

つじ としろう たなか よしき しばた としはる うえまき おさむ いたう ひろのり
(北大院工) ○辻 俊郎・田中義樹・柴田俊春・上牧 修・伊藤博徳

1. 緒言

廃プラスチックの中でも、ポリエチレンは最も排出量が多く、分解しづらいプラスチックであると言われ、燃料油化の研究が多くなされている。ポリエチレンの熱分解ガス化についての研究は、油化の研究ほど多くは発表されていない。しかしガス化により、発電などの新しい用途が期待できる。

これまでのポリエチレンの熱分解ガス化の研究としては、流動層を用いた、部分燃焼による熱分解方式が検討されている^{1), 2)}。部分燃焼方式はプロセスが簡単であるが、燃焼排ガスや空気中の窒素が混入するために、生成ガスの発熱量が低くなるのが欠点である。そこで、本研究では、生成ガスの品質と発熱量を上げるために、外熱法による熱分解について検討を行った。

2. ポリエチレンの2段階熱分解ガス化

ポリエチレンは化学量論的にはモノマーであるエチレンに分解できるが、実際の熱分解では高分子の切断過程で様々な反応が起こり、多様な生成物ができる。本研究では熱分解による生成ガスの品質と収率を向上させるために、図1に示すような、2段階でガス化をおこなうプロセスを検討した。

すなわち1段階目は通常の熱分解油化と同様であり、ここで得られた油を一部燃焼させ、この熱により外熱式で残りの油のガス化を行う。

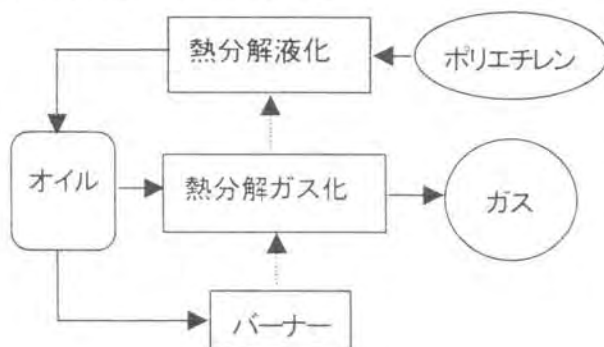


図1. ポリエチレンの2段階ガス化の概念図

3. 実験

図1のプロセスを検討するために、小型の実験装置により、反応特性の実験を行った。図2は1段階目のオイルを得るための液化実験装置で、通常のバッチ式の熱分解槽である。内径30mmのガラス容器にペレット状のポリエチレン(LDPE)を10g充填し、赤外線ヒーターで30°C/minで昇温後、470°Cで30分加熱した。分解油は氷水のトラップで、分解ガスはテフロンバッグで全量回収した。油の分析には島津ガスクロGC-17A, カラム SINWA CHEMICAL HR-1; 25m、ガスの分析には島津 GC-14B, カラム J&W SCIENTIFIC GS-Alumina; 50mを用いた。

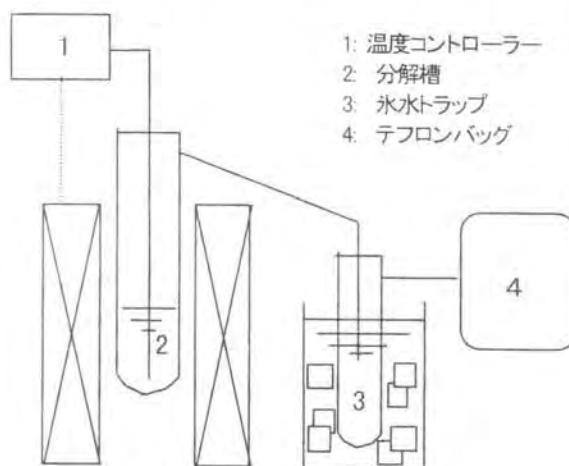


図2 熱分解液化実験装置

2段階目のガス化の実験装置の概念図を図3に示した。図2の3で得られた油をシリンジ型のマイクロフィーダーで反応管(内径10mm 長さ600mm 石英ガラス製)に供給し、管状電気炉(有効炉長400mm)で加熱分解した。滞留時間を調節するためにオイルと共に窒素ガスを反応管に供給し、温度と滞留時間を変えて実験をおこなった。生成ガスは液体窒素トラップを通した後、テフロンバッグで全量回収した。

*〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目
北海道大学大学院工学研究科物質工学専攻
Tel & Fax: 011-706-6552
E-mail: ttsuji@eng.hokudai.ac.jp

実験終了後、液体窒素トラップを常温に戻し、凝縮したいたガスもテフロンバッグで回収し、生成ガス量を測定した。また前述したガスクロで成分を分析した。またトラップに残った油分の重量と成分も測定した。

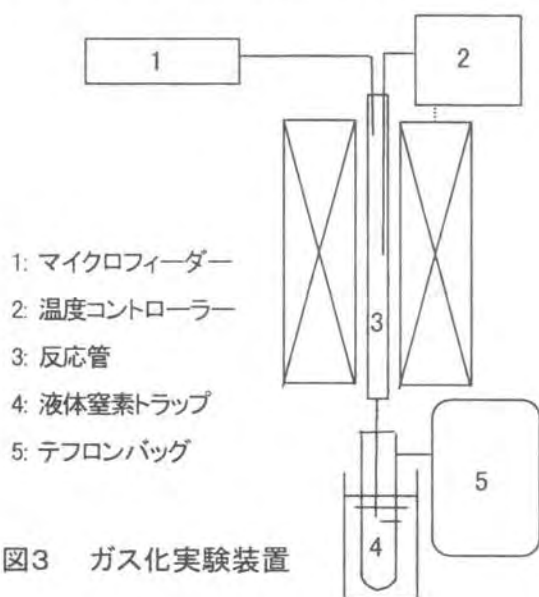


図3 ガス化実験装置

4. 結果と考察

図2の1段目の熱分解反応は良く知られている油化反応であり、熱分解によりポリエチレンは主にパラフィンとモノオレフィンに分解する³⁾。反応温度が高い方が生成速度は速いが、生成油の平均分子量は大きくなり、ガスの生成量も増加する。本実験では生成油が常温で液体となる条件で反応させるために、温度を470℃とした。この条件では、470℃に昇温した後、約10分間で約80%の分解油が氷水トラップ中に得られた。氷水トラップで回収した油を分解油、分解槽に残った油をかん液とし、図4に生成物の割合を示した。分解油の主成分はパラフィンと1-オレフィンで、図5に炭素数の分布を示した。炭素数は広い分布を持っているが、炭素数の低い成分が比較的多く、常温で液体となった。

この分解油を図3の装置でガス化実験を行った。反応温度を700℃、空間時間を約10secとして実験を行ったときの生成物の割合を図6に、生成ガスの成分の割合を図7に示した。図6中の生成油は図3の4の液体窒素トラップに残った油で、主成分はベンゼン21.8%、トルエン13.5%、キシレン4.7%で、その他非常に多くの成分を含んでいる。図6中のその他は装置に付着したタール類やコーキングした炭素など

が含まれる。この温度ではコーキングの割合は1%以下で、少なかった。ガスの収率は57.3%で、主成分はエチレン、プロピレン、ブチレン等のオレフィン類であった。反応条件とガス化収率、ガス組成との関係について現在実験を行っている。

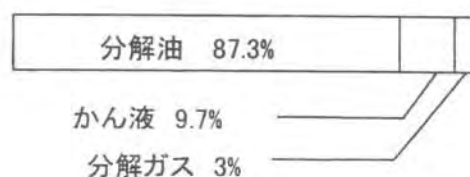


図4 熱分解液化実験の生成物割合(wt%)

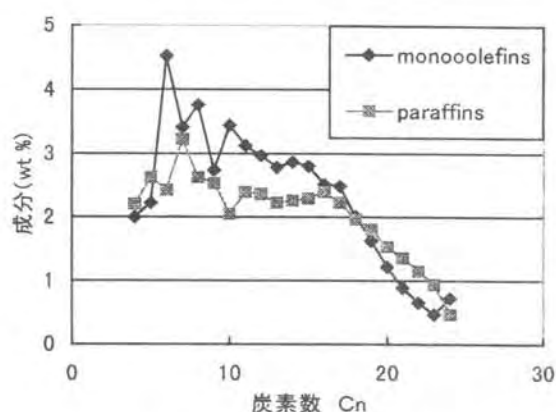


図5 熱分解液化分解油の炭素数分布

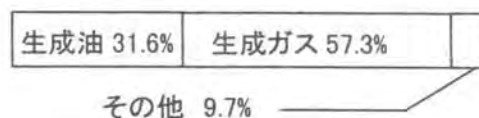


図6 ガス化反応生成物の割合 (wt%)

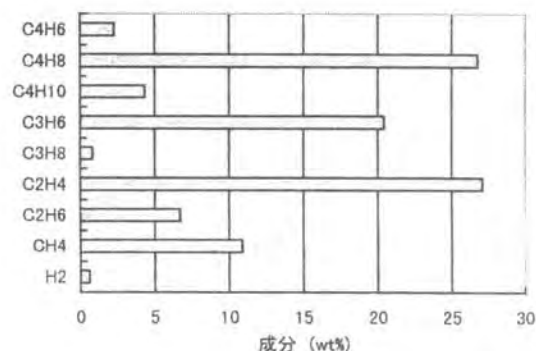


図7 生成ガスの成分 (wt%)

参考文献

- 1) 梶内俊夫他、ケミカルエンジニアリング、No.11,57(1992)
- 2) 西崎寛樹、北開試技術資料、7(1978)
- 3) 村田勝英、化学経済、No.7,62(1994)