

바이오플라스틱 현황 및 전망

제갈종건

한국화학연구원

State and Prospects of Bioplastics

Jonggeon Jegal

KRICT

Abstract: 지구온난화와 함께 소재 시장에서는 바이오플라스틱이 화두가 되었다. 이와 함께 고분자 소재의 환경친화성 개념은 기존의 생분해성을 넘어 CO₂ 발생 저감으로 발전하였다. 따라서 이제 전 세계적으로 물성에 한계를 지닌 생분해성 고분자를 넘어 석유기반 고분자를 대체할 수 있는 바이오매스 기반 고분자인 바이오플라스틱에 대한 연구 및 생산이 매우 활발하다. 현재 다양한 종류의 바이오플라스틱들이 시장에 등장하고 있으며, 이들의 물성 또한 기존 고분자에 필적할 정도로 우수해지고 있는 실정이며, 이들의 미래는 매우 밝다 할 수 있겠다.

Keywords: Bioplastics, needs, definition, technology, market

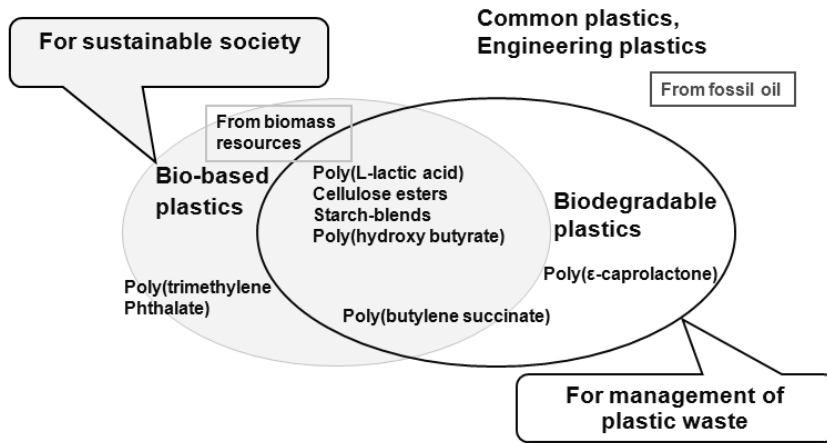
1. 바이오플라스틱의 필요성

지구환경의 변화는 소재 시장의 메가트렌드 변화를 유도하고 있다. 특히 지구온난화의 문제는 전 세계적인 문제이며, 오랜 세월 동안 지구의 온도는 꾸준히 증가해 왔음을 알 수 있다. 이러한 지구온도의 상승은 산업발전과 함께 발생하는 이산화탄소 양의 증가 때문인 것으로 인류는 인식하고 있다. 따라서 지금까지 사용되고 있는 석유기반 화학소재를 이산화탄소 저감형 소재인 바이오매스 기반 소재로 전환하려는 움직임을 나타내고 있다. 소재 시장 메가트렌드 변화의 또 다른 한 요인은 유가 상승 및 원유의 고갈이다. 지구상에 존재하는 원유의 양은 일정하므로, 계속된 사용은 석유자원의 고갈을 초래한다. 이러한 지구온난화와 석유자원의 문제를 해결하는 데 가장 필요한 방법 중 하나가 지속성장 자원인 바이오매스를 활용하는 것이다.

2. 바이오플라스틱의 정의

바이오플라스틱이란 다음 Figure 1에 잘 나타난 바와 같이 석유기반 고분자 중 생분해가 되는 생분해성 고분자를 포함한 바이오매스 기반 고분자 전체를 말한다. 기존의 바이오폴리머와 겹치는 부분이 있으나 기존의 바이오폴리머와 바이오플라스틱에는 큰 차이가 있다. 기존의 바이오폴리머는 생분해성에 초점이 맞추어져 있어 생분해성 고분자 전체를 바이오폴리머라고 하였으나, 바이오플라스틱은 바이오매스 기반 고분자 전체를 의미하므로 여기에는 생분해성이 아닌 고분자들이 다수 포함되어 있다. 따라서 바이오플라스틱이 되기 위한 전제조건은 바이오매스로부터 제조된 고분자이어야만 하는 것이다. 이러한 고분자에는 매우 다양한 종류가 있으며 그 분류는 Figure 2와 같다.

바이오플라스틱에는 크게 다섯 부류가 있다. 그 첫 번째는 천연에서 만들어진 고분자, 즉 천연고분자를 의미하며 여기에는 Polysaccharide, Lignocellulose, Gum, Natural Rubber 등 다양한 종류가



Ca. 140,000,000 tons/y

Figure 1. 바이오플라스틱의 정의.

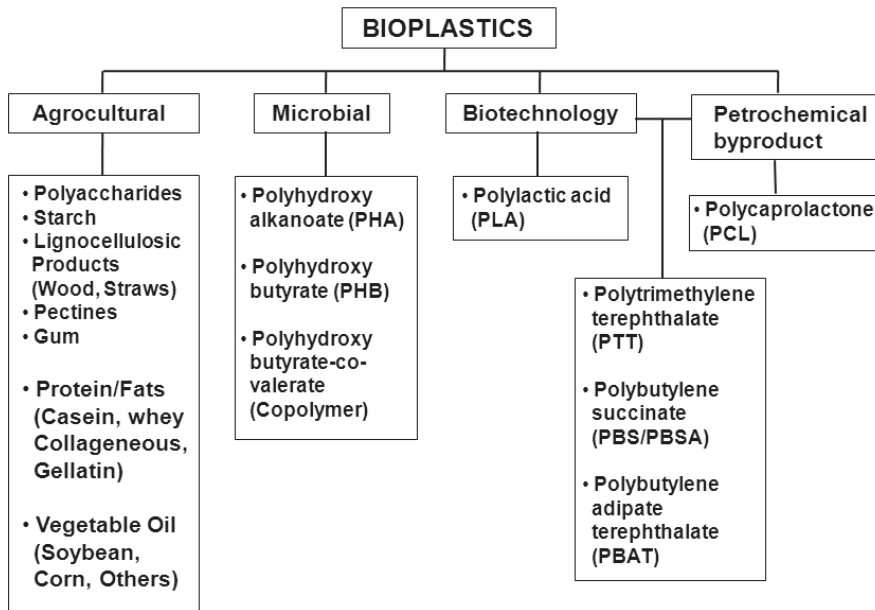


Figure 2. 바이오플라스틱의 계통도.

있다. 두 번째로는 미생물을 이용하여 제조되는 고분자를 들 수 있으며 이들은 주로 생분해성 특징을 지니고 있다. 여기에 대표적인 고분자로 PHA 계 고분자를 들 수 있다. 세 번째로는 바이오매스에서 제조되는 슈가를 이용하여 발효과정을 거쳐 제조된 단량체를 중합하여 제조되는 고분자로 바

이오플라스틱의 대표격이다. 여기에는 현재 PLA가 가장 유명한 고분자로 자리 매김하고 있다.

네 번째로는 세 번째 고분자와 유사한 경우이나 사용되는 단량체 중 하나는 석유 기반에서 온 것이다. 즉 바이오매스 기반 단량체와 석유 기반 단량체를 서로 중합하여 제조되는 고분자로 여기에

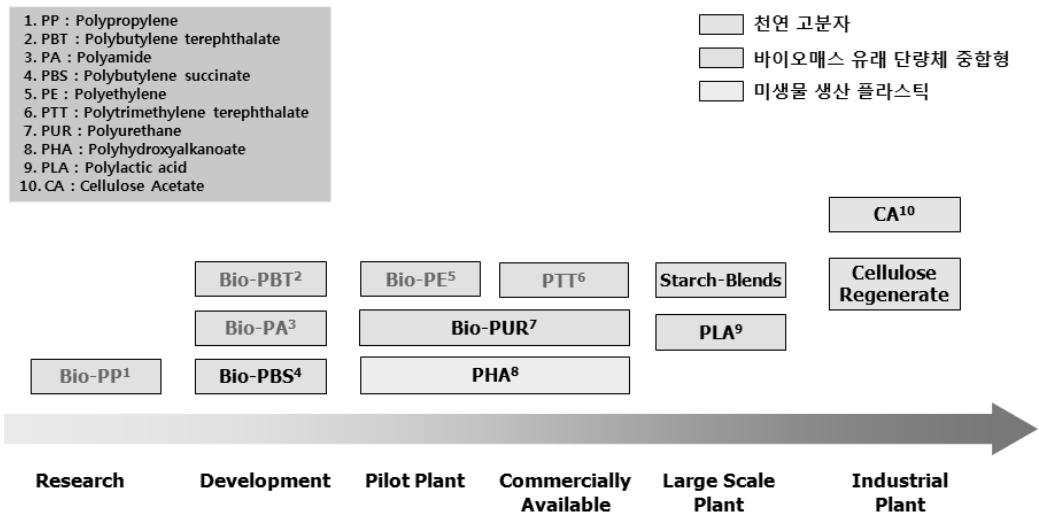


Figure 3. 바이오 기반 고분자들의 발전단계.

자료 : “Techno-economic Feasibility of Large Scale Production of Bio-based Polymer in Europe” December 2005, European Commission Joint Research Center

는 PTT, PBS, PBAT 등을 들 수 있다. 마지막으로 석유 기반 생분해성 고분자를 들 수 있으며, PCL이 대표적인 고분자이다.

3. 바이오플라스틱 제조 기술

바이오플라스틱은 산업바이오화학 기술에 의해서 제조될 수 있다. 바이오매스로부터 전처리, 당화과정을 거쳐 당을 제조하고, 이를 미생물에 먹여 산업적으로 유용한 고분자의 단량체를 제조하게 하고, 이를 다시 중합하여 바이오플라스틱을 생산할 수 있다.

현재 시장에서 제일 대표적인 바이오플라스틱인 젯산 고분자(Polylactic acid)가 이러한 산업바이오화학 기술에 의해서 제조되었다. 식물성 오일을 이용하여 제조되는 코팅제나 폴리우레탄의 제조에서는 이러한 모든 과정을 거치지 않으나, 나머지 대부분의 바이오플라스틱은 이러한 과정을 거쳐 제조되어진다. 따라서 산업바이오화학 기술의 개발이 바이오플라스틱의 성장 발전에 매우 중요함을 알 수 있다.

Figure 3은 지금까지 바이오플라스틱의 성장 발

전 상태를 나타내고 있으며, 산업적으로 유용한 바이오플라스틱들의 발전 단계를 나타내고 있다. 여기에서 보면 전분과 같은 천연고분자는 이미 오래전부터 상용화되어 있는 상태이며, PLA의 경우 최근에 상용화되어 현재 많은 관심을 끌고 있는 바이오플라스틱이다. 이외에도 바이오 나일론이 기존의 PLA의 단점을 보완할 수 있어 많은 연구발전이 이루어져 있는 상태이다.

4. 국내·외 시장 동향

4.1. 미국, 유럽

Figure 4는 2007년부터 2011년까지 미국과 유럽의 바이오플라스틱의 연도별 생산량과 추이를 나타내고 있으며 성장 속도가 상당히 빠른 상태이다. 바이오플라스틱 제조에 사용될 수 있는 바이오매스는 매우 다양한 종류의 식물들이 있으며, 2007년 현재 가장 많이 사용되는 원료는 옥수수이고, soy protein을 제외한 나머지 원료들은 아직 그다지 많이 사용되지 못하고 있다. 플라스틱 가공 기술별 바이오플라스틱의 생산량 현황을 보면 Blown Film이 가장 많고 압출과 열적 성형 가공용

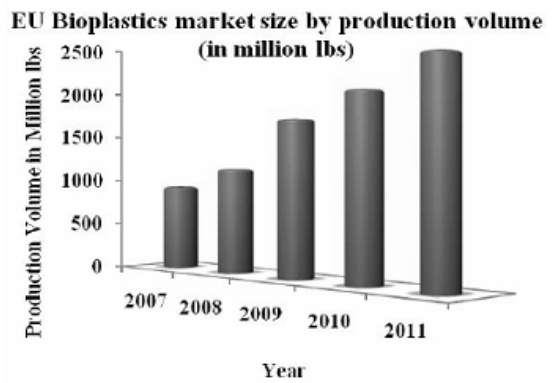
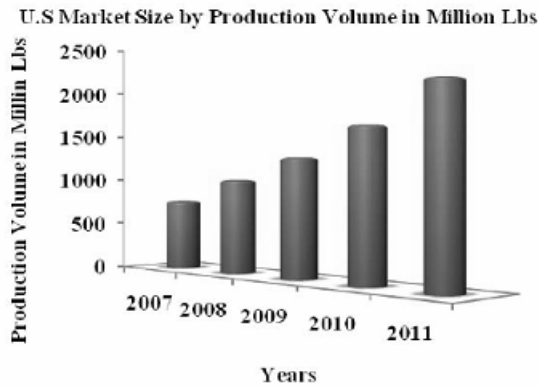


Figure 4. 연도별 바이오플라스틱 미국 생산량

자료: “Bioplastics Market Trends and U.S.&E.U. Outlook” October 2007, Published by 2007 Fuji-Keizai U.S.A. Inc. 141 E 55th St. Suite 3F, New York, NY 10022

이 그 다음이다.

현재 미국의 경우 바이오플라스틱의 가장 큰 활용도는 포장재이며 생산량이 약 4억 파운드 이상이고, 그 다음으로는 일회용품 생산용이며 생산량은 약 1억 5천만 파운드 정도이며, 그 다음으로는 섬유·의료용 순으로 생산되고 있으며 고강도를 요구하는 스포츠용품 제조용으로도 상당량 생산되고 있다

4.2. 아시아 지역

Figure 5에 아시아 지역의 바이오플라스틱 국가별 수요가 잘 나타나 있다. 여기에서 보는 바와 같이 아시아지역의 맹주는 역시 일본이며 전체 수요의 53%를 차지하고 있다. 다음으로는 중국이 26%이고 우리나라는 7%에 그치고 있음을 알 수 있다. 아시아 지역의 총 수요량은 58,000 metric ton 정도이며 이는 아직 유럽과 미국에 비하여 상당히 작은 수준임을 알 수 있다.

4.3. 국내시장 동향

바이오플라스틱의 국내시장은 아직 매우 빈약한 상태인데, 주로 생분해성 고분자를 중심으로 시장이 형성되어 있으며, 특히 전분계와 셀룰로오스계 등 천연고분자와 알리파틱 폴리에스터 등을 중심으로 이루어져 있음을 알 수 있다.

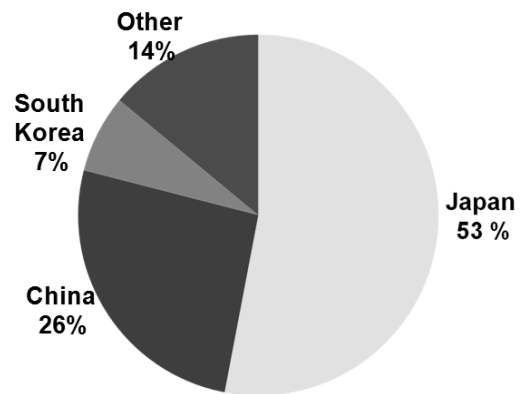


Figure 5. 아시아 지역 국가별 수요(2008) (총 수요량 : 58,000 metric ton).

최근에 들어서는 세계시장의 변화와 함께 국내 시장에도 PLA를 중심으로 한 바이오플라스틱의 시장이 형성되고 있으며 관련업체에서 제품 생산을 위한 연구개발을 진행하고 있는데, Table 1은 현재 국내회사에서 생산되고 있는 상품들과 이들의 특징을 나타내고 있다. 위에서 보듯이 아직 국내 시장은 전분계 고분자나 폴리사카라이드계 고분자를 알리파틱 폴리에스터와 블렌딩하여 제조된 생분해성 혹은 생분해성 고분자들 시장이 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

Table 1. 국내의 생분해성 플라스틱/고분자산업 현황

회사명	상품	특 징
SK Chemicals	SKY GREEN	Aliphatic polyester and / or its starch blend
새한 Industries	ESLON GREEN	Aliphatic polyester and / or its starch blend
SK	GREENPOL	Polycaprolactone/plasticized starch blend
대상	BIONYL	Modified starch containing aliphatic polyester
이레화학	EnPol	Aliphatic polyester

4. 전 망

바이오플라스틱의 개발은 아직 초기단계이다. 하지만 현재 다양한 종류의 산업적 활용성이 우수한 바이오플라스틱들이 개발, 상용화되고 있다. 현재까지는 초기단계여서 제조된 바이오플라스틱들의 물성이 기존 석유기반 플라스틱 소재들에 비하여 낮은 것이 사실이었다. 따라서 활용성 면에서 많은 제한이 있었던 것 또한 사실이었다.

하지만 이제는 고부가가치화할 수 있는, 물성이 우수한 바이오플라스틱들의 개발이 많이 진행되고 있고 이들 중 일부 상용화된 제품들도 있다. 대표적인 것으로는 바이오-PTT와 바이오-PC, 그리고 스테레오콤플렉스 PLA를 들 수 있으며 이들의 물성은 아주 우수하여 기존의 제품과 필적할 만하다.

현재는 이러한 우수한 물성을 지닌 소재들을 경제성이 있는 방법으로 제조하는 기술들이 집중적으로 연구되고 있는 상태이며, 바이오와 화학기술의 접목으로 많은 우수한 기술들이 개발되고 있다. 따라서 멀지 않은 미래에 경제성과 산업성, 그리고 활용성이 우수한 바이오플라스틱 소재들이 시장에 많이 등장할 것으로 예측된다.

참 고 문 헌

1. Industry Study 2548, "World Bioplastics", Copy right : 2009 by the Freedonia Group, Inc.
2. Biodegradable Polymers, A Global Startegic Business Report, Sept. 2006, Published by Global Industry Analysts, Inc.
3. "Bioplastics Market Trends and U.S. & E.U. Outlook" October 2007, Published by 2007 Fuji-Keizai U.S.A. Inc. 141 E 55th St. Suite 3F, New York, NY 10022.

저자소개



제갈종건

1983 경북대 화학과(학사)
 1985 KAIST 화학과(석사)
 1992 Univ. of Massachusetts, Lowell 화학과(박사)
 현재 한국화학연구원 바이오화학실용화센터장