

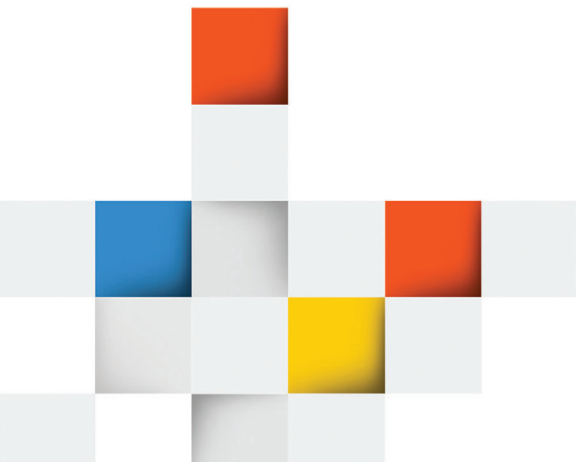


한국의 사회동향

Korean Social Trends 2018

<http://sri.kostat.go.kr>

2018



통계청

통계개발원



페플라스틱의 발생과 재활용 현황

이희선 (한국환경정책·평가연구원)

- 페플라스틱의 처리 방법은 재활용(물질재활용과 에너지재활용)이 증가하고 소각 및 매립은 감소할 것이다.
- 중국의 페플라스틱 수입금지 이후 수출량은 감소하고 수입량은 증가하였다.
- 페플라스틱은 물질재활용과 에너지재활용이 병행되고 있으며, 정부 정책은 물질재활용이 에너지재활용에 우선하며, R&D 투자도 이 경향을 유지하고 있다.
- 고령인구 및 1인가구의 증가로 분리배출이 어려워져 혼합배출이 증가하면, 물질재활용이 어려워지고 에너지재활용이 증가한다.
- 에너지재활용(고형연료 제조 및 사용)의 사용 증가는 미세먼지 발생을 증가시킬 수 있으므로 이를 방지하기 위한 저감방안이 필요하다.

국내에서 플라스틱은 내구성, 가벼움, 부식방지 등의 장점과 가격이 저렴하여 다양한 분야에서 소비가 급증하고 있다. 이에 따라 페플라스틱류의 발생도 급증하고 있다.

전 세계에서 한 해 동안 배출되는 페플라스틱은 약 63억 톤(2015년 기준)이다. 이 중 9%만이 재활용되고 12%가 소각 처리되며, 79%는 그대로 버려진다고 롤런드 기어 미국 샌타바버라 캘리포니아대 교수팀이

2017년 7월 국제학술지 「사이언스 어드밴시스 (Science Advances)」에 발표하였다(Roland Geyer, et al., 2017). 페플라스틱의 매립은 장시간 분해되지 않으므로 좁은 국토를 이용할 수 없으며, 소각은 다이옥신 등의 유해물질을 발생시킨다.

우리나라의 경우 2015년 가연성 폐기물의 발생은 약 2,200만 톤 정도이며, 이 중 페플라스틱류는 약 690만 톤 정도가 발생하며, 2015년 기준 페플라스틱류를 포함한 가연성 폐기물은 연간 약 821만 톤 정도가 소각되고 있어 국내 소각 시설의 규모인 연간 약 830만 톤과 비슷하다.

페플라스틱은 재활용업체에서 수거하여 재활용하거나 주로 중국 등에 수출하였다. 그러나 중국으로의 수출은 어려워졌으며, 미세먼지 등의 문제로 고형연료(SRF) 발전소의 건설 및 운영이 중단된 상태이다. 이로 인해 페플라스틱류의 수거 거부 등의 문제가 발생하였다.

페플라스틱류는 중국이 가장 많은 수입을 하는 국가였으나 중국 정부는 2017년 말 페플라스틱류를 포함한 24종의 폐기물의 수입을 금지하였다. 중국의 페플라스틱류 수입 금지 이후 국내의 페플라스틱류는 수출되지 못하고 있으며, 오히려 일본 등의 주변국가로부터 국내로 수입되는 페플라스틱류의 양이 증가하고 있다.



미국, 일본, 일부 EU 국가에서는 주로 중국으로 폐플라스틱류를 수출하고 있었으나, 중국의 수입 금지초치에 따라 각 국가별 대책을 수립하고 있다. 미국, 일본, EU 국가에서는 폐플라스틱류에 대한 처리 방법으로 폐기물 에너지를 이용하는 방법을 활용하고 있다. 특히, 일본의 경우 다른 동남아 지역으로의 분산 수출도 진행하고 있고, EU의 경우 폐자원에 대한 순환경제를 위하여 플라스틱을 위험요인으로 판단하고 이에 적극적으로 대응하기 위한 「EU 플라스틱 순환 경제 전략(A European strategy for plastics in a circular economy)」을 채택하였다.

폐플라스틱은 일부가 강이나 배수구 등을 타고 바다로 흘러 들어가기도 한다. 전 세계적으로 바다 위를 떠다니는 플라스틱 쓰레기만 3,500만 톤에 이른다. 폐플라스틱은 거친 해류와 태양 자외선(UV)에 의해 점점 더 작은 조각으로 쪼개지면서 유해 물질을 내놓는데, 대부분은 5mm 이하의 '미세 플라스틱(microplastic)'이 된다. 우리가 먹는 천연소금과 생선, 새우, 굴 등에서도 다량의 플라스틱 성분이 검출되고 있어, 사람이 버린 쓰레기가 다시 식탁 위로 올라오는 형국이다 (Germanov, Elitza S. et al., 2018).

폐플라스틱이 재활용되지 못하고 매립이나 소각 처리가 되면 생태계에 치명적인 영향을 미친다. 매립이 되어 분해가 되기까지 매우 긴 시간이 걸리며, 소각 시 다이옥신 등 유해물질을 발생시킨다. 이 때문에 재활용이 활성화되어야 하며, 물질재활용과 에너지재활용을 위해 우리나라를 비롯한 많은 국가들이 새로운 기술개발에 박차를 가하고 있다.

폐플라스틱의 발생 및 처리 현황

폐기물은 가연성 폐기물과 불연성 폐기물로 분류할 수 있으며, 가연성 폐기물 중 큰 비중을 차지하는 폐기물은 폐플라스틱이다. 폐플라스틱은 2011년 약 506만 톤에서 2015년 약 691만 톤이 발생되었다. 폐플라스틱은 다른 가연성 폐기물에 비해 발생량 증가가 가파르다. 이는 〈표 IX-10〉에 잘 나타나 있다. 가연성 폐기물 발생량이 2011년과 비교해 2015년에 약 19% 증가한 것에 비해 폐플라스틱 발생량은 동일 기간 약 36% 증가하였다.

〈표 IX-10〉 가연성 폐기물 및 폐플라스틱 연간 발생량, 2011-2015

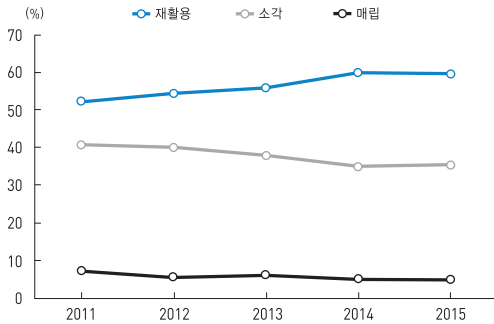
연도	가연성 폐기물	폐플라스틱
		(톤/년)
2011	18,512,070	5,063,755
2012	19,090,778	6,008,630
2013	20,715,210	6,042,466
2014	20,408,975	6,395,165
2015	22,113,854	6,908,392

출처: Yong Choi, Hyeong-Jin Choi & Seung-Whee Rhee, 2018.

폐플라스틱을 처리할 수 있는 방법은 재활용, 소각, 매립이며 재활용 > 소각 > 매립 순으로 처리되고 있다. 재활용은 2011년 52%에서 2015년 60%로 증가한 반면, 소각은 2011년 41%에서 2015년 35%로 감소하였다(그림 IX-8). 이는 가연성 폐기물 소각 처리를 감소시키고 재활용을 증가시키고자 하는 정책이 잘 수행되고 있음을 시사한다.



[그림 Ⅱ-8] 페플라스틱의 처리방법별 구성비율, 2011~2015



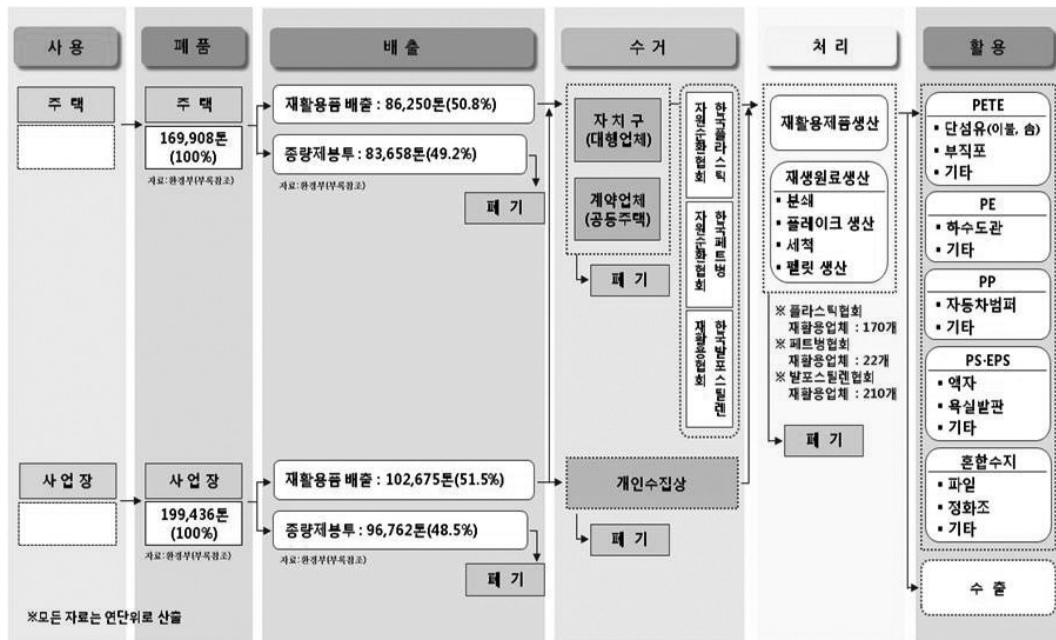
출처: Yong Choi, Hyeong-Jin Choi & Seung-Whee Rhee, 2018.

소각은 페플라스틱을 포함한 가연성 폐기물을 소각시설에서 태우는 것으로, 최근에는 오염물질 배출의 방지를 위해 저감시설 등을 설치하고 있고, 소각로에서 발생하는 열을 에너지원으로

이용하고 있다. 재활용 중 에너지 재활용의 한 방법인 고형연료(SRF: Solid Recovered Fuel)는 페플라스틱을 포함한 가연성 폐기물을 전처리 과정을 거쳐 오염물질을 제거하고 일정한 열량을 가질 수 있도록 하여 산업체 등에서 열원으로 사용할 수 있도록 한 것이다.

[그림 Ⅱ-9]는 서울시에서의 페플라스틱의 배출, 수거 및 처리의 흐름도를 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 것처럼, 페플라스틱은 재활용품으로 배출되거나 종량제봉투로 배출되고 있다. 종량제봉투로 배출되는 것은 주로 매립이나 소각 처리되며, 재활용품으로 배출되는 것은 지자체나 사업자에 의해 수거된 후 여러 재활용을 거쳐 제품으로 생산되고 있다.

[그림 Ⅱ-9] 서울시의 페플라스틱 발생 및 처리 물질 흐름도



출처: 유기영, 2012.

폐플라스틱의 물질 흐름도를 살펴보면, 각 단계별로 감량 및 재활용 증가를 위한 개선이 필요함을 알 수 있다. 우선 소비단계에서는 정부, 지자체 등에서 일회용 플라스틱의 사용을 억제하며, 일반 소비자까지도 일회용 플라스틱의 사용을 억제하도록 하여야 한다. 배출단계에서는 소비자에 의한 분리배출 강화, 고품질의 분리수거를 위한 지침서 작성 및 홍보, 폐기물의 회수 및 선별효율 증진을 위한 지침서 개발 등이 요구된다. 처리단계에서는 폐기물의 재활용에서 재활용 물질과 잔재물(2차 폐기물)의 관리, 재활용 플라스틱의 품질 향상을 통한 시장 확보, 지속적인 재활용 기술의 개발 및 기반시설 확충에 대한 투자, 저급 품질의 폐플라스틱류는 고형연료로 사용하도록 하여야 하며, 이를 위해 미세먼지 등 고형연료시설 등의 오염배출 관리 강화가 필요하다. 물론 그림에서 나타나지 않은 사용 및 배출 전 단계인 생산단계에서도 제품의 포장에서 과대포장 규제, 플라스틱 제품의 재활용이 쉬운 설계(재질 및 형태의 개선), 생산자책임재활용제도에서 대상 플라스틱 제품의 확대가 필요하다.

각국의 폐플라스틱 수출입 현황

전 세계에 쓰레기 대란을 야기한 중국의 폐기물 수입 금지 영향으로 인해, 2018년 4월 각 국가에서 수입한 고체폐기물(폐플라스틱, 폐지, 폐금속)의 양은 163만 7,000톤으로 전년 동기 대비

53.6% 감소했다. 지난해 8.5% 감소에 그쳤던 고체폐기물 수입량은 올해 들어 4개월 연속 50% 이상 감소세를 유지하고 있다.

세계무역기구(WTO)에 따르면 중국이 수입하는 폐플라스틱의 4분의 1이 유럽에서 온다. 영국은 매년 폐플라스틱의 25% 이상인 약 50만 톤을 중국에 수출해 오고 있다. 미국의 재활용이 가능한 고체폐기물의 3분의 1은 중국을 향한다. 미국 폐기물회수협회에 따르면 2016년 미국은 56억 달러어치의 재활용 가능 쓰레기를 중국에 수출했다.

한국은 <표 Ⅸ-11>에서 보는 바와 같이 중국의 폐플라스틱류 수입 금지 이후, 2018년 1-2월 폐플라스틱류의 수입량은 전년 동일 기간 대비 약 3배 증가한 반면, 폐플라스틱류의 수출량은 전년 동일 기간과 비교해 3분의 1로 급감하였다. 2017년 상반기 기준 중국 수출국 중 우리나라는 폐지 22위, 폐플라스틱 15위, 폐금속 17위 등의 순위를 보여주고 있다(대한무역투자진흥공사, 2017. 7.28.).

<표 Ⅸ-11> 국내의 폐플라스틱 수출입, 2011~2018. 2.

(단위: 천톤)

연도	수입	수출
2011	62,888	162,600
2012	87,522	232,185
2013	113,454	217,914
2014	79,547	211,574
2015	80,884	234,326
2016	66,083	231,155
2017. 1-2.	3,814	30,542
2018. 1-2.	11,930	10,625

출처: 환경부, 「환경통계연감」, 각 연도: 「폐플라스틱류 수입·수출 현황」, 2018. 4. 3.



미국, 일본, 영국 등 주요 선진국들은 다양한 종류의 폐기물을 중국으로 수출하고 있다. 그러나 중국 환경보호부는 예고한 대로 2017년 말부터 환경오염 위험도가 높은 생활 폐플라스틱, 바나듐(vanadium) 찌꺼기, 미분류 폐지, 폐방직 원료의 고체 폐기물 등 24개 품목에 대해 수입을 금지하였다. 그간 고체 폐기물이 중국의 자원 부족을 해소하는 데 일정한 역할을 하였으나, 현재는 여러 가지 환경문제를 야기하여 국민의 건강을 훼손하고 있어 수입을 금지하고 있다.

폐플라스틱 재활용 현황

폐플라스틱은 가연성 폐기물이므로 물질재활용과 에너지재활용으로 이용될 수 있다. 물질재활용은 폐플라스틱을 세척, 분쇄의 과정을 거쳐 다시 플라스틱으로 재생해서 다른 제품을 만드는 원료를 생산하는 것이다. 에너지재활용은 고형연료(SRF: Solid Recovered Fuel)를 만들어 연료로 사용하여 열을 회수하거나 이를 이용해 발전을 하는 것이다. 한국 정부의 정책 방향은 물질재활용을 우선하고 에너지재활용을 고려하는 것이다. 즉 감량, 재이용, 물질재활용, 에너지재활용, 안전처분 순으로 진행하는 것이다.

물질재활용을 위해서는 폐플라스틱을 포함한 재활용품을 수집·선별하여야 하는 데 이에 드는 비용이 재활용품으로 판매돼서 얻는 수익을 훨씬 초과하고 있다(표 IX-12). 재활용품 판매수입

보다 재활용품 수집선별 비용이 2015년 기준 약 4배 이상 많다. 게다가 재활용품 선별 비용의 증가율이 재활용품 판매 수입 증가율보다 크므로 시간이 흐를수록 이 차이는 커져서 물질재활용을 위해서는 많은 비용이 들어가게 될 것이다.

〈표 IX-12〉 전국 재활용품 판매수입 및 선별비용, 2010-2015
(100만 원)

연도	재활용품판매 수입	재활용품 수집선별 비용
2010	41,118	194,485
2011	41,552	182,877
2012	44,190	202,334
2013	44,725	197,686
2014	50,453	196,103
2015	52,102	213,341

출처: 이희선 「전국 쓰레기 종량제봉투 판매가격 균등화를 위한 연구」, 2018.

〈표 IX-13〉은 한국의 폐플라스틱 종류별 발생 및 재활용 현황을 보여준다. 한국에서 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도에 의해 발생하는 폐플라스틱의 종류별 발생량은 PET, EPS 및 다른 폐플라스틱(기타)으로 구분된다. PET의 출고량은 2011년 19만 5,000톤에서 2015년 24만 9,000톤으로 증가하였으며, 재활용률은 2011년 82.6%에서 2015년 78.3%로 감소하였다. EPS 출고량은 2011년 2만 7,000톤에서 2015년 3만 1,000톤으로 증가하였으며, 재활용률도 74.1%에서 80.6%로 증가하였다. 기타는 PE, PP, PS 등을 포함하는데, 출고량은 2011년 38만 8,000톤에서 2015년 55만 9,000톤으로 증가하였으며, 재활용률



은 2011년 82.0%에서 2015년 100.2%로 크게 증가하였다. 재활용률의 상승은 재활용 기술의 개발에 기인한 것으로 보인다.

〈표 Ⅸ-13〉 EPR제도에 의한 페플라스틱의 종류별 발생 및 재활용, 2011~2015

	2011	2012	2013	2014	2015
PET					
출고량(1,000톤)	195	199	208	225	249
재활용량(1,000톤)	161	168	175	186	195
재활용률(%)	82.6	84.4	84.1	82.7	78.3
EPS					
출고량(1,000톤)	27	26	26	31	31
재활용량(1,000톤)	20	19	21	23	25
재활용률(%)	74.1	73.1	80.8	74.2	80.6
기타					
출고량(1,000톤)	388	392	405	527	559
재활용량(1,000톤)	318	325	311	453	560
재활용률(%)	82.0	82.9	76.8	86.0	100.2
계					
출고량(1,000톤)	610	617	639	783	839
재활용량(1,000톤)	499	512	507	662	780
재활용률(%)	81.8	83.0	79.3	84.5	93.0

출처: 최용·최형진·이승희, 2018.

〈표 Ⅸ-14〉는 페플라스틱의 재활용을 위해 물질재활용과 에너지재활용 기술개발을 위한 R&D 현황을 나타내고 있다. 물질재활용이 에너지재활용보다 많은 연구비가 투입되고 있다. 그러나 에너지재활용은 시설비 등의 비용이 많이 들어 연구 건당 연구비 규모가 크다.

〈표 Ⅸ-15〉는 선진국의 페플라스틱 재활용 현황을 나타내고 있는데, 물질재활용과 에너지재활용을 병행하고 있음이 확인된다. 특히 일본은 플라스틱 폐기물의 유효이용률이 77%에 달할 정

도로 높으며, 물질회수 비율도 23% 수준으로 높은 편이다. 반면 미국의 플라스틱 생활폐기물 수거 재활용 비율은 8.2%에 머물러 있다.

〈표 Ⅸ-14〉 국내 페플라스틱 기술개발 연구 건수 및 연구비, 2001~2018. 2.

구분	연구 수		연구비		연구 건당 연구비 (100만원/건)
	건수	구성비 (%)	금액 (100만원)	구성비 (%)	
물질재활용	80	60.6	19,310	47.3	241
폐기물에너지	35	26.5	14,271	35.0	408
기타	17	12.9	7,218	17.7	425
계	132	100.0	40,799	100.0	309

출처: Yong Choi, Hyeong-Jin Choi & Seung-Whee Rhee, 2018.

〈표 Ⅸ-15〉 선진국의 페플라스틱 재활용 방안

	내용
미국	·플라스틱 생활폐기물의 8.2% 수거 재활용 (2010년)
유럽연합	·포장용 플라스틱 폐기물의 24% 수거 물질회수 (2006-2010년) ·포장용 플라스틱 폐기물의 42% 수거 에너지회수 (2006-2010년)
일본	·플라스틱폐기물 유효이용률 77%: 물질 회수 23%, 화학적회수 4%, 에너지 회수 50%(2010년)

출처: 유기영, 2012.

맺음말

최근에 선진국은 포장용기(페플라스틱 포함)의 재질개선 등으로 재생품의 품질이 향상되어 재활용 원료로서 선호되고 있다. 반면 우리나라의 페플라스틱은 여러 이물질과 재질이 다른 물질



이 포함되어 선별공정에 비용이 추가로 요구되므로 수입국에서 외면하고 있다. 또한 폐플라스틱의 품질에 상관없이 재활용품으로 분리해서 물질재활용하고자 함으로써 재활용 비용이 상승하고 좋은 품질의 재활용 원료를 생산하기 어려우므로 시장에서 외면을 받고 있다. 이러한 재활용품 분리선별은 수거, 분리 및 선별 비용이 재활용품 판매 수익에 비해 매우 큼에 따라 재활용이 활성화되지 못하고 있다. 이러한 것들은 물질재활용 비용을 상승시키고, 폐기물의 처리 흐름상에 매립 제로화를 유도하기 위해서는 물질재활용이 어려운 경우 에너지화가 불가피하다.

현재 고형연료의 사용 시설에 대한 사회적인 불신 초래 및 규제 강화로 공급 대비 수요가 급감함에 따라 고형연료의 대부분이 무상으로 공급되거나, 시멘트시설 등의 처분시설에서 처분되고 있는 실정이다.

1인 가구 및 노령인구의 증가와 쓰레기 분리배출의 피로감으로 인해 양질의 재활용품을 얻기 위한 분리배출의 어려움은 증가할 것이므로, 이를 인식하여 폐플라스틱의 감량 및 재활용 활성화를 위해서는 폐플라스틱의 물질 흐름도를 바탕으로 각 단계별로 감량 및 재활용 증가를 위한 개선이 이루어져야 한다.

참고문헌

- 대한무역투자진흥공사. 2017. 7. 28. “中 올 연말부터 24가지 고체 폐기물 수입금지.” KOTRA 홈페이지 (<https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/5/globalBbsDataView.do?setIdx=244&dataIdx=160098>).
- 유기영. 2012. “국내외 재활용 및 재활용률 관련 현황.” 국립환경과학원 세미나 자료집: 실질 재활용률 산정기법 및 활용방안에 관한 세미나. 2012. 9. 4.
- 최용 · 최형진 · 이승희. 2018. “국내 폐플라스틱의 관리 현황 및 개선사항.” 「자원리사이클링」, 27(4): 3-15. “[데이터로 읽는 중국] 4월 통계에 비친 미중 무역마찰과 친환경 쇼크.” 조선일보. 2018. 5. 9. 보도(http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2018/05/09/2018050901069.html).
- Germanov, Elitza S., Andrea D. Marshall, Lars Bejder, Maria Cristina Fossi, and Neil R. Loneragan, 2018. “Microplastics: No Small Problem for Filter-Feeding Megafauna.” *Trends in Ecology & Evolution* 33 (4):227-232. doi: 10.1016/j.tree.2018.01.005.
- Roland Geyer, Jenna R. Jambeck & Kara Lavender Law. 2017. “Production, use, and fate of all plastics ever made.” *Science Advances*, Vol. 3, no. 7.
- Yong Choi, Hyeong-Jin Choi & Seung-Whee Rhee, 2018. 3. “Perspective on Recycling of Plastic Waste in Korea(Republic of).” The 13th International Conference on Waste Management and Technology, Beijing: Tsinghua University.

