



바이오플라스틱의 실용화-에코다어

Bioplastic and Ecodar

박 병 식 / 도레이새한(주) 상무이사

1. 바이오플라스틱

1-1. 원료동향

기존 국내 바이오플라스틱 업계는 단순히 해외에서 생산된 바이오플라스틱 원료를 이용한 가공 기술개발에 머무는 수준이었으나, 최근 일부 대기업과 학계를 중심으로 자체적인 바이오플라스틱 원료제조에 대한 연구가 시작되고 있는 상황이다. 이는 국내 화학기업들이 바이오플라스틱에 대한 가치를 상업화 가능단계로 인식하기 시작했음을 시사하고 있으나, 바이오플라스틱 기술분야 중 특히 원료에 대한 주요 원천기술은 이미 선진국에서 독점하고 있는 실정으로 갈수록 선진국과의 기술격차가 벌어질 것으로 예상된다.

이에 따라, 국내 화학기업 및 학계에서는 단순한 바이오플라스틱원료개발보다는 고효율/고기능성 바이오플라스틱 원료개발에 집중하고 있다.

그 예로서 고내열성 PLA 원료, 고생산효율 Biomass 유래 Nylon 원료, 고기능성 Bio-Polyurethane 원료, 고기능 Aliphatic

polyester, 기능성 전분류 등을 들 수 있다. 하지만, 아직까지는 Aliphatic polyester, 전분류만이 국내에서 생산되어 상업적으로 판매가 되고 있을 뿐이며, 바이오플라스틱 원료로 상업화 가치가 높은 PLA(Polylactide) 원료는 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다.

1-2. 개발동향

원천적인 바이오플라스틱 원료개발의 경우 많은 시간과 투자가 필요한 것으로 단기간에 상용화가 가능한 제품을 기대하기는 어렵다.

이에 따라 국내에서는 다양한 분야에서 바이오플라스틱 가공기술개발이 우선적으로 진행되어 왔다. 특히, 세계적으로 상용화된 바이오플라스틱인 PLA를 이용한 가공기술개발이 다양한 분야에서 시도되고 있다(〔표 1〕 참조).

PLA의 경우 아직까지 내열성이나 내충격성이 취약한 단점이 있으며, 이를 극복하고자 국내에서는 PLA에 Aliphatic polyester나 전분과 같은 다른 바이오플라스틱 및 기존 범용수지를 혼합하는 방법으로 개발을 시도하고 있다.

[표 1] 국내 바이오플라스틱(PLA) 기술개발 현황

구분	주요 개발분야
사출	생활잡화용 / 전자제품 외장재 / 자동차 내외장재
FILM	일반포장Film / 포장Bag / Mulching Film / 수축포장 Film
SHEET	식품포장용 / 산업용Blister / Deco용 / 전기전자부품포장 / Clear case용
섬유	비이류용섬유 / Spunbond
기타	발포용기 / 코팅제

1-3. 상품화동향

이 중 상업화가 가장 활발히 진행된 분야는 PLA SHEET 분야로 기존 범용플라스틱 SHEET에 비해 높은 가격문제와 부족한 특성으로 인해 반드시 생분해성이 요구되는 식품포장분야에서만 우선적으로 시장이 형성된 상황이었다.

현재에는 PLA 가공응용기술 개발의 진보에 따라 특히 PLA의 단점으로 지적되는 낮은 내열성과 약한 내충격성을 보완하는 기술들이 소개되면서 생활용, 산업용 등 신규분야로의 확대도 지속적으로 추진되고 있다.

기타 사출, FILM, 섬유 등의 분야에서는 현재 시제품이 소개되고 있는 수준이나, 이들 분

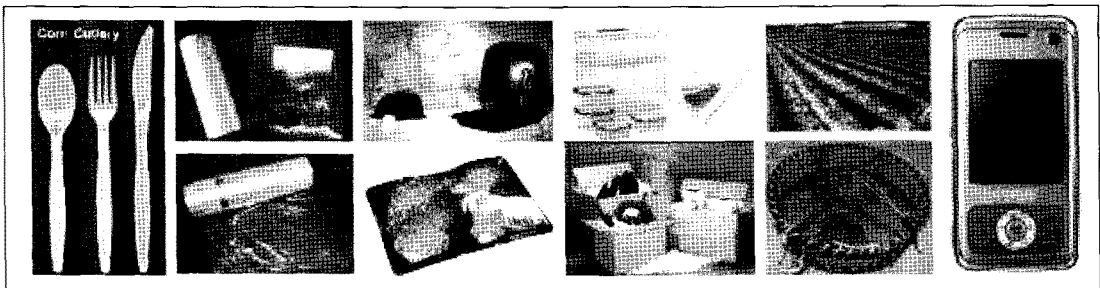
야에서도 본격적인 개발이 시작되었다고 볼 수 있으며, 이들 분야에서는 PLA 외에 다양한 바이오플라스틱원료적용을 통한 복합적인 연구개발이 이루어 질 것으로 예상된다((그림 1)참조).

2. 바이오플라스틱

2-1. 원료동향

현재 세계 바이오플라스틱 원료 총 생산량은 약 30만톤/년 규모이며, 대표적인 바이오플라스틱 원료로는 PLA, 전분(Starch), Bio-PTT, PBS, PBSA, PHAs, Bio-PU, Bio-Nylon, Cellulose 고분자 등을 들 수 있다. 또한, 이들

[그림 1] 국내 바이오플라스틱 상품화 현황





제품을 생산하거나 개발 중인 기업체로는 NatureWorks LLC., BASF, DuPont, TORAY, Novamont, Tels, Tianan Biologic Material, Evercorn 등 전세계 약 100여개 업체에서 다양한 종류의 바이오플라스틱 원료를 생산하고 있거나 개발을 시도하고 있다.

이와 같은 바이오플라스틱 원료 중에서 이미 상업화가 이루어진 대표적인 제품으로는 NatureWorks LLC. 의 PLA, Novamont사의 변성Starch를 들 수 있으며, 개발이 진행중인 대표적인 제품으로는 BASF사의 Bio-PU(Lupranol), Bio-Nylon(Ultramid)와 Tels사의 바이오폴리에스테르(Mirel) 등을 들 수 있다.

이들 중 PLA의 경우 EU, 일본, 중국 등에서

는 국가 전략적 원료확보 차원에서의 연구개발을 시도하고 있는 상황이다.

2-2. 개발동향

바이오플라스틱 원료기술 이외에 원료를 이용한 가공기술은 주로 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 현재로는 PLA, Starch, Aliphatic polyester 개발이 주를 이루고 있다((표 2) 참조). 이들은 단순한 가공기술개발이 아니라 원료물질에서부터 최종제품의 요구특성에 적합한 제품설계를 시도하고 있어 기술의 완성도가 높은 원천기술을 보유하려 하고 있다.

2-3. 상품화 동향

이들 바이오플라스틱 원료를 이용한 제품의

[표 2] 세계 바이오플라스틱 기술개발 현황

지역	기업	Bioplastic	주요 개발분야
미국	NatureWorks LLC.	PLA	원료 생산기술 및 PLA 물성개선 기술
	DuPont	Polyester	옥수수당적용 Bio-PDO 제조 기술
	Evercorn	Starch	Starch 및 PCL 등의 조합 기술
	Tels	Polyester	미생물적용 Polyester 원료물질 합성 기술
유럽	Purac	PLA	Lactic acid Stereocomplexation 기술
	Nestle	PLA	PVC 대체용 식품포장재 적용 기술
	BASF	PLA, PU 등	PLA 복합재료기술 및 Bio-PU, Nylon 제조 기술
	Novamont	Starch	Starch 생산기술 및 FILM적용 기술
일본	Mitsubishi Plastics	PLA	FILM, 전자 CARD 및 성형체 적용 기술
	Unitica	PLA	섬유, 부직포, 성형체 적용 기술
	Toray	PLA	원료개질 및 ALLOY 기술
	Teijin	PLA	Stereocomplexation 기술
	Kanebo	PLA	PLA Block 공중합 기술 및 복합사 적용 기술

경우 국내에는 식품포장분야에 치우쳐 있으나, 세계 선진국을 중심으로 살펴보면 매우 다양한 분야에서 상품화가 이루어져 있음을 알 수 있다.

가장 큰 시장을 가지고 있는 유럽의 경우 각종 봉투류, 식품용/비식품용생활포장분야에서의 바이오플라스틱 적용이 활성화되어 07년의 경우 전체합성수지시장의 1%에 해당하는 6~7만톤의 바이오플라스틱 사용량을 기록하였다.

미국에서는 식품용기와 섬유분야에서 바이오플라스틱 적용이 활발히 진행되고 있으며, 일본의 경우 식품포장분야와 산업용 Blister 분야에 적용이 확대되고 있다.

이외에도 각 선진국에서는 각종 자동차 내외장재, 전기전자 제품 케이스, 농업용 MULCHING FILM, 포장 FILM, 섬유류, 발포제품, Bottle류, 종이코팅재 등을 선보이고 있으며 상품화를 시도하고 있다(그림 2 참조).

이와 같이 선진국에서는 바이오플라스틱원료에 대한 원천기술확보와 더불어 바이오플라스

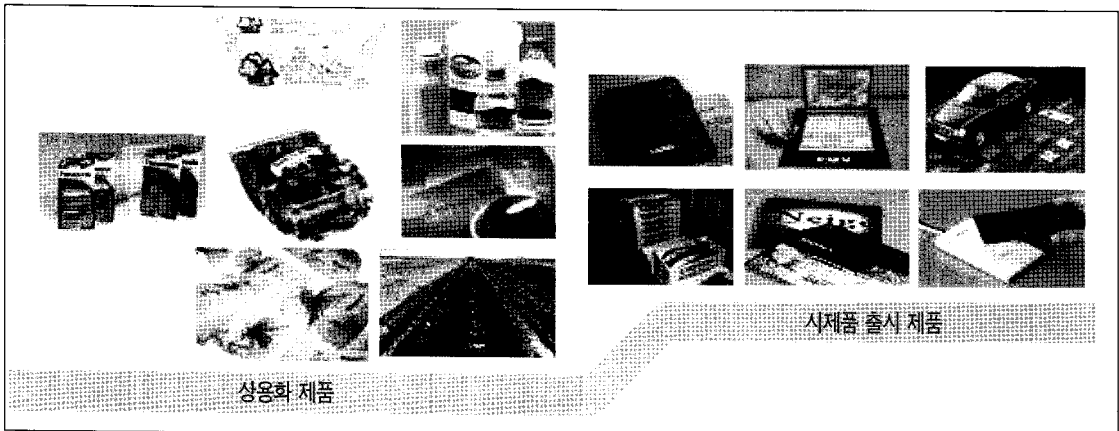
틱 응용기술분야에서도 이미 많은 노하우를 축적하고 있는 것으로 나타난다.

3. 바이오플라스틱 육성

3-1. 지구온난화문제

전세계적으로 화석연료 사용량의 지속적인 증가로 인해 이산화탄소 등 온실가스 배출로 극지방의 빙하가 녹아 내리고 남태평양의 도서국들은 가라앉을 위기에 처해 있으며 전세계에 동시다발적으로 이상기후에 시달리는 등 지구온난화의 여러 사례들이 나타나고 있다. 이에 따라 기후변화에 대한 공동의 노력으로 UN에서는 발리로드맵을 채택해 온실가스 배출절감에 본격적으로 나서고 있으며, 교토의정서에서는 오스트레일리아, 캐나다, 일본, 유럽연합(EU) 회원국 등 총 38개국 의무이행대상국이 2008~2012년 사이에 온실가스 총배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축하도록 정하는 등 지구온난화를 규제하고 방지하기 위해 전세계적

(그림 2) 세계 바이오플라스틱 상품화 현황





인 노력이 이루어 지고 있다.

한국은 개발도상국으로 분류되어 의무대상국에서 제외되었으나, 2013년~17년 의무대상국이 개발도상국으로 집중되기 때문에 향후 한국도 동참을 요구받을 것으로 예상된다. 특히 2002년 IEA(국제에너지기구)의 통계에 따르면 한국의 연간 이산화탄소 배출량은 2000년을 기준으로 4억3400만톤(세계 9위)으로 세계 전체 배출량의 1.8%를 차지한 것으로 나타났다.

게다가 1990년 이후 배출량 증가가 85.4%로 세계 최고의 증가세를 기록하고 있어서 의무대상국으로 분류될 가능성이 매우 높다.

3-2. 국내 바이오플라스틱 산업 현실

이 같은 이산화탄소배출문제에 대해 우리 정부도 다양한 대책을 제시하고 있으나, 이산화탄소 배출량 감소효과가 검증된 바이오플라스틱 분야에 대해서는 별다른 지원이 따라주지 못하고 있는 상황이다.

특히, 바이오플라스틱 적용이 용이한 포장분야의 경우 성능측면에서 충분히 시장에 진입할 수 있는 조건을 갖추었음에도 불구하고 가격측면에서 기존 저가 범용플라스틱의 벽을 넘지 못하는 것이 현실이다.

이 같은 실정을 방지할 경우 국내 바이오플라스틱산업의 기반은 갈수록 취약해 질 것이고, 선진국과의 기술격차는 날로 심화될 것이다.

현재는 일부 식품포장분야에 대한 정부규제로 인해 포장분야에 바이오플라스틱이 적용되고 있으나, 바이오플라스틱 관련기업 입장에서는 과감한 투자를 결정할 만한 정부정책 특히 이산

화탄소배출문제와 연계된 포장분야의 바이오플라스틱산업 육성정책이 아쉬운 실정이다.

3-3. 바이오플라스틱 관련법규 현황

정부는 자원재활용을 촉진하여 폐기물을 적정하게 처리하고 자원을 효율적으로 이용하도록 함으로써 환경의 보전과 국민경제의 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 하는 '자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률'을 2003년부터 제정 시행하고 있다.

이 법률에 따라 포장재를 사용하는 업체에서는 포장폐기물의 발생을 억제하고 재활용을 촉진하기 위하여 정부에서 정한 규정에 따른 포장재 연차별 줄이기를 통해 합성수지재질의 포장재를 의무적으로 줄이도록 하고 있으며, 제품·재료·용기의 제조업자 또 수입업자는 그 폐기물의 처리에 드는 비용인 폐기물처리비를 매년 납부해야만 한다. 또한 식품제조가공업, 즉석판매제조·가공업에 대해서는 합성수지의 사용을 제한함으로써 대형 마트 등에서 친환경포장재 사용을 의무화하는 등 다양한 친환경 정책을 실시하고 있다.

3-4. 탄소성적표지제도와 바이오플라스틱

하지만, 최근 정부에서는 녹색성장을 경제발전의 방향으로 운용하겠다는 계획을 발표했으며, 이에 발맞춰 친환경상품진흥원에서는 탄소성적표지제도를 작년 시범실시에 이어 올 상반기 본격적으로 추진계획 중에 있다.

탄소성적표지제도는 제품과 서비스의 생산 및 수송, 유통, 사용, 폐기 등의 과정에서 발생하는 온실가스의 배출량을 제품에 표기하여 소비자

에게 제공함으로써 시장주도로 저탄소 소비문화 확산에 기여함과 동시에 기업의 저탄소성상품 기술개발을 촉진시키고 궁극적으로 국제사회의 온실가스 저감노력에 동참하고자 하는 제도이다.

유럽에서는 이미 이와 유사한 제도가 실행이 되어 공산품에선 'EU에코라벨', '블루엔젤(독일)', '백조마크(덴마크, 스웨덴 등)'가 대표적 환경라벨이며, 건축자재에도 '비버(VIBE : 벨기에)', '네이처 플러스(NaturePlus : 유럽전반)' 등의 친환경라벨이 사용되고 있다.

그린구매는 현재 유럽시장의 대체로써 앞으로 전세계적으로 확산될 소비추세이며, 세계시장을 이끌어갈 거대한 트렌드이다. 뿐만 아니라 차량 연비규제 등을 통해 새로운 비관세 무역장벽으로 현실화 되고 있다.

국내 기업들도 이제는 제품의 품질을 향상시키거나 가격경쟁력을 강화하는 것만으로는 앞으로의 세계시장에서 Top class의 경쟁력을 가지기는 힘들 것이다.

중장기적으로 세계의 흐름에 부합하고 경쟁력을 확보하기 위해서는 세계 기준의 환경기준 동향을 파악하고 친환경적인 제품을 생산함과 동시에 Green Marketing으로 그린구매를 이끌

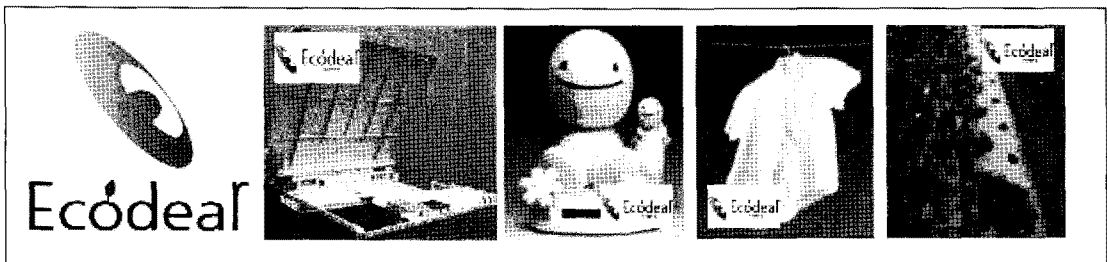
어 가야 할 필요성이 제기되고 있다. 탄소라벨 제도의 작년 시범사업에 삼성, LG, 아시안나 등의 leading company들이 이미 참여를 했으며, Leading company들의 Green Management 도입이 증가하고 있다는 것은 국내 기업들도 점차 Green Marketing으로 관심을 돌리고 있다는 것이다. 이러한 Leading company들의 움직임은 국내 Bioplastic 시장의 성장에 청신호가 될 것이다. 바이오 매스를 원료로 제조되는 바이오플라스틱의 활용은 여러 측면에서 우리가 당면하고 있는 문제들의 해법이 될 수 있다.

즉 식물에서 추출한 자원인 바이오 매스로부터 만들어지는 바이오플라스틱은 원료로의 선순환이 가능하기 때문에 이산화탄소의 배출을 억제할 수 있다. 그러므로 바이오플라스틱산업의 활성화는 지구 기후 환경 개선에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 전세계적인 환경규제에도 대비할 수 있는 가장 근본적인 대책이 될 수 있기 때문이다.

4. 바이오플라스틱 실용화

현재 국내 바이오플라스틱 시장 현실을 비추어 볼 때 바이오플라스틱의 실용화가 가장 용이

(그림 3) Ecodear 마크





특 집

한 분야는 식품용포장분야와 산업용포장분야이며, 다수의 업체들이 PLA를 이용한 제품으로 상품화에 노력하고 있다.

도레이새한에서도 이들 분야에서의 실용화를 위해 2002년부터 PLA를 검토하였으며, 그 결과 2003년에는 PLA 원료업체인 NatureWorks LLC.사와 본격적인 PLA Application Project를 시작하여 기본적인 생분해성, KFDA 및 환경마크 인증 등을 취득하였으며, 제품개발 및 시장확대를 위하여 NatureWorks LLC.사와 주기적인 기술협의를

지속하고 있다. 또한, 2004년부터 도레이그룹의 GLOBAL 친환경상품마크인 "Ecodear" 상표를 PLA SHEET 제품에 적용하면서 본격적인 제품 실용화를 실현하게 되었다.

도레이에서는 플라스틱의 모든 분야에서 친환경 바이오플라스틱 적용에 대한 연구가 FILM, 사출, 섬유, 발포 등을 중심으로 이루어지고 있으며, 특히 친환경바이오플라스틱으로 인증된 PLA 적용제품의 경우 제품안정성심사를 거쳐 "Ecodear"상표 적용을 인정하고 있다(그림 3) 참조). 이를 통해 도레이새한은 07년에는 년

[표 3] 도레이새한 Ecodear sheet 제품 적용 사례

제품군	특징	적용 사례
Ecodear #1000 (투명 PLA SHEET)	투명성 방담성	
Ecodear #2000 (유연 PLA SHEET)	투명성 내충격성	
Ecodear #3000 (내열 PLA SHEET)	내열성 내충격성	
Ecodear #4000 (유색 PLA SHEET)	COLOR 내충격성	
Ecodear #5000 (평판 PLA SHEET)	투명성 내충격성 평판특성	
 		TORAY SAEHAN INC. 

5,000TON 생산규모의 국내 최초 PLA전용 SHEET 압출설비를 준공하였고, 현재 본 설비를 통한 다양한 PLA SHEET 제품개발과 실용화에 앞장서고 있다.

4-1. 식품용 포장분야

먼저 식품용포장분야에서는 PLA 제품의 상품화를 위해 PLA의 장점인 투명성을 유지하면서도 단점인 내충격성과 내열성을 개선시키는 것이 핵심기술과제이며, 이를 해결하기 위해서는 SHEET Formulation 설계기술과 압출기술이 복합적으로 고려되어야 한다.

도레이새한의 경우 내충격성개선 PLA SHEET 제품으로는 Ecodear#2000 제품을 소개하고 있다.

Ecodear#2000 제품의 경우 다층SHEET 구조를 응용한 제품설계기술과 MILD한 압출기술을 복합적으로 적용하여 개발에 성공한 제품으로, 내충격성측면에서는 A-PET SHEET 이상의 물성을 구현하였으며 투명성측면에서도 기존 일반투명용 PLA SHEET 제품인 Ecodear#1000 제품과 유사한 물성을 달성하였다.

Ecodear#2000 제품은 08년부터 해외시장으로 판매가 시작되었으며, 09년에는 국내시장 적용을 기대하고 있다.

국내시장 적용의 경우 Ecodear#2000 제품의 높은 제조원가를 낮추는 것이 핵심사항이며, 이를 위해 도레이새한에서는 일본 도레이와 공동으로 개발에 역량을 집중하고 있다. 또한, 도레이새한에서는 고내열성 PLA SHEET 제품으로 Ecodear#3000 제품을 수년전부터 시장에 소개

했으며, 상품화를 통해 이미 제품의 효능이 입증된 상태이다.

Ecodear#3000 제품은 결정화를 통한 내열성 향상방법으로 자체 PLA 내열원료개발을 통해 우수한 결정성과 성형성을 보여주고 있다. 또한, 도레이새한은 현재 투명성과 내열성을 겸비한 PLA SHEET 제품개발을 최우선 목표로 하고 있으며, 이를 통한 PLA 적용분야의 확대를 기대하고 있다.

4-2. 산업용 포장분야

바이오플라스틱의 산업용 포장분야로의 적용을 위해서는 가격과 물성이 만족해야 하는 이유로 인해 아직 국내시장에서의 적용은 미미한 상태이며, 고기능성제품을 중심으로 해외시장에 우선 타격을 두고 제품화에 노력하고 있는 실정이다.

도레이새한의 경우 PLA평판 SHEET용으로 개발된 Ecodear#5000 sheet를 통한 산업용포장분야에 접근을 추구하고 있으며, 07년도에 개발된 본 제품을 토대로 지속적인 개선과정을 거쳐 현재 북미와 일본시장에 본격적인 제품 판매를 나서고 있다. 시장에서 평가된 제품의 성능은 적용이 가능한 우수한 수준으로 기본적인 평판 SHEET 요구물성은 모두 충족한 상태이며, PLA의 단점인 내충격성 측면에서도 기존 범용 평판 SHEET와 유사한 물성구현이 가능한 상태이다.

5. 맺는 글

바이오플라스틱 시장은 기존의 범용수지 시장에 비해서 현재까지는 가격경쟁력에서 열세를



보이고 있기 때문에 법 규제중심의 시장이다. 하지만 보다 더 중요한 것은 기업들의 자발적인 친환경경영의식이다.

교토의정서 등 지구온난화를 규제하고 방지하기 위해 전 세계적인 노력이 이루어 지고 있는 가운데 기존 합성수지에서 바이오 플라스틱으로의 변화는 가장 근본적인 대책이 될 수 있으나 기업들이 관심을 갖지 않으면 교토의정서 의무국으로 가입하게 되는 2013년 이후 한국의 경쟁력은 크게 약화될 수 있다.

현재의 세계적인 불황 속에서도 중장기적으로는 지금까지의 가격경쟁력 위주의 정책보다는 선진국들의 환경기준을 파악하여 바이오플라스틱 등을 이용한 친환경 제품을 생산하고 Green Item을 지속적으로 발굴, 적극적으로 Green Marketing을 추진해야 할 것이다.

2013년에 시작되는 포스트 교토체제에 한국

이 의무국으로 포함될 확률은 매우 높다. 그러므로 정부는 앞으로 교토의정서 기준에 맞춰 온실가스 배출량을 감축할 수 있도록 관련법규와 감시를 강화하는 등 지금부터 준비를 해야 한다.

저탄소사회는 선택이 아니라 필수이다. 세계 각국에서는 탄소제로를 천명하고 있다.

일본에서는 생활에 필요한 에너지를 전량 자체조달하고, 온실가스를 배출하지 않는 신개념 친환경 주거공간인 탄소 제로 하우스를 선보였고 영국에서는 탄소제로형 국가를 선언하고 2050년까지 전력생산에서 화석연료를 추방하기로 했다. 우리도 저탄소 사회를 위한 보다 근본적인 대책을 제시할 필요성이 있다.

특히, 석유화학소재 중 일부를 바이오플라스틱으로 대체하는 것은 중요한 단초가 될 수 있을 것이다. [ko]

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스런 것은 물같이 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)2026-8655-9

E-mail : kopac@shollian.net