

# 폐플라스틱 선별을 위한 가시광선 스펙트럼분석

## Visible Spectrum Analysis for the Plastic Recycling System

\*박지용<sup>1</sup>, 김인호<sup>1</sup>, 김현수<sup>1</sup>, 박상후<sup>1</sup>, 양통옥<sup>1</sup>, 최동혁<sup>1</sup>, 김창욱<sup>2</sup>, 김병훈<sup>1</sup>

\*J.W.Park, I. H. Kim<sup>1</sup>, H. S. Kim<sup>1</sup>, S.H.Park<sup>1</sup>, D.O.Yang<sup>1</sup>, D.H.Choi<sup>1</sup>,

C.U.Kang<sup>2</sup>, #B.H.Kang<sup>1</sup> (kangb@kpu.ac.kr)

<sup>1</sup>한국산업기술대학교 기계설계공학과, <sup>2</sup>Taejon Christian International School

Key words : Visible spectrum analysis, Plastic recycling system

### 1. 서론

폐플라스틱의 자원재활용은 천연자원을 사용하는 경우에 비해 생산 공정에서 발생하는 환경오염물질이 적고, 제품생산에 필요한 원재료 및 에너지가 많이 절감되는 효과가 있다. 우리나라의 플라스틱 생산량은 세계 4위이나 재활용률은 많이 떨어져 있다. 재활용률을 높이기 위해서는 폐플라스틱의 수거단계부터 분리·선별, 제품생산에 이르기까지 각각의 단계에서 핵심적인 요소기술들이 필요하다. 우리나라 생활계 플라스틱의 재활용 현황은 170만 톤(2006년)에서 200만 톤(2010년)으로 증가했고, 매립소각은 85만 톤에서 55만 톤으로 감소하였다. 리사이클 기술을 이용한 폐플라스틱 처리는 85만 톤에서 145만 톤으로 증가할 것으로 예상되고 있다.[1]

### 2. 연구개발의 필요성

플라스틱 재활용 방법은 크게 재료 리사이클, 화학적 리사이클, 열적 리사이클로 구분된다. 이 세 가지 방법은 플라스틱의 종류별 분리·선별이 선행되어야만 효과를 기대 할 수 있다. 폐플라스틱의 재활용은 자원보존 관점 및 에너지 측면 등에서 볼 때 재료의 소각, 분해가 필요 없이 직접 소재로 사용할 수 있는 재료 리사이클링이 가장 바람직하다.

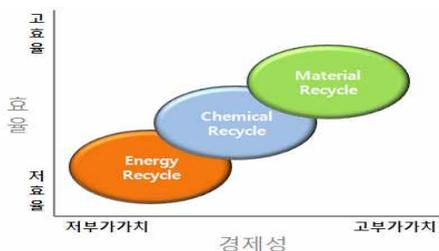


Fig. 1 The efficiency of plastic waste recycling

본 연구의 목적은 플라스틱 표면에 가시광선을 조사하여 반사된 광원을 분광시킨 후 측정된 가시광선을 파장별 스캐닝·분석하여 플라스틱을 선별하는 센서를 개발하는 것이다. Table 1은 생활계 플라스틱의 종류이며, 본 연구의 대상으로 가장 많이 쓰이는 PET, PP, PS의 3종류로 정하였다.

Table1. A class of plastic

고밀도폴리에틸렌 (High Density Polyethylene)	HDPE
저밀도폴리에틸렌 (Low Density Polyethylene)	LDPE
폴리염화비닐 (Polyvinyl chloride)	PVC
폴리프로필렌 (Polypropylene)	PP
폴리스티렌 (Polystyrene)	PS
폴리에틸렌 (Polyethylene)	PE
아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌공중합체 (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene-Copolymer)	ABS
폴리아미드 (Polyamide)	PA
폴리카보네트 (Polycarbonate)	PC

### 3. 실험과정 및 결과

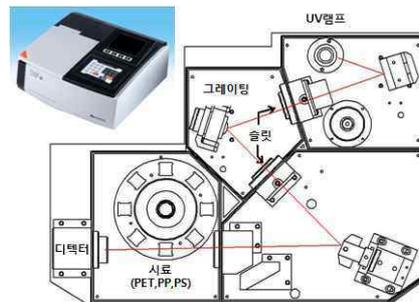


Fig. 2 Spectrophotometer

(Fig.2)와 같이 Spectrophotometer 시스템을 이용하여 종류별 플라스틱 시료를 빛에 분광시켜 400nm~800nm 영역에서의 투과율을 측정하였다. 실험과정은 PET, PP, PS의 각 종류별로 실시하되 색상을 변수로 주었으며, 시료를 제작 할 때 투과가 가능한 시료를 투명, 불가능한 시료를 불투명으로 정하였다. PET 측정결과 모든 영역 대에서 고른

투과율을 확인하였다.(Fig.3 (a)). 녹색계열 PET(사이다, 막걸리통, 알로에 주스통)의 경우 400nm 초반 대와 600nm 중후반대에서 투과율이 낮은 결과 값을 얻을 수 있었고, 붉은색 계열PET(계란판)의 경우 500nm ~ 560nm에서 투과율이 낮아지는 모습을 관찰할 수 있었다. 파란색 계열PET(사이다, 유리세정제 통, 가글통, 생수통)의 경우에는 570nm ~ 680nm 영역에서 각각의 투과율 격차가 심해 비슷한 개형의 그래프를 확인 할 수 없었다. PS 측정결과 (Fig.3 (b))는 불투명 PS(과자 및 기타 포장지)의 경우 투과율이 매우 낮고 일정한 특성은 나타나지 않았다. 색상을 가진 투명 PS(CD 케이스, 면봉 케이스, 스카치 테일 케이스) 경우 PET 실험결과와 비슷한 투과율을 보여주었다. PP의 측정결과(Fig.3 (c)).에서는 PET, PS와는 다른 모습을 확인하였다. PET, PS의 경우 전 파장 대에서 고른 투과율을 확인하였으나, PP의 경우 400nm에서 투과율이 가장 낮았고 800nm에서 가장 높은 우상향의 그래프를 나타내었다.

Fig. 3 Spectrum results for PET, PP, PS plastic using visible halogen lamp  
 가시광선 영역의 스펙트럼을 통한 측정·분석으로 플라스틱을 선별하는 것은 시간이 오래 걸린다. 이를 해결하기 위해 측정 광원을 파랑색, 녹색, 주황색 계열인 470nm, 525nm, 605nm의 LED광원 3개를 사용하여 플라스틱을 측정하였다.(Fig. 4) 실험결과 LED램프의 투과율 값과 할로겐램프의 투과율 값이 거의 비슷함을 알 수 있었다.

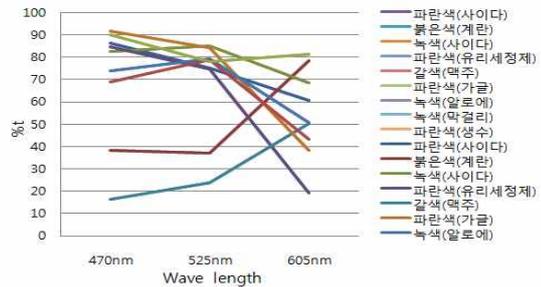
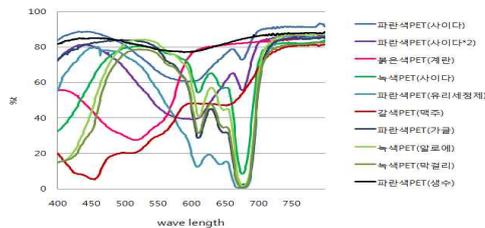
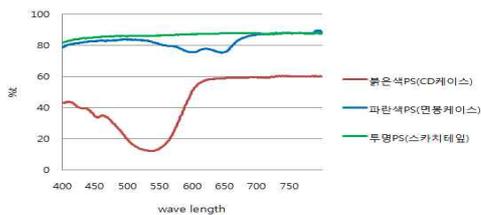


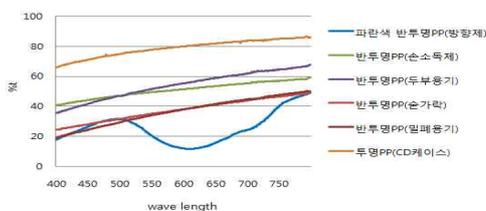
Fig. 4 Spectrum results for PET, PP, PS plastic using LED light source



(a) PET spectrum



(b) PS spectrum



(c) PP spectrum

## 5. 결론

본 연구를 통하여 플라스틱 재질은 다르더라도 같은 계열의 색상을 가진 플라스틱은 가시광선 영역대의 스펙트럼분석을 통하여 선별 할 수 있음을 실험으로 증명하였다. 또한, 각각의 실험을 3회 반복 시행함으로써 실험의 재현성을 확인하였고, 파장대별 투과율 그래프 개형을 보고 각각의 재질과 색상을 대략적으로 판단이 가능하다는 결과를 얻을 수 있었다.

## 후기

본 논문은 2010년도 한국연구재단의 지원을 받아 지역연구과제 (No. 2010-0016964)로 수행된 연구결과이며 이에 감사합니다.

## 참고문헌

1. 산업 자원부 근적외선 분광법을 이용한 폐플라스틱 건식선별 기술개발 보고서.
2. 「폐플라스틱의 건식선별 기술」 (한국자동차공학회 2001년도 RECYCLE기술) 학술강연논문집 pp 49-56
3. 「근적외선 분광법을 이용한 폐플라스틱 분리 선별기술개발」 2007년 한국공업학회 10권