

## 도시고체폐기물에 의한 에너지재생가능성에 대한 연구

김광성, 오남철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《환경보호부문의 과학연구기관들에서는 환경보호사업의 시대적추세에 맞게 과학연구 사업을 강화하여 환경보호사업을 발전시키는데서 나서는 과학기술적문제들을 제때에 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 322페이지)

세계적으로 에너지자원의 80%는 화석연료에 의하여 보장되고있으며 그것은 환경에 부정적인 영향을 주고있다.[4] 최근시기 폐기물량이 늘어나고 화석연료자원이 고갈됨에 따라 세계는 자원위기에 직면하고있다.[6]

현재 도시고체폐기물발생량은 전지구적범위에서 약  $13 \times 10^8 \text{t/y}$ 이며 2025년에 그 발생량은  $22 \times 10^8 \text{t/y}$ 에 달할것이라고 한다. 유기고체폐기물의 발생량과 조성은 사회적조건과 기본경제활동, 계절과 수집체계에 따라 달라진다.

매개 도시고체폐기물들은 주어진 물기 및 유기물함량과 발열량을 가지고있다.

폐기물로부터 에너지재생으로의 전략(WTE)은 자원리용률을 높이고 재생가능한 에너지원천으로 화석연료를 대신하기때문에 급속히 발전하였다.

도시고체폐기물관리를 최량화하는데서 연소가능한 물질들의 열처리는 폐기물의 체적을 줄이고 에너지를 리용하는 가장 좋은 방도의 하나로 될수 있다.[1]

폐기물성분의 특성조사는 세가지 단계 즉 폐기물시료를 채취하고 목적하는 물질종류들(종이, 수지, 유기물, 연소물질 등)로 폐기물을 분류하여 측정과 해석을 진행하는 단계로 이루어져있다.[3]

도시고체폐기물의 리용방도는 연소, 열분해, 가스화와 같은 화학처리공정들을 거쳐 에너지를 재생하는것이다.

발열량은 도시고체폐기물의 열처리공정의 설계와 조작에서 매우 중요한 파라메터이다.[5] 또한 연료의 에너지함량을 결정하는데서도 중요한 역할을 하는데 그것은 경험모형에 의하여 계산되거나 봄베열량계(bomb calorimeter)에 의하여 측정된다.

도시화가 빠른 속도로 진척된 결과 많은 나라들에서 도시고체폐기물의 발생을 증가시켰다. 도시고체폐기물은 수지, 종이, 음식물찌꺼기와 같은 연소가능한 물질들을 포함하기때문에 연소시켜 재생에너지로 리용할수 있다. 그러나 염소와 중금속과 같은 물질들이 도시고체폐기물속에 존재하기때문에 연소과정에 오염물질을 방출할수 있다. 폐기물대용연료는 이미 발전소와 소각로들과 같은 많은 연소공정들에서 리용되었다. 여기에서 중요한것은 발열량값이 풍부한 폐기물성분을 선택적으로 선별하고 에너지생산능력을 평가하는것이다.

본문에서는 물기함량 및 발열량을 지표로 하여 여러가지 폐기물종류의 에너지생산 잠재력 및 가능성평가에 대하여 서술하였다.

## 재료와 방법

폐기물시료는 도시의 폐기물관리기관으로부터 채집하여 40mm이상의 크기를 가진 종류 즉 포장비닐(PF), 포장용수지(PET), 비포장용 굳은 수지(HP), 종이, 마분지(PC), 유기성가정 폐기물(KW), 유기성정원폐기물(GW)로 분류하였다.

그 시료들을 립자크기가 20mm이하로 분쇄하여 최종시료를 얻었다.

분쇄는 국제규격 DIN EN 15443: 2011 《고체재생연료—실험실시료의 준비방법》에 준하여 진행하였으며 서로 다른 크기의 채(2mm, 1mm)를 리용하여 균일하게 분쇄하였다.

물기 및 건조물질함량은 국제규격 DIN EN 15414-3 《고체재생연료—로건조방법을 리용한 물기함량의 결정—3장: 일반적분석시료에서 물기함량》에 따라 결정하였다.[2]

건조시료의 총발열량(GCV)은 DIN EN 15400: 2011 《고체재생연료—발열량의 결정》에 따라 결정하였다.

## 결과 및 분석

시료종류에 따르는 물기함량은 표 1과 같다.

표 1. 시료종류에 따르는 물기함량

폐기물종류	KW	GW	PC	HP	PF	PET
물기함량/%	11.4±0.3	4.3±0.5	3.5±0.1	0.01±0.005	0.24±0.01	0.54±0.04

표 1에서 보는바와 같이 KW의 물기함량이 11.4%로서 제일 많으며 HP는 0.01%로서 제일 적다.

총발열량은 표 2와 같다.

표 2. 시료종류에 따르는 발열량

폐기물종류	KW	GW	PC	HP	PF	PET
발열량/(MJ · kg <sup>-1</sup> )	20.3±0.2	16.4±0.1	14.6±0.3	33.6±0.5	40.2±1.0	28.6±0.4

표 2에서 보는바와 같이 PF는 발열량이 40.2MJ/kg으로서 제일 높다. 반대로 PC의 발열량은 14.6MJ/kg으로서 가장 낮다.

채집된 시료들의 측정값과 선행연구결과를 비교하였다.(표 3)

표 3. 측정값과 선행연구결과와의 비교(MJ/kg)

종류	측정값	선행연구
KW	20.3	16.2
GW	16.4	18.2
PC	14.6	15.8
HP	33.6	17.4
PF	40.2	35.7
PET	28.6	22.9

표 3에서 보는바와 같이 대부분의 종류에 대하여 발열량에서 선행연구와 유사하였지만 HP에서는 채집시료의 발열량이 선행연구의 값보다 2배정도 컸다. 발열량분석결과에 의거하여 연구지역의 에네르기 생산가능성을 조사하였다.

이를 위하여 연구지역의 폐기물종류가운데서 파수지, 파지, 곡초류, 동식물성잔사들을 선택하였는데 파지와 파수지는 소각에 의하여, 곡초류와 동식물성

잔사는 메탄발효에 의하여 에네르기를 얻는것으로 보았으며 그 효율은 50%이상으로 가정하였다.

선택한 폐기물들의 전체 발열량과 그것에 따르는 전력추정값은 표 4와 같다.

표 4. 몇가지 폐기물들의 전체 발열량과 그것에 따르는 전력추정값(년간)

폐기물종류	비율/%	발생량/t	발열량/(MJ · kg <sup>-1</sup> )	전체 발열량 /(×10 <sup>8</sup> MJ)	에너지 전환방법	전력 /(×10 <sup>7</sup> kWh)
파수지	0.77	9 040	34.13 <sup>[a]</sup>	3.08	소각	4.16
파지	1.80	21 210	14.60 <sup>[PC]</sup>	3.09	소각	4.18
곡초류	12.12	142 900	16.40 <sup>[GW]</sup>	23.40	메탄발효	31.60
동식물성잔사	9.74	114 850	20.30 <sup>[KW]</sup>	23.30	메탄발효	31.50
계	24.43	288 000	85.43	10.84		71.44

[a]는 HP, PF, PET의 평균값, [PC]는 종이 및 마분지, [GW]는 정원오물, [KW]는 부엌오물, 1MJ=0.2(7)kWh

표 4에서 보는바와 같이 파수지, 파지, 곡초류, 동식물성잔사로부터 전력생산가능성을 추정하여 714.4GWh의 전력을 생산할수 있다는 결과를 얻었다.

## 참 고 문 헌

- [1] R. Campuzano et al.; Waste Management 54, 4, 2016.
- [2] M. E. Edjabou et al.; Waste Management 36, 12, 2015.
- [3] B. Lela et al.; Waste Management, 47, 236, 2016.
- [4] M. C. D. Lonardo et al.; Waste Management 47, 195, 2016.
- [5] M. Materazzi et al.; Waste Management 47, 256, 2016.
- [6] K. Pivnenko et al.; Waste Management 51, 43, 2016.

주체106(2017)년 5월 5일 원고접수

## Regeneration Possibility of Energy by Municipal Solid Waste

*Kim Kwang Song, O Nam Chol*

This research aimed at conducting the characterization investigation and energy potential assessment of municipal solid waste (MSW) which can produce refused derived fuel (RDF). The result shows that all types of MSW investigated in this research have rich energy contents and can produce a lot of energy.

Key words: waste, refused derived fuel (RDF), renewable energy, municipal solid waste