



전분계 생분해성 발포 용기 개발

전영송 / 대상(주) 중앙연구소 소재연구실 박사

1. 서두

20세기 인류 최대 발명품 중의 하나인 플라스틱은 가볍고 비교적 저렴한 장점 외에도 내구성, 가공성, 내약품성 등의 다양하고 뛰어난 기능이 있어 그 동안 타 분야 산업발전 및 일상 생활의 편의성에 크게 공헌을 해왔다. 그러나 인구가 증가하고 각종 산업이 발달하면서 야기된 Fast food 산업의 급증은 소모성 일회용 플라스틱 포장재 폐기물이 대량으로 발생하는 현상을 초래했다.

이러한 플라스틱 폐기물은 사용된 후에는 분해되지 않고 원래의 성질을 반영구적으로 유지하는 문제로 인하여 자연 생태계의 정상적인 순환 사이클을 파괴하고 인류 전체의 생활 환경에도 심각한 악영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다.

특히 1회용 용기 재질로 많이 사용되고 있는 발포 형태의 스티로폼 용기는 단위 중량당 차지하는 부피가 크고 가벼워 환경에 미치는 영향은 더욱 크다고 볼 수 있다.

사용의 편의성에 비해 적절한 폐기물 처리 방법이 없어 방치해왔던 폐 플라스틱에 의한 환경오염의 심각성이 나날이 고조됨에 따라 이에 따른 환경문제에 대한 인식이 시급하게 됐고 환경보전의 필요성 및 방법 등에 대한 관심이 국내는 물론 전세계적으로 높아져 가고 있는 상황이다.

“우리가 살고 있는 환경은 후손에 물려주는 것이 아니고 후손으로부터 빌려쓰고 있다”라는 혹자의 말처럼 환경의 중요성에 대해 인식한다면 환경부가 생분해성 재질을 예외로 한 일회용품의 사용 규제, 특정 합성수지 재질의 포장재 연차별 줄이기 또는 재활용 의무화, 플라스틱 제품 부담금제 도입 등을 내용으로 하는 “자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률의 개정령”을 시행하는 과정을 통해 시급한 해결책이 무엇인지 관심을 가질 필요가 있음을 느낀다.

또한 환경부가 연간 약 10억개(약 7,500톤) 정도가 소모되고 있는 발포 폴리스티렌 재질의 컵라면 용기에 대해서도 사용량에 대한 연차별 감량화 정책을 추진하면서 환경친화적인 재질



의 사용을 적극 권장하고 있는 것도 환경보호 또는 환경오염 방지의 일환으로서 긍정적인 측면에서 바라볼 필요가 있음을 피력하는 바이다.

1. 대체 소재 개발 필요성

매립, 소각, 재활용으로 대별되는 폐기물 처리 방법 중에서 우리가 지향해야 할 가장 바람직하고 효과적인 방법은 자원의 절약과 환경보호라는 측면에서 물론 '재활용' 임은 누구나 인지하고 있는 사실이다.

재활용의 대상이 될 수 있는 페플라스틱 중에서 흔히 '스티로폼'이라고 불리는 발포 폴리스티렌 재질은 제품의 파손을 방지하는 완충재 용도와 컵, 용기, 각종 Tray류 등의 1회용 용기 재질로서 가장 널리 사용되고 있다.

그러나 앞에서 언급이 된 바와 같이 스티로폼은 발포체로서 가볍고, 단위 중량 당 부피가 매우 커서 사용 후 방치되거나 매립, 소각될 경우 환경에 미치는 악영향은 타 플라스틱 폐기물에 비해 더욱 크다고 볼 수 있다.

또한 재활용 과정에서도 타 폐기물에 비해 수거 비용이나 물류비가 많이 든다는 부정적인 측면도 가지고 있다.

다행히 일부에서는 스티로폼 재질을 재생할 수 있는 설비가 다양하게 개발되고 있고, 특히 깨끗한 상태로 보존 및 수거가 가능한 대형 가전제품의 포장용 스티로폼은 일부 재활용되고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 현재 컵라면 용기, Fast food 포장 용기 등과 같이 식품 포장용으로 사용되는 스티로폼 용기의 경우에는 재활용이 극히 어려운 것이 현실이다.

식품포장용 스티로폼 용기는 분리 수거의 어려움 및 과도한 물류비용은 물론이고 사용 후에는 각종 식품 찌꺼기나 첨가된 기름 성분에 의해 오염되기 때문에 효과적인 재생법을 찾지 못하고 있다.

따라서 현재로서는 방치되거나 매립 또는 소각에 의존할 수밖에 없는 실정이다. 컵라면 용기는 분해소요 기간이 최소 500년 이상으로 추정되고 있는 반영구적인 스티로폼 재질이다. 따라서 방치되거나 토양에 매립될 경우, 자연계에 존재하는 미생물에 의해 분해되지 않고 그대로 남아 수질 또는 토양오염을 유발하며 소각한다 해도 과거 다이옥신 발생에 의한 유해성 논란 문제를 비롯하여 톨루엔, 스티렌다이머 등의 유독가스 발생으로 인해 대기오염을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다.

또한 고온에서 연소되므로 소각 후에 Clinker가 잔류되어 고가인 소각설비의 수명이 감소되는 문제점도 간과할 수 없다.

따라서 이러한 플라스틱 폐기물로부터 환경을 보호하기 위해서는 기존 스티로폼 재질과 유사한 기능을 가지면서 사용 후에는 자연에 존재하는 미생물에 의해 쉽게 분해되어 다시 자연으로 환원되는, 즉 생분해 기능이 부가된 대체 소재의 개발이 절실하다. 현재 유럽, 일본, 미국 등의 선진국을 중심으로 한 세계 각국이 비분해성 플라스틱에 대한 사용 규제를 강화하고, 자국 내에 수입되는 제품의 포장재에 대해서도 환경 친화적인 소재를 사용하도록 요구하는 추세가 점점 더 증가되고 있는 것도 대체 소재 개발의 필요성 및 중요성을 더욱 뒷받침하고 있는 사례라고 볼 수 있다.

2. 대상(주) 전분 발포용기 개발 의의

대량으로 버려지는 플라스틱 폐기물로 인한 환경오염이 점점 더 심화되고 비분해성 플라스틱에 대한 대체 소재 개발의 필요성 및 중요성이 급증하고 있는 상황에서 대상(주)은 식품 외에도 국내 최대의 전분 Maker로서 전분을 이용한 플라스틱 대체 소재 개발 및 사업화를 가장 활발하게 추진하고 있다.

전분을 주원료로 한 생분해성/생분괴성 필름 소재와 각종 다양한 용도의 시출품 소재, 그리고 기존 스티로폼 완충재를 대체하는 전분계 생분해성 포장용 완충재 등의 사업화에 이어 최근에는 기존 비분해성 1회용 용기류를 대체할 수 있는 생분해성 전분계 발포 용기용 원료를 개발, 금년 하반기부터 출시할 예정이다.

대상(주)의 생분해성 및 포장 기능이 우수한 대체 소재의 개발은 첫째, 사용 후에 폐기되거나 버려지는 양이 나날이 급증하고 있는 각종

비분해성 1회용 용기로부터의 환경오염 방지에 기여할 수 있다는 환경보호적인 측면에서 의의가 있다.

둘째로는 전분 Maker로서 축적된 전분의 이화학적 변성 기술을 이용, 전분의 새로운 용도 개발을 통한 매출 증대를 꾀할 수 있다는 사내적인 측면, 그리고 지구상에 녹색식물이 존재하는 한 무한하게 공급될 수 있는 천연자원인 전분을 고갈 위험에 처해 있는 석유 자원의 대체자원으로 활용할 수 있다는 긍정적인 측면 등이 세 가지 관점에서 그 개발 계기 및 의의를 찾을 수 있다.

전분은 우수한 생분해성, 자원의 풍부성 및 공급의 용이성, 저렴한 가격 그리고 식품 원료로 사용되고 있으며 안전성 및 무독성에 대해서도 이미 검증됐으므로 환경 친화적인 식품 용기용 원료로서는 매우 다양한 장점을 가지고 있다.

이러한 전분을 원료로 한 대상(주)의 제품은 발포 용기로서 가볍고, 색깔 및 외관, 기계적 물



(사진 1) 대상(주)의 원료를 이용한 전분계 생분해성 발포용기류



특징

성, 기타 식품 포장재로서 요구되는 기능 면에서 기존 스티로폼 용기와 가장 흡사한 대체 용기로써 Tray류, 도시락 용기, Coffee Cup, 라면용기, 패스트푸드 포장용 등 각종 1회용 용기 용도로 사용될 수 있다(사진1).

전분 용기용 원료 또한 비내습성 Grade, 내습성 Grade, 내수성 Grade 및 특수 Grade로 다양하게 확보되어 있어 용기의 용도 및 요구되는 특성에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

현재 종이/펄프 용기류가 기존 일회용 합성수지 용기의 대체품으로 일부 실용화되고 있지만, 가격이 상대적으로 고가인 점은 물론, 종이 용기 또한 펄프를 전량 수입에 의존하고 있는 국내 현실과 원료의 무한한 조달이 장기적으로는 산림 훼손이 될 수 있다는 관점에서 사용상의 한계점을 드러내고 있다.

또한 최근 들어 중국으로부터 유입되거나 국내 일부 벤처기업에 의해 개발된 기술로서 비분해성 합성수지, 섬유, 돌가루, 기타 옥수수대, 갈대, 왕겨 등의 각종 식물성 분쇄물에 전분을 일

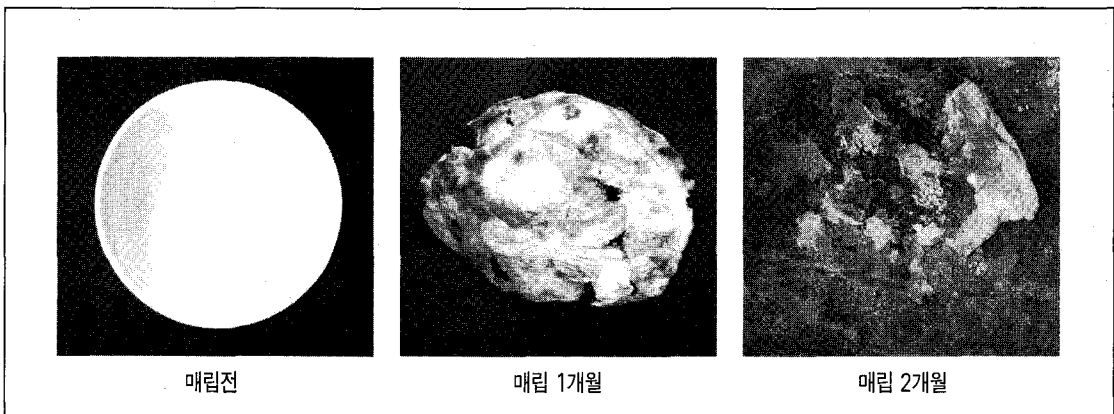
부 혼합하여 제조한 용기류가 '전분 용기'라 하여 합성수지 용기의 대체 소재로서 시장 진입을 모색하고 있으나, 외관, 중량, 성형성 등의 품질적인 차이와 생분해성 여부 또는 정도 면에서 대상(주)에서 개발한 전분계 발포용기와는 큰 차이가 있으며 앞으로도 명확하게 구분이 되어야 할 필요가 있음을 시사하는 바이다.

참고로 국내에서는 용어의 혼동을 피하기 위해 일부 분해되는 것을 생분괴성이라 하고 완전히 분해되어 자연으로 환원되는 것을 생분해성이라 칭하고 있으며 식품의약품안전청에서도 '전분계 용기의 안전성 시험규격'을 제정할 때 '전분 용기'라 함은 전분 함유량이 최소 70% 이상인 것을 의미하는 것으로 정의하고 있다.

3. 대상(주) 전분계 발포용기 특징

대상(주)에서 개발한 전분계 발포 용기의 특징은 먼저 환경보호 기능 측면에서 매립 후 약 2개월 이내에 물과 이산화탄소로 완전 분해되어

(사진 2) 전분계 발포용기의 토양매립에 의한 생분해성 시험 결과



자연으로 환원되는 우수한 생분해성을 들 수가 있다(사진 2).

이로 인해 사용 후에 폐기되더라도 토양오염을 방지할 뿐만 아니라, 퇴비화 과정을 거쳐서 퇴비로 재활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 탄수화물 재질로서 소각시 유해가스가 발생되지 않으며, 저온에서 쉽게 연소되므로 Clinker의 발생이 없어 스티로폼 용기에 비해 소각로의 수명을 연장할 수 있다.

덧붙여 식품용기로서의 안전성 측면에서도 천연계 전분을 사용하므로 과거 스티로폼 용기의 환경호르몬 논란으로부터 자유로운 점도 또 하나의 장점이다.

포장 기능면에서는 우선 압축강도, 굴곡강도, 굴곡 탄성을 등의 기계적 물성과 식품용기로서 요구되는 내유도(耐油度)가 기존 스티로폼 용기보다 우수하며 기타 기존 후가공 방법에 기인한 인쇄적성, Lid sealing성 등도 내부 실험을 진

(표 1) 전분계 발포용기와 스티로폼 용기 포장기능 비교

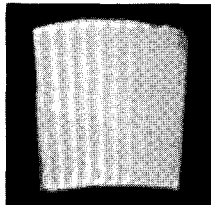
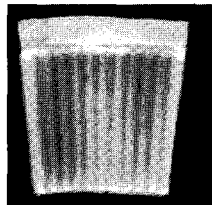
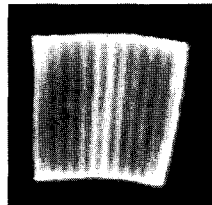
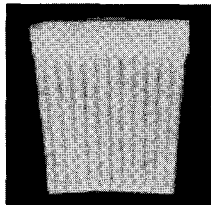
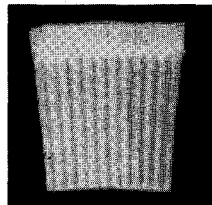
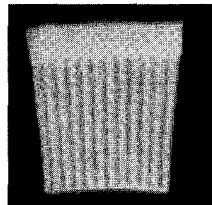
실험 항목		스티로폼 용기	전분 발포 용기
보온성	내부 온도	88.5	88
	표면 온도	53	52
압축강도		kgf	64
굴곡 탄성율		kgf/cm2	537
굴곡 강도		kgf/cm2	18
Lid Seal 강도		kgf	1.14 ~ 1.25
인쇄 적성		양호	양호
내유도		4	16

* 기계적물성(강도,탄성율): KS M3830 응용
내유도: 기존 종이 용기의 내유도 시험방법 적용

행한 결과, 양호한 결과를 얻은 바 있다(표 1).

또한 저온 및 고온의 물에 대한 내수성을 부여할 수 있으며, 발포체로서 라면용기 또는 Coffee Cup 용도와 같이 고온의 식품 포장에 요구되는 보온성 및 열차단성은 스티로폼 용기와 유사하다. 대상(주)의 전분계 발포용기는 탄수화물 재질로서 정전기가 없으므로 먼지의 고

(사진 3) 전분계 발포 용기의 전자렌지 적용 시험 결과 (KS G5603 응용)

구 분	초 기	2분 1회	2분 2회
일반용도			
전자렌지 용도			



(표 2) 전분계 생분해성 발포 용기와 기존 1회용 용기의 비교

구 분		전분계 생분해성 발포용기	전분 / 종이용기	스티로폼 발포용기
주원료 및 발포제		전분, 수분	펄프/종이, 발포 불가	석유화학계 합성고분자, Gas
환경보호 기능		생분해성, 퇴비화 가능 소각시 : 유해가스 비 발생 Clinker비 발생	장기적 산림훼손 일부 PE Coating 문제	비분해성, 환경오염 소각시 : 유해가스, Clinker 발생
포장 기능	기계적 물성	스티로폼용기에 비해 우수 예) 압축강도 144kg/cm ² 굴곡강도 120kg/cm ²	내구성 취약	예) 압축강도 64kg/cm ² 굴곡강도 18kg/cm ²
	보온성/열차단성	스티로폼 용기와 유사 예) 내부 88.5℃, 외부 53℃	보온/열차단 어려움	예) 내부 88℃, 외부 52℃
	정전기 여부	정전기 비발생 : 먼지 고착 없음		정전기 발생 : 먼지 고착 현상 발생
	전자레인지 적용성	사용 가능 (전자레인지용 Grade 확보)	사용 불가(탄화)	사용 불가 (발포, 경화 진행)
안전성		무독성, 환경 호르몬 없음	형광 물질 관리 필요	환경 호르몬 논란
가 격		중, 저	고	저

착 현상이 적어 스티로폼 용기에 비해 위생적인 면에서도 유리하다. 특히 기존 스티로폼 용기는 전자레인지 사용할 경우, 발포가 진행되고 경화되며, 종이 용기 또한 탄화되므로 전자레인지의 사용이 불가능한 반면, 특수 Grade를 원료로 한 전분계 발포 용기는 전자레인지의 사용이 가능한 것도 향후 기존 제품에 비해 다양하게 활용될 수 있는 큰 장점으로 볼 수 있다(사진 3).

[표 2]에 대상(주)의 전분계 발포 용기와 기존 1회용 용기(스티로폼 & 종이/펄프 용기)의 장 단점을 비교하여 간략히 예시하였다.

한편 대상(주)의 전분계 발포 용기의 우수성은 전분계 Coffee Cup을 이용하여 Coffee 전문점에서 Test Marketing을 한 결과에서도 확인된 바 있어, 향후 기존 비분해성 1회용 용기의 대체 및 시장 확산 속도 증가에 크게 기여할 것으로 기대하고 있다.

II. 맺음말

인구 증가와 산업의 급속한 발달로 폐 플라스틱에 의한 환경오염의 위기 의식에서 출발한 생분해성 소재의 실용화는 이제 시작 단계로 볼 수 있다.

환경 정책, 환경에 대한 사회와 국민들의 의식 수준 그리고 경제 여건 등 각 나라 고유의 주변 여건에 따라, 생분해성 소재의 필요성을 느끼는 정도는 다소 다르고 그에 따른 제조 기술이나 실용화 속도도 차이가 있다. 그러나 해가 거듭될수록 비분해성 플라스틱의 규제는 강화되고 생분해성 소재의 실용화 추세는 급진전 될 것으로 예상하고 있다.

이러한 추세를 반영하듯 최근 들어 미국 및 유럽을 중심으로 Compost의 개념이 도입된 생분해성 소재의 국제 통합 규격 제정이 추진되고 있

고 실용화의 속도도 과거에 비해 점점 더 빨라지고 있으며 향후 생분해성 플라스틱의 잠재 시장은 약 9조원에서 12조원이 될 것이라는 예측도 나오고 있다.

현재 1회용 용기류의 국내 대체 시장은 연간 약 1,500억원 정도의 규모로 추정되고 있다. 국내 역시 아직은 초기 단계이나 나날이 강조되는 환경 보전의 필요성과 국제적인 자국 방어 추세 그리고 국민들의 환경에 대한 의식 수준이 향상됨에 따라 생분해성 대체 소재의 수요는 지속적으로 증가할 전망이다.

이에 따라 전분계 발포 용기의 개발업체로서 합성수지 대체 재질로의 성공적인 실용화를 위해서는 생산성의 향상을 통한 제조 비용의 절감, 품질개선 그리고 1회용 식품 포장용기로서 다양하게 요구되는 기능을 충족하기 위한 후가공 기술 확보를 위하여 지속적인 기술 개발 및 노력이

필요할 것이다.

정부 차원에서도 관련 제품에 대한 신속한 규격 제정 등의 뒷받침이 요구되는 상황에서 최근 들어 식품의약품안전청에 의해 '전분계 용기의 안전성 시험규격'이 식품공전에 추가되고 생분해성의 진위 여부를 가리기 위한 시험법이 산자부 기술표준원에 의해 KS규격으로 제정되었으며 환경부의 '자원의 절약과 재활용 촉진을 위한 개정령'이 시행되는 것은 무척 바람직한 일이라고 생각한다.

앞으로 국내 기업의 육성을 위한 대책 마련과 적극적인 사용 권장 및 유도, 환경친화성 제품에 대한 차별화 및 우대 정책이 보다 뒤따른다면 전분계 발포용기는 향후 환경보호에 기여는 물론 합성수지 대체 소재로서의 실용화 정착과 사업화의 성공이 더욱 앞당겨질 것으로 확신하고 있다. [ko]

시민법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.

포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.

포장업계의 발전이 기업을 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 02)835-9041~5