

병원폐기물의 열분해 특성 연구

박현서, 김학이
전주대학교 환경과학과

A Study on the Pyrolysis Characteristic of Medical Wastes

Park Hyun Seo, Kim Hak I
Department of Environmental Science, Jeonju University

1. 서론

생활수준의 향상과 보건 의식 수준의 향상에 따라 건강한 생활을 추구하는 국민이 증가하고 있으며, 이로 인한 병원시설이 대형화되고, 의료기관의 증가에 따른 폐기물의 발생량 또한 증가되고 성상도 다변화되었다.

그런데 병원폐기물은 일반폐기물과 달리 감염성 병원균과 유해화학물질의 배출 가능성이 높으며, 멸균이나 소각처리시에도 유해한 불완전 연소생성물 및 유독성 염소계 유기화학물의 발생과 같은 환경적 문제가 발생되고 있다.

최근에는 이의 해결을 위한 이들 병원폐기물을 처리하기 위한 신기술로서 열분해 방식이 대두되기 시작했으며, 선진국에서는 병원폐기물을 처리하기 위해 열분해 방식을 개발하고 있는 시점이다. 따라서, 병원폐기물을 위생적이고, 효율적으로 안전하게 처리하기 위한 대안으로서 열분해 방식에 대한 연구조사 및 타당성 검토가 필요한 시점이다.

이에 본 연구는 의료법에서 규정하고 있는 병원폐기물의 열적 특성을 파악하여 소각설비의 개선을 통해 병원폐기물 소각시설의 효율적인 운영과 에너지 효율적이 최적 운전조건 및 병원폐기물의 중요성을 인식하고자 하며, 2차 오염의 해소와 환경적 위해성 측면에서 안전한 처리를 위한 기초자료가 되기 위함이다.

2. 실험 및 방법

2.1 대상시료

본 연구에 사용된 병원폐기물 시료는 병원에서 발생하는 폐기물의 주성분인 폐합성수지류로 대표적 적출물인 일회용 주사기류, 혈액백류, 수액세트(혈액백 연결부위), 탈지면류, 수술용 장갑류 등을 사용하였다. 대상으로 한 병원폐기물은 원내적출물이 약 60%정도를 차지하고 있었으며, 원외적출물은 40% 정도를 차지하고 있었다.

또한 대상시료의 원소분석치는 탄소 > 산소 > 수소 > 염소 > 황의 순서로 나타났으며, 일반폐기물과 비교할 때 염소가 차지하는 비율이 상당히 높게 나타났다.

병원에서 발생하는 폐기물의 조성비 및 대상시료의 화학적 조성을 Table 1, Table 2에 나타내었다.

Table 1 대상폐기물의 원소분석 결과

	분석 시험 항목 (wt%)					
	C	H	O	N	S	Cl
시료	52.4	8.11	25.78	0.23	0.3이하	1.9

Table 2 병원폐기물의 조성

구분	항목	조성 (%)
원내적출물 (60%)	종이류	38.3
	형겔 봉대 (거즈)	10.6
	비닐류	7.4
	병류	1.3
	플라스틱류	1.1
	캔류	0.9
	수술용 장갑	0.4
원의적출물 (40%)	주사기	20.8
	수액세트	11.8
	혈액백	7.4

2.2 실험장치 및 방법

Tube Furnace를 이용한 열분해 실험 전에 30ml/min의 N₂로 30분간 purge시킨 다음, Tube Furnace를 설정 온도까지 승온시킨 후 시료를 주입하여 발생하는 성분을 분석하였다. 잔재물은 EA-1112 (THERMO QUEST)를 이용하여 원소분석 하였고, 배출가스는 GC-FID (SHIMADZU)를 이용하여 온도조건별 생성가스 분석하였다.

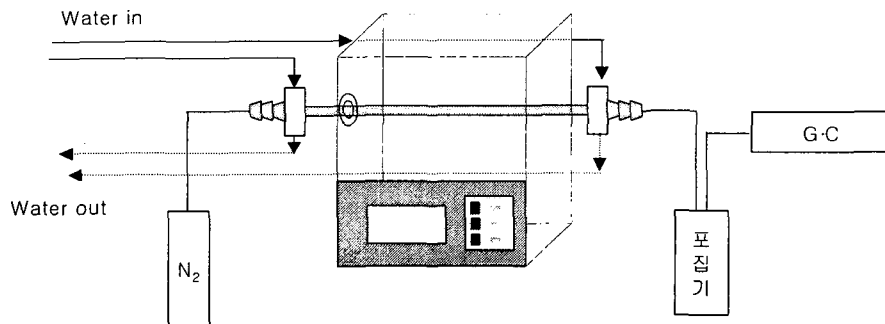


Fig. 1 TUBE FURNACE

3. 결과 및 고찰

(1) 열중량 분석 실험 결과

병원폐기물의 조성별로 TGA 실험을 수행하여 Thermogravimetric (TG) curve 및 Derivative Thermogravimetric(DTG) curve를 얻었다.

가열속도를 5°C/min, 10°C/min, 15°C/min, 20°C/min 으로 변환하여 TGA 실험한 결과 각 성분별로 최고 분해율을 갖는 피크온도는 병원폐기물의 주성분을 이루는 혈액백과 수액세트류는 2단계로 나누어진 무게 감량을 보였는데, 이러한 현상은 1단계에서는 탈염화수소반응에 의한 것으로 PVC중 HCl이 불안정하여 먼저 급격하게 진행되면서 무게가 감소하는 것이며, TG curve가 2단계 분해에서는 메카니즘으로 열분해반응이 진행됨을 나타내는 것이다.

Table 3 병원폐기물의 가열속도에 따른 열중량분석

승온율(°C/min)		무게 감량 (%)	반응온도 (°C)
5°C/min	혈액백	63.0	205 ~ 372
		11.7	372 ~ 508
	수액세트	71.6	155 ~ 374
		14.3	374 ~ 508
		89.5	274 ~ 467
10°C/min	혈액백	72.4	240 ~ 378
		19.0	378 ~ 513
	수액세트	69.6	196 ~ 375
		15.4	375 ~ 518
		98.3	246 ~ 451
15°C/min	혈액백	71.7	241 ~ 381
		18.2	381 ~ 525
	수액세트	74.3	227 ~ 371
		18.6	371 ~ 541
		97.4	330 ~ 502
20°C/min	혈액백	70.9	226 ~ 408
		22.9	408 ~ 535
	수액세트	74.3	171 ~ 398
		17.0	398 ~ 539
		98.8	242 ~ 489
수술용 장갑	93.1	294 ~ 482	
	탈지면	85.3	228 ~ 435

(2) 병원폐기물 열분해 정상 분석

Tube furnace를 이용하여 병원폐기물을 승온별로 열분해 시켰을 때 발생하는 gas 및 잔재물은 다음표와 같다.

Table 4 열분해 온도에 따른 병원폐기물의 열분해 생성물

시 료 명	로내 온도(℃)	gas(%)	고상(%)
혈액백류	500	87.50	12.50
	600	90.00	10.00
	700	89.50	10.50
	800	91.00	9.00
수액세트류	500	92.00	8.00
	600	92.50	7.50
	700	92.50	7.50
	800	93.50	6.50
일 회 용 주사기류	500	99.00	1.00
	600	99.00	1.00
	700	99.50	0.50
	800	99.00	1.00
수술용 장갑류	500	92.00	8.00
	600	97.33	2.67
	700	96.00	4.00
	800	96.00	4.00
탈지면류	500	92.00	8.00
	600	94.00	6.00
	700	98.00	2.00
	800	98.00	2.00
혼 합 물	500	98.00	2.00
	600	98.50	1.50
	700	98.50	1.50
	800	99.00	1.00

4. 결론

- (1) 병원폐기물의 구성성분별 주 열분해 온도구간은 200~500℃ 사이이며, 500℃ 정도에서는 열분해가 대부분 이루어지는 것으로 나타났다.
- (2) 병원폐기물중 혈액백과 수액세트류는 2단계의 분해과정이 발생되는데, 1단계 분해에서는 탈염화수소반응에 의한 것으로 PVC중 HCl이 불안정하여 먼저 급격하게 진행되면서 무게가 감소하며, 2단계 분해에서는 메카니즘으로 열분해반응이 진행됨을 알 수 있었다.
- (3) 병원폐기물의 열분해 승온에 따른 발생가스는 CH₄, C₂H₆, C₂H₄는 대부분 시료에서 온도에 따라 증가함을 나타냈으며, 일회용주사기와 수술용장갑에서는 700℃까지 증가하다가 감소하는 곡선을 나타내었다.

참고문헌

1. G. Audio, A. Silmi, "Catalytic thermal degradation of polymers degradation of polypropylene", Joul. of Analy, and appl. pyro., 7 pp. 983~990, (1984)
2. Jimenez, A., : Berenfuer, V., Lopez, J. and Sanchez. A. : Thermal Degradation Study of Poly(vinyl Chloride) : Kinetic Analysis of Thermogravimetric Data, J. Appl. Polym. Sci., Vol. 50, pp. 1565~1573 (1993)
3. 윤오섭, 김수생. "병원 폐플라스틱의 열분해 처리에 관한 연구", 한국폐기물학회, 제4권, 제2호 65~79 (1987)
4. Calahorra, M. E., Cortazar, M., Eguiazabal, I. "Thermogravimetric analysis of cellulose : effect of the molecular weigh on thermal decomposition." J. Appl. Polymer Sci., 37. 3305~3314 (1989)
5. 김태석외 4명. "TGA를 이용한 폴리프로필렌 열분해의 속도론적 해석", 한국폐기물학회지, 제16권 제2호 115~123