

# マイクロリアクタによる反応制御方法に関する研究

中央研究所加工技術課 森本英樹、川堰宜隆\*<sup>1</sup>、釣谷浩之、二口友昭 応用技術課 山崎茂一  
 生活工学研究所製品科学課 塚本吉俊\*<sup>2</sup> 機械電子研究所 藤城敏史  
 若い研究者を育てる会 磷化学工業株式会社 大橋裕之 コーセル株式会社 梅原洋平

## 1. 緒言

マイクロリアクタは、数10～数100マイクロメートルオーダーの微細流路を持つ反応装置のことであり、主に化学工業、医薬分野で導入が検討され始めている。マイクロリアクタは、①瞬時に2液が拡散混合するため効率的な混合が可能である、②伝熱面積が大きいため温度制御が容易である、という特徴がある。このため、反応の暴走による爆発危険性を回避できる、不純物の生成量を減らせるとされる。しかし、処理量が少ないため、工業化するには同一のマイクロリアクタを多く設置しなければならず、コストがかかるといった問題もある。そこで、本研究では、マイクロリアクタの利点を損なわずに生産量を増加させるマイクロリアクタ構造、反応方法について検討した。

## 2. 実験方法

図1は、本研究で対象としたフェノールのニトロ化反応の反応式を示す。この反応は、工業用原料や医薬品の生産に多用される一方、発熱を伴う非常に危険な反応であり、通常用いられるバッチ法では反応状況を制御しながら滴下混合される。こうした反応系においてマイクロリアクタはその特徴（特に温度制御性）をいかせると考えられる。

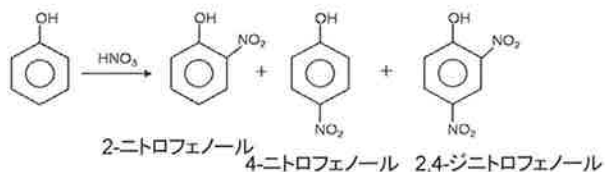


図1 フェノールの硝酸によるニトロ化反応式

図2は、マイクロリアクタを用いたニトロ化反応実験（フェノール水溶液 0.9mol/l と硝酸水溶液 5.2mol/l の混合）を示す。反応溶液を流量制御されたシリンジポンプから送液し、温度保持されたウオータバス内に設置した Y 字型リアクタ（螺旋流路ミキサ設置）によって混合した。さらに混合溶液を所定長さのチューブ内を流した後、反応溶液を採取した。次に反応溶液中のモノニトロフェノール（2-、4-ニトロフェノール）および2,4-ジニトロフェノールの生成比率をガスクロマトグラフィによって測定し反応特性の評価とした。実験では、流路寸法を変えたマイクロリアクタ（type I：溝幅 1mm、深さ 0.25mm 矩形溝 type II：溝幅 2mm、深さ 0.5mm、type III：溝幅 4.0mm、深さ 1.0mm）について反応特性の比較を行った。溶液処理量はそれぞれ、Type I では 200 μl/min、Type II では 800 μl/min、Type III では 3200 μl/min である。

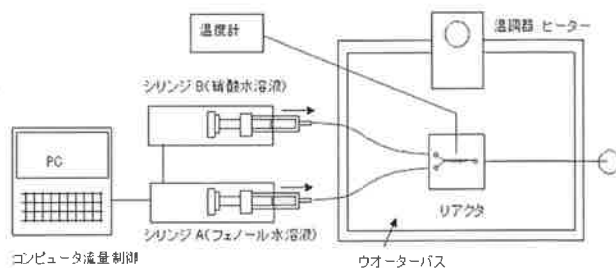


図2. マイクロリアクタ反応実験図（上から見た図）

## 3. 実験結果

図3は、30℃でのマイクロリアクタ（Type I～III）におけるフェノール残存率とニトロ生成物比率の変化を示す。図より、処理量を変化させても同様の傾向（反応時間と生成比率の関係）が得られることがわかる。これは、螺旋流路ミキサによって薬液混合が速やかに行われること、また反応時の発熱による温度上昇が抑制されること（放熱面積が大きいため）、によって副生成物（ジニトロ体、ポリマーなど）が抑制されるためと考えられる。

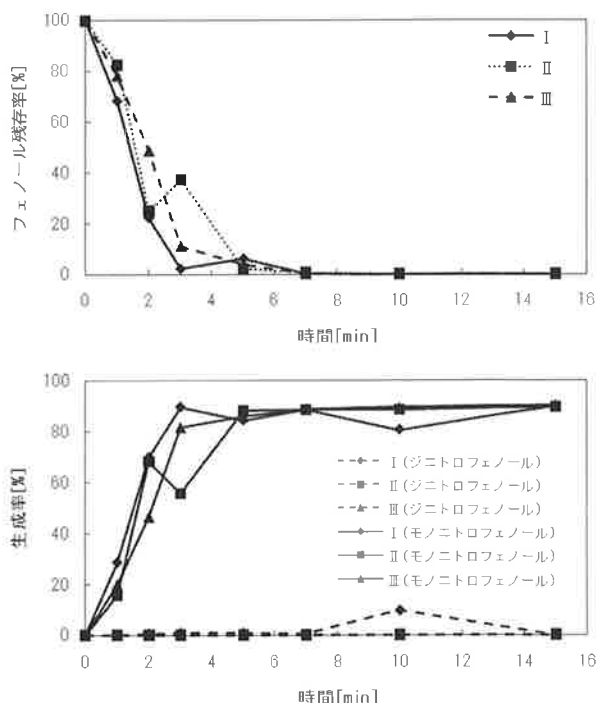


図3. マイクロリアクタ（Type I、II、III）によるフェノール残存率とニトロ生成物の時間変化

参考：平成20年度 若い研究者を育てる会 論文集

\*1 PJ 推進担当 \*2：中央研究所 材料技術課