



생분해성 이축연신 PLA 필름 Skywel®

Biaxially Stretched Biodegradable PLA Film

한 권 형 / SKC(주) 수원연구소 PET 필름 개발팀 대리

1. 서론

지구 상에서 뜨거운 논점이 되고 있는 것이 바로 환경에 대한 문제이다.

지구의 온난화, 오존층의 구멍, 엘니뇨 현상, 등등 여러 문제의 원인이 바로 환경 파괴로 인한 결과라고 생각하고 있으며 이에 대한 공감대가 형성되었다고 대부분의 사람들이 생각하고 있다.

앞선 예들이 우리 아니 내가 살고 있는 세상에서 피부로 느껴지지 않을지 모르겠지만, 대기 오염으로 인한 산성비, 수질 오염으로 인한 물고기의 폐죽음, 토양오염으로 인한 토양의 산성화, 등등 굳이 열거하지 않아도 이에 대한 예들은 무수히 많다.

2005년 2월에 발효된 교토의정서에서의 선진 38개국에 약 5.2%의 온실가스를 2008~2012년까지 감축해야 할 의무를 가지게 된다는 이 교토의정서의 골자는 결국 어떻게 하면 온실가스를 줄일 수 있을가에 대한 고민이 발현된 것으로 볼 수 있다.

이런 내용을 토대로 내릴 수 있는 결론은 환경 문제가 경제적인 영향을 미치는 파급의 효과는 실로 엄청나다고 할 수 있으며, 친환경제품은 시대를 거스를 수 없는 필수불가결한 상품이라고 생각된다.

이런 흐름과 맞물려 대중적으로 쉽게 이해가 가지 않는 생분해 플라스틱이 사람들의 관심을 끌게 되었고 많은 기업과 연구 그룹에서 큰 관심을 보이고 있다.

1. 생분해플라스틱이란?

생분해라는 개념은 소위 썩는다는 개념으로 많이 이해되고 있다. 썩는다는 것은 미생물의 먹이가 되는 것으로 미생물의 대사 작용에 필요한 영양분을 공급함으로써 분해되어 그 부산물로 이산화탄소, 물, 메탄 등이 생기는 것을 의미하고 이에 대한 구체적으로 표현한 것이 ASTM 규정으로 ASTM에서는 180일 동안 생분해도가 표준물질인 셀룰로오스 대비 90% 이상으로 되는 플라스틱을 생분해 플라스틱으로 규정하고



[그림 1] 생분해성 플라스틱 의미



있다.

국내에서는 KS M3100-1로 규정하여 이에 대한 규격을 마련해 놓은 상황이다.

2. 생분해성 고분자 종류

점차 확대되어 가는 생분해성 고분자의 대표적인 생산 업체 및 주요 물성을 [표 1]과 같이 정리하였다.

이런 생분해성 고분자의 종류는 원료 추출 방법에 따라 크게 전분계, 화학합성계, 미생물생산

계 등으로 나눌 수 있는데 이에 대한 분류는 다음과 같다.

이 중에서도 가장 범용화되고 많은 사람들의 관심을 끌고 있으며 물성적으로도 상대적으로 가장 우수하다고 평가 받는 것이 PLA로 옥수수에서 원료를 추출하여 증합한 고분자이며, Tm과 Tg에서 여타의 고분자에 비해 우수한 것으로 판단된다.

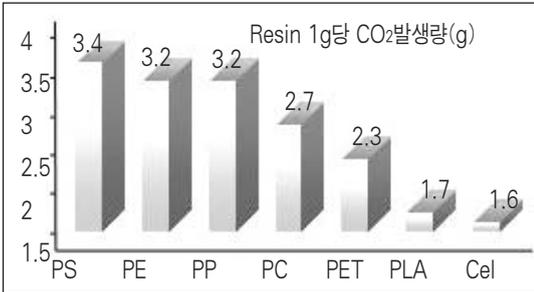
또한 PLA는 Natureworks가 연간 14만톤의 생산능력을 보유하여 경제적인 측면에서도 다른 resin 대비 경제성도 우수한 것으로 판명되었다.

이외에도 연질계와 경질계를 분류할 수 있는데, 연질계 소재로는 PCL, PBS 등이며 경질계 소재로는 PLA가 가장 범용적으로 쓰일 수 있다고 알려져 있다.

[표 1] 생분해 플라스틱 종류

종류	재료	원료 구성	회사	국가	상품명	생산능력 '04(kt/y)	물성			생분해속도		
							Tm	TG	밀도	토양 中	compost 中	
전분계	PCL+전분	석유계+식물계	케미테크	일본	Master Bi Z		60	20	1.15	+++	+	
	EcoFlex+전분	석유계+식물계	Novamonto	이탈리아	Master Bi Z	20	115	-35	1.26	++	+	
미생물 생산계	PBS	식물계	Monsanto	미국	Biopol	Drop	115	-32	1.26	+	+	
화학 합성계	PLA	식물계	Natureworks	미국	Natureworks	140	170	60	1.25	-	+	
			미츠이	일본	Lacea	1						
			도요타	일본	Ecoplastics	1						
	PCL	석유계	다이셀	일본	Cellugreen	1	60	-60	1.14	++	+	
	PBS	석유계	쇼와고분자	일본	Bionolle	3						
			미츠비시	일본	GS Pla	30('06)	115	-32	1.26	+	+	
			이래화학	한국	EnPol							
	PHB	석유계	미츠비시	일본	Biogreen	-	175	5	1.25			
PBAT	석유계	BASF	독일	Ecoflex	8	115	-30	1.26	+-	+-		
PET공중합	석유계	Dupont	미국	Biomax	0	200		1.35	-	-		

[그림 2] 범용 Resin별 소각 시 이산화탄소 발생량



3. PLA 특징

3-1. 소각 시 이산화탄소 발생량

이런 PLA의 가장 큰 특징은 뭐니뭐니 해도 매립 시 100% 분해되는 생분해성이다.

하지만 이런 생분해되는 뚜렷한 특징 이외에도 또 다른 특징 중에 하나는 소각 시 이산화탄소 발생량이 적다는 것이다. [그림 2]의 범용 resin 별 소각 시 발생하는 이산화탄소량을 나타내었다. [그림 2]에서 보듯이 소각 시 PLA는 resin 1g당 1.7g을 발생시키고 있으며 반면 PS, PP, PE 등은 모두 3g 이상의 이산화탄소가 발생이 된다.

이는 소각 시에도 환경부하가 적다라고 볼 수

있으며 매립 뿐 아니라 소각에도 유리한 플라스틱이라고 할 수 있다.

3-2. PLA 생분해 속도

일반적으로 생분해 플라스틱에 대한 관심이 과연 썩는지 여부와 함께, 내구성에 대한 관심이 많은데 PLA의 분해 속도는 PCL, PBS 등의 연결계에 비해 분해 속도가 느리다고 볼 수 있다.

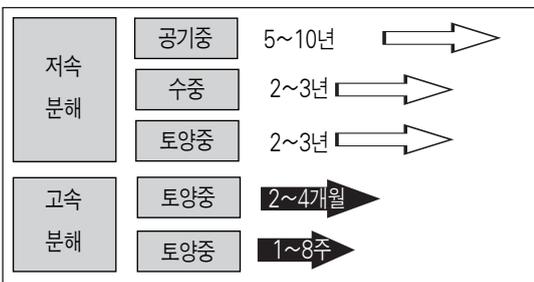
PLA는 생분해 플라스틱이지만 정확하게는 compostable 플라스틱으로 일정한 조건하에 급속하게 생분해되는 resin이다. [그림 3]는 조건에 따른 PLA의 생분해 속도를 나타내었다.

공기중에서는 5~10년, 물 속에 담겨 놓았을 때 2~3년, 일반적으로 미생물이 함유되지 않는 일반 토양 중에서는 2~3년으로 비교적 느리게 분해되지만, 반면 쓰레기 매립 환경이라고 볼 수 있는 Landfill 환경에서는 2~4개월, 60℃, 60%의 습도를 가지는 미생물이 많은 환경에서는 1~8주로 굉장히 빠르게 분해된다.

이는 내구성을 요하는 환경에 적합한 플라스틱이라고 볼 수 있다.

4. SKC PLA 필름 Skywel®

[그림 3] PLA의 생분해 속도



SKC는 PLA의 특성을 고려하여, 친환경 생분해성 이축연신필름인 Skywe®을 2005년 10월 출시하였다. 30년간의 PET 필름으로 축적된 노하우(Know-how)를 바탕으로 2002년부터 연구개발을 시작하여 약 3년에 걸친 투자와 노력의 결실로 출시된 이 필름은 기계적 강도와 신도가 우수하며, 광학적 성질이 우수하여



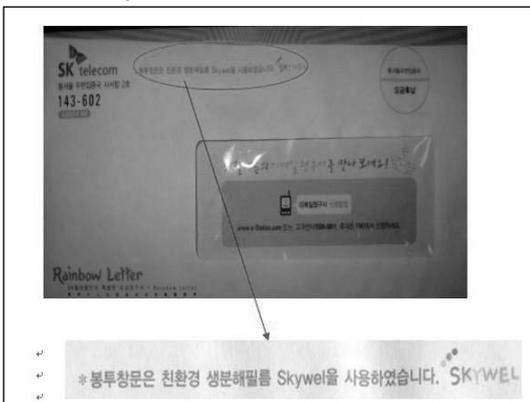
[표 2] 각 Resin별 필름 물성 비교

구 분		PET	OPP	OPS	PLA
두께		25 μ m	25 μ m	25 μ m	25 μ m
강도	MD	26kgf/cm ²	15kgf/cm ²	10kgf/cm ²	15kgf/cm ²
	TD	30kgf/cm ²	29kgf/cm ²	10kgf/cm ²	22kgf/cm ²
신도	MD	140%	150%	40%	150%
	TD	120%	50%	72%	120%
투과율		92%	92%	91%	94%
Haze		3.7%	0.9%	3.4%	1%
생분해여부		×	×	×	○

수려한 인쇄성을 지니고, dead-fold성이 좋아 트위스트용 필름에도 응용이 가능하며, 다른 생분해 Resin에 대비하여 탁월성 내열성을 지녀 연포장필름으로까지 사용가능 할 것으로 보여진다. 아래 PET, OPP, OPS 등의 비교 데이터는 [표 2]와 같다.

[표 2]에서 보는 것 처럼 PLA 필름은 PET와 OPP에 비교했을 때 기계적 성질에 있어서 유사한 성질을 지니고 있고 투과율이나 Haze 등의 광학적성질에 있어서 다른 Resin에 비해 뛰어난 성질을 지니게 됨을 볼 수 있다.

[사진 1] Skywel이 적용된 봉투창용 필름



4-1. 현재 응용 분야

필름으로서 우수한 물성을 지니는 여러 다양한 응용분야가 있지만, 대표적인 것들을 조사하면 다음과 같다.

1) 봉투창용 필름

2006년 3월 출시한 PLA 필름은 SK Telecom의 요금고지서 봉투의 봉투창용 필름으로 현재 사용되고 있다.

Bar code 인식에 필요한 투명성과 종이접착력이 필요한데 이에 대한 부분이 모두 만족이 되어 2006년 4월분 봉투부터 채용되기 시작하였다.

지금까지 매립 시 종이는 생분해되는 반면, 봉투창용으로 사용되던 필름은 분해되지 않아 종이와 필름을 따로 분리해서 버려야 했지만, 생분해필름을 적용하여 동시에 매립하여 처리하여도 아무 문제 없는 상황이 되어 환경의 부하가 줄어들 것으로 판단된다.

2) 사탕싸개지

또한, PLA의 고유특성으로 dead fold성을 들 수가 있는데, 이런 Dead fold성이라 함은 사탕싸개지와 같이 한 번 트위스트의 힘을 가한 후 풀리지 않는 힘을 가져야 하는 것으로 복원력이 작아야 하는 것을 특성으로 한다. 이런 특성이 PLA가 가지는 특성이 되므로 이에 대한 특성을 다른 Resin과 비교한 것은 다음과 같다.

위에 보다 시피 PLA의 트위스트성은 셀로판과 유사한 수준이며, 여러 모로 장점이 많아 이에 대한 활용이 클 것으로 예상된다.

4-2. 향후 응용 가능 분야

1) 열수축 필름

PLA는 D-lactide와 L-Lactide의 함량에 따

[표 3] 각 Resin별 트위스트성 조사

	PLA	PVC	셀로판	PET
두께	20 μ m	33 μ m	22 μ m	20 μ m
트위스트성	◎	○	◎	○
생분해성	◎	×	×	×
두께균일성	◎	△	○	◎
보존성	◎	◎	×	◎
잉크접착력	◎	◎	◎	◎

라 결정화도가 틀려지게 된다.

이런 결정화도는 결정화속도에 영향을 미치게 되고, 이런 차이로 인해 수축응력이 영향을 받게 된다. 그리하여 D-lactide 함량을 조절하여 열수축 필름으로까지 사용 가능할 것으로 보인다.

열수축 필름이라 함은 인쇄된 라벨을 bottle에 씌워 열에 의해 수축시켜 bottle을 싸는 것이다. 이런 열수축필름은 가장 많이 사용되는 곳이 바로 PET 음료 bottle이며 잠재 시장 상황은 엄청나게 클 것으로 예상된다.

2) 열접착 필름(Sealable & Peelable)

PLA Tray의 대중화와 더불어 PLA 필름에 있어서 가장 관심을 끄는 것은 열접착 필름이다.

PLA의 D-lactide 함량을 조절하여 열접착이 가능한 resin을 formulation하고 어느 정도의 열로 Tray 면에 바로 붙여 Lid의 역할을 하는 필름을 일컫는다.

이런 시장은 PLA필름 단독으로 활성화되었다기 보다 PLA Tray의 활성화가 가장 큰 역할을 했다고 볼 수 있는데 열접착강도에 따라 peelable과 sealable로 나눌 수 있다.

3) 일반 연포장 필름

그 외에 적용 가능한 용도는 일반 연포장용에 쓰이고 있는 필름을 대체할 것으로 기대되는데,

이는 여러 물성에 있어서 기존 사용되고 있는 PP나 PET 등의 기계적 물성과 유사하기 때문이다.

4-3. SKC Skywel® PLA 필름

4년여의 준비끝에 탄생한 SKC Skywel®은 현재 12 μ m~50 μ m까지의 범용 필름을 생산 중에 있고, 이에 대한 양산화와 물성 향상을 위해 연구 개발 중에 있다. 이와 더불어 용도 개발과 PLA 필름의 시장 확대를 통해 지구 환경에 영향을 덜 주며 안정적인 제품을 개발에 박차를 가하고 있으며 이에 대한 결실은 현재 뿐 아니라 미래에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 확신한다.

II . 결론

사람들은 환경하면 다들 잘 될 것이라고 생각하고, 미래 뿐 아니라 지금도 잘 될 것이라고 낙관하고 있다.

그도 그럴 것이 LOHAS며 Well-being이라는 용어의 대중화와 더불어 환경에 대한 관심이 굉장히 증가했기 때문이다.

그와 더불어 정부에서는 친환경 제품 구매에 관한 법률을 제정하여(2005.7.1 발효) 친환경 상품에 대한 시장 확대를 위해 노력하고 있으며, 또한 미국의 Walmart에서는 사용하는 포장지에 대해 PLA 사용을 적극 권장하고 있는 형국이다.

이런 흐름과 발맞추어 PLA 필름은 더 많은 발전을 할 것으로 보이며 석유 자원에 대한 고갈과 더불어 친환경 소재는 지금의 세계를 살아가는 거스를 수 없는 흐름이며, SKC의 PLA 필름은 더 많은 연구 개발을 위해 노력할 것이다. ☐