

# 天然脂肪酸を利用した廃棄プラスチックの熱分解とリサイクル

(山梨県環境科学研究所) ○佐野 慶一郎

20世紀が終わる最中、地球環境保護の観点から、廃棄物のリサイクルが重要視され始めた。

日本国内では、現在、容器包装や家電、建設資材のリサイクル法が施行されている。将来、自動車やレジャーボートのリサイクル法も施行される見通しにある。

廃棄物処理において、プラスチック・リサイクルの技術開発は重要課題である。その研究は盛んで、実用化の例も数多い。しかし、未だ、リサイクルされない廃プラも多く存在する。特に、浴槽やボートに用いられているFRP(繊維強化プラスチック)は、母材が熱硬化性樹脂のUP(不飽和ポリエステル)で、ガラス等の無機繊維を含むため、リサイクル困難で、殆どが埋立処分されている。

本研究では、処理困難な種々の廃プラを天然脂肪酸により、容易に熱分解し、リサイクル処理する新技術を開発している。今回、天然脂肪酸である植物油を用いてUPが分解でき、その分解物は、ボイラーの燃料油として利用可能なことと、そのリサイクル・システムの構想を解説する。

## 1. 脂肪酸油によるFRP母材の熱分解

脂肪酸として、大豆油(日清オイリオ製)

を用いた。植物油の主成分は、グリセリンに3種の脂肪酸が結合したトリグリセリドである(図1)。FRP母材の試料としてスチレン架橋させたオルソフタル酸系UP(ジャパンコンポジット製、図2)

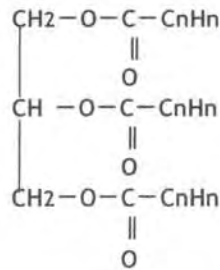


Fig.1 Triglyceride.

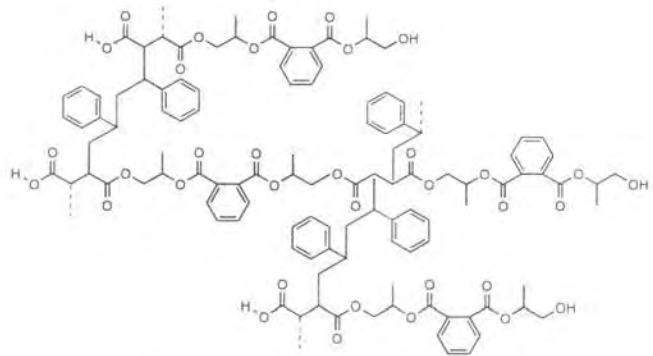


Fig.2 Unsaturated polyester cross-linked with styrene.

を0.3 cm<sup>3</sup>内に破碎した。

実験に用いた反応装置を図3に示す。手順として、反応器にUPと植物油を各々100 g入れる。植物油を大気下で所定温度まで加熱、所定の時間保持し、廃UPを反応分解させた。

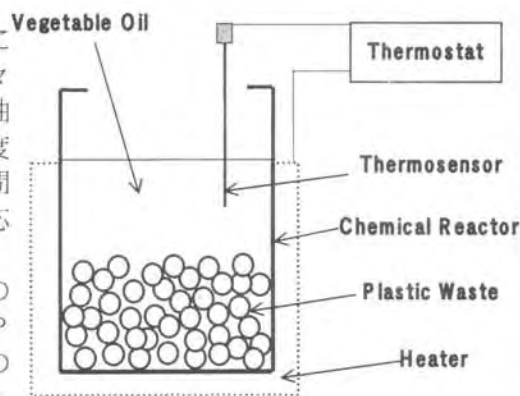


Fig.3 Chemical Reactor.

図4に植物油の温度に対するUP樹脂の分解速度のアレニウス・プロットを示す。正の活性化エネルギーを示し、UP

の分解は、高温になるほど促進されることが解る。100 gのUPは、320℃で90分、350℃では12分で完全に分解する。

尚、赤外吸収スペクトルと分子量分布の測定結果からUP分解物は脂肪酸との熱的なラジカル反応により、分子鎖とスチレン架橋部が切断されていると推察する。※ 今後、可能な限り脂肪酸油の温度を低く抑え、廃プラの分解性を高めることが研究課題である。

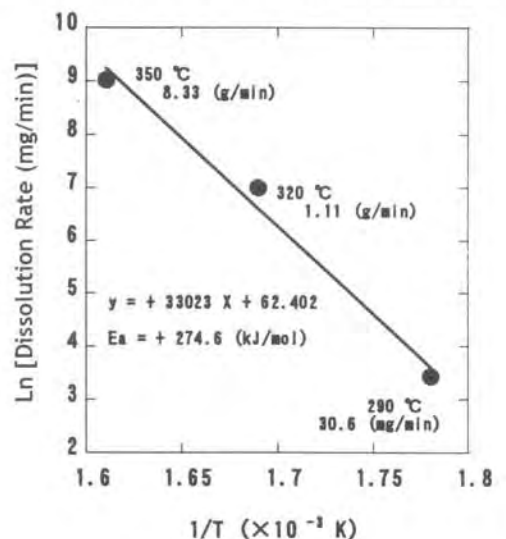


Fig.4 Arrhenius plot of UP dissolution.

## 2. UP分解物の燃焼実験<sup>1)</sup>

表1に各試料を燃焼した際の低位発熱量を示す。熱分解された植物油を含んだUPの発熱量は、固体UPよりも高い。分解物の発熱量は、重油より低いものの、ボイラー燃料に利用可能な値である。

UP分解物を800℃で燃焼させ、生じたガスのガスクロマトグラフによる分析結果を表2に示す。SO<sub>x</sub>の発生が僅かに認められるものの、CO、NO<sub>x</sub>、及びHC化合物の発生は認められない。CO<sub>2</sub>の発生量がほぼ100wt%に達している。この

ことは、液体のUP分解物は、高温下で瞬時にガス化され、完全燃焼が生じていることを示している。廃プラの直接燃焼では、先ず、固形物の廃プラは高温下で液化化され、そしてガス化し、燃焼する。これに対し、液状の廃プラ分解物は燃焼効率が良く、完全燃焼しやすく、CO<sub>2</sub>以外のガス発生は抑制されると考えられる。これら結果より、UP分解物はボイラー燃料に利用できるものと判断する。

Table 1 Combustion Heat of Sample

	Dissolved UP	UP	Heavy Oil	Bean Oil
E (kJ/g)	38.5	30.0	44.0	39.5

Table 2 Combustion Gas of Dissolved UP

Temp.	Amount of gas (mg) <sup>*</sup>				
	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	HC Compound
800 °C	2900	— <sup>**</sup>	0.06	— <sup>**</sup>	— <sup>**</sup>

<sup>\*</sup> Conversion Value of using UP dissolution sample of 1.0 g.

<sup>\*\*</sup> Non-detection.

## 3. 廃FRPの分解装置<sup>2)</sup>

日清プラントエンジニアリングの齋藤らは<sup>2)</sup>、植物油による廃FRPの分解装置を開発している。その装置の概略を図5に示す。装置構成は、廃プラを植物油中で加熱分解させるタンクを上部に、下部には分解物を冷却するタンクが位置する。両タンク内の反応物は、ガラス繊維の凝集を防ぐため、二枚翼で攪拌される。冷却タンクの下部には、UP分解物とガラス繊維とを分離する遠心分離機が存在する。さらに、反応時に生じる油蒸気の排気処理ダクトを設けている。これら機器は、シーケンサで自動制御される。本装置により、廃FRPは、容易に加熱分解され、冷却後、UP分解物とガラス繊維とに遠心分離することができる。本装置にて、廃FRPが分解される状態を図6の写真に示す。

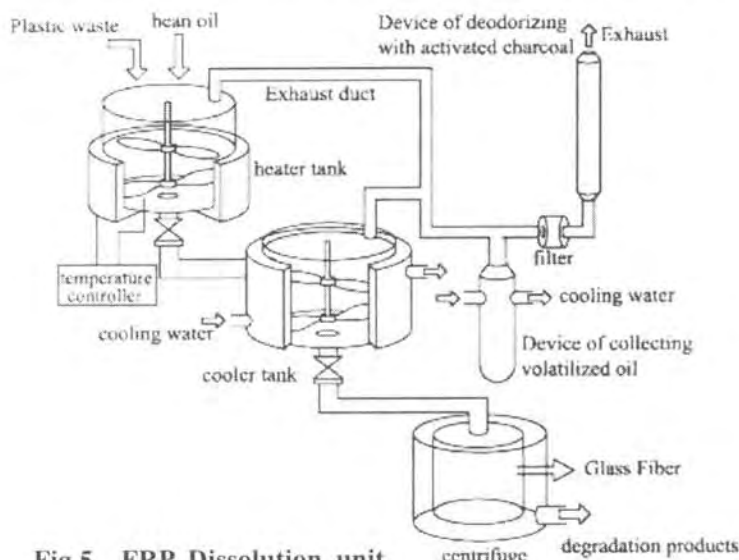


Fig.5 FRP Dissolution unit using vegetable oil.

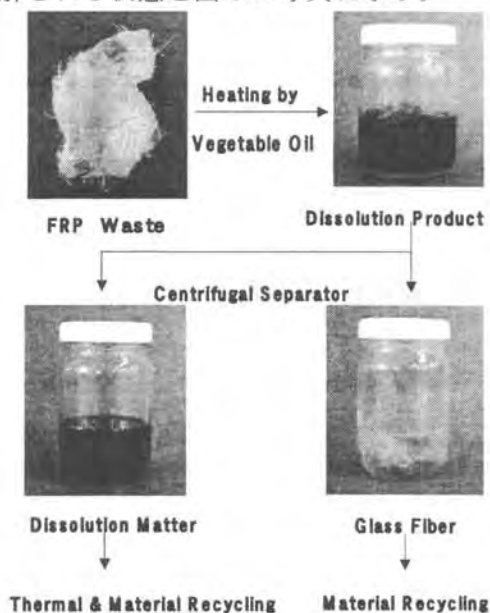


Fig.6 FRP dissolution process .

## 4. まとめ

- (1) FRPのUP母材は、加熱した天然脂肪酸の植物油中で容易に分解できる。その分解反応は、植物油の温度が高くなるほど促進される。
- (2) UP分解物は、完全燃焼し、発熱量は固体のUPより高く、サーマル・リサイクルが可能である。
- (3) 植物油を用いる分解装置にて、廃FRPは、容易に分解し、UP分解物とガラス繊維に分離できる。

※ 現在、天然脂肪酸類で分解した廃プラをマテリアル・リサイクルする研究を検討している。

【参考文献】(1) 根上, 佐野, 吉村ほか: 自動車技術会学術講演会前刷集, No. 54-02, p.9-12 (2002).  
(2) 佐野, 高柳, 齋藤, 田近 ほか: 同学会講演会前刷集, No. 60-03, p.7-10 (2003).

\*連絡先: 山梨県環科研 佐野, TEL: 0555-72-6186, E-mail: sano@yies.pref.yamanashi.jp