

医療系廃棄物の水熱反応分解処理工程での放電脱臭技術開発

著者	佐藤 孝紀, 石森 鋼男
雑誌名	室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
巻	23
ページ	33-35
発行年	2013-02
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009053

医療系廃棄物の水熱反応分解処理工程での 放電脱臭技術開発

佐藤 孝紀*1, 石森 鋼男*2

1 はじめに

本研究は、医療系廃棄物の水熱反応分解プロセス中で生じる臭気物質を、放電プラズマ中の高エネルギー種、活性種、紫外線などを用いて分解・無臭化することを目的とする。水熱反応分解で生じる臭気物質のうち臭気しきい値が低いブチルアルデヒド、メチルメルカプタンなどをそれぞれ放電分解処理するとともに、これらの臭気物質を混合した模擬臭気ガス中でも放電プラズマを発生させ、分解率、生成物を測定する。

2 実験装置および実験条件

本研究では、パケットベッド放電を用いて臭気物質を分解する。また、イソブチルアルデヒド($(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$, 臭気しきい値 0.0009 ppm), ブチルアルデヒド($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHO}$, 臭気しきい値 0.0003 ppm) およびメチルメルカプタン(CH_3SH , 臭気しきい値 0.0001 ppm)を処理対象とする。以下に、使用する実験装置および実験条件について述べる。

2.1 実験装置の構成

図 2.1 および 2.2 は、実験装置の概要および写真をそれぞれ示す。実験装置は、電源(紺色)、計測・分析部(赤色)およびガス導入・排気部(緑色)から構成される。パケットベッド放電の発生に用いた電源は、インバーターネオトランス(小寺電子製作所製, 図 2.2(a), CR-N16)であり、入力端子間(白および黒色)に AC100V

を印加すると、出力端子間(灰色)に、 15 kV_{pp} の交流のように、駆動周波数 17kHz で出力されるが、50Hzの包絡線を描きながら振幅が変化する。

放電リアクタは、外径 $\phi 22\text{mm}$, 内径 $\phi 20\text{mm}$ ガラス管の中心に直径 $\phi 2.0\text{mm}$ のステンレス棒電極を挿入し、ガラス管内にガラスビーズまたは TiO_2 の粒を充填し、ガラス管外側にアルミ製網目(線径 0.3 mm, 16 mesh)を巻きつけたものである。窒素 - 酸素混合比を $\text{N}_2 : \text{O}_2 = 80 : 20\%$ とした合成空気に臭気物質を混合したガスを放電リアクタにフローさせた状態で、インバーターネオトランスを用いて棒電極と網目間に交流高電圧を印加し、充填材料とガラス内管の間および充填材料間にパケットベッド放電を発生させた。なお、網目側を接地している。

リアクタのオフガスをサンプリングバッグ(容量 3 L)に捕集し、これを光路長 10 m のガスセル(Infrared Analysis 製, 10PA)を装着したフーリエ変換赤外分光光度計(島津製作所製, FT-IR8900)およびガスクロマトグラフ質量分析計(島津製作所製, GCMS-QP2010Plus)を用いて分析した。

3 実験結果

3.1 パケットベッド放電

図 3.1 は、ガラスビーズおよび TiO_2 を充填したときのパケットベッド放電の様子を示す。ガラスビーズを充填したときの発光が TiO_2 を充填したときよりも強い。

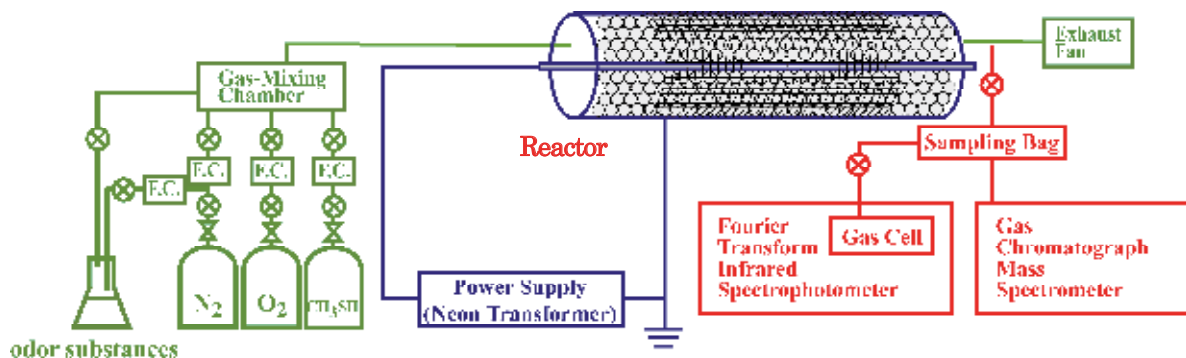


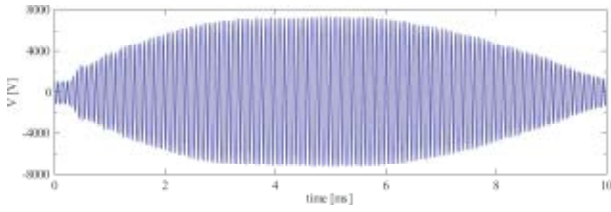
図 2.1 実験装置の概要

*1 もの創造系領域

*2 株式会社 EMI・代表取締役



(a) インバーターネオントランス



(b) 電圧波形



(c) 放電リアクタ

図 2.2 実験装置の写真と電圧波形

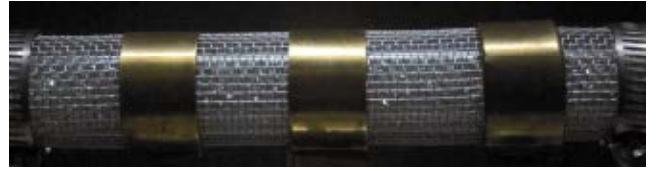
しかし、 TiO_2 が光を通さないことを考慮すると、これらの写真から充填材料による発生強度に関する特性を導くことはできない。

3.2 イソプチルアルデヒドの分解特性

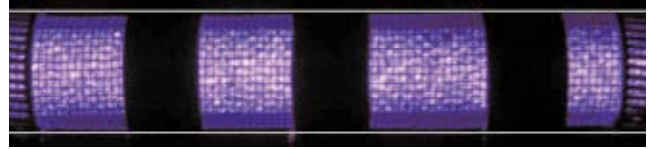
表3.1は、イソプチルアルデヒドをパケットベッド放電で分解したときの実験条件を示す。ここでは、充填材料としてガラスビーズおよび TiO_2 を用いるとともに、それらを50:50で混合した場合について調査する。また、充填材料のサイズを直径 $\phi 1, 2, 3, 4$ および5 mmと変え、その影響についても調べている。

表 3.1 実験条件

$\text{N}_2 : \text{O}_2$ 混合比 (体積比)	50 : 20 %
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ 初濃度	200 ppm
ガス流量	2.0 L/min
印加電圧	15 kV _{eff}



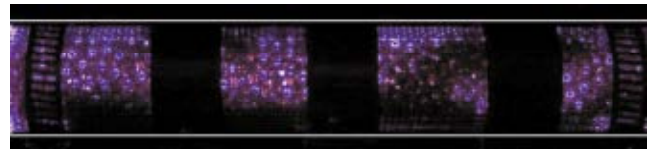
(a) 放電リアクタ (ガラスビーズ)



(b) 放電の様子 (ガラスビーズ)



(c) 放電リアクタ (TiO_2)



(d) 放電の様子 (TiO_2)

図 3.1 放電の様子

3.2.1 イソプチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度

表 3.2 は、イソプチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度を示す。

表 3.2 イソプチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度

Packed bed	Size [mm]	Conversion rate [%]	Concentration [ppm]						
			CO_2	H_2O	CO	HCOOH	BAH	C_2	N_2O
glass beads	1	95.5	295.1	75.1	59.6	1.56	2.8	152.5	96.5
	2	91.9	293.6	80.9	59.7	1.56	3.1	205.7	166.2
	3	99.7	265.7	75.8	69.0	1.56	1.7	165.5	117.1
TiO ₂	1	98.1	274.1	82.1	72.2	1.1	1.1	165.9	88.2
	2	98.7	281.6	19.2	119.8	9.0	2.1	102.7	152.1
	3	96.9	78.9	75.1	48.0	-	-	15.7	15.8
TiO ₂ / glass beads	1	99.2	275.0	54.1	61.6	8.9	2.1	206.5	162.5
	2	94.8	284.5	67.1	72.2	11.5	2.4	165.5	175.9
	3	98.3	267.5	64.6	116.8	19.3	2.9	167.9	162.5
TiO ₂ / glass beads & TiO ₂	1&4.5	98.1	325.6	56.8	82.2	-	1.1	157.6	96.4
	2&4.4	97.6	350.0	53.4	51.7	14.8	2.3	188.2	96.4
3&6	99.9	281.5	51.4	77.9	17.6	1.7	117.7	88.5	

分解率は、 $\phi 1\text{mm}$ の TiO_2 を充填材料に用いた場合を除き、92%以上となった。充填材料の種類によらず、直径が

φ3mmの充填材料が適していることがわかる。脱臭効果を有するO₃濃度が、ガラスビーズを充填したときよりもTiO₂を充填した用いた方が高くなり、TiO₂を用いると、放電とO₃の両者による脱臭が可能と考えられる。

3.3 プチルアルデヒドの分解特性

表 3.3 は、プチルアルデヒドをパケットベッド放電で分解したときの実験条件を示す。

表 3.3 実験条件

N ₂ :O ₂ 混合比 (流量比)	80:20%
CH ₃ (CH ₂) ₇ CHO 初期濃度	200 ppm
ガス流量	2.0 L/min
印加電圧	15 kV _{pp}

3.3.1 プチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度

表 3.4 は、プチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度を示す。

表 3.4 プチルアルデヒドの分解率および生成物の濃度

Pulse width [μs]	Size [mm]	Transmission rate [%]	Concentration [ppm]							
			CO ₂	HNO ₃	CO	HCOOH	PAN	O ₃	N ₂ O	
1000	1	95.5	212.1	41.1	32.6	10.6	2.9	332.5	6.2	
	2	94.9	252.5	59.8	19.8	12.6	3.7	298.7	6.2	
	3	95.7	282.1	48.8	12.2	12.6	2.7	362.5	6.2	
	4	95.2	291.1	62.3	16.8	9.1	3.7	352.9	6.2	
	5	95.2	272.2	30.2	17.2	6.9	2.1	362.5	11.4	
100	1	62.7	179.2	42.5	48.6	-	-	75.5	14.8	
	2	95.2	252.5	51.7	61.6	-	3.2	302.5	32.5	
	4	94.8	264.4	61.5	72.2	3.9	3.2	382.3	57.5	
	5	95.3	282.4	42.6	17.8	9.5	3.9	362.9	32.5	
	Glass bed	1&2	95.2	267.5	48.8	32.2	-	3.2	322.9	56.4
3&4		95.6	352.5	35.4	51.7	-	3.9	372.4	56.5	
5&6		94.9	324.5	69.4	32.3	3.8	3.2	402.8	58.5	

分解率は94%以上となった。充填材料のサイズ、種類および分解率の関係は、イソプチルアルデヒドの場合と同様であることがわかった。

3.4 メチルメルカプタンの分解特性

表 3.5 は、メチルメルカプタンをパケットベッド放電で分解したときの実験条件を示す。これまでの実験結果(3.2 および 3.3)に基づき、充填材料に直径φ3 mm のTiO₂を用いた。ここでは、初期濃度およびガス流量が脱臭特性に与える影響を調査する。

表 3.5 実験条件

N ₂ :O ₂ 混合比 (流量比)	80:20%
印加電圧	15 kV _{pp}

3.4.1 メチルメルカプタンの分解率および生成物の濃度

表 3.6 は、メチルメルカプタンの分解率および生成物の濃度を示す。

表 3.6 メチルメルカプタンの分解率および生成物の濃度

Initial concentration [ppm]	Flow rate [L/min]	Decomposition rate [%]	Concentration [ppm]				
			CO ₂	HNO ₃	CO	O ₃	N ₂ O
0.1		0%	1.9	306.2	-	802.6	1.8
1.5		0%	3.5	164.5	-	526.5	15.4
1.5	1.5	0%	3.5	32.1	3.5	850.4	15.9
3.5		0%	15.3	184.5	3.5	870.3	1.7
3.5		0%	16.5	182.9	6.3	843.5	1.7
1.5	0.1	0%	10.1	306.2	8.4	765.9	16.3
	1.5	0%	3.5	95.6	3.6	528.3	5.5

メチルメルカプタンの初期濃度およびガス流量の条件では、放電後のクロマトグラムにおいて、メチルメルカプタンのピークが見られないとともに、放電後のオフガスには、メチルメルカプタンのにおいがなかったことから、分解率を100%とした。生成物については、表中のものが検出されたが、SO₂は検出されていない。

4 まとめ

パケットベッド放電を用いて、合成空気に混合させたイソプチルアルデヒド、プチルアルデヒドおよびメチルメルカプタンを分解し、その特性を調査した。以下に結果を要約する。

- (1) 本研究で試作したリアクタにネオントランスで高電圧を印加することで、パケットベッド放電を発生できる。
- (2) パケットベッド放電により、合成空気に混合した微量のイソプチルアルデヒド、プチルアルデヒドおよびメチルメルカプタンを少なくとも97%以上の割合で分解できる。
- (3) イソプチルアルデヒドの分解では、CO₂、CO、HNO₃、HCOOH、PAN、O₃、N₂O が生成され、CO₂およびO₃が主な生成物となる。
- (4) プチルアルデヒドの分解では、CO₂、CO、HNO₃、HCOOH、PAN、O、N₂O が生成され、CO₂およびO₃が主な生成物となる。
- (5) メチルメルカプタンの分解では、CO₂、CO、HNO₃、O₃、N₂O が生成され、HNO₃、O₃およびN₂Oが主な主成分である。