、バージン材から PET ボトルを製造する量が増え、環境負荷発生量が増加している．回収率が 20%まで低下しても、バージン材から PET ボトルを製造する場合よりも環境負荷発生量は小さい．ただし、リサイクルを行う意義から、回収率は高く保つことが必要である．

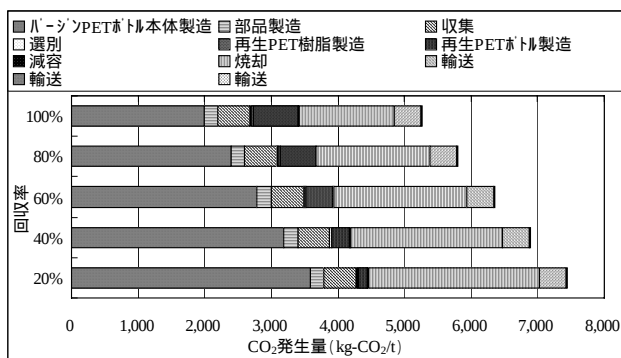


図 - 4 回収率の変化による CO₂ 発生量

4. まとめ

本研究ではバージン材 PET ボトル、リサイクル PET ボトルについて LCA 評価を行い、さらに回収率を考慮した評価を行った．その結果以下の事項が明らかになった．

- 1) 環境負荷の発生量はバージン材 PET ボトルよりもリサイクル PET ボトルの方が小さい．
- 2) 環境負荷は、バージン材を使用した PET ボトル製造と、PET ボトルの焼却による発生量が多い．
- 3) 回収率 100%において、環境負荷発生量はリサイクル PET ボトルの方が小さく、回収率が 20%と低い場合でも、環境負荷発生量はリサイクル PET ボトルの方が小さい．

PET ボトルのリサイクルを行うことで、環境負荷の発生量を抑制するためには、バージン材の使用量を減らし、PET ボトルを焼却する量を減らすことが有効である．また、よりその効果を発揮させるためには PET ボトルの回収率を向上させリサイクルを行うことが重要である．

謝辞 本研究は平成 14, 15 年度の文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(C)「飲料用 PET 容器の廃棄後プロセス環境負荷とコストの比較評価」の補助を受けて行ったものである．ここに記して感謝の意を表する．

参考文献

- 1) PET ボトルリサイクル推進協議会 http://www.petbottle-rec.gr.jp/data/da_tou_you_f.html
- 2) 財団法人環境情報センター：ライフサイクルインベントリー分析の手引き，pp.72,73,88，1998.9
- 3) 容器間比較研究会：LCA 手法による容器間比較報告書＜改訂版＞，平成 13 年 8 月