



폴리스틸렌용기에 대한 올바른 이해

Understanding of Polystylen Tool

안광보 / (주)농심 포장개발팀 차장

1. 서론

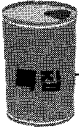
식품을 포장하는 목적은 식품을 생산, 저장, 수송, 판매 및 소비 등 여러 과정 중 식품의 품질을 유지하여 오래 저장할 수 있게 하는 보존성 측면, 식품에 미생물이 부착하거나 이물이나 유해물이 혼입되지 않도록 하는 위생 안전성 측면, 제품의 운반, 판매 및 소비를 하는데 간편하고 편리하도록 하는 편리성 측면, 제품의 수송 및 취급과정에서 충격이나 진동 또는 가압등에 의하여 손상을 받지 않도록 하는 보호성 측면, 제품의 외관을 아름답게 하고, 내용물을 명확히 표시하여 상품적 가치를 높이는 판매촉진 측면이라고 할 수 있다.

생활수준이 향상됨에 따라 소비형태와 양식에도 많은 변화를 초래하였고, 인구증가에 따른 식품수요의 증가, 교통 및 운반수단의 발달에 따른 유통구역의 확대, 식품저장 방법의 발달에 따른 유통기한의 연장 등으로 유통과정중의 식품의 품질유지, 손상방지, 위생적인 안전성, 취급 및

소비시의 편리성 등을 한층 필요로 하게 되었고, 이러한 기능과 목적을 위한 식품포장은 식품공업의 발달과 더불어 많은 발전을 하게 되었다.

식품포장의 수요가 증가하고 판매경쟁이 치열해질 것을 고려한다면 포장의 기능 중 안전성 기능, 정보전달 기능, 품질보증기능, 환경 적응성 기능은 향후 더욱 중요시 되리라 본다.

미국 FDA에서 1958년 이후로 식품과 접촉해도 무방한 포장재로 판단 사용을 허용하고 있으며, 유럽·아시아를 비롯 세계 각국의 정부기관에서도 사용을 승인한 물질로 알려져 있는 포장 소재임에도 불구하고, 일명 내분비교란 의심물질에 대한 안전성 문제와 더불어 플라스틱 1회용 포장재 및 용기의 폐기물이 환경오염에 영향을 준다는 규제가 발표되면서 이에 대한 대책과 관심이 높아지고 있다. 환경문제는 깨끗한 환경을 보존하고 귀중한 지구를 지키기 위하여 누구나 공감하는 과제이기 때문에 국제적인 인식이 확산되어 급속히 진행되고 있으며, 기업도 이제는 Green Marketing 시



대로, 환경을 도외시 하고는 이윤을 추구할 수 없게 되었다.

본 고에서는 폴리스틸렌 용기에 대한 올바른 이해를 돕고자 안전성과 환경친화성을 중심으로 논하기로 한다.

II. 본 론

1. 폴리스틸렌의 종류

폴리스틸렌은 크게 투명성이 뛰어난 일반용 폴리스틸렌(General Purpose Polystyrene)과 고무를 보강하여 내충격성을 향상시킨 HIPS(High Impact Polystyrene), 그리고 폴리머 내에 발포제를 함유하고 있는 EPS(Expanded Polystyrene)등으로 나누어 진다.

1-1. 일반용 폴리스틸렌(General Purpose Polystyrene)

GPPS는 무색투명하며 선명한 착색이 자유로워 성형품의 상품가치를 향상시킬 수 있다. 용해시 열안전성 및 유동성이 양호하여 성형 가공성이 뛰어나 사출성형, 압출성형에 적합하고 성형수축이 타수지에 비하여 작아 치수안정성이 우수하고 가격도 저렴하다.

GPPS는 평균분자량(Mw)와 분자량분포(MwD),가소제 함량의 조절로 물성변화가 가능하기 때문에 소비자가 요구하는 특성에 맞게 다양한 grade의 생산이 가능하다.일반적으로 분자량이 증가하면 Vicat 연화점과 굴곡강도는 증가하나 유동성(Melt Index)은 감소하게 되며 분자량이 저하되면 이와 반대로 물성 역전 현상이

나타난다.가소제의 함량이 증가하면 유동성은 증가하나 기계적 특성은 저하된다.최근에는 관능성촉매(Bifunctional Initiator)를 사용으로 Bulk 연속중합으로 고분자량 GPPS도 개발되고 있으며, 또한 Dow Chemical과 Idemitsu에 의하여 공동개발된 Metallocene 촉매를 사용한 SPS(Syndiotactic Polystyrene)은 270℃의 높은 Melting Point와 내화학적, 내수성, 내충격성, 치수안정성, 전기적 성질, 내충격성, 강성이 향상되며 결정화속도를 넓은 범위에서 Control 가능하다.

1-2. HIPS(High Impact Polystyrene)

HIPS는 GPPS의 커다란 결점의 하나인 취약성을 개선하기 위하여 고무를 보강한 제품으로 Polybutadiene Chain에 Polystyrene을 grafting시켜 계면에서의 상용성을 증가로 고착력을 대폭 향상시켜 효과적인 물성을 얻는다. 충격강도는 고무함량이 증가 할수록 향상되나 인장강도, 내열성,내광성, 성형성, 표면광택 등은 저하된다. 또한 투명성을 잃고 유백색이 된다.

보통 HIPS의 고무함량은 3 ~ 13% 가량 함유된다. HIPS의 물성은 연속상인 Main Matrix에 의한 유동성, 굴곡강도, 굴곡탄성률, 경도 등에 영향을 받으며 분상상으로 존재하는 Rubber입자의 형태와 크기 및 분포에 따라 영향을 미치게 되므로 Rubber 입자 조절이 HIPS 제조 기술의 핵심이라 할수 있다.

HIPS가 최적의 충격특성을 나타내기 위하여는 일반적으로 Rubber 입자 Size는 1.5 ~ 3 μ 이 가장 적당한 것으로 알려져 있다. 최근에는 기존의 Rubber입자의 Cellura 형태와는 달리

Core Cell형태를 도입하여 광택 및 내충격성을 향상 시키는 방법도 사용되며 첨가제를 첨가하여 내마모성, 고비중, 영구대전방지HIPS등도 개발되고 있다.

2. 용기의 필요조건

2-1. 내열성

빈용기에 열탕을 주입후 15분 경과시 용기의 변형이 없어야 한다..

용기면은 더운물을 주입하여 취식하는 제품으로 열에 의한 변형이 있어서는 안된다. 또한 최근에는 조리의 간편성 추구로 전자레인지 사용 가능한 내열 Resin 혼입으로 내열성을 향상 시키는 방법도 많이 개발되어 실용화 되고 있다.

2-2. 단열성

빈용기에 열탕을 주입후 3분 후 용기외부를 만질 때 용기가 뜨거워 잡을 수 없는 상태가 아니어야 한다. 단열성은 조리시 소비자의 안전성 측면에서 고려할 사항으로 표면온도가 60℃ 이

상이면 소비자가 손에 잡고 취식하기 어려운 온도로 알려져 있다.

2-3. 내수성

빈 용기에 열탕을 주입 후 60분간 경과 시 외부에 누출되지 않아야 한다.

특히 EPS재질을 사용한 용기면의 경우 소비자에게 조리 간편성을 제공하기 위하여 스프를 무포장한 상태로 투입하는 경우에는 EPS 재질 특성상 기공을 통한 스프류의 누출 문제로 상품성을 상실하는 경우가 있어 주의가 요망된다.

2-4. 내유성

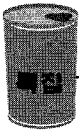
빈 용기를 60% Etyle Alcohol에 30분 침적 후 건조시 표면에 침투 흔적이 없어야 한다.

2-5. 내압강도

세로 방향으로 25Kg 이상 전달 수 있을 것. 내압강도는 제품의 물류과정에서 생길 수 있는 파손을 방지하여 품질을 보존하기 위하여 필요한 조건으로 용기를 제조하는 Sheet상태

[표 1] 용기성형방법 및 특성

성형방법	포장재료	특징
압축성형	EPS	컵형태의 용기면에 많이 사용. 용기 두께가 비교적 균일하다. 인쇄적성은 그다지 좋지않다. 수축라벨에 의한 인쇄효과 부여
사출성형	PP	단열성을 부여하기 위하여 용기외부에 요철을 부여한다. 착색용기로 많이 사용된다.
Sheet성형	HIPS	단열성을 부여하기 위하여 이중 혹은 외부용기에 요철을 부여한다.
Sheet성형	HIPS/PSP	주로 백색용기로 많이 사용된다. 표면에 인쇄효과를 부여하기 위하여 OPS와 합지하여 사용하기도 한다.
성형접합	종이컵/폴게이트 접합	단열성을 부여하기 위하여 외부에 폴게이트를 사용한다.
Sheet Press성형	Aluminum	단열성은 무시되어 사용되는데 주로 불에 직접 요리하는 제품에 사용된다.



[표 2] 진공성형과 압공성형의 차이

구분	진공성형	압공성형
성형방법	진공펌프 이용	압축공기 이용
성형압력	1 bar(대기압)	5 - 7 bar
성형깊이(상단폭대 깊이)	1 이하	1이상 가능
성형속도	10 - 15 cycle/min-	25 - 40 cycle/min
기계가격	저가	고가
금형가격	저가	고가
성형 후 제품절단	성형 후 별도절단	성형,절단 동시실시
제품품질	Corner 정밀성형, 두께편차 발생	양호
곡면인쇄 적성	어려움	양호
적용제품	Tray 및 접시류	컵류

나 제조 조건, 유통조건 등 많은 요인에 따라 영향을 미치므로 최적 안전배율을 산정하여 적절한 내압강도를 유지하도록 할 필요성이 있다.

2-6. 타공강도

1 kg이상의 타공강도를 가질 것.

3. 가공방법

[표 1], [표 2]에서 보는 바와 같이 Polystyrene의 가공방법은 일반적으로 Rigid Polystyren 성형에 이용되는 사출성형(Injection Moulding), 열성형 가공을 위한 발포, 비발포 Sheet에 이용되는 압출성형(Extrusion Moulding), 요구르트, 우유병 등에 이용되는 중공성형(Blow Moulding), 발포용기 성형에 이용되는 열성형(Thermoforming)으로 크게 구분되는 데, 라면용기 성형시에는 열성형(Thermoforming)으로 진공성형, 압공성형이 성행하고 있다.

[표 3] 라면 용기의 형태와 재질

용기형태	용기재질
사발형태	HIPS/PSP 표면인쇄/ HIPS/PSP OPS/인쇄/ HIPS/PSP
컵형태	PVC라벨/인쇄/EPS 표면인쇄/EPS 표면인쇄/ HIPS/PSP OPS/인쇄/ HIPS/PSP
도시락형태	HIPS/PSP 표면인쇄/ HIPS/PSP OPS/인쇄/ HIPS/PSP

4. 라면용기의 형태 및 재질

국내에서 유통되는 용기면의 경우 크게 사발 형태, 컵형태, 도시락형태로 분류 되는데 용기재질은 표 3과 같다.

초기에는 사발형태, 도시락형태의 경우 HIPS/PSP재질을 많이 사용하였으나 최근에는

(표 4) 건조방식에 따른 인쇄기계 차이

항목	적외선(IR) 건조 인쇄기	자외선(UV) 건조 인쇄기
인쇄품질	양호하나 광택이 약함	다소광택이 더 남
생산량	최대 400개/분 이하	400개/분 이상 가능
코로나 전처리 장치	PS는 필요 없으나PP는 필요함	필요없음
사용잉크 및 가격	적외선 건조잉크	자외선 건조잉크
인크보관연한	3-4년	최대 6개월
기계운전 및 보수	다소 어려움	
전기소모량	약 40kw	약 20kw
기계총길이	10-11m	7m
기계가격		PS전용기계는 다소 비싸다

제품의 다양화에 차별화를 유도하기 위하여 곡면인쇄기를 이용하여 용기표면에 인쇄를 하거나, OPS필름에 인쇄를 한 후 합지한 OPS/HIPS/PSP 재질로 Colorful한 형태로 많이 사용된다.

5. 곡면인쇄기의 종류

곡면인쇄기는 잉크건조 방식에 따라 적외선 (Infra Red)건조 방식과 자외선(Ultra Violet) 건조 방식으로 구분되는데 적외선 건조기는 열에 의한 물리적 건조 방식이고 자외선 건조는 잉크에 자외선을 방출하여 순간적으로 건조시키는 화학적 건조 방식으로 두 방식의 차이점은 표4와 같다.

6. 폴리스틸렌용기의 특성

6-1. 안전성

미국 FDA에서 1958년 이후로 식품과 접촉해도 무방한 포장재로 판단 사용을 허용하고 있는

며, 유럽 아시아를 비롯 세계각국의 정부기관에서도 사용을 승인한 물질로 알려져 있다.

용기면의 스티렌 다이마, 트리머가 안전하다는 견해에 대한 의견을 요약해보면 다음과 같다

· 컵라면 용기는 안전하다고 자신 있게 말할 수 있다.

(포장학술 심포지움 강경선 박사 1998.11.12)

· CEFIC의 부분그룹 스티렌조정위원회 SSC의 견해: 9개 유럽회사들은 23개 시료를수거하여 최악의 조건에서 실험하였으나 호르몬 장애는 관찰되지 않았다.

(Europe Mr.Paul Teneux, SSC, CEFIC)

· 미국의 플라스틱산업협회(SPI)의 스티렌 연구그룹이 스티렌을 사용한 식품용기를 최악의 조건하에서 실험하여도 장애효과가 없는 것으로 결론지었다

(United States Mr.Mile Levy, Polystyrene Packaging Council, SPI)

· 사람에 대한 영향은 과학적 근거없다로 결론내리고 PS, PC, PVC 사용 규제 불필요한 것



으로 일본 정부 공식 견해 표명(일본 석유화학신문 1998.10. 26.1면)

- 일본 국립식품위생위원회는 스티렌 용기에 포함된 물질들의 호르몬 저해 가능성이 증명된바 없기 때문에 사용을 규제할 필요가 없다고 발표

(Japan Times 1998.12.13. 2면, The Strait Times 1998.05.05)

- 일본스티렌공업협회가 네덜란드 TNO와 일청식품 중앙연구소에서 시험한 결과 환경호르몬 작용이 없음이 판명되었음 (일본 석유화학신문 1998.07.06)

- 독일 바스프사 관계자는 식품포장재 등에 함유된 스티렌계 물질이 생체에 영향이 없다는 업계 단체의 연구결과 공표 (일본경제신문 1998.12.13)

- 미국 산업화학독성연구소 로저 맥클레란 대표는 컵라면용기와 관련하여 환경호르몬 지나친 걱정은 금물이며, 스티렌다이머와 트리머에 대한 환경호르몬 연구결과는 없으며, 자신도 전자기레인지에 가열해 먹는다고 안전한 물질임을 피

력 (조선일보 1998. 11. 21 25면)

- 일본 환경청 폴리스틸렌을 원료로 한 식품용기는 안전하다고 밝힘

(일본 매일신문 1999. 11. 19)

- 미국 폴리스틸렌위원회 마이크레비 전무 스티렌 중합체 인체 무해하다고 발표

(1999.12.03 내분비장애물질 국제연구동향 세미나)

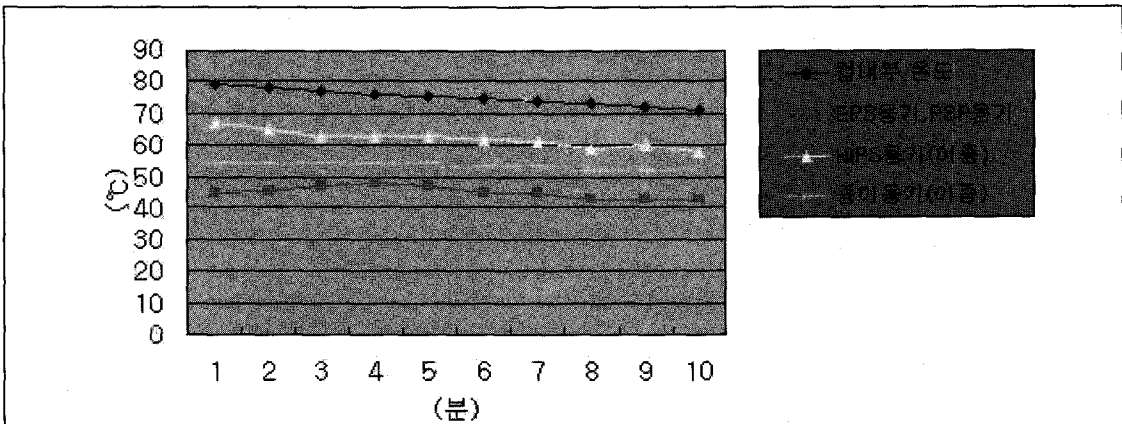
- 일본 환경청은 컵면 용기등에 사용되고 있는 합성수지 폴리스틸렌을 환경호르몬 목록 SPPEED98개정판에서 삭제 (일본 석유화학신문 2000. 11. 27. 6면)

6-2. 우수한 단열성

조리시 소비자의 안전성 측면에서 고려할 사항으로 표면온도가 60℃ 이상이면 소비자가 손에 잡고 취식하기 어려운 온도로 알려져 있다.

[그림 1]은 용기재질별 표면온도의 측정결과로 폴리스틸렌 용기의 경우 표면온도가 40 ~ 45℃ 정도로 완벽한 단열효과를 부여한다.

[그림 1] 용기재질별 표면온도



(표 5) 각종 Tray의 연소비교
(동일규격 Tray로 계산, Tray 규격은 125mm x 180mm)

Tray재질	Tray 중량 (g/매)	탄산가스 (g/매)	PSP를 1로하여 탄산가스 발생비교	Tray 1매당 발열량(Kcal/매)	PSP를 1로 하여 발열량 비교	잔존회분 (g/매)
PSP(발포PS)	4.4	14.8	1	41.8	1	0.04
HIPS(비발포)	10.5	36.7	2.5	102.9	2.5	0.08
저발포PS(3배이하)	9.1	26.5	2.0	84.7	2.0	0.21
Filler 혼입PP	14.7	21.1	1.8	93.9	2.2	5.91
종이제	16.4	21.2	1.4	65.5	1.6	2.06
종이제(Laminate제품)	14.5		1.4	65.3	1.6	1.05

(표 6) 각종 용기의 연소비교
(동일규격으로 환산, 250mm x 175mm)

용기재질	용기 중량 (g/매)	탄산가스발생량 (g/매)	PSP를 1로하여 탄산가스 발생비교	용기 1매당 발열량(Kcal/매)	PSP를 1로 하여 발열량 비교	잔존회분 (g/매)
PSP	9.5(1)	32.0	1	90.1	1	0.09
PSP(양면Lami제품)	11.2(1.2)	37.6	1.2	106.4	1.2	0.11
HIPS(비발포)	35.9(3.8)	125.5	3.9	352.1	3.9	0.29
HIPS(비발포)	26.9(2.8)	94.0	2.9	263.9	2.9	0.20
Filler 혼입PP	21.9(2.3)	48.7	1.5	162.9	1.8	6.38

()내 수치는 PSP를 1로하여 비교

(표 7) 환경에 대한 부하비교

연구항목환경부하	(지표 EPS=1로함)	
Berlin Kunststoff대학	EPS	종이와 골판지
에너지	1	2.3 ~ 3.8
대기오염	1	3.1 ~ 4.1
수질오염	1	2.3 ~ 2.8
지구 온난화	1	4.0 ~ 4.4
고체 폐기물 용적	1	0.69 ~ 0.79
Wiesbad의 GVM	EPS	목재, 종이등
가격	1	1.3
중량	1	6.4
에너지 사용량	1	2.0
고체 폐기물 용적	1	1.2
Franklin Associates Report	EPS종이컵	(PE 코팅)
대기오염물질	1	1.5

연구항목환경부하	(지표 EPS=1로함)	
배수오염물질	1	1.3
산업폐기물	1	2.9
사용후 쓰레기	1	1.8
캐나다 Martin B. Hocking	EPS	컵종이컵
화학품	1	15
전기	1	13
냉각수	1	1.3
가공수	1	170
증기	1	6
원유	1	0.6
Cost	1	2.5
중량	1	6.7
열회수	1	0.5



6-3. 경제성

사용원료가 적어 가격이 저렴하다. 종이용기나 현재 개발되고 있는 펄프용기에 비하여 동일한 형태일 경우 중량이 1/3에 불과하다. 생산시 에너지량이 타 포장재에 비하여 50%이상 절감되어 에너지 절약이 가능하다.

6-4. 환경친화성

[표 5], [표 6]에서 보는 바와 같이 PSP 용기는 에너지함량과 재활용율이 높고 연소시키면 이산화탄소, 수증기, 및 미량의 무독성 재료로 변화되어 환경적 측면에서 우수하다.

6-5. 식품의 보호 및 선도유지로 포장의 역할을 수행한다.

발포스틸렌은 그 단열성, 완충성이 식품물류에서 선도를 유지하고 귀중한 식품의 Loss를 적게 하는 역할을 한다.

EPS용기는 산지에서 점두까지 PSP트레이등은 식품점두에서 냉동, 보냉되어 판매되는 식품을 가정으로 갈 때까지 온도상승에 의한 식품의

변질을 적게 한다. 또한 뛰어난 완충성으로 유통 중 외부충격으로부터 가장 효율적으로 상품을 보호해준다.

6-6. 성형 가공성

성형 가공성이 뛰어나 사출성형, 압출성형에 적합하고, 성형시 수축율이 작아 치수안정성이 우수하다. 비교적 환경온도의 영향을 적게 받는 재료로써 -40 ~ 50℃ 사이에서는 영향을 받지 않는다, 특히 내한성은 기타 재료에 비하여 우수하다.

6-7. 단순한 일회용품이 아닌 하나의 포장으로 인식해야 한다.

[표 8]에서 보는 바와 같이 환경부에서 고시한 합성수지재의 연차별 감량화 목표율에 의하면 2002년부터는 60 ~ 80%가 다른 소재로의 대체 또는 재활용되어야 한다.

피상적인 장단점을 비교하고 사용규제를 우선하기 보다는 모든 재질에 대한 LCA (전과정 평가 : Life Cycle Assessment)를 명확히 할 필요

[표 8] 합성수지재질포장재의 연차별 감량화 목표율

대상제품 및 포장재	목표율			
	1999년	2000년	2001년	2002년
1. 식품류중 계란의 포장에 사용되는 계란받침(난좌) 또는 팩	60%이상	60%이상	80%이상	80%이상
2. 식품류중 과일(사과, 배에한함)의 포장에 사용되는 과일받침(난좌)	5%이상	15%이상	15%이상	60%이상
3. 식품류중 컵라면 제품 포장에 사용되는 컵용기	-	10%이상	10%이상	60%이상
4. 화장품류(세제류포함)제품과 잡화중 완구, 인형류의 제품 및 종합제품으로서 1차식품, 가공식품, 음료, 주류, 제과류, 건경, 기호식품, 화장품류(세제류포함)제품의 포장에 사용되는 받침접시류	40%이상	40%이상	60%이상	60%이상
5. 별표1에 규정된 제품(문구류, 신변잡화류, 의약부외품 및 의류를 제외한다)에 사용되는 포장재(제1호 내지 4호를 제외한다)	-	-	-	60%이상

가 있으며, 유용한 재질은 사용 후 회수하여 재 활용할수 있는 시스템개발과 더불어 실행할 수 있는Infra구성이 필요하다.

III. 결론

이상과 같이 라면용기에 사용되고 있는 폴리스틸렌 용기는 선진국의 연구결과를 토대로 해 볼 때 안전한 물질이며 또한 환경친화적인 포장소재임에 틀림없는 사실이다. 이제는 안전성을 논하기 보다는 한차원 높은 차원에서 모든 물질에 대하여 환경에 대한 정확한 평가가 이루어져야 한다.

환경문제를 해결 하기 위하여는 쓰레기가 안 나오게 하거나 가능한 쓰레기를 줄이는 방법 (Reduction or Prevention), 발생된 쓰레기도 완전히 회수하여 재이용, 재활용 하는 방법 (Reuse or Recycling), 재생 불가능한 것이라도 발생되는 열을 열에너지로 에너지화 하는 방법(Energy Recovery)이 바람직한 우선순위 방

법이라 볼 수 있다. 이 모두를 시도한 후 최후의 수단이 매립(Landfill) 방법이다. 현재 국내 여건상 포장폐기물의 처리현황은 단순한 소각(Incineration)이나 매립(Landfill)에 의한 의존도가 높은 점을 감안할 때 규제에 앞서 우선적으로 포장폐기물에 대한 처리방안에 대한 회수 및 재활용 시스템을 구축하는 것이 선행되어야 한다.

포장 폐기물은 보는 시각에 따라 단순한 폐기물이 되기도 하지만 회수 및 처리를 거치면 부가가치를 갖는 상품으로 변모되며, 자원절감과 환경보존 그리고 외화를 절약하기 위한 귀중한 재생원료로 변모 시킬 수 있다.

환경대책, 즉 폐기물대책이란 모든 재질에 대한 LCA (전과정 평가 : Life Cycle Assessment)를 명확히 하지 않은 상태에서 사용규제가 만능이 아니라 유용한 재질을 사용 후 모두 회수하여 재 활용하는 것이 최상의 대책임에는 두말할 필요가 없다. [ko]

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길에 나아있기 때문입니다.
 포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.
 포장업계의 발전이 가입을 성장시킵니다.
 더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여
 새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.
 포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

(사)한국포장협회
 TEL. 021835-9041-5