

OF8) 폐플라스틱의 재생기술을 이용한 RPF(Refuse Plastic Fuel)제조 및 물성: 플라스틱의 함량 조절에 의한 물성 변화의 예측

신춘환, 배정석*

동서대학교 응용생명공학부 환경공학과

1. 서론

도시 폐기물 및 산업폐기물의 재활용은 Reuse, Reduction, Recycling 등 용도 및 목적에 따라 방법을 선택하고 있다. Recycling(재생)은 화학적, 물리적 조성의 변화를 통한 새로운 사용방법을 제시하는 기술이다. 여기서 가연성 폐기물을 이용한 RDF(Refuse Derived Fuel) 제조기술에 있어 본 연구에서는 폐플라스틱의 단순재생 혹은 복합재생기술을 이용한 RPF 제조를 목적으로 한다.

폐플라스틱은 석유화학공업의 발전과 함께 그 발생량도 매년 증가하고 있으며, 범용수지라고 구분하고 있는 Polyethylene(PE), Polypropylene(PP), Polystyrene(PS), Polyethylene terephthalate(PET), Polyvinyl chloride(PVC), 그리고 Acrylonitrile-

butadiene-styrene (ABS)중에서 우리나라의 경우 PE, PP, PS, PET가 가장 많은 폐기량을 보이고 있으며, 매년 13%이상씩 증가를 나타내어 2000년 이후 약 300만ton에 이르고 있다. 따라서 이들 폐플라스틱의 환경오염의 심각성을 생각할 때 재활용을 통한 처리방안을 제시하고자 하는 일련의 노력은 우리나라뿐만 아니라 일본, 미국, 유럽 등의 나라에서도 계속되고 있음에도 불구하고 폐기되는 혼합플라스틱의 각각의 특성으로 인한 상용성 결여 때문에 만족할 만한 결론에는 도달하고 있지 않다. 다만 소각 및 연료화기술에 대한 규격을 제시하면서 상용화제를 개발하고, 자동선별기, 특수 extruder 등 기계적인 개발을 통한 연료화 가능성을 제시하고 있다.

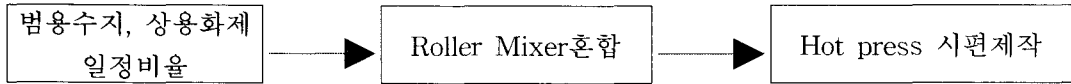
플라스틱을 이용한 연료화공정은 우선, 혼합폐플라스틱 중 불연성분을 선별하고 2차적으로는 금속 및 비철금속의 선별과정을 거친 후 파쇄, 분쇄, 성형, 냉각공정으로 구분된다.

위와 같은 공정을 거쳐 생산된 RPF는 Plastic의 함유량이 60%이상인 경우 발연량이 5,000kcal/kg, ash 20% 이하, 염소배출농도가 1,000ppm 이하 등의 조건을 만족해야만 연료로서의 사용이 가능하다.

본 연구에서는 PE, PP, PS 및 PVC를 일정 비율로 혼합한 시료를 제조하고 여기에 상용성을 증가시키기 위한 silane coupling agent를 1~5% 범위로 첨가하여 전 염소농도, 밀도, 회분 및 저위 발열량 등의 물성 변화를 예측하고자 하였으며 RPF의 제조 물성의 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 혼합플라스틱의 제조.



2.2. 전 연소량 측정

3mm 이하로 분쇄한 건조시료 1g을 RPF 열분해 속도를 감안하여 250~400°C구간에서 연소관법 및 Thermo Genesis 10 vis로 정량분석 하였다.

2.3. 발열량 측정

RPF의 연료로서의 가능성을 조사하기위해 봄베 발열량계(Leco AC-350)를 이용하여 측정하였다.

2.4. 진밀도 측정

2차수를 넣은 메스실린더에 무게를 잰 시료(1/10,000 Dhaus Voyager)를 넣고 늘어난 부피를 측정 한다.

2.5. 인장강도 측정

SGA-E-LC(Shin-Gang) UTM을 이용하여 KS규격 시험방법으로 측정하였다.

2.6. 표면 현상

가교결합의 시각화를 위하여 Scanning Electron Microscope JSM-6100을 이용하여 표면을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 혼합플라스틱의 물성변화

NO.	PE	PP	PVC	S1	Cl ⁻ (wt%)	sensity(g/m ³)	ash(%)	LHV(kcal/kg)
1	50		50		15.76	0.91	0.12	8,266
2	50		49	1.0	15.53	0.91	0.40	8,133
3	50		48	2.0	15.39	0.93	0.69	7,967
4	50		47	3.0	15.40	0.93	1.18	7,964
5	50		45	5.0	15.40	0.99	1.88	7,895
6		50	50		15.40	1.06	0.15	7,827
7		50	49	1.0	15.78	1.03	0.54	7,946
8		50	48	2.0	15.04	1.00	0.96	8,150
9		50	47	3.0	15.01	0.97	0.99	8,617
10		50	45	5.0	14.26	0.94	1.88	9,208

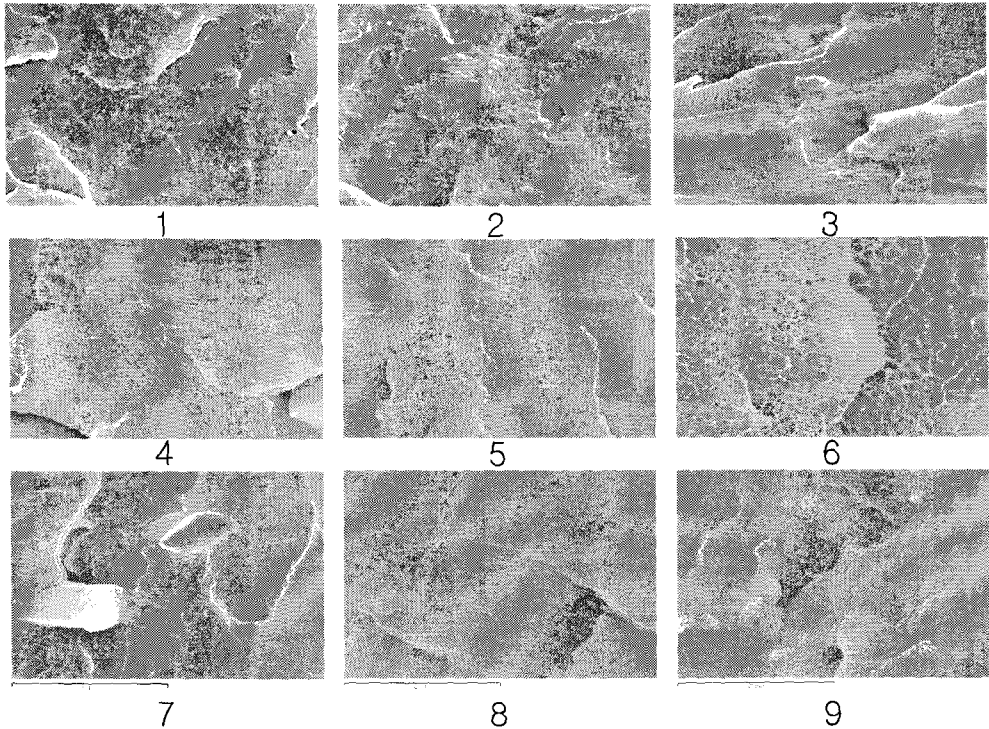
이상의 결과로부터 전 염소 발생량의 경우 PE 400ppm, PVC 348,400ppm, PP 300ppm인 원시료에 비해 PE+PVC, PP+PVC의 혼합조건에서는 산술평균값 보다 감소하고 있어 PVC가 혼합된 경우라 하더라도 전 염소 발생량은 저감된다는 사실을 확인할 수 있다. 또한 상용성 증대를 위해 사용한 Silane coupling agent(S1)는 Si-O-C의 기본구조가 플라스틱과 혼합과정에서 열에 의해 Si-O-H의 Silanol group을 생성하여 일반 무기 충전제를 사용했을 때 발생하는 crack발생, 인장강도 저하 등을 해소할 수 있기 때문에, S1의 첨가에 따라 밀도가 상승하고 있는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 RPF의 제조시 밀도를 상승시켜 단위 용적당 많은 양을 적재할 수 있는 효과를 나타내어 물류비용 절감효과를 기대할 수 있다. 그러나 S1의 증가에 따라 Ash 함량은 다소 증가하고 있어 과도한 상용화제를 사용하지 않는 것이 필요하다. 저위 발열량의 결과는 원시료 PE 10,811, PP 10,810, PVC 5,659 kcal/kg의 값을 가지며 각각의 배합조건으로부터 PE+PVC의 경우 S1의 증가에 따라 LHV값은 감소하는 반면 PP+PVC에서는 상승하는 결과를 나타내고 있어 PE, PP가 모두 비극성인 polyolefine 계임에도 불구하고 발열량은 다른 경향을 보이고 있음을 확인할 수 있었다.

3.2. 인장강도 변화

NO.	PE	PP	PVC	S1	Tensile strength (kgf/m ²)
1	50		50		149.31
2	50		49	1.0	147.18
3	50		48	2.0	151.86
4	50		47	3.0	153.92
5	50		45	5.0	152.16
6		50	50		145.09
7		50	49	1.0	146.63
8		50	48	2.0	158.89
9		50	47	3.0	166.51
10		50	45	5.0	188.75

원 시료의 인장강도는 PE 315.35, PP 428.58 및 PVC 182.79의 값을 가진다. 여기서 PE+PVC와 PP+PVC 모두에서 산술평균값에 훨씬 못 미치는 값을 나타내고 있어 위의 3가지 플라스틱은 잘 섞이지 않음을 알 수 있다. 여기서 상용화제를 첨가했을 때 PE+PVC의 경우에는 인장강도의 상승효과를 기대할 수 없음을 알 수 있고 PP+PVC의 경우에는 다소 상승하고 있음을 알 수 있어 배합조건에 따라 상용화제의 사용유무를 판정할 수 있는 좋은 결과로 생각된다.

3.3. 표면현상



PE, PP, PVC 각각의 SEM 사진을 각각 그림 1, 2, 3에 나타내었으며 4, 5, 6에는 PE+PVC, PE+PVC+S1의 그림은 7, 8, 9에는 PP+PVC, PP+PVC+S1의 그림을 대표적으로 나타내었다.

그림 4, 5, 6 및 7, 8, 9모두에서 PVC는 연신되어 있음을 확인할 수 있었으며 PVC혼합 및 S1의 첨가에 따라 표면이 변하고 있음을 보여주고 있다.

4. 결 론

범용 수지들을 혼합하여 물성의 변화를 고찰하였다.

우선 수지들을 혼합할 경우 PVC 자체의 전 염소 발생량을 저감한다는 사실이 확인되었으며 본 연구에 사용한 상용화제는 같은 비극성인 수지들이라도 상용효과는 상이함을 알 수 있었으며 밀도를 상승시키고 있어 물류비용 절감 효과를 기대 할 수 있다. 인장강도의 변화 역시 PE, PP에 대해 각기 다른 결과를 있었다.

참 고 문 헌

- J. Powel, 1995, HDPE bottle recycling : The demand glut continuous, Resource Recycling, 16, 5.
- A. Catter and S. Moore, 1995, The key to successful plastics recycling, Resource Recycling, 14, 5.