



식품포장에 있어 PET 용기의 지속가능성

Sustainable PET Bottles of Food Packaging

신양재 / 포장학 박사, 포장기술사
강동호 / MSU(미시간주립대) 박사과정

1. 서론

이 논문에서는 MSW를 처리하기 위한 다양한 공법들과 그와 연관된 연구들을 통해 재사용, 재충전, 재활용과 같은 지속가능성 적인 관점에서 PET 포장의 원자재 감에 대해서 논의하고 있다. PET가 가진 화학, 물리 그리고 기계적인 물성과 산소, 이산화 탄소에 대한 좋은 차단성으로 인해 PET는 미국뿐만 아니라 전세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 열 가소성 polyester 중에 하나이다. PET의 수요가 증가함에 따라 물성의 저하가 일어나지 않은 채 경제적 그리고 환경적인 요구를 충족시키기 위한 여러가지 시도가 개발되어져 왔다. 코카콜라, Easterform packaging, kraft와 같은 회사들은 경량 PET병을 개발해 왔고 몇몇 브랜드들은 이미 상용화 되어있는 상태이다. PET병의 재사용, 재충전은 이를 지지하는 법안들과 정책들로 인해 덴마크, 독일, 네덜란드와 같은 유럽에서 잘 개발되어져 있다. 재활용 기술은 이 중에서도 PET폐기물을 가장 경제적으로 처리하는 방법이다. 결과적으로 PET 포장 폐기물의 증가를

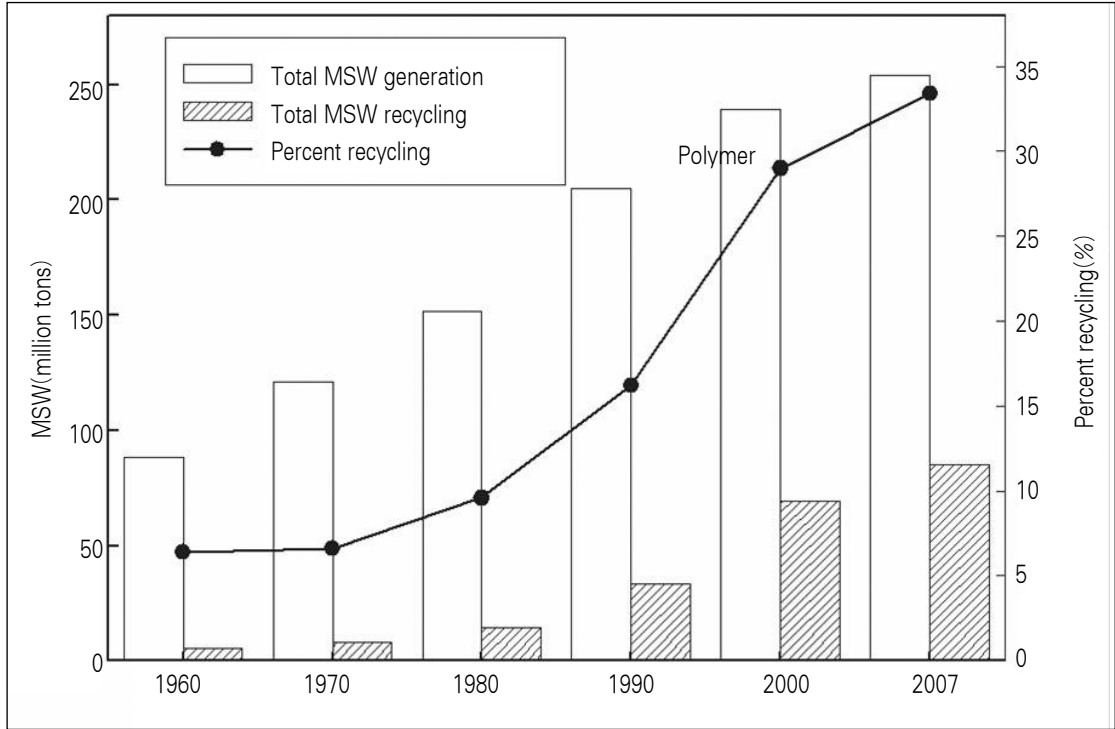
좀 더 효과적으로 처리하기 위한 진보된 기술들과 계속적인 개발들이 필수적인 상황이다.

1. Solid waste 처리위한 환경적 고찰

1980년대 중반 MSW를 처리하기는 가장 대표적인 방법은 매립이었다. 88.6%의 MSW가 매립으로 처리되었으며 곧 이어 MSW를 위한 토지 사용은 대중적인 환경 이슈가 되었다. 이를 위한 여러 법안들이 제안되었고 그 중에서도 플라스틱 포장산업에 영향을 미치는 것들이 많았다. 그 이유는 플라스틱포장의 특징이기도 한 제품의 부피대비 큰 비중을 차지하는 것과 거의 일어나지 않는 생분해성이었다. 심지어 MSW를 위한 토지사용은 토지가 부족한 대다수의 유럽과 일본에서 미국보다 더욱 심한 문제를 나타냈다. 그로 인한 시도들 중 하나는 MSW 발생을 최소화하는 것이었고 또 다른 시도는 매립이라는 방법의 대체방안인 소각, 재활용 등을 개발하는 것이었다. 많은 나라들이 MSW를 처리하기 위한 소각시스템을 연구했었다.

그러나 1980년대 후반부터 1990년대 초반

[그림 1] MSW generation, recycling and percent recycling in U.S., from 1960 to 2007



소각물질에서 발생하는 중금속 물질에 대한 대중적인 인식과 현저히 낮은 경제적 효율로 인해 소각시스템은 실패로 돌아갔다. 결과적으로 포장재를 처리하기 위한 원자재 감량과 재활용이 급격히 증가하였다. 재활용율은 1990년대 말까지 급격하게 증가되었다.

생분해 과정에 의해 처리되며 퇴비와 연료를 생성할 수 있는 퇴비화 또한 이 시기에 급격히 증가되었다. [그림 1]에서는 미국에서 발생한 전체 MSW가 2억 5천 4백만 톤에 이르며 8천 5백만톤이 재활용과 퇴비화로 인해 처리되었다는 것을 보여주고 있다.

8천 5백만톤 중 6천 3백만 톤이 재활용으로

처리되었으며 이는 작년 대비 190만톤이 증가된 수치이다. 이외에 2천2백만톤은 퇴비화로 인해 처리되었다. 1980년대 중반부터 재활용과 퇴비화로 인한 재생은 꾸준히 증가하고 있으며 소각에 의한 에너지 재생과 매립은 제자리이거나 다소 줄어든 것을 [그림 2]에서 볼 수 있다.

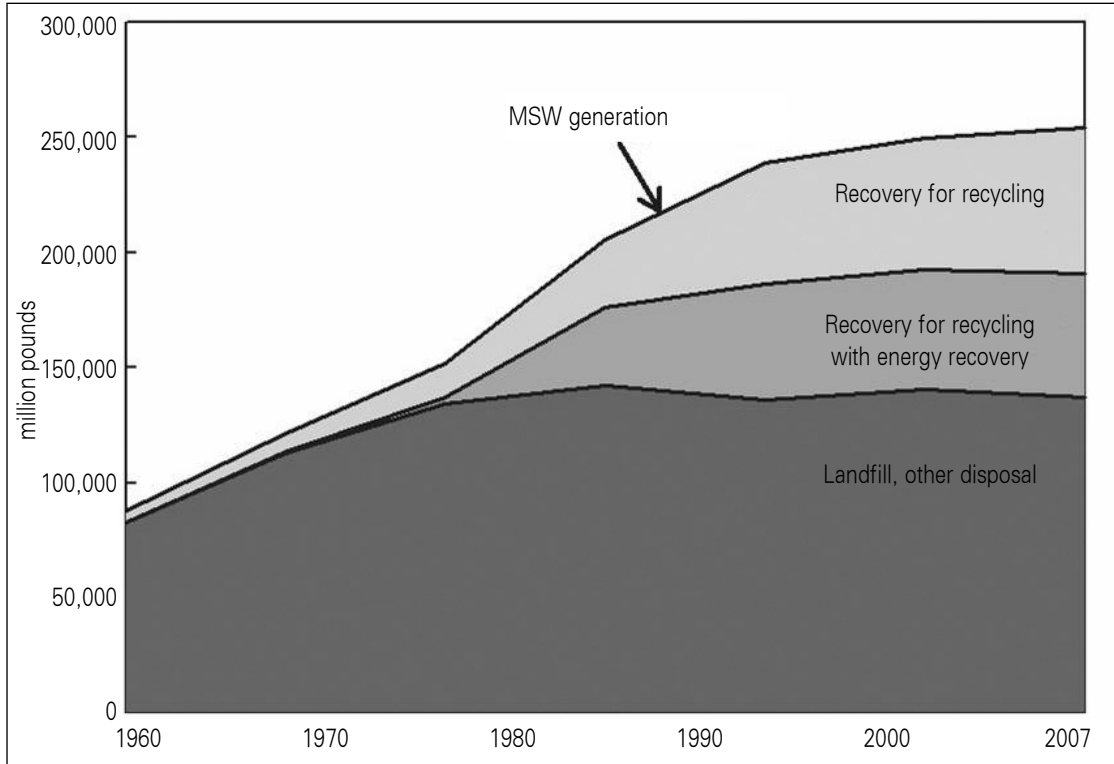
1-1. Packaging in MSW

제품별 그리고 비중별 2007년도 폐기물 생산량은 [그림 3]에 나와있다. 용기와 포장재는 30.9% 7천8백만톤으로 가장 큰 부분을 차지했다.

11.7%의 플라스틱 포장재 재생을 중 PET 음



[그림 2] Municipal solid management in U.S., from 1960 to 2007



료병이 36.6%로 가장 큰 부분이었고 HDPE 우유와 물병이 28%로 2번째 큰 부분을 차지하였다. 유리, 철, 알루미늄, 종이의 재활용과 비교해 보자면 이는 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있다. 그 이유 중 하나는 재생과정은 오염물질을 제거하는 과정이 필수적이라는 것과 또 다른 이유는 현재 재활용 기법은 분류, 세척과정들이 모든 종류의 플라스틱 포장재를 처리할 수 없다는 것이다. 현재의 플라스틱 포장재는 한 종류의 포장재로 이뤄져있다가보다는 열가지 다른 재질의 플라스틱이 혼합되어있는 것이 대부분이기 때문이다.

환경에 관한 인식이 증가하고 있는 가운데 사용이 끝난 플라스틱 포장재에 관한 인식도 증가하고 있으며 그로 인해 재활용을 통한 새로운 제품을 생산하는 기술 또한 중요해지고 있다. 재활용 물질의 재사용에 관한 기술이 PET 음료병의 증가에 따라 유럽쪽에서 많이 적용되고 있다. 재활용 물질을 다른 종류의 용기에 사용하는 기술은 미국과 아시아쪽 국가들에서 많이 적용되고 있다.

1-2. Biodegradable plastics

환경문제 인식으로 인해 PLA와 같은 생분해

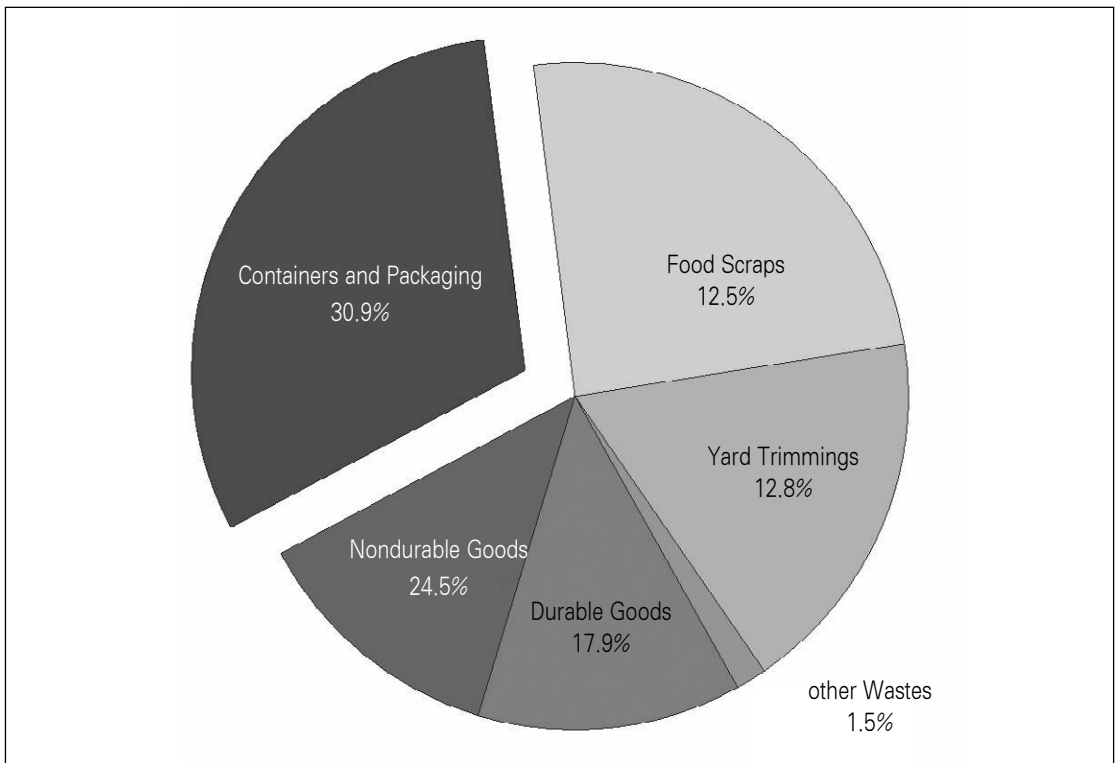
성 플라스틱이 현재 합성 플라스틱을 대체할 물질로서 높은 관심을 끌고 있다.

PLA와 같은 생분해성 플라스틱은 많은 장점들을 가지고 있다. 1) 재생가능한 농업생산물에 의해 생산 2) 생산중 상당량의 이산화탄소 소모 3) 상당량의 에너지 절약 4) 재활용 및 퇴비화 가능한 점 등이 있다. 그러나 PLA의 여러가지 단점들로 인해 PCR(POST-CONSUMER RECYCLED) 재료로 그 관심이 옮겨지고 있다. PLA는 상대적으로 높은 수분투과성을 가지고 있으므로 수분중심의 제품에는 적용할 수 없다. 우리가 실행한 연구에 따르면 PLA의 수분

투과계수가 상대적으로 100% virgin 그리고 100% recycled PET 필름보다도 상대적으로 높다는 결과가 나왔다(표 1).

게다가 Dr. Rafael Auras에 따르면 용해도 예측 실험에서 PLA는 질소 혼합물, 무수물 그리고 몇몇 알코올들에 반응할 것이라고 나왔다. 이 말인 즉슨, PLA는 몇몇 식품 포장에는 적합하지 않다는 것을 시사한다. 현재 모든 생분해성 및 바이오 수지로 만들어진 플라스틱들은 재활용 센터로 모여지지 않고 있다. 왜냐하면 생분해성 플라스틱의 재활용코드가 OTHER로 지정되어 있기 때문이다. 이런 상황들이 환경친화적인

[그림 3] Total MSW by category in U.S., 2007





[표 1] Water vapor permeability coefficient for PLA, 100% virgin and 100% recycled PET film at 99%RH and 37.8℃

Film sample	Water vapor permeability coefficient (kg · m/m ² · s · Pa)
PLA	1.80 ± 0.01 × 10 ^{-14a}
100% virgin PET film	2.73 ± 0.08 × 10 ^{-15a}
100% recycled PET film	2.76 ± 0.02 × 10 ^{-15a}

* Values in the same column with different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$

포장재를 만들기 위한 다른 시도들을 부추기고 있다. 그 중 하나가 POST-CONSUMER RECYCLED RESIN이다. 재활용 공정이 정확하게만 이뤄진다면 재활용된 PET 수지는 순수 PET 수지와 화학적으로 같은 물성을 지닐 수 있다.

또한 solid-state 공정을 통한다면 재활용 PET 수지는 순수 PET 수지와 거의 똑같은 고유점도를 가질 수 있게 된다. 더군다나 재활용 PET 수지는 존재하는 모든 PET 몰드에 사용될 수 있으며 이로 인해 최소한의 시험과 새로운 몰드의 개발에 드는 비용을 절감한 채 사용될 수 있다. 즉, 재활용 PET수지가 경제적으로 생분해성 수지보다 더 적합하다는 의미이다.

재사용, 재충전 그리고 원자재 감량 또한 환경 부담을 줄이는 다른 방법들이 될 수 있다. 그러므로 이 논문에서는 재사용, 재충전과 같은 원자재 감량과 다양한 방법들을 통한 재활용을 논하고자 했으며 그에 따른 PET포장의 지속가능성을 고찰하고자 했다.

2. PET 포장의 지속가능성

지속가능한 개발이란 예전 노르웨이 국무총리인 Gro Harlem Brundtland에 의해 정의되었

었으며 이것의 의미는 “미래의 자손들의 요구를 망치지 않으면서 현재의 요구에 부응하는 것”이다.

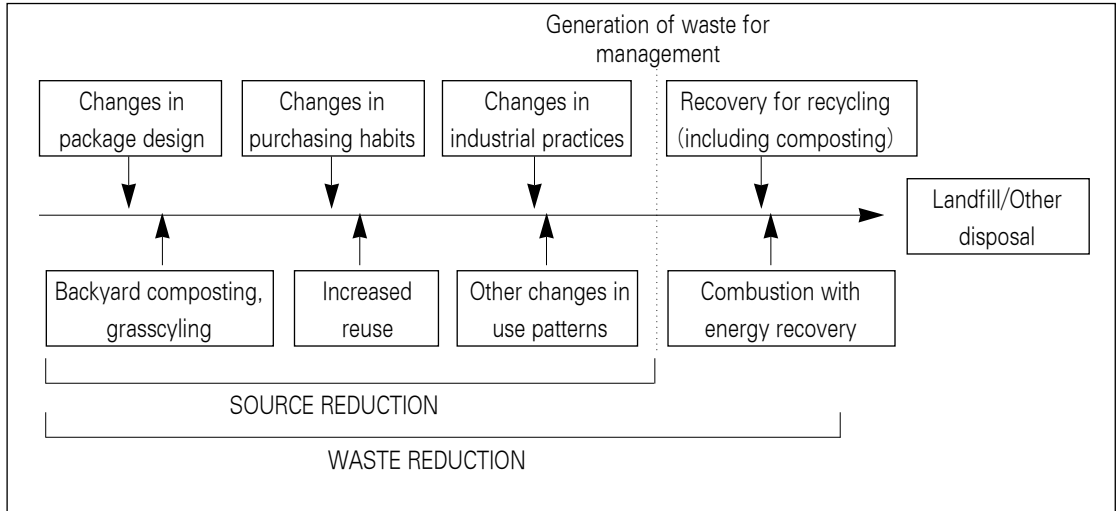
지속가능한 개발이란 협동이 되어야 하는 움직임으로써 지구의 환경을 보호하며 또한 경제적 사회적인 정의를 실현하는 것이 목표인 움직임이다.

그러므로 지속가능한 개발은 3가지 기본적인 요소들의 상호작용에 의해 만들어진다. 이는 환경, 경제 그리고 복지 또한 세자기 E라고도 알려져 있다.

EPA에서는 MSW를 위한 효과적인 방법들에 순위를 매기고 있다. 가장 선호되어지는 방법은 재사용, 재충전과 같은 원자재 감량이며 그 다음으로 퇴비화를 포함한 재활용을 통한 재생, 그 다음으로 소각 및 매립 순이다(그림 4). 이 방법들 중 퇴비화는 유기물의 생물학적 분해를 의미한다. 생분해성 플라스틱은 재생가능한 포장재로 여겨지며 고전적인 오일에 의해 만들어지는 플라스틱을 대체할 대체재로 여겨지고 있으며 현재 PLA와 전분 기반의 플라스틱들이 시장으로 나오고 있다.

그러나 이런 종류의 플라스틱들은 기존 플라스틱에 비해 가격이 비싸며 적합한 환경하에서만 생분해가 일어난다는 단점들을 가지고 있다.

[그림 4] Diagram of solid waste management



그러므로 가장 효과적으로 포장에 지속가능성을 불어넣는 방법은 원자재 감량과 재활용을 통한 재생이라고 할 수 있다.

EPA에 따르면 재설계 및 재사용이 재가공이 필요없으므로 재활용보다도 더 낫다고 얘기한다.

2-1. PET의 원자재 감량

원자재 감량 또는 폐기물 방지는 EPA에 의해서 정의된 용어이며 그 의미는 “디자인, 생산 공정, 구매공정, 재료 및 제품의 사용에 있어서 폐기물이 되기 이전까지 양을 줄이거나 유독성을 줄이기위한 그 어떠한 변화”를 얘기한다.

방지라는 용어는 또한 제품이나 물질의 재사용도 포함한다.

원자재 감량은 일반 시민부터 사설업체, 조합, 기관, 생산업자 및 유통업자에 이르기까지 넓은 범위의 주체들이 협력했을 때 성공할 수 있다.

무거운 재료에서 가벼운 재료로 다시 설계를 함으로써 물건의 무게 및 원자재 사용을 줄이는 것은 원자재 감량의 예시중에 하나이다.

2-2. 경량화

PET병의 경량화는 PET수지 및 컨버터의 개발과 함께 1990년대 중반부터 시작되었다. 이 시기엔 2리터, 1.5리터 그리고 0.5리터 부피의 병이 각각 58, 40 그리고 22그램이었다. 2006년에 이르러서 2리터 병은 47그램, 1.5리터 병은 30그램 그리고 0.5리터 병은 12.5그램이 되었다. 지난 몇 해 동안 경량화에 대한 인식은 원자재 감량에 대한 하나의 방법으로써 꾸준히 증가해왔다. Esterform packaging의 보고서에 의하면 0.5리터 병을 20그램에 그리고 2리터 병을 40그램에 경량화하는데 성공했다. 경량화 병을 개발한 후 그들은 이 병이 업계에서 요구하는 음료병의 기본 물성에 맞는지 그리고 에너지 사용



[표 2] Energy and material saving of lightweight PET bottles compared to traditional PET bottles

	Per million 500ml PET bottles (Using 20g rather than 25g performs)	Per million 2liter PET bottles (Using 40g rather than 42g performs)
PET weight saving	tonnes	2tonnes
PET material cost saving at £800/t	£4,000	£1,600
Carbon emission saving	0.41tonnes	0.10tonnes
Energy saving	4,133kWh	1,653kWh

을, 경제적 효율성, 탄소 소비율 등을 분석했다. 결과적으로 경량화 PET병은 요구되어지는 모든 물성을 만족시켰다. [표 2]는 이렇게 새롭게 개발된 경량화 PET병과 이전의 PET병에 대한 원자재 절약에 대한 비교표이다.

이론적으로 병의 경량화는 주로 병 목 부분 그리고 몸체에 들어가는 재료의 양을 줄이는 것과 연계된다. 그러나 실제로 이러한 방법에는 여러 가지 문제점들이 생기게 된다. 그 중 하나는 제품의 경도와 TOP LOAD RESISTANCE가 제품의 두께가 줄어들어 따라 감소하게 된다. 또

다른 문제점으로는 예비성형품의 NESTING 문제이다(예비성형품의 몸체 부분이 병 목의 개봉 부위보다 작아지는 현상). 게다가 병의 무게가 줄어든다는 것은 병의 생산 및 충전 속도를 저하시킬 뿐만 아니라 유통기한에도 영향을 미치게 된다. 실제로 이런 문제들을 극복하기 위해 주로 3가지 기술들을 적용하게 된다. 첫번째 기술은 예비성형품의 형태, 몰드, 압출성형기의 재설계를 하는 것이다. 두번째 기술은 경량화될 수 있으며 생산성 향상 및 BARRIER 성을 향상시킬 수 있는 새로운 PET 수지 개발이다. Eastman

[표 3] Examples of lightweight bottle productions with company

Company	Product	Description
Colgate-Palmolive	Softsoap® hand soap pouch refill	50% weight reduction compared to like-sized PET bottle
Easterform Packaging	CSD bottles	500ml CSD bottle(25g to 20g) 2L CSD bottle(42g to 40g)
Kraft	Salad dressing PET bottle	19 percent weight reduction by process refinement
Coca-Cola	CSD bottles	23% less PET in 600ml CSD bottles in Mexico
	Dasani water bottle	35% less PET in 500ml Dasani bottle
	Cap for PET bottle	38% smaller cap for PET bottles
Sidel	NoBottle	9.9g per 500ml bottle
Krones	PET lite 6.6	6.6g per 500ml bottle(lightest bottle on the market)
Filmatic	-	16g per 500ml bottle compared to traditional 26g

chemical에서는 “Vorcalor PET~”라는 PET 수지를 새로 개발했으며 이 수지는 기존 수지 대비 30%의 에너지 절감을 할 수 있으며 재활용 공정에도 효과적으로 적용되어질 수 있는 수지이다.

세번째는 IR오븐을 통해 예비성형품에 재가열을 적용함으로써 예비성형품의 안 쪽과 바깥 쪽의 완벽한 열 분배를 만들어주는 것이다. 이로 인해 PET병은 줄어든 두께에도 불구하고 기존 대비 같은 경도를 지닐수 있게 된다. [표 3]는 현재 상용화된 경량화 PET병을 나타내고 있다.

2-3. 재사용/재충전

현재 미국에서는 대다수의 포장재들의 개발단계에서 재사용을 고려하고 있지 않다. 즉, 제품 개발단계에서 수집, 반환 그리고 세척을 염두에 두지 않는다는 의미이다. 2/3의 포장재가 매립이 되며 1/3이 재가공 및 재활용되어 새로운 제품에 활용되고 있다. 몇몇 유럽국가에서는 대다

수의 음료, 물 그리고 맥주병으로 재충전 PET 병을 사용하고 있다.

가장 대표적으로 사용되는 재충전 PET병은 1.5리터 음료병이며 이 병은 유리, 금속보다 가벼울 뿐만 아니라 하역과정 중 깨질 염려도 없고 여러번의 유통과정에도 견딜 수 있는 병이다. 그러나 재충전 시스템이 비용절감 및 환경부담절감과 같은 장점이 있음에도 불구하고 미국의 맥주 및 음료 업계에서는 그들의 재충전 시스템을 없애고 있다.

미국 음료업계에서 재충전 병을 한 번 사용하는 음료 및 알루미늄 캔으로 바꾸는 동안, 유럽과 라틴 아메리카 국가에서는 최신식의 재충전 용기를 사용해 왔다. 많은 유럽 및 캐나다 지방에서는 1970년대 입법된 여러 정책들이 재충전 음료병의 사용을 증진시키고 있다.

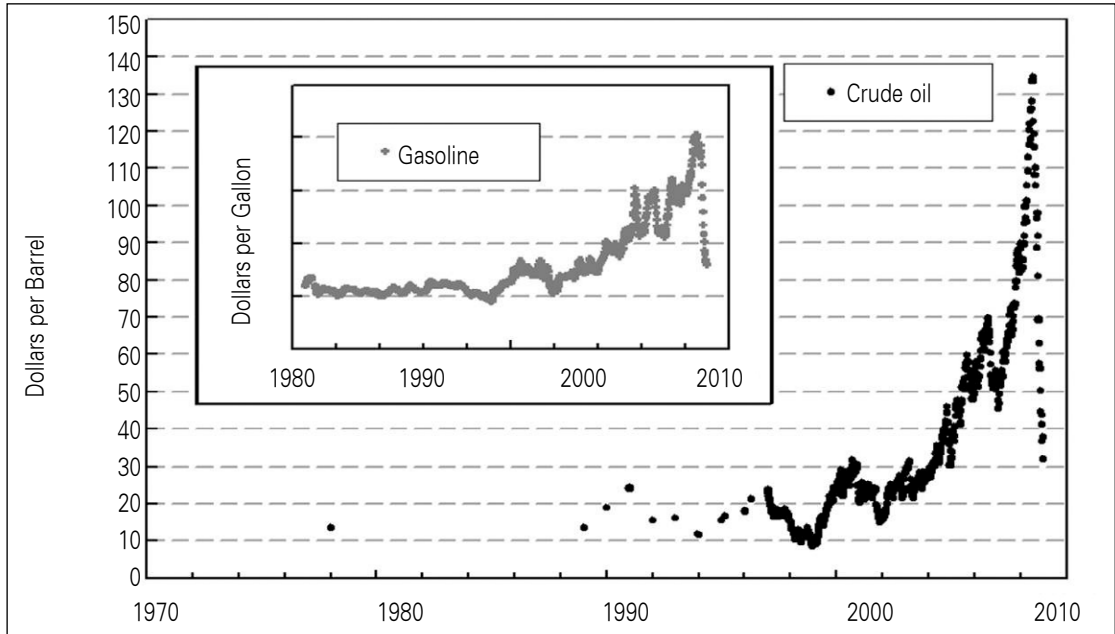
[표 4]에서는 유럽 및 캐나다 지방에서의 재충전 시스템에 대한 재충전 율과 그와 관련된 법안들을 설명하고 있다.

[표 4] Refillables as a portion of total beverage sales and policies in some countries

	Soda	Beer	Policies
Prince Edward Island(Canada)	100%	100%	Bans non refillables
Ontario(Canada)	NA	81%	~9¢ tax on one-way beer container
Quebec(Canada)	NA	80%	No more than 37.5% of beer can be in one-ways
Finland	98%	73%	Levy on one-way containers
Denmark	90%	100%	Banned cans and required refillables for domestic soda/beer
The Netherlands	80%	100%	Cannot substitute one-way for refillables unless environmental impact is same or less
Germany	75%	75%	72% most be packaged in refillables or be subject to mandatory deposits
U.S.	< 3%	< 5%	



[그림 5] U.S. price trends of gasoline and crude oil Source : Energy Information Administration



2-4. 재활용

PET재활용에 관한 여러가지 중요한 요소들이 존재한다. 첫번째는 PET수지의 가격이다. 페트 물류의 높은 가격에 의해 순수 PET수지의 가격이 높아져있다. 순수 PET수지와 휘발유생산은 동시에 같은 전구체인 paraxylene을 사용한다.

그러므로 휘발유의 가격이 높다는 의미는 순수 PET수지의 가격도 높다는 것을 의미한다.

보통은 순수 PET수지가 가격이 높은 상태에서는 PET reclaimer로 하여금 재활용 PET수지가 가격을 높게 책정할 수 있도록 한다. [그림 5]에서도 볼 수 있듯이 CRUDE OIL과 휘발유의 가격이 2008년도 9월까지 치솟고 있다.

휘발유 가격의 동향을 보면 알 수 있듯이 순수 PET수지 가격도 높다고 예상할 수 있다. 게다가

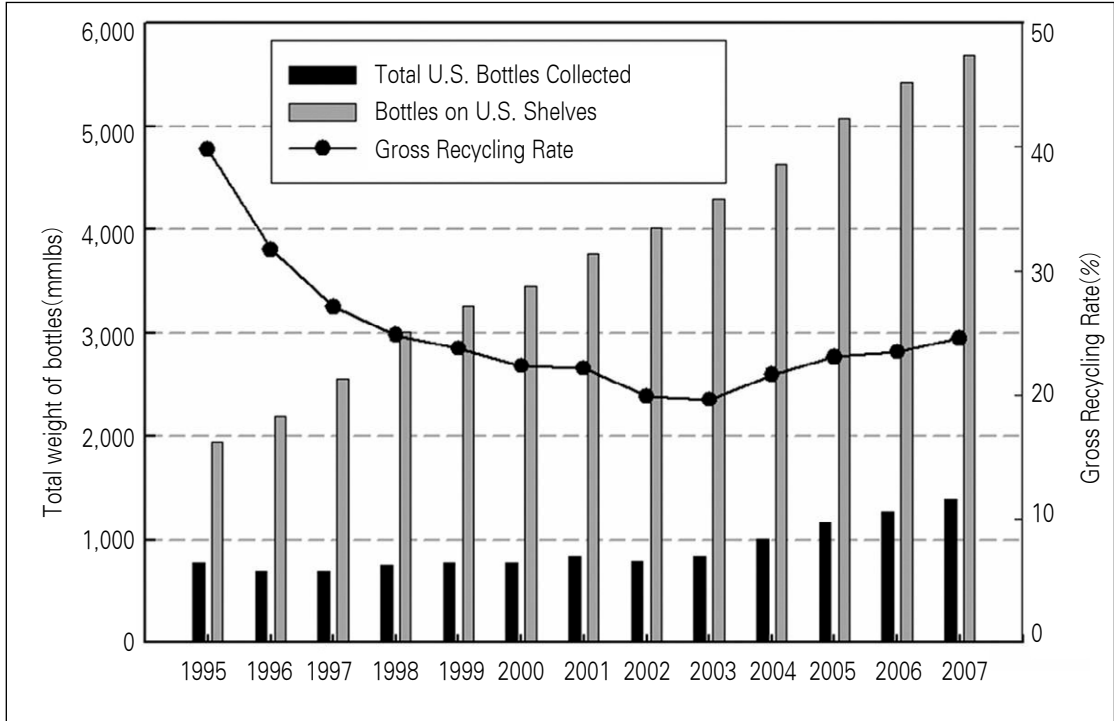
가 또다른 PET 전구체인 isothalic acid의 경우 2007년 상반기 부족한 공급률로 인해 더욱더 순수 PET의 가격을 끌어올리게 되었다.

두번째 이유는 PET수지의 수요이다. NAPCOR의 보고서에 의하면 56억8천3백만 lb의 PET병이 2007년도 미국내에서 생산 판매되었다. 이 수치는 19억 5천만 lb인 1995년도와 비교하면 191%가 증가한 것이다.

반면에 PET병의 시장성장률은 2007년도 4.8%를 했으며 이 수치는 2006년 6.9%의 성장률을 기록한 것에 대비 감소한 수치이다. 지난 세기 물 병의 많은 판매량으로 인한 시장의 포화가 성장률의 둔화로 이어진 것이라고 예측하고 있다.

2006년도에는 등장성(ISOTONIC)음료, 차

[그림 6] Total weight of bottles on U.S. shelves and collected with gross recycling rate



그리고 에너지 음료부문이 PET병의 시장성장세를 이끌었다. 2007년도에는 저런 음료부문을 뿐만 아니라 PET병으로는 처음 업 스케일된 와인병이 시장성장세에 보탬이 되고 있다.

375ml 와인병이 주로 외식산업에서 사용되었지만 Australian vineyard에서 750ml 와인병을 미국 소매상에 등장시켰다. 이러한 몇몇 이유들로 인해 전세계 PET 수요는 2006년부터 2011년까지 해마다 7%씩 늘어갈것으로 예상되어지고 있다.

세번째 이유는 재활용 PET수지의 수요이다. 재활용 PET수지의 수요가 매우 높에 나타나고 있으며 그 이유는 카펫, 필터, 섬유 등의 제품

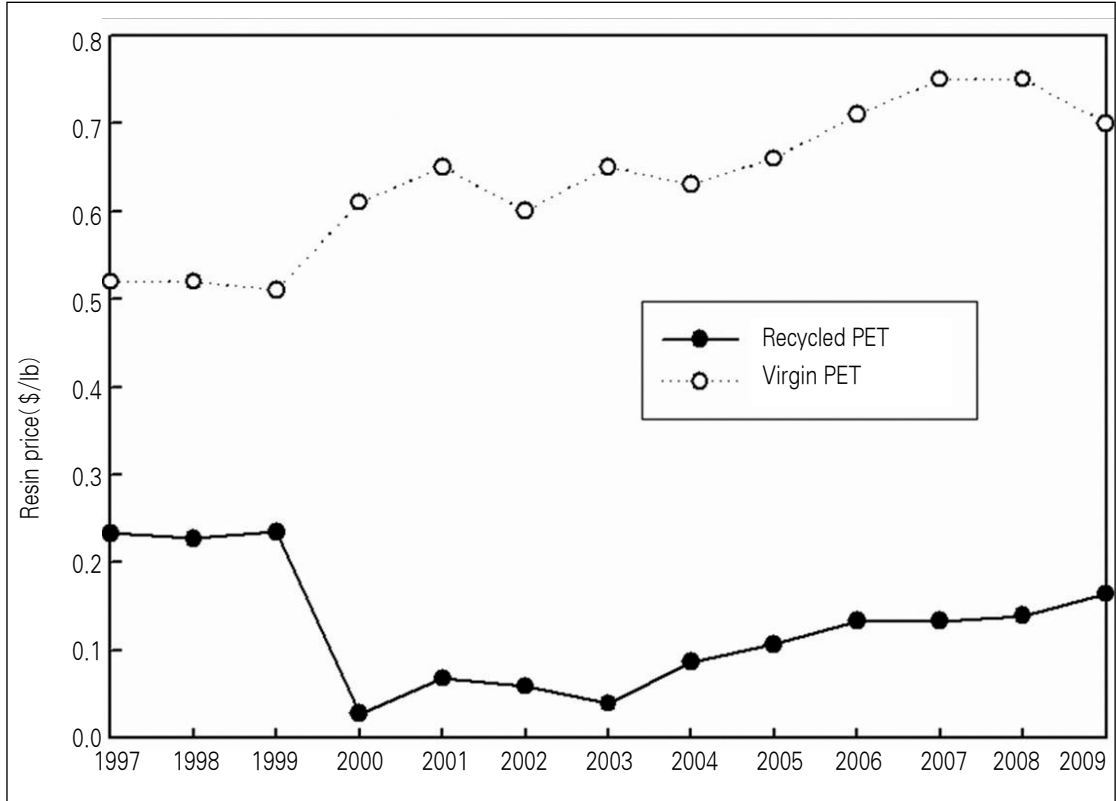
수요가 증가하기 때문이다. 재활용 PET의 수요는 현재 연간 10억lb에서 연간 20~25억 lb로 늘어날 것으로 예상되어지고 있다. (그림 7)에서도 볼수 있듯이 비용절감면에서 재활용 PET수지는 순수 PET수지보다 lb당 40센트 저렴했으며 이로 인해 PET제품 생산자로 하여금 재활용 PET수지를 사용하게 하는 원동력이 되고 있다.

덧붙여 WALMART PACKAGING SUSTAINABILITY~는 포장재 생산 업자들로 하여금 현재 쓰이는 기질인 PS와 PVC에서 재활용 PET수지를 사용하도록 유도하고 있다.

2009년 초반 코카콜라는 세계에서 가장 큰



[그림 7] Price of virgin and recycled PET resin, from 1997 to 2009



BOTTLE-TO-BOTTLE 재활용 공장을 SPARTANBURG, S.C.에 설립했다.

이 공장에서는 1억 lb의 재활용 PET 수지를 매년 생산할 것으로 예측하고 있다. 게다가 캘리포니아 주에서는 RPPC 법안을 통과 시킴으로써 비식품 사용목적의 포장재에 한 해 원자재 감량 10% 또는 5번 이상의 재사용 또는 25%이상의 재활용수지를 사용하게 하고 있다.

그러므로 CIWMB의 RPPC법안의 실행에 따라 재활용PET수지의 수요는 더더욱 증가할 전망이다.

2-5. PET포장의 재활용을 개선

POLYOLEFIN이나 PS와 같은 다른 포장재와는 다르게 PET수지는 낮은 확산도로 인해 비활성이다. 그러므로 PET 재활용은 CLOSED LOOP 재활용에서 물성의 보존이란 관점에서 심각한 문제점을 가지고 있지 않다.

그러나 라벨에 붙어있던 잔존 접착제나 다른 플라스틱으로 오해하고 사용했을 경우 등과 같이 오염물질의 양과 재활용 플라스틱의 오염 빈도가 물성에 영향을 미칠수 있다.

특히, PET와 PVC의 경우 밀도도 비슷하며

[표 6] PET recycling, barrier coated bottles, multilayer bottles

Material	Wash Treatment	Residual Barrier Layer (ppm)	Removal Efficiency (%)
PPG Bairocade Functional Coating	2.5% NaOH, 1.5% Butyl Carbitol, 0.1% Teric	4.8	99.96
Multilayer Nylon & Scavenger	2% NaOH, 0.02% Oakite RC-7A	700	86
Nylon	2% NaOH, 0.02% Oakite RC-7A	546	94.54
Krones SiOx Surface Deposition	2% NaOH, 0.02% Oakite RC-7A	None detected	Unknown
Sidel Internal Carbon Deposition	2% NaOH, 0.02% Oakite RC-7A	None detected	Unknown

들이 같이 사용되었을 경우 4~10ppm의 혼합 양에도 심각한 문제를 야기 할 수 있다.

최근에 이러한 문제점들을 줄이고 재활용의 효율을 증진시키기 위해 새로운 분류기법들이 도입되고 있으며 또한 super-cleaning재활용 과정이 도입되고 있다. Super-cleaning재활용에서는 높은 온도의 열이 진공상태에서나 표면을 화학물질로 처리한 상태에서 사용되어지며 이로 인해 재활용 PET 수지 내의 오염물질이 줄어들게 될 뿐만 아니라 SOLID STATE과정도 추가하게 된다.

이 SUPER-CLEANING재활용은 이전에 샴푸나 소독재로도 사용되었던 PET제품을 재활용하여 식품 포장에도 사용할 수 있다. FDA에서는 여러개의 NO-OBJECTION LETTER를 통해 이전에 식품포장용으로 사용하지 않던 PET포장이 재활용되어 식품포장용으로 사용되는 상황에 대해 규칙을 만들어놓았다. 또 다른 오염 문제로는 재활용PET수지가 알루미늄을

함유하고 있을 때이다. 이 문제는 RE-ROLL 시스템에 ECS를 합친 기술을 도입함으로써 개선되어질 수 있다. 또 다른 방법으로는 PVC나 알루미늄의 사용을 제품 개발단계에서 방지하는 것이다. 그러므로 이러한 오염물질 관리가 PET 재활용에서 가장 중요한 부분이다.

21세기 들어서서 맥주 산업에 PET병의 도입은 전 세계적으로 새롭고 막대한 시장이 되었다. 미국에서 20OZ와 1L짜리 PET병은 총 5개의 층으로 이뤄져 있으며 2개의 층은 순수 PET수지로 1개의 중심층은 재활용 PET수지로 나머지 2개의 층은 MXD6로 이루어져 있다. 이 구조는 매우 효과적으로 재활용 PET수지층으로부터의 MIGRATION을 방지할 수 있다.

SURSHOT시스템도 또한 5개의 층으로 되어 있으며 이 중 한개의 층은 EVOH로 이루어져 있으며 이 층 재활용 중에 효과적으로 분리가 가능하다고 설명하고 있다. 이로 인해 재활용율이 40%까지 증가된다고 한다. 이 시스템은 2007



년 1월 미국에 선을 보였다.

이와는 반대로 PLASMA상태에서 PET병의 안쪽과 바깥쪽을 코팅하는 기술 PLASMA COATING시스템은 유럽과 일본에서 꾸준히 개발되어 왔다.

전 세계 맥주시장에서의 성공에 따라 다층 및 점막 코팅 된 PET 용기의 재활용이 관심받고 있으며 여러 나라의 포장업계에서는 기존의 세척 시스템, 생산 조건 그리고 재활용 PET수지의 잔존 물질을 세척하는 기술들을 개선하고 있다. [표 6]은 다양한 세척 방법들을 사용한 다양한 점막 PET병의 잔존 물질 제거 효율에 대해 설명하고 있다.

II. 결론

이 리뷰에서는 PET의 지속가능성을 위해 시도되고 있는 다양한 방법들이 논의 되고 있으며 그 중에서도 원자재 감량, 재사용/재충전, 다양한 기법을 통한 재활용에 중점을 맞추고 있다. PET의 경우 재활용과정중 비활성이며 감량화에 따른 기계적 물성의 보존, 재충전 및 재사용에 따른 광학 물성의 보존, 적당한 가격 그리고 잘 구축되어있는 기반시설을 통해 다른 일반 플라스틱보다도 가장 지속가능한 포장재이다.

그러나 2007년도 미국에서는 플라스틱 용기 및 포장재의 재활용율이 11.7%에 불과하며 심지어 PET음료병의 경우 37%에 불과한 실정이다. 이 수치는 65%인 철포장재와 57%인 인쇄 종이의 재활용율에 비하면 매우 낮은 편이다. 게다가 21세기에 들어서서 원유가격의 증가와 지

구온난화, 공기 및 수질 오염 그리고 에너지 관리 측면에서 그 어느 때보다 심각한 상황에 직면해 있다.

그러므로 의사결정자는 제품 개발단계에서부터 철저하게 경제적 기술적 정보를 종합하여 MSW를 줄이기 위한 지속가능한 포장재를 고려해야 한다.

재활용 PET의 경우 진보된 재활용 기술을 통한 물성 보존 뿐만 아니라 세척 및 분류 시스템의 개선을 통해 잔존 오염물질을 효과적으로 제거하는 노력이 반드시 필요하다.

재사용 및 재충전의 경우 정책 및 법안들이 재사용 및 재충전을 권장해야 하며 PET포장의 재사용 및 재충전에 관한 대중적인 인식 또한 뒷받침 되어야 할 것이다.

PET포장재의 감량화의 경우 연구와 개발이 더욱 필요하다.

결과적으로 PET포장재의 지속가능성을 성취하기 위해서는 새로운 기술의 개발, 산업과 대중들의 PET 포장에 대한 인식이 동시에 같이 이뤄져야 한다. [K]

**월간 포장계는 포장업계에 유익한
최신 기술 및 정보를 제공하고 있습니다.**

**정기구독 및 광고 문의는
(사)한국포장협회 편집실로 해주십시오.**

**TEL. (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net**