

복합분해성 식품포장용 플라스틱

정명수 · 김혜영* · 유영선*

(주) 오투기 중앙연구소, *멀티콤포스트코리아(주)

Multi-Degradable Food Packaging Plastics and the Future Prospect of Their Practical Use

Myong-Soo Chung, Hye-Young Kim* and Young-Sun You*

Research Center, Ottogi Corporation

*Multicom Post Korea Corporation

Abstract

Plastic materials called synthetic polymers are comparatively new ones that are synthesized chemically, different with natural materials such as wood, paper, stone, metal, glass, etc. Especially, the usage of the plastic materials in food industry is really various in packaging film, flexible packaging material and containers for a variety of foodstuffs. However, it is true that the environmental contamination problems such as environmental hormone leakage due to incineration or reclamation, difficulty in securing a reclaiming site, and detection of deadly poisonous dioxin, etc generated by incomplete incineration of waste plastic materials became social issues. To solve these problems, it is urgent to develop and commercialize degradable plastics that can be stably and conveniently used as like general plastics during the use and that are environment-intimate and non-harmful plastics easily decomposed by sunlight, soil microbes, heat generated from a reclaimed land and so on after the use.

Key words: multi-degradable plastics, food packaging, polymer

서 론

플라스틱 소재는 현대인의 풍요로운 일상생활과 산업발달에 큰 공헌을 해 온 반면 대량으로 발생되는 각종 폐비닐, 스티로폼, 플라스틱 용기 등의 조각이나 매립에 따른 환경호르몬 누출, 맹독성의 다이옥신 검출 폐기물의 불완전 연소에 의한 대기오염 발생 등과 같은 심각한 환경오염의 원인으로 대두되고 있다. 특히, 식품산업에서의 플라스틱은 각종 식품의 포장용 필름, 연포장재 및 용기의 제조를 위해서는 없어서는 안될 가장 중요한 소재로서 사용되고 있음은 두말할 나위조차 없다. 하지만 식품산업에서 사용되는 플라스틱은 대부분이 일회용

으로서 life cycle 이 매우 짧은 편이기 때문에 자연에 대한 환경오염원으로서의 비중이 어떤 산업과 비교하여도 훨씬 크다고 하여도 과언이 아니다. 영국에만 100억개의 슈퍼마켓 백이 매년 사용되고 있으며 미국에서는 슈퍼마켓 5곳 중 적어도 4곳에서는 플라스틱백을 사용하고 있다. 중국은 1,600만톤, 인도는 450만톤, 영국은 100만톤의 쓰레기를 매년 발생시키는데 영국에서는 그 중의 80만톤 이상이 polyethylene으로 되어있다고 한다. 또한 유럽 전체에서 매년 250만톤의 플라스틱이 매립되고 있다고 보고되고 있다(Rothery, 1999). 인도의 봄베이, 텔리와 방글라데시에서도 1988년과 1998년의 홍수 때 도시의 하수 시스템이 플라스틱 쓰레기들에 막혔던 경험을 한 후로 사용을 금지하고 있다. 대만과 싱가포르에서도 사용을 금지할 계획이며 영국 정부도 올해 초에 플라스틱 백에 소비세 부과를 검토하고 있다(Rothery, 2002). 이와 같이 폐플라스틱에 의해 야기되는 여러 가지 문제를 해결하기 위하여 사용

Corresponding author: Myong-Soo Chung, Senior Researcher, Research Center, Ottogi Corporation, 160 Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang, Kyonggi-do, 431-070, Korea.
Phone: 82-31-421-2115, Fax: 82-31-421-2133
E-mail: mschung@ottogi.co.kr

시 편리성 및 내구성만을 비약적으로 향상시킨 합성플라스틱을 대체할 수 있고 사용 후 붕괴 또는 분해되어 자연의 순환사이클로 흡수됨으로써 환경오염의 문제를 배제할 수 있는 '분해성 플라스틱'이라는 새로운 기능을 가진 고분자물질에 대한 사회적 요구가 높아지게 되었다. 이와 같이 환경친화적이고 무해한 플라스틱인 분해성 플라스틱의 실용화 및 의무화의 압력이 거세어지면서 독일, 이태리, 미국 등 선진 각국에서는 쇼핑백, 플라스틱제 병에 대한 생분해성 수지 사용을 의무화하는 등 분해성 플라스틱의 실용화가 활발히 진행되고 있다(Table 1).

미생물이나 빛에 의해 썩거나 분해되는 고분자를 '분해성 고분자' 또는 협의로 '생분해성 플라스틱'이라고 하는데, 현재 국제적으로도 용어 정의나 분해도 평가방법 등이 통일되지 않은 가운데 국가마다 독자적으로 분해성 플라스틱에 대한 연구개발 및 산업화가 추진되고 있다. 미국 등에서는 PE에 전분을 혼합한 생분괴성 플라스틱도 생분해성 고분자에 포함시키고 있으며, 또한 광분해성 플라스틱도 생분해성 고분자로 분류하기도 한다. 향후 이 분야에 대한 분해도 평가방법이나 용어정의가 국제적으로

통일되어야 할 것이며, 아울러 현재의 생산가격을 더 낮출 수 있어야만 그 용도개발은 물론 실용화를 앞당길 수 있을 것이다(Anon, 2001).

최근에는 생분해성 플라스틱의 경제적, 가공성 등의 단점을 극복하기 위하여 생분해, 화학분해, 광분해 등이 복합적으로 작용하여 플라스틱과 같은 합성 고분자 중합체를 분해시키는 복합분해 관련 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 최근 출원되고 있는 특허도 국내외 모두 두 가지 이상의 분해반응이 복합적으로 일어나는 복합분해 제품에 대한 출원이 현저히 증가하고 있다.

분해성 플라스틱의 일반적 정의와 복합분해

미국에서 1991년에 비영리목적으로 설립된 단체인 BEDPS(Bio/Environmentally Degradable Polymer Society)는 분해성 플라스틱을 아래의 4가지 범주로 분류하고 있다.

- ① 광분해성 플라스틱(Photo-Degradable Plastic): 태양광과의 화학반응에 의한 분해성 플라스틱
- ② 산화분해성 플라스틱(Oxidatively-Degradable Plastic): 온도 등의 영향에 의한 산화반응에 의해 분해되는

Table 1. Restriction in the usage of non-degradable plastic in various countries

Country	Contents
USA	<ul style="list-style-type: none"> ● under the progress in restriction of the usage of non-degradable plastic in 31 states ● obligatory use of degradable PE plastic for the Six-Pack-Ring in 9 states such as Maryland, etc ● levy on non-degradable plastic food packaging ● recovery of plastics in terms of materials ● restriction of the usage of single use stuffs: one city in New Jersey ● restriction of the usage of Styrofoam <ul style="list-style-type: none"> - enforced: Minnesota, Florida, Maine - progressed: New York, Pennsylvania, Wisconsin - restricted use in public places: Massachusetts
Italy	<ul style="list-style-type: none"> ● levy on non-degradable plastic shopping bags from 1989 ● restriction of the usage of PVC shopping bags from July, 1989 ● obligatory use of degradable plastic for single use shopping bags from 1991 ● obligatory recovery of beverage containers made from plastic
Germany	<ul style="list-style-type: none"> ● obligatory deposit of PET containers from March, 1989 ● restriction of the usage of PVC containers in several provinces ● onerous sale in single use bags (400~800 won)
Denmark	<ul style="list-style-type: none"> ● under the progress in restriction of the usage of non-degradable PVC for the packaging material ● restriction of the usage of single use beverage containers
Swiss	<ul style="list-style-type: none"> ● under the progress in restriction of the usage of non-degradable PVC containers
Austria	<ul style="list-style-type: none"> ● under the progress in restriction of the usage of non-degradable PVC for the packaging materials
Japan	<ul style="list-style-type: none"> ● recommend the self-constraint of the use of the single use plastic stuffs ● obligatory reuse of plastic (except for non-degradable plastic) form 2000
Taiwan	<ul style="list-style-type: none"> ● recommend the self-constraint of the use of plastic stuffs in restaurants ● obligatory 40% use of paper for food containers such as Ramen, etc

Table 2. Comparison among bio-degradable, photo-degradable and multi-degradable plastics

	Non-degradable plastic	Bio-degradable plastic	Photo-degradable plastic	Multi-degradable plastic
Principle of degradation	- difficult to be degradable - degradable by heat, oxidation and UV in an infinite period	- degradable by microorganisms and enzyme in a short period	- degradable by UV and heat in A short period	- degradable by microorganisms, heat, oxidation and UV in a short period
Productivity	- high - not machine and temperature dependent	- low - machine dependent	- high - low machine and temperature dependent	- high - low machine and temperature dependent
Reuse	- can reuse 95% of the loss during processing - possible to be 80% of recycle after use	- cannot use the loss during processing - impossible to be recycled	- can reuse 95% of the loss during processing - possible to be 70% of recycle after use	- can reuse 95% of the loss during processing - possible to be 70% of recycle after use
Equipment	- do not need additional investment	- need additional investment	- do not need additional investment	- do not need additional investment
Period of degradation	- open condition: non-degradable - in soil: difficult to be estimated	- open condition: 3 ~ 6 months - in soil: 3 ~ 6 months	- open condition: 2~5 years - in soil: more than 50 years	- open condition: 2~3 years - in soil: 3~6 years
Merits	- low cost - superior rheological property	- perfect degradation	- low cost - commonly used (PE, PP)	- low cost - commonly used (PE, PP)
Faults	- environmental contamination	- high cost - low elasticity - can be used for specific plastic	- need direct sunlight - applicable only for films	-

플라스틱

③ 가수분해성 플라스틱(Hydrolytically-Degradable Plastic): 가수분해반응에 의해 분해되는 플라스틱

④ 생분해성 플라스틱(Bio-Degradable Plastic): 미생물, 효소 등에 의해 분해되는 플라스틱
분해성 플라스틱이란 위의 범주에서 적어도 1가지 이상의 분해기능을 가지고 최종적으로 물과 이

산화탄소 등의 무기물로 분해되는 플라스틱을 말한다. 필름 제품을 중심으로 일반 플라스틱과 분해성 플라스틱의 특징을 비교해 보면 Table 2와 같으며, 분해성 플라스틱으로 적용가능한 수지의 종류와 그 용도를 살펴보면 Table 3과 같다. Table 3에서 보는 바와 같이 현재까지는 각종 분해물질이나 분해촉진제를 첨가하여 일반적으로 시중에 유통되고 있는

Table 3. Usages and applications of degradable plastics

Plastics	Usage	Application
Bio-degradable	- food containers, single use stuffs, tray - PP substitutes - medical	- PHB, polysaccharides - PCL, PLA, PG, etc - natural polysaccharides, oils, chitins, starches
Bio-disintegrated	- disposable diaper liners, trash bags, shopping bag, mulch film, etc - PCL, general use blends	- PE + starch - PE + PCL, etc
Multi-degradable	- food containers, single use stuffs, tray - packaging materials, mulch films - cups, shopping bags	- PE, PP + chemical agents, photo-degradation agents, stabilizers, unsaturated fatty acids
Photo-degradable	Addition of photo-degradation agents Copolymerization	- PE + metal ions - PS, PE, PP + copolymers of vinyl-ketone - PE + copolymers of Ethylene-CO

분해성 플라스틱의 종류는 폴리올레핀계 수지인 PP, PE 등 일부 고분자에 한정되어 있는 실정이며 여러 가지 다른 종류의 고분자를 분해성 플라스틱으로 적용시키기 위해서는 보다 많은 시간과 노력이 필요할 것으로 사료된다.

복합분해란 위의 4가지 범주 중에서 2가지 이상의 분해 기작에 의해 분해되는 플라스틱이라고 정의할 수 있다. 이와 같은 복합분해성 플라스틱은 최근 캐나다, 미국, 일본 등의 일부 선진국에서 연구, 개발되어 시판되고 있지만 가격면에서 상당히 고가이기 때문에 사업화가 지연되고 있으나 기존 생분해 필름에 비하여 작업성, 생산성, 제품의 물리적 특성이 매우 우수하여 빠르게 세계시장에 적용되어 가고 있는 실정이며 원가절감 연구가 지속적으로 진행되고 있다(Riggle, 1998).

분해반응의 개요

플라스틱의 분해성은 원료물질이 무엇인가에는 관계없이 고분자 구조의 기능에 의해 전적으로 좌우된다. 방향족 성분을 갖고 있는 copolyesters와 지방족 polyesters들은 미생물에 의해 분해되며 분해도는 방향족 성분의 함량이 증가함에 따라 감소한다(Witt *et al.*, 2001; Scott, 2002). 플라스틱을 매립하여 퇴비화 하는 동안 부패 시간이 증가함에 따라 여러 가지 구성 성분에 따라 약간의 차이는 있지만 지속적인 항력 감소와 구조 파괴가 일어나며 부패 시간이 길어질수록 거대 분열이 일어나고 결국 물질 구조의 완전 해체까지 이어진다(Scott, 2002).

플라스틱의 분해는 크게 무생물에 의한 분해와 생물학적 분해로 나눌 수 있다. 무생물에 의한 분해 과정으로는 가수분해, 광합성, 오존 및 라디칼 등의 활성분자들의 반응을 이용한 분해 등이 있다. 생물학적 분해는 고분자 물질의 특성에 따라 좌우되며 무엇보다 박테리아와 효모가 작용하여 분해되며 최종 부산물로 물, 이산화탄소, 바이오매스 등이 남게 된다(Ewan, 2002).

기본적인 플라스틱의 분해 과정은 산화반응에 의한 분해이며 개시 반응을 거쳐 성장 반응 단계에서 폴리머 중에 Hydroperoxide(HPO)가 생성된다. 성장 반응은 연쇄적으로 일어나면서 HPO의 양이 증가되는데 일단 폴리머 중에 라디칼이 생성되게 되면 산화 반응이 반복적으로 일어난다. 고분자 내에 생성된 HPO는 불안정한 물질로 폴리머의 주쇄를 절단하는 반응을 일으키며 이 반응에 의해 고분자 물질

의 분자량이 작아지면서 플라스틱이 분해된다.

복합분해 메커니즘

일반적으로 복합분해 메커니즘은 3단계로 나누어 설명할 수 있는데, 이들 분해단계는 반드시 차례대로 분해가 되어야 하는 것은 아니고, 동시에 분해 작용이 진행되어 상호협동작용에 의해 분해를 일으키는 것이다.

- ① 폴리머중에 함유된 폴리사카라이드 등의 미생물에 의한 분해: 폴리머의 물리적 붕괴 - 물성강도, 신장률 저하 및 다공성 폴리머
- ② 화학적 분해 과정의 진행: 산화촉진제에 의한 자동산화 진행에 의한 폴리올레핀계 폴리머 등의 온도, 화합물, 광, 산소 등에 의한 화학적 분해 - 분자량 저하 및 미립자화 진행
- ③ 미생물 및/또는 효소에 의한 완전분해: 이산화탄소, 물 또는 바이오매스

실제로 자연환경에서는 상기의 3가지 분해는 상호 동시 및 상호보완적으로 진행된다. 또 복합분해는 사용되는 수지의 종류, 산화를 촉진하는 촉매, 미생물 및 효소에 의한 분해 정도, 생분해 물질의 성질에 따라 크게 좌우된다.

분해제의 구성요소 및 그 작용기구

1단계: 직접적 생분해

생분해성 성분의 직접적인 생물학적 분해로서 산화, 가수분해, 효소작용 등에 의해 중합체의 질량감소가 일어나고 다공성물질이 생성된다. 이 경우 중합체의 붕괴가 일어나 폴리머더스트를 생성한다. 생성된 다공성 중합체의 C-C 결합의 노출면적이 증가하여 화학적 분해가 가속된다. 직접적 생분해 성분에는 셀룰로오스, 셀룰로오스 유도체, 폴리카프로락톤(PCL), 폴리유산(PLA), 전분 등이 있다(Table 4). 직접적 생분해 과정에서는 제품의 종류에 따라 유통기간 내에 화학분해, 광분해 등이 일어나지 않도록 산화방지 효과가 있는 안정화제를 첨가하여 제품의 분해과정의 개시 시기를 조절할 수도 있다.

2단계: 화학적 분해

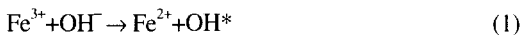
장쇄의 폴리머 중합체 산화분해에 의한 분자량 감소가 일어난다. 화학분해는 먼저 제1 전이금속에 의해 분해가 개시되어 과산화물과 hydroperoxide가 생성되고 이들이 폴리머 결합을 분해하여 저분자량

Table 4. Additives for multi-degradation of plastics

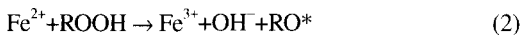
Functions	Materials	Other
Bio-degradable polymers	cellulose, cellulose derivatives, polycaprolactone (PCL), fatty acid esters, starches, PLA, PHA, PHB, etc	
Stabilizers	antioxidants such as benzene propanoic acid, etc	delay of initiation for the reaction of oxidation
Chemical degradation accelerator	1-st transition metal, 2-nd transition metal, aromatic ketone group (benzophenone etc.), photo-degradation agents,	
Oxidizable components	Unsaturated fatty acids, fatty acid esters, natural lipids, natural or synthetic rubber and their complexes	double bonds

물질을 생성시킨다. 이때 제2 전이금속의 존재하에 상기 분해의 촉매제로 작용하여 분해가 촉진된다.

열가소성 폴리머 성분의 분해 메커니즘은 다음과 같다. 열가소성 폴리머는 적당한 환경조건에서 발생하는 열 등에 의해서 분해가 시작된다. 예를 들면 철이온의 존재하에 OH*와 같은 유리기가 생성이 되고, 이들이 폴리머와 반응하여 또다른 유리기를 형성한다. 이들 유리기는 산소, C-C 결합, 철이온 등과 반응한다. 이 과정에서 폴리머의 결합이 분해되어 알코올, 케톤 등 저분자물질이 생성된다. 이 과정에서 수산화철(III) 착체는 대단히 반응성이 높기 때문에 철이온은 개시제 또는 반응 촉진제로 작용한다.



전이금속화합물인 구리 또는 바나듐 화합물의 촉매효과는 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ 반응을 가속시킨다. 이들 화합물이 존재하지 않아도 식 (1)에 의해 형성된 Fe^{2+} 는 아래의 식에 의해 결합의 분해에 의해 다른 유리기 또는 다른 중합체에 의해 재산화될 수 있다.



구리화합물(또는 바나듐 화합물)의 존재하면 형성된 Fe^{2+} 는 다음 식에 따라 보다 빠르게 재산화된다.



그리고 Cu^+ 이온은 반응성 유리기에 의해 식 (4)와 같이 급속히 Cu^{2+} 이온으로 재산화된다. 이때 열가소성 폴리머가 화학분해를 촉진할 수 있도록 충분한 C-C 이중결합을 가지고 있는 불포화지방산이나 지방족 에스테르 등의 산화가능 성분의 존재하에서는 화학분해가 가속화된다.



이상의 프로세스는 매립 또는 퇴비화 설비 중에서 반복적으로 진행되어 장쇄폴리머는 보다 단쇄의 저분자량 폴리머로 연속분해된다. 미국 ASTM D3826 규정에 의하면 분해종료점(분해종료점 이하에서는 저분자화한 폴리머가 미생물군에 의해 직접적 소화, 흡수가 이루어짐)을 인장시험기로 측정하여 연신율(elongation)이 5% 이하에 도달한 시점으로 정의한다.

3단계: 미생물에 의한 분해(생분해)

저분자량의 폴리머는 퇴비상태 또는 토양 내에서 자연에 존재하는 박테리아, 세균, 곰팡이 등 미생물이나 효소의 작용으로 분해가 진행되어 CO_2 , H_2O 및 바이오매스 등 생물자원으로 변화된다.

또한 폴리머의 산화분해에 의한 카르보닐기의 형성 및 퇴비 환경하에서 분해과정에 따른 평균분자량의 경시적 변화를 측정하는 방법은 C14 라벨링 방법이 있다. 먼저 폴리에틸렌의 경우 폴리머 직쇄부에 C14 방사선 동위원소를 부가한 직쇄상 저밀도 PE를 합성한다. 그리고 이 LLDPE에 복합분해제를 첨가한 필름을 제조하고 미생물 환경하에서 분해되는 과정에서 발생하는 이산화탄소를 측정한다. 이때 미생물군에 의해 방출된 것으로 추정되는 C14를 함유한 이산화탄소가 검출된다. 저분화(평균분자량 1,000이하)한 폴리올레핀류의 생물분해는 Albertson과 G. Scott를 비롯한 많은 과학자에 의해 검증되었다. 또한 고급 지방산, 알코올류, 케톤류 등의 존재에 의해 생물분해작용은 더욱 가속된다는 보고도 있다.

세계의 분해성 플라스틱 시장동향

2003년의 전세계적인 분해성 플라스틱 생산량은 25만톤 정도로 추정된다. 1990년 초에 파일릿 플랜트 단계의 생산이 주를 이루던 분해성 플라스틱 시

장은 점차 규모가 커져서 현재에는 산업적인 양산 단계에 이르렀다. 현재와 같은 증가율이 지속된다면 전세계적으로 분해성 플라스틱 생산 규모는 2010년에는 백만톤에 달할 것으로 전망된다. 일본에서는 2002년 현재 약 50억엔의 분해성 플라스틱 시장이 형성되어 있으며 이것은 2001년과 비교하여 약 7배 정도 증가한 것이다. 요컨대 전세계적으로 다양한 원료 물질을 이용하여 분해성 플라스틱 또는 플라스틱 대체품들이 개발되고 있으며 저마다 장단점이 있으나 기존의 플라스틱 제품 생산 설비를 이용할 수 있으며 가격 경쟁력이 있는 복합 분해 제품에 대한 연구가 점차 활발해지고 있다.

캐나다의 Environmental Products Inc.는 Totally Degradable Plastic Additive(TDPA™)라는 첨가제를 개발하였는데 이것을 이용하여 제조한 PE 필름은 혐기적 매립이나 호기적 퇴비화 과정에서 빛, 열, 화학적 촉진제들에 의해 분해성을 갖게 되며 미생물에 의해 이산화탄소와 물로 분해된다고 하며, 상업적인 퇴비화 조건에서 90일 이내에 완전 퇴비화되며 유해 물질이 남지 않는다고 한다. TDPA의 장점으로는 전세계적으로 일반화된 플라스틱 가공 기계에 적용 가능하므로 원하는 형태로 상용화된 수지를 이용하여 각종 환경친화적인 플라스틱 제품을

생산할 수 있다는데 있으며 제조원가가 저렴하여 효과적으로 최종 제품을 생산할 수 있다.

영국의 Symphony Environmental Ltd.는 EPI社의 TDPA를 이용한 SPI-TEK이라는 제품을 판매하고 있는데 기계적인 특성과 가공특성이 일반적인 PE와 같고 보통 3%의 Degradable compostable plastic (DCP) 첨가제가 첨가되어 PE의 분해를 촉진하며 퇴비로 묻었을 때 최저 60일에서 5~6년까지 분해기간의 조절이 가능하다. DCP 첨가제는 물에 녹지 않고 무독성이며 매립지에 폐기해도 독성 물질이 잔류하지 않으며 매립지 면적을 20~30% 정도 줄일 수 있다.

일본의 Novon Japan은 복합분해 첨가제인 DEGRANOVON을 생산하고 있으며 토양 환경에 대한 폐기물 처리 비용이 절감되고 토목공사, 농업, 임업 등의 공정 중의 공법개선 효과 및 비용 절감의 효과를 가지며 쌀포대, 세제용기, 토목 및 건축 자재, 시계케이스, 일회용품, 라미네이트 제품, 쇼핑백, 포장재료 등에 이용된다. 원료의 가격은 kg당 ₩1,400으로 고가이며 일반적으로 PP나 PE 수지 80kg에 Degranovon 20kg의 비율로 혼합하여 사용된다.

국내에는 복합분해 기술을 보유한 기업이 매우 적어 (주) 멀티컴포스트코리아, (주) 엘테크놀로지 등

Table 5. Manufacturers of degradable plastics*

Polymer developer	Brand	Main components	Marketer
Bayer	BAK 1095	Polyester amide	-
BioPlastics	Envar	Starch + PCL	Grand River Technologies
Cargill Dow Polymers	EcoPLA®	Polylactic acid	Duro Bag Mfg. Co.
Chronopol	Heplon™	Poly lactide	-
DuPont	Biomax®	Polyester, Copolymer	-
Eastman	Eastar Bio™ Copolyester 14766	Polyester made of conventional diacids and diols	-
EPI	DCP™	PE + additives	Technicoast; Symphony Environment Ltd.; Sera Trade
Indaco	Bio-Solo™	Reuse PE+ activator	Indaco Mfg. Ltd.
Monsanto	Biopol™	Polyhydroxy butyrate/valerate copolymer	WalkiWisa (Europe) Mondanto Japan
Novon Intl	DegraNovon®	Polyolefine + additives	CES, Inc. (N.America) Petoskey Plastucs (MI) Compost 2000 (Canada)
Planet Polymer Technologies	EnviroPlastic® C	PCL based resin (No starch or PE)	-
Showa Highpolymer	Bionolle®	Lipid polyesters	Showa Denko
Technicoat	Tech-No-Bag™	PE + additives	Technicoat Ltd.
Union Carbide	TONE® P-787	PCL	-
Willow Ridge	Polystarch®	PE + starch	-

*referred to riggle (1998)

의 2개 업체만이 알려져 있다. (주) 멀티컴포스트코리아의 경우 현재 비분해 플라스틱과 유사한 물리적 특성을 가지면서 거의 동일한 가격으로 볼백, 비닐봉투, 쇼핑백, 멀칭필름 등의 제품을 생산하여 시장 진입을 시작하였다. 또한 엘테크놀로지의 경우에도 복합분해 플라스틱을 사용한 여러 가지 제품 생산을 준비하고 있다.

그 외에도 DuPont, Eastman, BASF 등의 회사에서 독자적으로 완전분해되는 플라스틱에 대한 연구를 계속하고 있다. Table 5에 현재 세계적으로 유통되고 있는 각종 분해성 플라스틱의 종류와 그 주요 구성을 나타내었다.

결 론

환경부의 지침에 따르면 우리나라의 경우 2000년부터 쓰레기 종량제 봉투 제조시 분해성 소재 함량 30% 이상 사용의무화를 시작으로 분해성 플라스틱을 주원료로 한 도시락 용기, 컵라면 용기 등 각종 다양한 환경친화형 식품용 포장 용기의 실용화가 빠르면 1~2년 내에 이루어질 것으로 예상되므로 분해성 플라스틱 산업은 시장 잠재력과 성장성이 무한한 환경관련 사업으로 평가된다. 더우기 지구 온난화 방지를 위한 기후변화협약에 대한 메스컴의 보도가 증가하면서 전세계적으로 지구환경 보존에 대한 관심이 고조되고 있기 때문에 다소 비싸더라도 분해성 플라스틱을 사용하려는 움직임이 나타나고 있어 현재의 범용 플라스틱을 대체하면서 그 시장규모가 비약적으로 성장할 것으로 예상된다. 하지만 이를 위해서는 무엇보다 분해성 수지 연구개발이 좀 더 활성화될 수 있도록 식품포장 용기나

쇼핑백 등에 분해성 수지의 사용을 의무화하는 등 지속적인 관계부처의 정책적인 지원이 따라주어야만 가능한 일일 것이다.

문 헌

- 한국기술정보컨설팅. 1991. 분해성 플라스틱 기술개발 및 활용
- 生分解性プラスチック研究會. 1995. 생분해성 플라스틱 핸드북
- 日經バイオ年監. 2003. 생분해성 플라스틱. pp. 524-527
- 한국자원재생공사. 1994. 주요국가 폐기물 관리정책의 비교분석에 관한 연구. 연구보고서
- Apon. 2001. ICS-UNIDO Information Package on Environmentally Degradable Plastics. Pure and Applied Chemistry
- Ewan, S. 2002. Biodegradable Plastics? It's in the Bag. <http://www.chemweb.com/alchem/articles/1027071278030.html>
- Riggle, D. 1998. Moving towards consensus on degradable plastics. BioCycle **39**(3): 64-70
- Rothery, B. 2002. Ireland takes Action against the Plastic Shopping Bag. <http://www.chemweb.com/alchem/articles/1014822027063>
- Rothery, B. 1999. Feeding our shopping bags to the compost heap. <http://www.chemweb.com/alchem/articles/984134510495>
- Scott, G. 2002. Degradable Polymers: Principles and Applications, Kluwer Academic Publishers, Netherland
- Witt, U., M. Yamamoto, I. Kleeberg, W.D. Deckwer and R.J. Muller. 2001. Biodegradation of aliphatic-aromatic copolyesters: evaluation of the final biodegradability and ecotoxicological impact of degradation intermediates. **44**: 289-299
- www004.upp.so-net.ne.jp/novon/
- www.millenniumpolymers.com/
- www.degradable.net/home/
- www.chemizen.com/plastics/contents/techdata/light.asp