

Waste Management & Research Review

(제목 : Composition of plastics from waste electrical and electronic equipment(WEEE) by direct sampling)

2015. 7. 23

연구개발팀

I 제목 및 저자

- 제목 : Composition of plastics from waste electrical and electronic equipment(WEEE) by direct sampling
- 저널 : Waste Management
- 저자 : Graca Martinho, Ana Pires, Luanha Saraiva, Rita Ribeiro
- 기관 : University Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal

II 요약

- 포르투갈 내 발생하는 전기전자제품의 플라스틱의 조성을 분석하기 위해 약 3400만 대의 냉장고, 폐소형가전, 프린터, 복사기, 컴퓨터, CRT 모니터, CRT 텔레비전을 조사함
- 가장 비중을 많이 차지하는 플라스틱은 PS, ABS, PC 및 PP이었음
- CRT 텔레비전과 폐소형가전에 사용되는 어두운 색 플라스틱은 식별 코드가 없는 한 재질 확인이 힘들며, 이런 문제점은 폐전자제품 재활용 효율을 낮춤
- 본 논문에서 분석한 조성들은 플라스틱 재활용 산업에 기초 자료를 제공하고, 전기전자제품의 친환경적 설계에 대한 정보를 제공 할 목적으로 연구 됨

III 논문 내용

1. Introduction

- 2005년도 EU 27개국에서 폐전자제품 발생량이 약 9백만톤 이었음
- 따라서 EU는 환경적인 면을 고려해서 폐전자제품 관한 2002/96/EC 지침을 만들고 10가지 폐전자제품을 선정하여 재활용, 재사용을 하도록 하였음
- 폐전자제품 내 플라스틱 회수가 어려운 이유는 15종(acrylonitrile-.butadiene -.styrene (ABS), high-impact polystyrene (HIPS), polypropylene (PP), polystyrene (PS), styrene-acrylonitrile (SAN), polyesters, polyurethane (PU), polyamide (PA), blends of polycarbonate (PC)/ABS and blends of HIPS/poly (PPO) 등) 이상의 플라스틱이 함유되어 있기 때문임
- 또한 첨가제로 인한 플라스틱의 물성(색상, 녹는점, 밀도 및 난연성 등)이 달라지기 때문에 재활용에 어려운 점이 있음
- 특히 난연제의 경우 환경적으로 문제가 많기 때문에 재활용에 어려운 점이 있음
- 폐전자제품 플라스틱의 정보가 필요한 이유는 재활용률이나 폐전자제품 해체 전략을 증진 시키는 동시에 플라스틱 재활용 시장을 활성화시키기 위해서임
- ☞ 유럽도 마찬가지로 폐전자제품의 플라스틱 조성을 제대로 분석하지 못하고 있으며, black color나 난연제 같은 경우 처리가 곤란한 상황임

2. Materials and methods

□ 포르투갈 내 RC 현황

- 논문에서 사용된 RC는 포르투갈 소재로 연간 냉장고 115,000대, 기타 전자제품 5,500ton을 처리하고 있음
- 대형가전, 소형가전, CRT 모니터, 텔레비전 공정라인을 구축하고 있음
- 모든 공정라인이 수작업 공정을 포함하고 있으며, 플라스틱은 대부분 수작업을 통해 회수하고 있음
- ☞ MERC와 비슷한 수준의 냉장고를 처리 하고 있으며, 공정 또한 국내 일반 RC들과 비슷하게 구축되어 있음

□ 폐전자제품 분석 시료 선정 방법

- RC에서 처리하는 폐전자제품을 대상으로 함
- 폐전자제품의 대표적인 유형을 기준으로 함
- 플라스틱 함량이 높은 것을 위주로 선정함
- 위와 같은 조건으로 냉장고, 소형가전제품, CRT 모니터 그리고 CRT 텔레비전을 아래와 같은 범주를 정해 분석시료로 선정함(표 1)

표 1. 폐전자제품 별 범주 설정

폐전자제품	범주
냉장고, 냉동고	대형 냉각 기계(cooling appliance)
믹서기, 저울, 라디오, 시계, 토스터기	소형가전제품(small WEEE)
팩스, 프린터, 복사기	
컴퓨터	
CRT 모니터	CRT
CRT 텔레비전	

□ 폐전자제품 내 플라스틱 분석 방법

- 기본적으로 수작업으로 해체 후 폐전자제품에 적혀있는 플라스틱 식별 코드(resin identification code(RIC))를 이용하여 플라스틱을 분석함
- 코드가 적혀있지 않은 것은 휴대용 근적외선(near infrared(NIR)) 장치를 이용하여 플라스틱을 분석하였음
- 또한 코드가 적혀있더라도 근적외선으로 재확인 작업을 진행함
- 코드가 없으며, 어두운 색상의 플라스틱의 경우는 분석하지 못함
- ☞ MERC에서 수작업 시 휴대용 근적외선 장치를 이용할 시 더 빠르고 정확한 재질 분석이 가능할 것으로 보임
- ☞ Black 색상의 플라스틱 재질선별 기술 현황도 지속적인 f-up가 필요

3. Results

□ 분석 결과(표 2)

- 총 3,417개의 시료를 분석함
- 폐소형가전(49.1%)과 프린터(23.6%)에 가장 많은 플라스틱이 함유되어 있음
- 대부분의 폐소형가전에 플라스틱이 50%이상 함유되어 있음
- 컴퓨터의 경우 플라스틱 함유량이 10%미만임

표 2. 폐소형가전 품목별 분석 결과

품목	품목별 대수(대)	함유된 플라스틱 중량(kg)	폐전자제품 내 플라스틱 비율(%)
냉장고	1,083	3,249	10.4
폐소형가전	1,448	1,242	49.1
프린터	108	211	23.6
복사기	25	410	15.7
컴퓨터	463	146	3.5
CRT 모니터	187	511	17.5
CRT 텔레비전	103	287	16.5
합계	3,417	6,056	

□ 세부 분석 결과

- 분석된 폐전자제품의 플라스틱 종류로는 PS, ABS, PC/ABS, HIPS 그리고 PP가 있음(그림 1)
- 냉장고, CRT 모니터 및 CRT 텔레비전 내 플라스틱 종류가 가장 적었음

표 3. 폐전자제품 내 플라스틱 세부 분석 내용

품목	플라스틱 종류	난연제 표시 유/무	기타 분석 내용
냉장고	10	무	-
폐소형가전	21	무	- black 색상이 약 22%
프린터	8	유	- 금속과 플라스틱이 붙어 있어 분리가 어려움
복사기	9	유	- 금속과 플라스틱이 붙어 있어 분리가 어려움
컴퓨터	14	유	-
CRT 모니터	10	유	- 25%만 재질 표시
CRT 텔레비전	10	무	- black 색상이 약 73% - 58%만 재질 표시

- ☞ 폐소형가전에 black 색상이 22%라는 것은 자체 조사 결과(25%,대원GSI)와 유사함
- ☞ 프린터와 복사기 경우 금속과 플라스틱이 분리가 안될 시 분리 방법 모색이 필요함

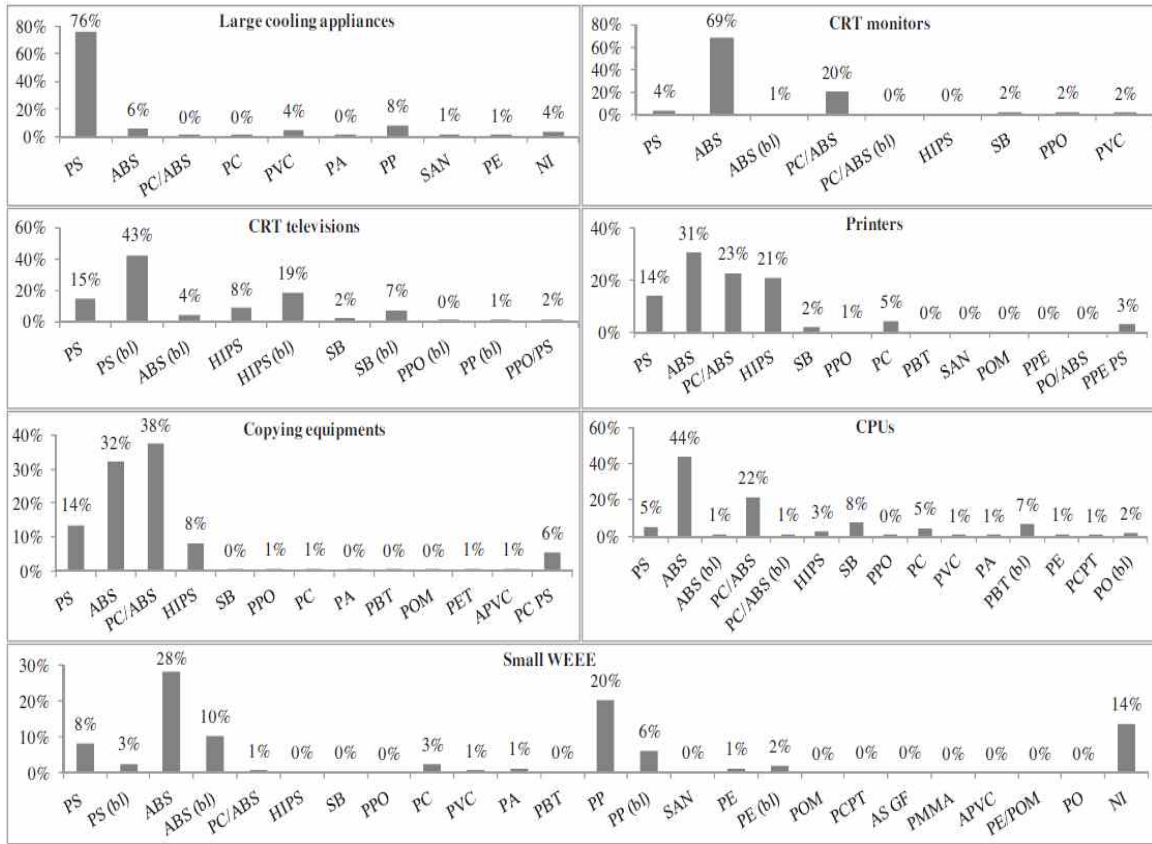


그림 1. 폐전자제품 별 함유된 플라스틱 종류

☞ 냉장고(Large cooling appliance)의 플라스틱 재질별 함량(PS : 76%)의 경우 국내 냉장고 (ABS, PP가 대다수)와 플라스틱 함량이 다른 이유를 알아볼 필요가 있음

4. Discussion

- 현재 플라스틱 재활용 관점으로 보면 수작업이 주요 처리 공정으로 볼 수 있으나, 이는 생산성이 낮다는 한계점이 있으며, 재질 표시가 없는 플라스틱은 재질 선별이 힘들
- 또한 단일 재질이 아닌 복합 재질의 플라스틱의 경우는 기계적 처리를 이용하더라도 선별이 어려움
- 따라서 이를 극복할 방법 중에 하나가 Ecodesign으로 떠오르고 있음
- 품목에 따라 회수하기 용이한 플라스틱 종류가 있음

표 4. 품목별 회수 용이한 플라스틱 종류

품목	플라스틱
냉장고	PS
CRT 모니터, 프린터, 복사기, 컴퓨터	ABS, PC/ABS,
폐소형가전	ABS, PP, PS

- 플라스틱 시장상황에 따라 플라스틱 회수 공정을 수작업이 아닌 기계 설비를 이용한 회수가 필요함(인건비 감소 및 생산성 증대)

5. Conclusion

- 냉장고, 폐소형가전, 복사기, 프린터, 컴퓨터, CRT 모니터 및 CRT 텔레비전의 플라스틱을 분석할 결과 PS, ABS, PC/ABS와 PP가 주 플라스틱으로 분석됨
- 분석 중 금속과 색상에 의해 플라스틱 분석이 힘든 경우가 있었음
- 현재 플라스틱 재활용 관점으로 보면 수작업이 주요 처리 공정으로 사용되고 있으나, 시장현황이나, 기술 개발로 자동화를 해야 함
- 난연제와 색상 첨가제는 환경과 선별의 용이성을 증가시키기 위해 지양되어야 함

IV

결론

1. 포르투갈의 폐소형가전제품 재활용 기술이 국내 수준과 유사함
 - ☞ 폐소형가전제품 내 black 색상계열 플라스틱 선별 기술이 전무함
 - ☞ 대부분 수작업으로 폐소형가전제품을 처리 중임
2. 폐소형가전제품 플라스틱 재질 Database 참고
 - ☞ 폐소형가전제품 플라스틱에는 PS, ABS, PC, PC, PP 및 PE 등이 함유되어 있음
 - ☞ 그 중 ABS, PP, PS 순으로 많이 함유되어 있음
 - ☞ 수작업으로 플라스틱 선별 시 일부 플라스틱 재질 선별 불가(14%)
3. 폐소형가전제품 내에는 환경적으로 문제되는 물질도 함유되어 있음
 - ☞ 난연제 및 색상 첨가제는 환경을 오염할 뿐 아니라, 플라스틱 선별 시 문제 (난연제 : 판매 불가, 색상첨가제 : black color는 선별 불가)를 야기 시킴
 - ☞ 폐소형가전제품 재활용 공정 개발 시 난연제와 black color 선별에 대한 기술을 지속적으로 f-up 해야함
4. 포르투갈의 Ecodesign은 꾸준히 언급되어 개발 중임
 - ☞ 국내도 지속적인 Ecodesign의 홍보와 인식을 가지도록 노력이 필요함
5. 폐소형가전제품 재활용 공정 구축 시 각 제품별 특성 및 구성재질 조사가 필요할 것으로 보임
 - ☞ 수작업 플라스틱 재질 분석 시 휴대용 근적외선 장치가 용이할 것으로 보임