

【グループ・テーマ1 シーケンシャル・ユース・プロセス技術の開発】

サブテーマ名：1-1 固体廃棄物と廃熱のシーケンシャル・ユースによる環境負荷低減技術の開発
 小テーマ名：1-1-2 高性能金属担持炭素触媒を用いた低温ガス化による廃水中の有機物の水素、メタンへの転換

サブテマリーダー(所属、役職、氏名)

京都大学大学院工学研究科 教授 三浦 孝一

研究従事者(所属、役職、氏名)

関西日本電気(株) 環境工務部 部長 山口 浩司、環境管理チームマネジャー 西口 佳孝、
主任 矢谷 龍男、三好 君雄、安藤 勝、二神 義英、田尻 孝介

大阪ガス(株) エンジニアリング部 ECO エネルギチーム マネジャー 小川悦郎、リーダー 大隅 省二郎、
山崎 健一、富士谷 啓

(財)滋賀県産業支援プラザ 主任研究員 Nakorn Woraswannarak

研究の概要、新規性及び目標

①研究の概要

様々な工場から多量の有機物を含む廃水が排出されているが、これらは通常生物処理や凝集剤の添加で汚泥として沈殿させ、廃水から除去している。従来の生物処理法では非常に時間がかかり、設備が大型化する上に汚泥という新たな廃棄物も生み出してしまふ。本研究では、小テーマ1-1-1で製造した金属担持炭素触媒(ニッケル/炭素触媒)を用いて、廃水中の有機物を水熱ガス化し、処理水(きれいな水)と同時に燃料ガスを得るというプロセスの開発を行う。本プロセスでは、汚泥等の廃棄物は一切排出せず、廃水中の有機物の持つエネルギーを、利用しやすい燃料ガスに転換するというものである。

②研究の独自性・新規性

上で述べたように従来の廃水処理法は、生物処理法が中心で、多大なエネルギーを投入して多段階的に処理されており、正に廃水を処理するためのものである。しかしながら、廃水中であっても有機物は本来のエネルギーを持っており、それが利用しにくい形(水溶液)のためにエネルギーを投入して廃棄されているものである。本研究で提案するプロセスは、廃水中の有機物を水熱ガス化することにより、メタンや水素などの利用しやすい形態に転換するもので、廃水中から効率よく有機物をガスとして分離する。本プロセスを実現するためには、低温で有機物を効率よくガス化する触媒が必要不可欠であるが、通常のシリカ・アルミナ系触媒は高温熱水中では不安定なため使用できず、小テーマ1-1-1で開発した高温熱水中でも安定な金属担持炭素触媒を用いて初めて実現できるものである。そのため、これまでにはない独自性の高い研究である。

③研究の目標(各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に)

フェーズⅠ：工場からの有機物を含む実廃水を金属担持炭素触媒を用いて350℃以下でほぼ完全にガス化し、有機物をほとんど含まない処理水を得るとともに燃料ガスである水素とメタンを回収する。

フェーズⅡ：実際の工場からの廃水を用いて水熱ガス化触媒の耐久試験を実施し、各種有機物が触媒の耐久性に及ぼす影響を明らかにして4,000時間以上の触媒耐久性があることを検証し、本プロセスが実用化可能であることを検討する。

研究の進め方及び進捗状況(目標と対比して)

[フェーズⅠ]

フェノール等の有機溶剤について、200～350℃で小テーマ1-1-1で調製した金属担持炭素触媒を用いて水熱ガス化を実施し、300℃以下で水中の有機物を除去するとともにメタン、水素、CO₂を得た。原料水中の有機炭素はほぼ100%メタン、水素もしくはCO₂に転換できており、高活性な水熱ガス化システムであることがわかった。実際の工場からの廃水についても、廃水中の有機炭素濃度が20,000mg/lと非常に高かったが、ほぼ完全にガス化することができ、メタン55%、水素15%、CO₂30%の燃料ガスが得られた。この結果からエネルギーバランスを計算すると、本プロセスからエネルギーを生産できるプロセスであることがわかった。

[フェーズⅡ]

実際の工場廃水を連続的に処理できることを検証するために、小テーマ1-1-1で調製した金属担持炭素触媒を用い、なおかつ最適ガス化条件である270℃,9MPaという水熱ガス化条件で、触媒耐久性を検討した。その結果、4,000時間以上の触媒耐久性があることを確認した。現在も連続処理は継続中である。

また、実際の工場廃水には、いろいろな化合物が混在しているが、小テーマ1-1-1で検証したように、塩素化合物が問題であったが、添加剤Xを添加することにより、触媒活性の低下を抑制できることをベンチスケールのプラントでも確認した。

主な成果

具体的な成果内容：

[フェーズⅠ]

提案プロセスにおいて、各種有機物を350℃以下で完全にガス化することに成功するとともに生成ガス組成が、平衡計算から算出した平衡組成とほぼ一致していることがわかった。濃度が非常に高い実際の工場からの廃水においても、メタンと水素を主成分とする燃料ガスを得ることができた。さらに、実際の工場廃水の主成分で調製した模擬廃水で触媒の耐久試験を実施したところ、350℃、20MPaで2,000時間以上の耐久性を有していることがわかった。

[フェーズⅡ]

実際の工場廃水で触媒の耐久試験を実施したところ、270℃、9MPaで4,000時間以上の耐久性を有していることがわかった。(現在も継続中)

本研究成果であるニッケル炭素触媒は、工業的にも十分高い耐久性を持っていることがわかった。

特許件数：8

論文数：7

口頭発表件数：13

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

廃水中の有機物を水熱ガス化する研究は、市販のニッケル触媒を用いて実施されているが、本触媒よりも初期活性が非常に低く、耐久性も乏しいものである。また、他にもアルカリを用いた例も報告されているが、本触媒のようにメタン、水素、CO₂に完全にガス化されているものは報告されておらず、有機物の水熱ガス化触媒としては、他に類を見ない非常に高い水準である。

2 実用化に向けた波及効果

有機物を含む廃水の処理は、世界的にも問題になっており、活性汚泥法では、新たに発生する汚泥の処理が問題である。本法では、汚泥が全く発生しない上に燃料ガスも得られるプロセスであり、また設備も非常にコンパクトにできることから、波及効果は非常に大きい。

残された課題と対応方針について

本水熱ガス化システムを実用化するために、装置コスト、運転コストを精査し、経済的に成り立つシステムを検討していく。

	JST負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計
	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H19年	小計	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H19年	小計	
人件費	1,272	6,570	7,245	7,513	5,732	5,151	33,483	4,160	15,876	13,950	10,950	10,950	9,450	65,336	98,819
設備費	0	50	11,402	317	557	6	12,332	0	0	0	0	0	0	0	12,332
その他研究費*	9	1,613	1,098	3,320	8,097	4,204	18,340	1,300	6,446	2,820	2,820	2,820	2,740	18,946	37,286
旅費	7	147	319	623	324	721	2,142	36	144	240	240	240	180	1,080	3,222
その他	19	343	701	1,747	1,977	1,975	6,762	2,294	9,486	5,580	5,580	5,580	5,310	33,830	40,592
小計	1,308	8,722	20,765	13,520	16,687	12,058	73,059	7,790	31,952	22,590	19,590	19,590	17,680	119,192	192,251

代表的な設備名と仕様 [既存(事業開始前)の設備含む]

JST負担による設備：結晶構造解析ソフト一式、塩素硫黄分析計一式、卓上型精密温度調節装置
地域負担による設備：

※ 複数の研究課題に共通した経費については按分する。

*：その他研究費は、消耗品費、材料費等