

# 高温高圧水によるグルタミン酸からの有用物質の合成

高温高圧水雰囲気下でのグルタミン酸から生分解性プラスチック原料への変換（令和4～6年度）

材料技術部 〇近藤 永樹、吉田 誠一郎  
新技術創生研究推進室 小川 雄太、松嶋 景一郎

## 1. はじめに

脱炭素社会の実現に向け、石油資源に依存しない化成品原料の製造技術が求められている。本発表では、自然界に豊富に存在し、天然物から回収可能なグルタミン酸（Glu）を利用し、生分解性プラスチックの原料となる2-ピロリドン（2P）の合成を検討した結果を紹介する。2Pはナイロン4の原料として有望視されるが、現在は石油由来原料から生産されており、環境負荷の少ない代替プロセスの確立が課題である。これを解決すべく、Gluおよび加熱して得られるピログルタミン酸（PGA）を原料とし、安全で取り扱いやすい水を反応場とする超臨界・亜臨界水反応を適用した。

## 2. 回分式反応による変換と変換機構の推定

SUS 316製の体積一定の反応容器に、所定圧力となる量の原料水溶液を密閉し、予備加熱した電気炉へ挿入した。2時間保持して反応を進行させた後、容器を直ちに電気炉から取り出し、冷水浴で急冷して反応を停止した。生成物はGC-MSで同定・定量した。

図1にPGAから2Pへの変換経路を示す。PGAから2Pを得るには、(1)水素加圧下での水素添加反応、(2)ワンポットで進行する脱炭酸反応の二つの経路が考えられる。回分式反応器を用いたPGAの反応の結果、2Pは超臨界水条件（400℃、25 MPa）で最も高収率を示し、その際、(1)で得られる中間生成物（ピログルタミノール）がGC-MSで検出されなかったため、この条件下では水素添加経路を経由しない脱炭酸反応が主たる経路であると推定された。

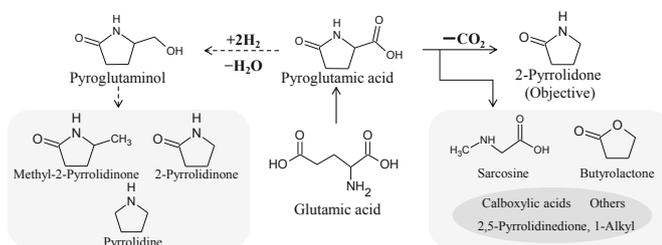


図1 ピログルタミン酸から2-ピロリドンへの変換経路

## 3. 流通式反応による変換と収率

次に流通式装置（超臨界/亜臨界水マイクロ空間反応システム）を反応に供した。水を高圧ポンプで送液し、別のポンプで送液した原料と反応部（ハステロイ製、0.5 mm×3 m、0.59 cm<sup>3</sup>）入口で混合することで所定温度まで昇温

し反応を行った。出口で急冷し反応を停止させた。圧力は背圧弁で制御し、生成物はGC-MSで分析した。

図2にPGAの変換結果を示す。流通式反応では、気相、液相、超臨界水条件で40通りの実験を行い、400℃、30 MPaにおいて最高収率を得た。また、超臨界水条件付近で高収率を示す一方、400℃の気相条件でも高収率を示し、さらに、収率向上の要因として水のイオン積（Kw）との相関を解析した結果、Kwが高いほど2P収率が向上する傾向が確認された。

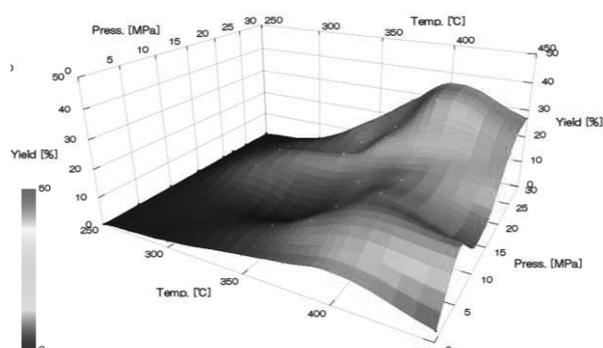


図2 ピログルタミン酸の変換反応結果

## 4. 実バイオマスを用いた反応

北海道産のコンプから、Gluを含む各成分を熱水抽出した後、イオン交換樹脂を用いた吸着・溶離を行い、濃縮した。その後、等電点晶析によりGluを結晶化し、減圧ろ過・乾燥によって実バイオマス由来Glu（実Glu）粉末を得た。この粉末を所定濃度に溶解し、回分式超臨界水反応を適用した。

実Gluを用いた回分式反応（374℃、22.1 MPa）では、2P収率が25%となり、試薬Gluを用いた結果（29%）とおおむね同等であることが明らかとなった。

## 5. おわりに

本研究では、水を反応場とする超臨界・亜臨界水技術を活用し、GluおよびPGAから2Pを合成するプロセスを検討した。今後は、広報活動を通じて関心を持つ企業等を募り、協力の可能性を模索する。また、実験条件の最適化により技術の完成度向上を目指す。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費22K14718の助成を受けました。コンプは北海道立工業技術センターより提供を受けました。

（連絡先：kondou-hisaki@hro.or.jp）