

## 論文の内容の要旨

### 論文題目

「再生製品の価値を考慮した  
家庭系廃プラスチックリサイクルの評価方法の構築と適用」

氏名 奥野 亜佐子

### 第1章 序論

『その他のプラスチック製容器包装（以下、容リプラと略す）』は、2000年の容器包装リサイクル法の完全施行によって対象品目に加えられて以来、回収量を伸ばしてきたが、多様な材質かつ多様な用途の樹脂の混合物である上、食品残渣などの異物が混入しやすいことなどリサイクルを阻害する要因が多く、依然として解決すべき問題が多く残されている。また、容リプラのリサイクルシステムには様々な主体が関与していることも、問題解決をより困難なものにしている。この複雑な問題を解決するためには、問題点を整理した上で問題の全体像を把握し、そこから根本的要因を特定することで解決策を決定し、またそれら进行评估すべき項目を設定して評価・検討することが望ましいといえる。

そこで、本研究の目的は、容リプラのリサイクルの問題を整理して全体像を把握した上で、変更すべき要因を特定し、そこから複数の改善案を設定し、それらを比較評価することで家庭系廃プラスチックのより望ましいリサイクルシステムを提案することである。評価は、社会全体に与える影響と各主体に与える影響に分け、社会全体に与える影響については、リサイクルを「廃棄物の処理」と捉えた視点から環境負荷削減効果と社会コストを、「製品の製造」と捉えた視点から製品の価値という観点を含む拡張環境効率を評価した。なお、拡張環境効率は、ライフサイクルアセスメント（LCA）のシステム拡張の方法を用いたリサイクルの環境負荷削減効果の評価において考慮が困難である、製品の価値という視点を導入した評価方法であり、また、従来の環境効率はライフサイクル全体で一つの製品を対象としてきたため価値をもつ製品は一つであるが、拡張環境効率では繰り返しリサイクルをも対象にし、価値をもつ製品が複数含まれることになり、その点が従来の環境効率と異なる

### 第2章 既存の知見

国内の容リプラのリサイクルを評価した事例は存在し（Y. Sekine *et al.*, 2009）（プラ処理協, 2008）（容リ協, 2007）（中谷ら, 2007）（稲葉ら, 2005）、海外における家庭系プラスチック容器廃棄物の事例（Floriana P. *et al.*, 2005）（Umberto A. *et al.*, 2003）も存在する。これらの研究は、LCAを用いた各再商品化手法の環境負荷の比較に留まっている。

LCAは、リサイクルによる環境負荷の削減効果を評価する手法として用いられる。LCAでは、「製品」以外に廃棄物処理を含む「サービス」も対象になる。なお、リサイクルのLCAを行う場合は、「リサイクルに係る環境負荷」を「再生製品により代替された新規製品の製造に係る環境負荷」および「リサイクルされずに廃棄物処理された場合の環境負荷」と比較し、処理される廃棄

物の量と製造される製品の機能を揃えるようにシナリオを組む「システム拡張」の方法が一般的である(藤井ら, 2008 2007)。ただし, 再生製品と新規製品の品質や価値の差を考慮して機能を設定することは容易ではなく, 再生製品は等量の新規製品を代替すると仮定されることが多い。再生製品と新規製品の代替率を設定することで機能を揃える方法(プラ処理協, 2006 2005)もあるが, 合理的な代替率の設定は困難である。そのため, リサイクルを評価するためには, LCA による環境負荷削減効果以外の評価項目も必要であると考えられる。

また, 既存の評価では各再商品化手法の比較のみが行われてきた。しかし, 現状の問題はどの再商品化手法を選択するかに留まっているわけではなく, 収集対象物や収集方法など, 考慮すべき事項は多岐に渡る。さらに, 問題が非常に複雑であるため, 一つの変更が様々な主体に及ぼす影響を整理し, 問題の全体像を把握した上で改善案を設定し, 評価することが望ましいといえる。

### 第3章 現状分析とシナリオの設定

様々な立場の主体へのヒアリング資料を基に容リプラのリサイクルの現状分析を行い, 問題の全体像を把握し, 根本的要因を, リサイクルに適さないが収集対象のプラスチックが存在すること・リサイクルに適するが収集対象でないプラスチックが存在すること・消費者にとって対象かどうかの判断が困難のプラスチックがあること, と特定した。

特定した根本的要因から, 材料リサイクル残渣の利用・収集対象物の変更・収集方法の変更という改善案を考え, それらの組合せにより評価シナリオを設定した。具体的には, 収集対象物については「容リプラ」「全収集」「汚れ以外」「PVC 以外」「可燃収集」「PO のみ」「単一のみ」「PET・PVC 以外」の 8 種類, リサイクル手法については「材料リサイクル(タイプⅢ)」「材料リサイクル(タイプⅠ)」「コークス炉化学原料化」「高炉還元」「ガス化」「油化」「固形燃料化」「セメント原燃料化」「焼却発電」の 9 種類, そして店頭回収については「導入なし」「発泡トレイのみ回収」「発泡トレイと透明容器を回収」の 3 種類を設定し, これらの組合せにより全 126 シナリオを評価した。

整理した問題の全体像において, 自治体や複数の再商品化事業者からつながる要素として, 社会コスト・リサイクルに伴う化石資源消費量・リサイクルに伴う CO<sub>2</sub> 排出量・新規製品の製造回避により低減する化石資源消費量・新規製品の製造回避により低減する CO<sub>2</sub> 排出量・製品の価値があり, それらの組合せにより評価項目として環境負荷削減効果(化石資源消費量・CO<sub>2</sub> 排出量)・社会コスト・拡張環境効率(価値/化石資源消費量・価値/CO<sub>2</sub> 排出量)を設定した。

### 第4章 環境負荷削減効果の評価

収集対象物となっているプラスチック量が多いほどリサイクルされる量が多く, 環境負荷削減効果は大きくなるが, 高炉還元・固形燃料化・セメント原燃料化では全収集より対象プラスチック量の少ない PVC 以外が削減効果は大きかった。

ケミカルリサイクルやサーマルリサイクルを比較すると, 化石資源の削減効果はガス化, 続いてコークス炉化学原料化・高炉還元・固形燃料化・セメント原燃料化が大きいが, CO<sub>2</sub> の削減効果はコークス炉化学原料化・高炉還元・固形燃料化・セメント原燃料化が大きかった。

収集したプラスチックを全てケミカルリサイクルやサーマルリサイクルする場合とまず材料リ

サイクルに回して残渣をケミカルリサイクルやサーマルリサイクルに回す場合を比較すると、コークス炉化学原料化・高炉還元・固形燃料化・セメント原燃料化では材料リサイクルと組合せないシナリオの削減効果が大きく、油化では材料リサイクル（タイプⅠ）と組合せたシナリオの削減効果が大きく、ガス化では化石資源は材料リサイクルと組合せないシナリオが、CO<sub>2</sub>は材料リサイクル（タイプⅠ）と組合せたシナリオが大きかった。

店頭回収を導入した場合、導入しない場合に比べてわずかに削減効果は大きくなった。

## 第5章 社会コストの評価

収集対象物の違いを比較すると全収集の際に社会コストは最も大きく、店頭回収の導入有無を比較すると店頭回収を行った方が社会コストは小さく、自治体収集の対象プラスチック量が多いほど社会コストは大きくなった。

手法ごとに比較すると、材料リサイクルが最も社会コストが大きく、次に油化、その他のケミカルリサイクル、サーマルリサイクル、焼却発電と続いた。

## 第6章 拡張環境効率の評価

ガス化は他の手法に比べて化石資源消費量や製品の販売価格が大きかった。

手法ごとに比較すると、化石資源消費量を用いた効率はコークス炉化学原料化が最も大きく、CO<sub>2</sub>排出量を用いた効率はガス化が最も大きかった。

コークス炉化学原料化は材料リサイクルと組合せないシナリオの効率が大きい、高炉還元・油化・固形燃料化・セメント原燃料化は材料リサイクル（タイプⅠ）と組合せたシナリオの効率が大きく、ガス化では化石資源消費量を用いた効率は材料リサイクル（タイプⅠ）と組合せたシナリオが、CO<sub>2</sub>排出量を用いた効率は材料リサイクルと組合せないシナリオが大きかった。

店頭回収を行わないシナリオに比較して、店頭回収を行うシナリオは効率が大きかった。

## 第7章 各シナリオの影響のまとめと望ましいシステムの提案

第4～6章の評価結果や各主体への影響をまとめた上で、次のシステムを提案した。

店頭回収により収集したプラスチックの材料リサイクルは、環境負荷削減効果・拡張環境効率が大きく、社会コストも小さいため、促進すべきだと考えた。そのためには、消費者・スーパー等の小売店・包装問屋の協力が不可欠となる。

他のプラスチックについては、汚れていないプラスチックを自治体が分別収集し、コークス炉化学原料化・高炉還元・ガス化・固形燃料化・セメント原燃料化によりリサイクルすることが望ましいと考えた。汚れていないプラスチックのみを対象とすることで、消費者・自治体・リサイクル業者の保存環境や作業環境の悪化を防げる。混合プラスチックの材料リサイクルでは高い価値をもつ再生製品の製造が困難であり、材料リサイクルは店頭回収品に絞って実施することが有効だと考えられる。油化については、他のケミカルリサイクルやサーマルリサイクルに比べて適したプラスチックが限定され、環境負荷削減効果・社会コストの面で劣っており、種々雑多なプラスチックを含む家庭系廃プラスチックを対象とするのではなく、樹脂の種類が限定される産廃プラスチックを対象として実施していくことが望ましいと考えられる。