

# 次世代型廃プラスチック燃料化技術の 先導調査研究（H17年度 NEDO 委託事業）

（産総研） 小寺洋一\*・石原由美子・（高分子分解研）黒木健  
・（日本アクシス）武藤大志郎

本発表は、廃プラスチック類の次世代型燃料化技術に関する先導的調査（NEDO 委託事業）の結果の一部をまとめたものである。具体的には民間における燃料化リサイクル事業の現状と将来性、事業性を確保するための要件、処理能力などの技術的要求、処理コスト、リサイクル製品の市場性など今後必要とされる革新的燃料化技術に不可欠な要素を調査分析した。

## 1. 緒言

廃プラスチックのリサイクルは高いリサイクルコストのため、今なお7割以上が焼却や埋立処分されている。リサイクルの普及は低コスト・低エネルギー消費で製造できる市場価値の高い製品へのリサイクル手法を開発することが必要である。

本発表では、廃プラスチック燃料化技術、とりわけ油化技術を経済的に成立させるために、廃プラスチックの流通実態、排出や収集量に適合した処理規模、リサイクル製品の市場価値、処理コスト等を市場調査と経済性試算に基づいて調査するとともに、油化リサイクルの普及に必要な経済的・技術的条件を満たす次世代技術の要件について報告する。

## 2. 研究方法

一般・産業廃棄物中間処理事業者、廃プラスチック排出事業者等の企業への聞き取り調査、各種報告書等の文献調査、調査により得たデータに基づく各種試算を行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 油化事業の現状と将来性

再資源化のために高い委託費が支払われる容器包装プラスチックであってすら、従来型油化装置の様、性能では事業が成り立たない。平成14年度に33箇所を数えた油化事業所が平成17年度には公的助成で建設された大型プラント2社に激減した。本調査から、有力ユーザーは従来型油化装置導入への意思はほとんどないと結果が得られた。これは従来型装置による油化事業が経済的に困難であることがよく知られているためであった。それにもかかわらず、製造業、小売業、卸売業86社の調査では廃プラスチック燃料化に依然として55%が関心をもっており、特に製造業では、48社中34社が関心有と回答した。同様に廃棄物中間処理事業者は燃料化への関心が高い。したがって、新技術により事業収益が得られるなら、容器包装プラスチックはもとより、一廃・産廃系廃プラの油化事業所数は増加すると予想された。

### 3.2 油化装置の現状

現時点で日量5~8トン処理のプラントは見当たらず、従来の日量1~2トンの油化装置は採算が取れないとすると、現在、油化事業に有望な脱塩酸・油化装置は市場に存在しないことになる。

代表的な日量1トンクラスの従来型油化装置はステンレス製タンク式反応器を採用しており、装置構造は直径および高さがそれぞれ1m余りで、重量のあるタンク反応器の機械的強度保持のため器壁は10~15mm厚以上でなければならない。実験と伝熱シミュレーション計算によれば、反応器に10mm厚のSUS316板（耐熱ステンレス鋼・熱伝導度22.4W/m・Kとする）を用い内壁温度500を得る場合、外熱温度は少なくとも750必要である。また、プラスチックの伝熱速度は遅く、500kgを処理する場合、加熱開始から6~7時間程度かかる。その過程で揮発困難なポリスチレン重質分解物を前駆体とする環化による炭化物の生成が著しい[ref. 1]。炭化物は断熱作用が大きいため、バッチごとにかきとる必要があり、1バッチの操業に9~10時間を要する。したがって1日に1トン処理するのが限度である。

一方、プラスチック分解は吸熱反応であり、反応器容積の概数計算で体積が3乗で増加するのに対し、伝熱面積は2乗でしか増えない。したがって、タンク式反応器の単純な大型化は大幅な熱量不足を招く。また、過加熱は炭化をもたらすので、熱供給には温度を上げるのではなく反応時間を長くとる必要がある。これは処理能力の低下につながり、経済性を失わせるので、タンク反応器の大型化は油化技術として現実的ではない。以上から日量5~8トン処理を目標とした場合、タンク式反応器によらない新型反

応器が重要になる。それには油化装置の仕様・性能等の革新的高度化が不可欠である。

### 3.3 次世代型油化装置の仕様・性能

廃プラスチック流通の中核は、廃プラスチックを排出している製造業事業所あるいは中間処理を受託している廃棄物事業者であり、これらが小型油化装置のユーザーとして最有力である。製造業事業所における廃プラスチックの排出規模は平均日量 2~3 トン、廃棄物事業者における収集・処理規模はおおむね日量 5~20 トンである。事業性を左右する鍵は、油化装置の処理能力と油化処理委託費にある。産業廃棄物廃プラスチック類の平均的処理委託費は 40 円/kg である。これは容器包装プラスチック再商品化（油化）委託費のおよそ半額で、既存の油化装置では事業採算が得られない。

最有力ユーザーを対象とした場合、油化事業の経済性が委託費 40 円/kg で成立するためには、油化コストを 40~50 円/kg、処理能力を 5~8 t/d とすると、廃プラスチック 1 トン処理能力当りの油化プラントのコストは 0.6~0.7 億となる。これが次世代型油化装置に必要な仕様・性能であり、油化技術の革新的高度化が不可欠であることが明らかになった。

### 3.4 将来的に必要な再資源化手法

油化リサイクルを実施する中間処理事業所では、油化は日量 5~8 トン程度でなければ採算が合わないことが試算された。各種製造業事業所の平均的排出量は日量 2~3 トン程度であるから、この量でも事業採算の取れる技術が必要である。現状の廃プラスチックリサイクルは、大規模でなければ採算の合わない焼却発電、やはり大規模収集処理を前提とした日量 20 トン超の大型油化・合成ガス製造施設、鉄鋼・セメント製造施設で実施されている。塩素分を含む夾雑物の少ない廃プラスチックの確保が困難化しつつある現状は油化事業圧迫の要因になる。しかし、より付加価値の高い燃料回収を小規模で実施できる小型脱塩酸油化装置が開発されれば、圧迫要因は油化リサイクル促進の因子と見ることも可能である。良質プラスチックの輸出の抑制、大処理施設に代わる合理的リサイクル手法になると予測できる。とくに、排出量が低い場合（日量 2 トン前後）、燃料化は従来のように A 重油代替燃料の製造ではなく、高品質で付加価値の高い再資源化商品を製造することが望まれる。たとえばプラスチック処理の採算性向上の有効な方法として、燃料ガスの製造があげられる。燃料ガス（LPG）は A 重油の 4 倍以上の市場価格で取引されており、LPG 代替品の販売により廃プラスチック処理事業の収益は大幅な増加が見込まれる。燃料ガスの回収（製造）技術は、廃プラスチック排出量の低い各種製造業事業所等において、経済合理性を持つ次世代型リサイクル手法の主流になると予測された。

## 4. 結論

1) 想定できる主力ユーザーは製造業事業所および廃棄物中間処理事業所であり、その事業規模から見て日量 2~8 トンの小型廃プラスチック処理装置が必要である。この規模ではタンク式反応器の使用は原理的に困難で、熱伝導効率が高く処理速度が速い新型反応器が必要とされる。

2) 高速・高深度脱塩酸技術は、流通する廃プラスチックの塩素含有率に左右されず、品質の高い燃料油や燃料ガスの製造、固型燃料などへのリサイクル技術として極めて重要になる。

3) 廃プラスチック燃料化リサイクル事業は、日量 5~8 トン程度では油化、2 トン程度では燃料ガス化が合理的であった。

### 謝辞

本発表は平成 17 年度 NEDO 先導調査研究として実施された内容を基にしている。NEDO に感謝の意を表す。調査では、廃棄物事業者、製造業等事業者の皆様にご協力をいただいた。特に廃棄物処理実務上の疑問にご回答いただいた一般・産業・医療各種廃棄物事業者である（株）茨城県クリニック・クリーン協会社長 大高宣靖氏、（株）協栄清水商店常務 清水愼子氏、同社総務部 加藤敦彦氏、功成建設（株）社長 犬伏智徳氏、（株）エコロジーサポート COE 大曾根洋亮氏、同社 COO 黒沢順一氏の各位に感謝の意を表します。

### 文献

[1] 石原由美子、他、プラスチック化学リサイクル研究会第 7 回討論会予稿集、p.23-24 (2004)。

-----  
\*y-kodera@aist.go.jp、Tel.029-861-8045