

下水汚泥からの有用石油関連物質への転換を 可能とする酸化鉄系触媒の開発

(北海道大学大学院工学研究科) 麓 恵里・水谷洋輔・舟井 啓・多湖輝興・増田隆夫

下水処理場で定常的に排出される汚泥は、埋設や焼却などの手段で処理され、大気汚染や地球温暖化といった問題を引き起こす一因となっている。そこで、汚泥を資源の乏しい日本で産出される数少ない資源と捉え、少ないエネルギーで有用石油関連物質へ転換できれば、汚泥処理に関する環境・エネルギー両面の問題を同時に解決することができる。

汚泥は多量の水を含むため、汚泥から有用石油関連物質への転換反応では、水蒸気雰囲気下で安定な触媒が必要である。発表者らは既に、水蒸気雰囲気下で ZrO_2 担持酸化鉄触媒によって、固形パーム廃棄物を熱分解して得られる廃液が酸化分解され、ケトンとフェノールが選択的に生成することを見出した。そこで、本触媒を用いて汚泥からケトンなどの有用石油関連物質への転換反応実験を実施した。まず、下水消化汚泥を水熱条件下で可溶化し、得られた液を原料として回分式オートクレーブ反応器を用いて 523 K、2 MPa で ZrO_2 担持酸化鉄触媒による分解反応を行った。その結果、 ZrO_2 担持酸化鉄触媒によって、消化汚泥由来可溶化液からアセトンが選択的に生成した。触媒の ZrO_2 上で水分子が分解され、酸素活性種が生成する。この酸素活性種が酸化鉄上で消化汚泥可溶化液の酸化分解を引き起こし、アセトンなどの含酸素化合物が生成する。 ZrO_2 担持量が増加すると、水の分解による酸素活性種量が増加し、触媒活性が向上した。 ZrO_2 担持量 7.7 wt% の酸化鉄触媒を用いて消化汚泥可溶化液の分解反応を行った際のアセトンの炭素収率は 82.1 % で最大であった。しかし、 ZrO_2 担持量 15.8 % の酸化鉄触媒を用いた場合には、消化汚泥由来可溶化液分解のアセトン収率が減少した。これは、多量の ZrO_2 が酸化鉄の表面を覆い、酸化鉄上での消化汚泥可溶化液の酸化分解が起こりにくくなったためと考えられる。

本触媒反応の有用性を実証するため、ベンチスケールの大型固定層型流通式反応器を用いて 573 K、2 MPa で消化汚泥由来可溶化液の接触分解を行った。その結果、上述の回分式オートクレーブ反応器を用いた場合と同様に高収率でアセトンが生成した。よって、 ZrO_2 担持酸化鉄触媒によって消化汚泥由来可溶化液から連続的にアセトンが生成することが判明した。

