

BA 408

2005 미래유망 사업화아이템 이슈분석

생분해성 소재

생분해성 바이오매스 시대의 도래

박동운·박선영·박형달



한국과학기술정보연구원

머 리 말

21세기는 지식과 정보가 그 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업사회로 나아가고 있으며, 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되어가고 있습니다. 우리나라가 이러한 변화 속에서 생존하기 위해서는 국가경쟁력 강화가 필수 불가결한 것으로 인식되고 있으며, 이를 위해서는 선진국형 고부가가치 산업의 육성이 절실히 요구되고 있습니다.

이러한 시대적 요구 속에서 한국과학기술정보연구원에서는 우리나라가 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록, 미래유망 사업화 아이템을 도출·선정하고 이에 대한 심층분석정보를 제공하고 있습니다. 이를 통해, 국가 과학기술 확산은 물론 국제경쟁력을 극대화시키기 위해 노력하고 있습니다.

미래유망 사업화아이템 이슈분석사업의 일환으로 출간되는 본 보고서는 환경친화적인 생분해성 소재에 대한 이슈 분석을 통해 국내 환경 소재 산업 발전에 많은 기여를 할 것으로 기대되고 있습니다. 특히 생분해성 바이오매스 제조 기술은 최근 다국적 기업을 중심으로 기술적 진보를 통해 본격적인 상업화를 목전에 두고 있어 점차 그 활용도가 높아질 것으로 예상되고 있습니다. 이에 따라 국내 관련 기업에서도 이 분야에 대한 관심이 증대되고 있습니다.

본 보고서는 미래유망 사업화아이템의 도출과정 및 선정경위와 생분해성 소재에 대한 기술·시장의 분석, 이슈 분석을 통해 체계적이고 심도 있는 분석정보를 제공하고자 하였습니다. 본 연구의 결과가 생분해성 소재 제조 기술에 새롭게 진입하는 국내 과학자들에게 유의한 정보를 제공하고, 관련 과학기술정보를 국내에 확산시켜 관련 산업의 국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 박동운 연구원, 박선영 연구원, 특허청 박형달 심사관이 공동 집필한 것으로서, 이 분들의 노고에 감사드리며, 수록된 내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2005. 11.

한국과학기술정보연구원
원장 조영화

목 차

I. 서 론	1
1. 생분해성 소재의 개념	1
2. 분석방법	3
II. 선정 과정	5
1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스	5
2. 면역치료제의 선정과정	14
III. 산업 시장 분석	23
1. 개요 및 특성	23
2. 동향 및 전망	24
IV. 이슈 분석(항암 세포면역치료)	35
V. 결 론	41
참고 문헌	42

표 목차

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스	12
<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준	13
<표 2-3> 미국특허 C 코드 분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징	14
<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군	19
<표 2-5> 유망아이템 선정평가표	22
<표 3-1> 일본 생분해성 플라스틱의 사용소재 동향(2004년)	28
<표 4-1> 생분해성 소재의 용도와 성장가능성	37
<표 4-2> 주요 생분해성 플라스틱 원료 생산기업	38
<표 4-3> 생분해성 플라스틱 보급 비전	40

그림 목차

<그림 1-1> 생분해성 플라스틱의 순환과정	2
<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법	8
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스	9
<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준	10
<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드	15
<그림 2-5> 정체코드의 SOU 분석결과	16
<그림 2-6> 부상코드의 SOU 분석결과	16
<그림 3-2> 일본의 생분해성 플라스틱 필름 시장규모 추이 및 전망	26
<그림 3-3> 일본 생분해성 플라스틱 필름 시장의 용도비율	27
<그림 3-4> 일본 생분해성 플라스틱 필름시장의 업체별 시장점유율	28

1. 서 론

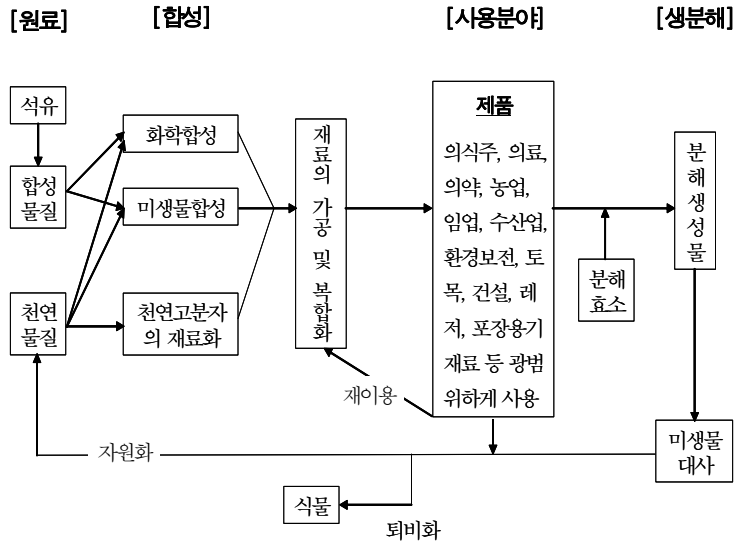
1. 생분해성 소재의 개념

- 생분해성 소재 (Biodegradable Materials)란 난분해성 플라스틱 소재의 반대 의미로 사용됨. 즉, 소재 자체가 자연계에 존재하는 박테리아, 조류, 곰팡이와 같은 미생물에 의해 물과 이산화탄소 (또는, 물과 메탄가스)로 완전히 분해되는 플라스틱 소재를 말함.
 - 일본의 생분해성 플라스틱 연구회(BPS)에서는 생분해성 플라스틱을 ‘일반 플라스틱 제품과 똑같이 사용되며, 사용 후에는 자연계의 미생물이나 분해효소에 의해 물과 이산화탄소로 분해되는 친환경적 제품으로 폐기물의 처리에 있어 땅속에 매립할 수 있으며 연소시켜도 발생열량이 낮아, 다이옥신 등의 유해물질이 방출되지 않는 플라스틱’이라고 정의하고 있음.
- 생분해성 플라스틱은 1980년대 후반부터 등장하였고, 생분해성 플라스틱의 기본개념은 근본적으로 지속가능한 순환형 소재 생산 시스템 구축에 있음.
 - 즉, 자연계에 거의 무한대로 존재하는 생물유기자원(biomass)을 이용하여 생산이 이루어지고, 사용 후에는 물과 이산화탄소로 분해되어 다시 생물유기자원의 원료로 이용됨으로써 플

2 생분해성 소재

라스틱에 의한 환경문제와 자원부족문제가 상당 부분 해결될 수 있다는 것이 전문가들의 주장임(<그림 1-1 참조>).

<그림 1-1> 생분해성 플라스틱의 순환과정



○ 폴리에틸렌과 같은 기존의 비분해성 플라스틱에 전분과 같은 생분해성 플라스틱을 블랜드하여 제조하는 과거의 일반적인 분해성 플라스틱(붕괴성 플라스틱)이 1세대 제품이라면, 생분해성 플라스틱은 2세대 제품에 해당한다고 말할 수 있음.

- 이는 생분해성 플라스틱이 원료면에서부터 주로 천연의 식물 자원을 사용하여 기존의 석유계 플라스틱과 확연히 구분될 뿐만 아니라, 자연계 내에서 미생물에 의해 물과 이산화탄소만으로 완전 분해되는 청정성을 지니고 있기 때문임.

- 최근의 세계적인 추세도 생분해성 플라스틱이 주류를 이루고 있는 상황임.

2. 분석 방법

- 본 연구에서는 친환경 소재로서 각광받고 있는 생분해성 소재에 대하여 분석하였음.
- "II 선정 과정"에서는 미래 유망 사업 아이템으로서 면역치료제가 선정된 경위에 대하여 기술하였음. 사용된 주요 방법론은 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD(Knowledge Discovery in Database)/KM(Knowledge Mapping)측면의 접근 방법론이었으며, 미국특허의 IPC 분류상 C코드를 대상으로 하였음.
- "III 산업 시장 분석"에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI) 보유 문헌 분석, 국내외 조사전문기관의 발표자료 분석, 전문가 자문 및 업계실태조사 등의 방법을 통해 산업·시장의 동향을 파악하고 전망하였음.
- "IV 이슈 분석"에서는 최근 다국적 기업을 중심으로 상업화를 눈앞에 두고 있는 생분해성 바이오매스를 대상으로, 향후 시장 규모 전망 및 시장의 특성을 살펴보고, 본격적인 상업화를 위한 움직임을 분석하였음.

II. 선정 과정

1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스

가. 프로세스 설계의 배경

- 미래 유망 사업아이템(이하 아이টে으로 칭함) 발굴 프로세스는 연구기관별 채택하는 방법론에 따라 상이하게 나타나고 있지만, 기본적으로 ① 환경분석(메가트렌드 분석), ② 유망 아이템 후보군 발굴, ③ 평가/우선순위결정으로 구성됨.
- 국내 주요 연구기관의 미래 유망아이템 발굴 방법론은 해외예측기관의 발표자료를 종합하는 방법 또는 전문가 위원회의 구성을 통한 정성적 접근방법 등이 매우 중요시되고 있음.
 - 해외의 경우는, 전문가 위원회의 활용이 매우 체계적인 것으로 파악되지만, 정성적 접근이 중요시되는 점은 국내의 경우와 크게 다르지 않음.
- 이러한 정성적인 전문가 위원회의 활용은 각종 의사결정에 있어서 장점이 많은 방법이지만 절차의 복잡성과 과도한 시간 및 비용 소요, 소수 전문가의 과도한 영향력 발휘에 의한 왜곡 등의

6 생분해성 소재

단점이 있음.

- 따라서 최근에는 전형적인 전문가 위원회 구성 방식 이외에 설문 통계분석, 기술연관분석(고병열, 2003), KDD(Knowledge discovery in database)/KM(Knowledge Mapping), Bibliometrics 등 보다 정량적이고 객관적인 방법이 주요 의사결정 시스템에 많이 도입되고 있음.
- 이 중에서 최근 주목받고 있는 방법은 방대한 과학기술정보를 수록한 과학기술 DB 데이터를 대상으로, Bibliometrics, Text mining, Mapping 기법을 활용하여 보다 객관적인 사실을 도출하고자 하는 KDD 방법임(Porter, 2004; 윤문섭, 2004, Yoon, 2005; 윤병운, 2005; NISTEP, 2003).
- 그러나, “미래 유망아이템”의 경우, 다양한 사회현상과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 시스템화된 정량적 발굴 프로세스를 100% 적용하기란 사실상 어려운 점이 있음.
- 따라서, 효과적으로 미래유망 아이템을 발굴하기 위해서는 정성적 프로세스(주지한 바와 같은 단점이 존재하지만) 및 정량적 프로세스와 병행하여 사용할 필요가 있음.
- 이에 따라, 본 보고서에서는 유망아이템 발굴에 대한 정성적 프로세스와 정량적 프로세스를 모두 적용하였음.

- 한편, KDD/KM 등의 활용을 통한 정량적 프로세스의 적용은 기술분석 및 기술기획 관련 정책제언에 주로 적용되어 왔으나, 유망아이템 발굴과 같은 산업/시장분석¹⁾ 측면으로의 활용은 현재까지 전무함.
- 따라서, 본 보고서에서의 정량적 프로세스는 이에 대한 최초의 시도로 볼 수 있음.
- 종합하면, 본 보고서에서 개발한 미래유망 아이템 발굴 프로세스는 정성적 프로세스 및 정량-정성적 프로세스로 나뉘어짐.
- 정성적 프로세스를 통하여 IT 및 관련 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였고, 정량-정성적 프로세스를 통하여 화학-금속-바이오 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였음.

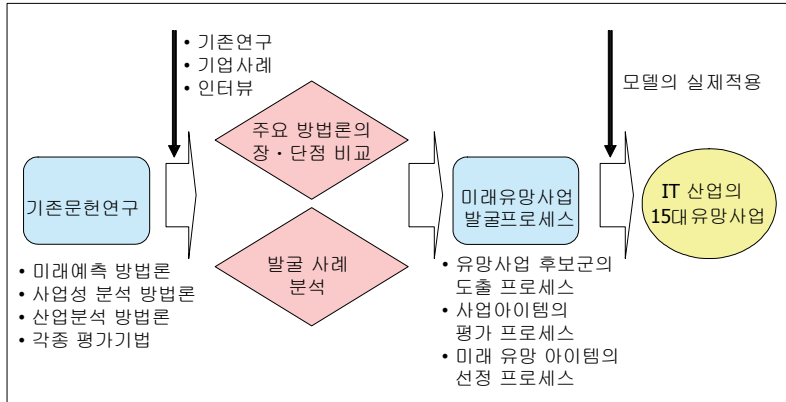
나. 정성적 프로세스

- 정성적 프로세스는 미래 유망사업의 선정과 관련한 국내외 각종 기관 및 컨설팅사의 방법론을 분석·비교하여 장단점을 파악한 후, 통합 프로세스를 고안하는 형식으로 개발하였음(<그림 2-1>).

1) 예를 들어, 산업구조분석, 시장수요예측, 시장기회/위협요인 분석, 메가트렌드 분석 등이 해당되며 “유망아이템의 발굴”은 이러한 다양한 산업/시장분석 방법론이 종합된 형태로 볼 수 있음.

8 생분해성 소재

<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법

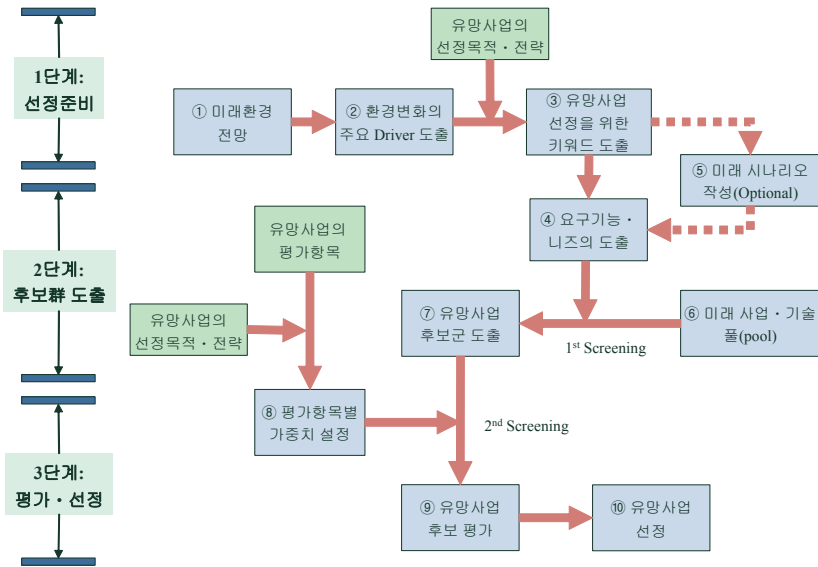


- 개발된 프로세스를 IT 및 관련산업에 적용하여 15대 미래유망사업 아이템을 도출하였음.
- 문헌고찰, 사례연구, 전문가 브레인스토밍, 과거 시장자료 DB 분석 등의 연구방법을 주로 사용하였음.
- 정성적 유망아이템 발굴 프로세스는 1) 선정준비, 2) 후보발굴, 3) 평가·선정의 3 단계에 걸쳐 총 10개의 세부모듈로 구성됨.2)
 - 선정준비 단계 : 미래환경전망, 환경변화의 주요 動因 도출, 유망사업 선정을 위한 키워드 도출
 - 후보발굴 단계 : 미래 시나리오 작성, 요구기능니즈 도출, 대상

2) 한국과학기술정보연구원과 삼성경제연구소가 공동으로 개발하였음.

산업의 미래 사업기술목록 작성, 유망사업 후보군 도출
 - 평가선정 단계 : 평가항목별 가중치 설정, 후보사업 평가, 유망사업 선정.

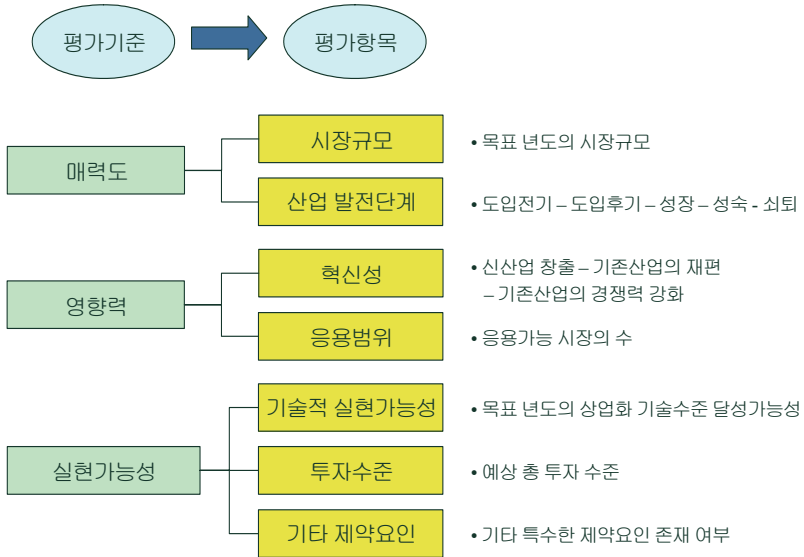
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스



- 선정단계에서 유망성 평가기준은 매력도(시장규모 및 산업발전단계), 영향력(신사업 창출 가능성, 사업응용 범위), 실현가능성(국내 기술수준, 투자수준, 기타 제약요인)으로 설정하였음(<그림 2-3> 참조).

10 생분해성 소재

<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준



다. 정량-정성적 프로세스

- 동 프로세스의 개발은, 상용화에 근접한 기술을 파악할 수 있는 특허 DB에 미래 유망아이템의 후보군이 존재한다는 기본 개념에서 출발함.
- 대상 특허 DB는 미국특허이며, 이 중 IPC C 코드로 한정하였음. 즉, 산업분야로 볼 경우, 화학, 금속, 바이오 산업의 영역으로 볼 수 있음.
- 특허는 IPC라는 기술분류 체계를 따르고 있기 때문에, 이를 산업

/제품 분류 체계와 연관 지을 경우 매우 유용한 결과를 도출할 수 있음.

- 즉, 최근 들어 급격히 부상하고 있는 특허 분류코드 및 키워드들을 파악하고 이들을 산업/제품 분류체계에 대응시킬 경우 미래 유망아이템 후보군을 도출할 수 있고, 해당 기술/산업 분야의 메가트렌드를 파악할 수 있게 된다는 의미임.
 - 이는, “현 시점에서 기술혁신 활동이 활발한 기술분야와 연관된 산업/제품이 미래 유망산업/제품이 될 가능성이 높다”³⁾는 의미와 상통함.
 - 이상과 같이 후보군이 도출되면 간단한 평가지표를 사용하여 우선순위를 결정하였음.
- 이상의 기본 개념을 바탕으로 <표 2-1>과 같이 유망아이템 발굴 프로세스를 설계하였음⁴⁾.
- 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD/KM 측면의 접근을 시도한 것을 특징으로 함.

3) 가능성이 높다는 측면에서 유망아이템 후보군이라는 표현을 사용하였으며, 이후의 선정 단계에서 유망아이템을 최종 발굴한다.

4) 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, 863-887.

12 생분해성 소재

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스

단계	내용	방법론	
① 분석대상 선정	최근 10년간 출원빈도가 급증하는 IPC 분류코드 (부상코드)와 정체되어 있는 분류코드(정체코드)의 선정	· 특허추세분석	
② 메가트렌드 분석	부상코드와 정체코드의 IOM/SOU 분석을 통하여 기술혁신 추세변화가 산업에 미치는 영향을 분석	· IOM/SOU* 분석 (기술-산업연계구조 분석)	
③ 유망아이템 후보군 도출	부상코드 내에서, 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드) 및 이들간의 동시발생분석 분석결과를 대상으로 하여 산업적으로 의미있는 아이템화하여 도출	· 키워드 분석 · 키워드 동시발생분석	
④ 유망아이템 선정	유망아이템 후보군을 대상으로 메가트렌드 부합도, 시장규모, 시장성숙단계, 기술의 혁신성 등의 평가지표를 사용하여 스크리닝	· 주요 평가지표를 사용한 평점모형	

정
량
적

정
성
적

주* : 캐나다 지적재산권 관리국에서는 1972년부터 1995년까지 출원된 30만건 이상의 특허에 대해서 각 기술의 IPC 분류 코드를 해당 기술이 개발된 산업(Industry of Manufacture : IOM)과 그 기술이 활용되어지는 산업(Sector of Use : SOU)으로 분류하였음. Yale 대학에서는 이를 차용하여 IPC 분류 코드가 특정 IOM-SOU 조합으로 분류될 확률을 계산하였고, IPC 분류에 따른 특허자료를 연관된 IOU-SOU 행렬로 변환하는 공정을 최종 완성하였음(Johnson, 2002).

자료: 고병열, 노현숙, "기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴," 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.873.

- 발굴된 유망아이템 후보군으로부터 평가과정을 거쳐서 최종적으로 유망아이템의 우선순위를 결정하는 과정(④)은, 아이템의 매력도 및 영향력 등을 객관적으로 가늠할 수 있는 평가 지표를 도출한 후 이에 따라 후보아이템별로 평점을 부여하고 합산하는, 평점모형 방식으로 수행하였음.
- 이 단계에서는 DB의 정량적 활용이 어려워 기존의 모형(김은선 외, 2004; 삼성경제연구소, 2005)을 간략한 형태로 적용하였음(<표 2-2>).

<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준

평가지표	평가 기준					
	5점	4점	3점	2점	1점	0점
세계 시장규모 (단위: 억달러)	300 이상	100 ~ 299	10 ~ 99	1 ~ 9	1 미만	
발전단계	성장기	도입후기	도입전기	성숙기		쇠퇴기
				현시점이 도입기인 경우	현시점이 성장기인 경우	
혁신성 ⁵⁾	Radical (신산업창출)		Disruptive (기존산업 재편)		Sustaining (기존산업의 경쟁력강화)	
메가트렌드 부합도	B2C화				부합	비부합
	바이오화				부합	비부합
	서비스화				부합	비부합

5) 기술의 혁신성이 높을수록 미래의 신산업 창출로 연결가능성이 높을 것으로 판단하여 높은 점수를 부여

2. 번역치료제의 선정과정

- 생분해성 소재는 화학, 바이오 산업에 속하는 아이템으로서, 앞서 제시한 프로세스 중 정량-정성적 프로세스를 통하여 발굴되었음.

가. 분석대상의 선정 : 특허추세 분석

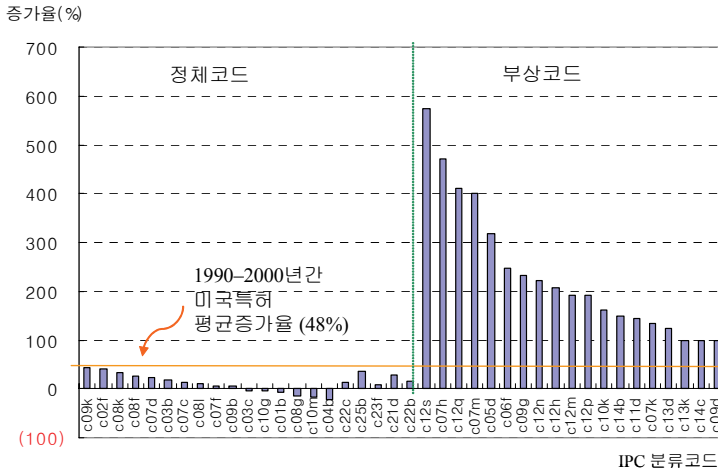
- 미국특허 IPC C 코드 분야의 전 특허를 대상으로 유망아이템을 발굴하는 것은 사실상 불가능하므로, 1990년~2001년까지의 출원 동향을 조사하여 부상코드와 정체코드를 파악하였음(<표 2-3>, <그림 2-4>).

<표 2-3> 미국특허 C 코드 분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징

구분	내용	특징
정체 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 낮은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C09K, C02F, C08K, C08F, C22C 등 염료, 페인트, 불포화 고분자 화합물, 탄화수소유기 분해 증류정제 등의 전통적 화학공학 관련 기술군과 금속제조 정제, 표면금속 처리 등의 금속공학 관련 기술군을 포함.
부상 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 높은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C12S, C07H, C12Q, C07M, C12N, C12H 등 당류, 유도체, 펩티드, 효소, 미생물 측정 시험 방법 등 유기화학 또는 생화학; 미생물학; 유전자공학 관련 기술군 포함.

- 부상코드 및 정체코드의 기준은 미국특허 전체의 1990~2000년 10년간 평균 증가율인 48%를 기준으로 하였으며, 사용한 프로그램은 한국과학기술정보연구원에서 개발한 기술문헌정보분석 S/W인 KITAS™이었음.

<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드



- 이후, 부상코드와 정체코드의 활용산업분야(SOU)를 분석하여 산업의 메가트렌드를 파악하고, 부상코드 내에서의 키워드 분석을 통하여 유망아이템 후보군을 발굴하였음.

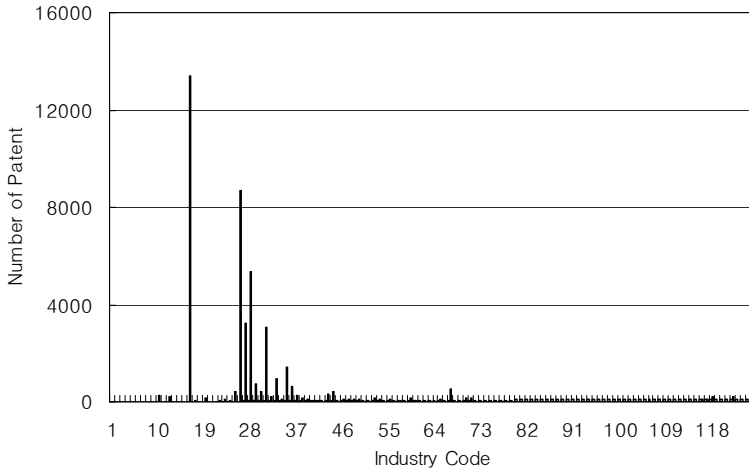
나. 메가트렌드 분석 : SOU 분석

- OTC 프로그램을 활용하여 특허기술 분류 코드를 기술이 활용

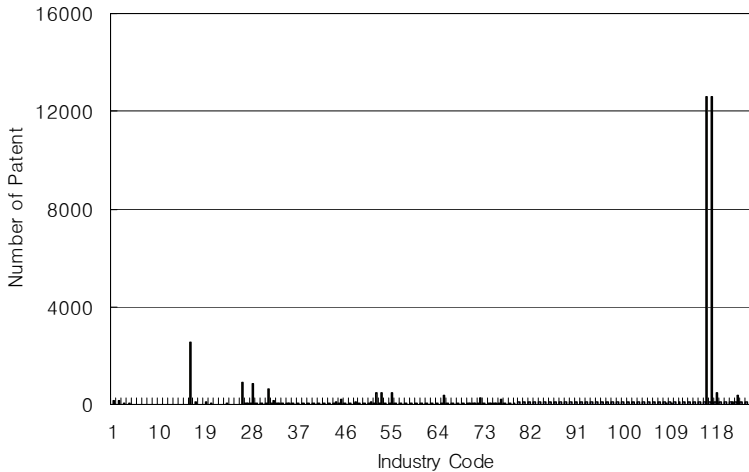
16 생분해성 소재

되는 산업분야(126개 ISIC 산업분류)로 변환하였으며, 그 결과는 <그림 2-5, 6>에 제시하였음.

<그림 2-5> 정체코드의 SOU 분석결과



<그림 2-6> 부상코드의 SOU 분석결과



- 1번부터 15번까지는 농림수산업이고, 16번부터 44번까지는 제조업 중 화학, 섬유, 금속에 해당하며, 45번에서 66번까지는 전자, 기계 산업, 그 이상은 유틸리티 및 서비스업에 해당됨.
- 분석결과 부상코드와 정체코드는 드라마틱하게 다른 SOU 경향을 보이고 있음을 알 수 있었음.
 - 정체코드는 기술이 개발된 산업분야(화합물 제조 분야, 20-30번대 산업코드)에서 대부분 활용이 이루어지는데 반해, 부상코드는 기술이 개발된 산업분야에서 활용되는 확률은 정체코드에 비해 대폭 줄었고, 타 산업, 즉, 116, 117번의 Health&Wellness 분야에 집중적으로 SOU가 분포되고 있음
 - 이 결과를 통해 화학산업의 향후 전개방향을 읽을 수 있음. 과거 주력산업이었던 정체코드는 B2B형 화학산업으로서, 타 산업과의 융합은 거의 일어나지 않은 반면, 향후의 경향은, 서비스 산업, 그 중에서도 웰빙시대의 건강분야와 직접 연결되는 바이오 관련 산업이 유망성이 높음이 제시되고 있음.⁶⁾
- 즉, 화학, 금속 및 바이오(IPC C코드) 분야의 미래 메가트렌드는 최근의 부상코드 관련 기술개발에 힘입어, “제조업의 서비스화, B2C 형 산업의 진전, 바이오 관련 산업 성장” 등의 키워드로 요약됨.

6) 최근 들어 해외컨설팅사 등에서 제조업의 서비스화의 유망성에 대한 논의가 많이 진행되고 있어, 본 연구의 결과를 반증함.

다. 유망아이템 후보군 도출 : 부상키워드 및 동시발생분석

- 유망 후보군 도출은 특히 부상키워드 분석과 추출된 키워드 간의 동시발생(co-occurrence)분석의 2단계를 통해 이루어졌음.
- 특히 부상키워드 분석과정
 - 부상분류코드에서 1990년에 발생한 키워드 및 2000년에 발생한 키워드를 자연어 처리 방식으로 추출하여 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드)를 빈도수로 정렬
 - 이와 같은 방식으로 하여 도출한 키워드 중, 산업적으로 의미있는 아이템으로 볼 수 있는 키워드를 선별하여 도출
- 키워드 동시발생 분석과정
 - 첫 번째 단계인 키워드 분석에서 직접적으로 도출되지는 않지만 상호 동시발생하는 키워드간의 연관도 분석을 통해 산업적으로 의미있는 아이템을 간접적으로 추출하는 과정
 - 첫 번째 단계에서 추출된 1990년 대비 2000년에 새롭게 출현한 키워드들을 동시발생 매트릭스(co-occurrence matrix)를 활용, 연관있는 키워드들끼리 묶어 그룹화한 후, 각 그룹에서 유의미한 아이템을 추출해내는 방식
 - 각 그룹의 의미에 대한 검증을 위하여 키워드 그룹로부터 아이템을 추출하는 과정에서는 해당기술분야 전문가들의 의견 수렴

과정(peer review)을 거쳤음.

- 이상의 결과로 <표 2-4>와 같이 총 28건의 유망아이템 후보군이 추출되었음.

<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군

코드	코드내용	1990	2000	증가율 (%)
c05d	무기질 비료, 이산화탄소생성비료	4	13	317
c06f	성냥의 제조	4	18	246
c07h	당류 및 유도체 뉴클레오티드 핵산	322	1859	470
c07k	펩티드	570	1310	134
c07m	유기화합물의 특정성질에 대한 인덱싱계열	3	13	400
c09d	피복조성물(예: 페인트)	188	408	100
c09g	광택제조성물, 왁스	9	31	232
c10k	일산화탄소함유기체 정제변성	7	13	163
c11d	세정조성물	270	702	145
c12h	알코올 세균제거	8	9	208
c12m	효소학 또는 미생물학을 위한 장치	95	298	191
c12n	미생물, 효소 보존-유지-증식	824	2707	223
c12p	발효 또는 효소를 사용하여 화학물질 합성	431	1311	191
c12q	효소, 미생물을 함유한 측정시험	314	1707	410
c12s	생물학적 유리분리 정제	3	27	575
c13d	당즙의 채취정제	6	14	125
c13k	포도당, 전화당, 유당, 맥아당	3	8	100
c14b	원피, 나피, 피혁의 기계적 처리	2	4	150
c14c	원피, 나피, 피혁의 화학적 처리	8	15	100
c23c	금속재료의 피복, 증착, 스퍼터링	457	1082	121
c30b	단결정 성장	101	226	104
합계		3629	11776	

(계속)

20 생분해성 소재

코드	부상키워드 분석	동시발생분석
c05d	토양오염방지제	친환경적 수처리
c06f	없음	없음
c07h	Biochip, Antisense치료제, 유전자치료제	진단키트, 유전자치료제, 유용단백질소재, DNA chip, 인공장기, 유전자변형작물
c07k	Apoptosis 치료제, 프로테오믹스, 면역치료제	세포치료제, 면역치료제, 바이오소재, 뇌질환치료제, 진단키트
c07m	없음	없음
c09d	상변화잉크	없음
c09g	없음	CMP 슬러리
c10k	없음	연료전지용 개질기
c11d	Biocide	없음
c12h	없음	없음
c12m	DNA chip, Bioremediation, Bioreactor	DNA chip, Lab-on-a- chip, Bioremediation, Proteomics
c12n	유전자치료제, DDS	유전자변형작물,
c12p	PCR-based detection(진단키트), 유전자재조합, 생분해성바이오소재	유전자변형작물, 생분해성바이오소재, 유전자치료제, DDS
c12q	Antisense치료제, Biochip, 유전자진단장치	Biochip, 바이오측정장비, 유용약물고속검색
c12s	없음	없음
c13d	없음	없음
c13k	없음	없음
c14b	없음	없음
c14c	없음	없음
c23c	Thermal barrier coating, RF plasma 기술, Low-k 물질, HDP-CDP	태양전지, Low-K물질
c30b	질화물반도체, 태양전지, LED, 실리콘 단결정, SIC, 단결정 웨이퍼	실리콘 단결정, 질화물 반도체, LED
합계(28)	24	4(중복제외)

- 본 프로세스는 화학 및 야금 관련의 C코드로부터 출발하였으나 유전자치료제, 면역치료제, 세포치료제, 바이오칩, 진단키트, 유전자 변형작물과 같은 바이오산업 중심의 유망 아이템이 다수 도출되었는데, 이는 C코드내 부상 코드군의 메가 트렌드인, 바이오 산업화, 서비스화, B2C화에 부합하는 결과로 해석됨.
- 생분해성 소재의 경우 c12p 코드의 키워드 동시발생 분석을 통해서 도출되었음.

라. 유망아이템 선정

- 전체 C코드로부터 추출된 부상코드의 키워드 및 동시발생 분석에서 추출된 28개의 후보 아이템 군에 대해 ① 시장규모, ② 시장성숙단계, ③ 혁신성 및 ④ 메가트렌드 부합도에 따라 평점을 부여하였음(<표 2-5> 참조).
- 종합 평가결과 상위 10대 아이템은 모두 바이오 산업 내 아이템에 해당되어 2015년의 바이오 산업의 중요성을 반증함.
- 평가결과를 토대로, 상위 15대 아이템을 유망아이템으로 선정하였으며, LED의 경우 평가결과 15위에 랭크되어 이후 산업시장 분석 및 이슈분석을 수행하였음.

22 생분해성 소재

<표 2-5> 유망아이템 선정평가표

순위	아이템	시장 규모	성숙도	혁신성	소 계	메가트렌드부합성			총 점
						B2C화	Bio화	서비스화	
1	바이오 칩	4	5	5	14	0	1	0	15
2	유전자치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
3	세포치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
4	약물전달 시스템(DDS)	5	5	3	13	1	1	0	15
5	유용단백질 소재	5	4	4	13	0	1	0	14
6	면역치료제	5	5	2	12	1	1	0	14
7	뇌질환치료제	4	5	3	12	1	1	0	14
8	생분해성소재	4	5	3	12	1	1	0	14
9	유전자변형작물	4	4	4	12	1	1	0	14
10	프로테오믹스	3	5	4	12	0	1	0	13
11	태양전지	4	5	3	12	0	0	1	13
12	연료전지용 개질기	3	5	4	12	0	0	1	13
13	진단키트	4	4	3	11	1	1	0	13
14	인공장기	3	4	4	11	0	1	0	12
15	LED	4	5	3	12	0	0	0	12
16	LOC(Lab-on-a-chip)	3	4	4	11	0	1	0	12
17	유전자 진단장치	3	4	3	10	0	1	0	11
18	Bioreactor	3	5	2	10	0	1	0	11
19	질화물반도체	2	5	3	10	0	0	0	10
20	Bio-remediation	3	3	2	8	0	1	1	10
21	Biocide	3	0	2	5	1	1	0	7
22	저유전체(low-k)물질	1	2	2	5	0	0	0	5
23	CMP 슬러리	3	0	0	3	0	0	0	3
24	상변화잉크	-	-	0	0	0	0	0	0
25	토양오염방지제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
26	차세대 반도체웨이퍼(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Antisense 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Apoptosis 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-

주1) 25번 이하과제는 상위과제 및 정성적 프로세스 결과와의 중복도가 높아 평가를 수행하지 않았음.

주2) LOC의 경우 바이오칩과 유사성이 높아 제외하였음.

Ⅲ. 산업 시장 분석

1. 개요 및 특성

- 생분해성 플라스틱 소재는 기본적으로 기존에 사용중인 범용플라
스틱을 대체할 수 있는 소재이므로, 기존 범용플라스틱 시장
을 대체하는 시장임.
 - 생분해성 플라스틱은 기존 범용수지에 비하여 일반적으로 제품
의 기능과 가격경쟁력이 낮은 수준이기 때문에, 외부적인 요인
에 의해 더 많은 영향을 받는 구조임.
 - 기존의 각종 범용수지와 비교하여 기능 및 가격경쟁력이 우
수한 생분해성 수지의 개발은 실질적으로 어려움.
 - 현재 사용중인 범용수지의 기능 및 가격⁷⁾에 얼마나 근접한
재료를 개발하느냐가 관건임.
 - 국내 생분해성 수지 시장은 환경친화적이고 장래의 시장전망이
밝음에도 불구하고 사용실적이 미미함.
-
- 7) 플라스틱 소재는 타 소재(세라믹 또는 금속)에 비해 반영구적인 용도보다는
소모품 성격이 강한 일회용품에 강한 경쟁력을 가지고 있으며, 그 핵심은
수지제품의 가격경쟁력이 우수하다는 점이다. 따라서 기술적으로 해결할 수
있는 생분해성 수지 실용화의 핵심은 가격경쟁력을 얼마나 확보하느냐에
달려있다고 볼 수 있음.

24 생분해성 소재

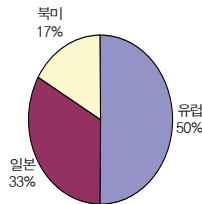
- 첫째, 생분해성 플라스틱의 사용이 확대하려면 정부의 강력한 정책의지와 함께 법적·제도적 뒷받침이 이루어져야 하나 실질적인 정부의 정책의지를 찾아보기 어려움. 즉 환경보호를 위한 사회적 비용을 국민전체가 부담하는 법적 강제가 전제되지 않을 경우, 생산자나 소비자가 자발적으로 추가적인 비용을 지불하기를 기대하기는 어려울 것임.
- 둘째, 생산자의 입장에서는 생분해성 수지가 기존의 수지에 비해 원가상승요인이 존재하므로 시장에서의 가격경쟁력이 기존의 플라스틱에 비해 불리하고, 또한 일반적으로 물성측면에서도 불리하기 때문임.
- 소비자의 입장에서 보면 추가적인 비용을 개인이 부담해야 하므로 생분해성 플라스틱의 사용을 회피하게 되며, 이와 같은 현상은 우리나라의 경우에만 적용되는 것은 아니고 대체로 모든 나라의 경우에도 적용되는 현상임.
- 미국의 경우에는 기술적으로 다양한 생분해성 플라스틱이 상업 생산되고 있음에도 불구하고 대부분 유럽이나 일본시장을 겨냥한 수출 지향적 생산에 치중하고 있으며, 정작 미국 내에서의 소비는 극히 제한적인데 이는 공통적으로 기존의 플라스틱에 비해 생분해성 플라스틱의 가격이 비싸기 때문임.

2. 동향 및 전망

가. 시장동향

- 세계 생분해성 플라스틱 시장은 미국이 50%, 일본이 40%, 유럽이 20%를 각각 차지하고 있으며, 세계시장 규모는 2000년에 2.5만톤에서 2010년 50~100만톤, 2020년에는 300~500만톤으로 전망되고 있음⁸⁾.
- 2004년 세계의 생분해성 플라스틱 필름의 시장규모는 3만톤(3억달러)⁹⁾으로 추정됨. 유럽, 북미 그리고 일본을 제외한 지역(한국 포함)에서는 거의 사용되지 않고 있음(<그림 3-1> 참조).

<그림 3-1> 2004년 생분해성 플라스틱 필름의 지역별 시장규모



자료 : “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と將來展望”, 富士キメラ總研, 2005.

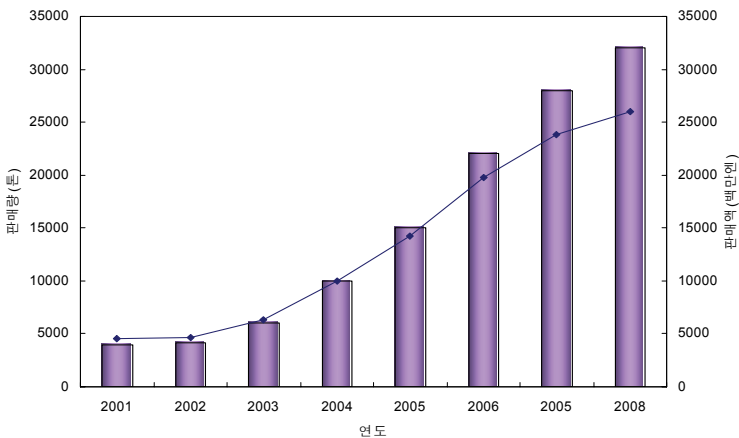
-
- 8) “생분해성 수지, 환경조성 급선무”, 화학저널, 2004년 9월 13일
 - 9) 2004년의 일본시장이 1만톤으로 추정함. 또한 유럽시장은 일본의 1.5배, 북미시장을 일본의 50% 시장규모로 파악하여, 세계시장 규모는 일본시장의 3배로 추정함(자료: “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と將來展望”, 富士キメラ總研, 2005).

26 생분해성 소재

- 미국의 경우, Compost Bag과 완충재 그리고 햄버거 포장재로 많이 쓰이고 있음.
- 유럽의 경우에는, 독일을 중심으로 식품용기 포장재로서 실용화가 진전되고 있으며, 프랑스에서는 농업자재(특히, 멀티필름)로서의 사용이 시작되고 있는 단계임.
- 일본의 경우에는 2004년의 경우 수입품을 포함한 시장규모가 약 10,000톤 정도로 추정되고 있으며, 특히 포장분야에 대한 실용화 수요(약 5,000톤)가 주목받고 있음.

○ 일본시장은 <그림 3-2>와 같이 생분해성 플라스틱 필름 세계시장의 1/3을 차지하고 있는 큰 시장이고, 다양한 분야로의 응용이 활발하게 진행되고 있음. 2001년 이후 30% 이상 성장이 꾸준히 이어지고 있으며, 향후에도 20%이상의 고성장이 전망됨.

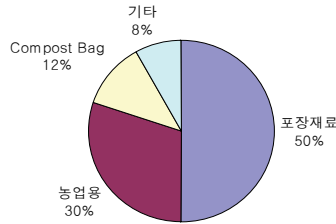
<그림 3-2> 일본의 생분해성 플라스틱 필름 시장규모 추이 및 전망



자료 : “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と將來展望”, 富士キメラ總研, 2005.

- 또한, <그림 3-3>과 같이 일본의 경우, 포장재료 및 농업용으로의 용도가 급격하게 증가하고 있음.

<그림 3-3> 일본 생분해성 플라스틱 필름 시장의 용도비율



자료 : “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と將來展望”, 富士キメラ總研, 2005.

- 폴리유산(PLA) 필름시트는 기존 플라스틱과 동일한 정도의 강도를 나타낼 수 있어, 포장재료로 사용이 가능함.
 - 일본 三菱樹脂에서는 PLA를 PET 필름시트의 대체품으로 사용할 계획임.
 - 농업용은 이미 활발하게 사용중이며 주로 멀티필름으로 사용되고 있음.
 - Compost Bag은 식품 리사이클에 사용됨.
- 생분해성 플라스틱 소재는 매우 다양하나, 성능 및 가격경쟁력 면에서 시장 선택이 PLA(poly(lactic acid))와 PBS(poly(butylene succinate))를 중심으로 한 화학합성계로 집중되고 있음(<표 3-1> 참조). 생분해성 소재인 PLA와 PBS는 각각 범용 플라스틱

28 생분해성 소재

틱 소재인 PP와 PE의 물성과 유사하여, 각 용도에 맞는 응용이 가능함.

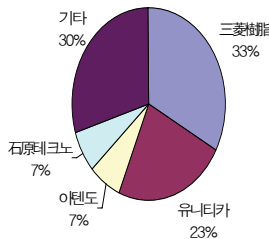
<표 3-1> 일본 생분해성 플라스틱의 사용소재 동향(2004년)

사용소재	사용량		채용이유, 특징	대체경향
	톤	%		
PLA	6,000	60.0	천연물 선호 강도, 투명도	→
PBS계, 기타	4,000	40.0		
합계	10,000	100.0		

자료 : “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と将来展望”, 富士キメラ総研, 2005.

- 일본시장의 경우도 <그림 3-4>와 같이 Cargill Dow사의 PLA가 일본시장의 60%를 차지하고 있는 것으로 나타남.
- Cargill Dow사의 PLA는 필름메이커인 三菱樹脂, 유니티카 등을 거쳐 일본시장에 공급됨.

<그림 3-4> 일본 생분해성 플라스틱 필름시장의 업체별 시장점유율



자료 : “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と将来展望”, 富士キメラ総研, 2005.

- 우리나라의 생분해성 플라스틱의 시장은 아직 초기단계로 300톤 규모에 머무르고 있음. 가격은 필름용이 5,000원/kg, 사출/압출용은 3,500~4,000원/kg으로 일반 합성수지의 4배 정도 가격임.

나. 향후전망

- 국내시장은 현재 초기단계이나, 향후 빠른 성장이 기대됨. 현재, 제조업체로서는 이레화학, SK케미칼, 한국PLA가 선두권을 형성하고 있음.
 - 생분해성 플라스틱 관련업계의 관심이 집중되고 있는 Cargill Dow의 PLA가 국내 공급자 선정이 마무리되어, 올해부터 판매될 예정임.
 - 2004년 2월까지 환경부 장관이 산업자원부 장관과 협의해 고시하는 분해성 합성수지 재질기준(환경부 고시 제2 003-64호)을 통과한 화학기업으로는 이레화학, SK케미칼, 진웅화학, 한국PLA 등이 있음.
 - 특히 유럽 및 일본으로의 수출에 사용되는 포장재로서 생분해성 소재의 채택압력이 강화되고 있음.
 - 환경부도 2003년 1월 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」 공포에 따라 「환경마크」를 규정하고 환경마크협회를 인증기관으로 지정해 생분해성 재질인지를 최종 판정하기 위한 인증업무를 실시하고 있음.

30 생분해성 소재

- 환경부는 2003년 6월부터 환경마크를 표시한 생분해성 규격봉투를 쓰레기 종량제 봉투에 도입하고 식품매장의 속봉투(물백)도 생분해성 재질로 대체하도록 유도하는 방안을 추진하고 있음. 또 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행규칙」에 의거해 백화점, 할인점 등의 대규모 점포의 즉석판매 및 제조가공업 사업장에서 합성수지로 된 1회용 용기의 사용을 억제하는 한편, 환경부 장관이 산업자원부 장관과 협의해 고시하는 규격 기준에 적합한 분해성 합성수지는 사용할 수 있게 하였음.

○ 생분해성 수지의 전망을 기술함에 있어서는 생분해성 수지만의 시장을 언급하는 것은 구조적인 문제를 이해하는데 불충분함.

- 이는 플라스틱 수지로 인한 환경오염을 방지하기 위해 전적으로 생분해성에만 의존하는 것은 아니고, 매립이나 소각 그리고 재활용의 방법들이 존재하기 때문임.
- 따라서, 그 사회가 처해 있는 시대적 상황에 따라 가장 효율적인 방법을 선택하거나 또는 복수의 방법을 혼합하여 사회적 비용을 최소화하는 것이 현명한 정책이 될 것임.
- 특히 간과할 수 없는 부분은 종량제 쓰레기 봉투 안에 포함된 플라스틱이 양적으로 쓰레기 봉투보다 더 많기 때문에 이러한 부분들을 어떻게 처리하느냐가 매우 중요함.
- 따라서 소각이나 매립 그리고 재활용을 포함한 정부의 폐기물 관리 정책을 살펴보는 것은 생분해성 플라스틱의 향후 발전 전망과 관련지어 매우 중요한 의미를 가짐.

- 한국 정부의 폐기물관리 종합대책¹⁰⁾에 의하면, 향후 2011년까지 폐기물관련 정책은 “폐기물의 최소화”, “폐기물의 자원화”, “폐기물 처리시설의 확충 및 관리”로 요약될 수 있음.
 - 플라스틱 폐기물과 관련해서는 폐기물의 최소화정책이 일회용 합성수지의 사용을 억제하는 것이고, 폐기물 자원화는 플라스틱폐기물의 재활용비율을 높이는 것임. 또 폐기물 처리에 있어서는 향후 매립의 비중을 낮추고 재활용과 소각의 비중을 늘린다는 것임.
 - 이와 관련하여 특기할 만한 사실은 정부의 생분해성 플라스틱에 대한 정책적 의지를 찾아볼 수 없다는 점임. 즉 생분해성 플라스틱이 재활용과 소각의 경우에는 아무 의미도 없으며 비용만 증가시키는 것이므로 국내에서 생분해성 수지의 사용을 확대하는 데에는 다소 시간이 걸릴 것으로 판단됨.
- 세계적으로는 국내와는 달리 활발한 움직임이 감지되고 있음. 미국을 중심으로 한 바이오매스 기술의 진보로 인하여 바이オリ파이너리¹¹⁾를 이용한 새로운 개념의 합성고분자계 생분해성 수지¹²⁾가 등장하였으며, 그 공정의 경제적인 규모와 우수한 기

10) 환경부, “제 2차 국가 폐기물관리 종합 대책”(2002~2011), 2002

11) Bio refinery, 현재 유기소재의 대부분을 석유를 원료로 하는 ‘Oil refinery’로 생산하고 있다. 석유에서 생산되고 있는 제품은 기술적으로는 모두 바이오매스에 옮겨놓을 수 있다고 하며, 석유를 바이오매스로 대체하여 유기소재를 생산하는 컨셉을 ‘바이오 리파이너리’라 한다.

12) 현재 생산, 판매되고 있는 제품으로는 미국 Cargill-Dow Polymers에서 개발한 PLA가 대표적임. 이는 기존 범용수지(PS 기준)에 비해 우수한 물성과 유사한 가격(약 1.5배)으로 유럽 및 일본시장을 적극 공략하고 있다.

32 생분해성 소재

술력을 이용하여 대폭적인 가격인하가 가능하게 됨.

- Biochemical을 원료로 사용한 합성고분자계 생분해성 수지는 순수한 원료를 이용한 소재이기 때문에 균일한 품질 및 우수한 물성이 보장됨.
- 세계시장의 1/3을 공급 및 소비하고 있는 일본의 경우, 일반 플라스틱 수요신장률이 급격히 둔화되고 있으나 생분해성 플라스틱 생산은 활기를 띠 전망임.
 - 플라스틱은 가볍고 강하고 내구성이 있으며 가공하기 쉽다는 장점을 살려 시장을 넓혀왔으나 최근에는 지구 온난화나 폐기물 증가 등 문제점이 지적되고 있기 때문으로 친환경 소재인 생분해성 플라스틱에 기대가 모아지고 있음.
 - 생분해성 플라스틱은 사용하는 원료 및 제조방법에 따라 크게 천연물계, 미생물계, 화학합성계(석유원료 사용), 화학합성계(천연물 사용) 등으로 구분되며, 지금까지는 자연환경 속에서 잘 분해되는 PBS 등의 화학합성계(석유원료 사용)가 주류를 이루고 있었음.
 - 하지만, 최근에는 바이오매스인 화학합성계 PLA(천연물 사용)가 주목을 모으고 있음. 또한 PBS도 원료인 호박산의 제조를 석유자원에서 바이오매스 자원으로 전환하는 기술이 개발돼 원료의 바이오매스화 흐름이 확산되고 있음.
 - 물성은 PLA가 PS와 같은 경질이며, PBS는 PE, PP 정도의 연질특성을 가지고 있음. 분해성은 PBS가 뛰어나며, 투명성은

PLA가 뛰어나 어느 정도 용도를 구분해 사용할 수 있음.

- 일본의 생분해성 플라스틱 기술은 세계적인 수준에 있음. 특히, 용도개발 기술은 매우 저변이 넓어 미국과 유럽의 원료 생산기업들도 일본 가공기업들과 제휴하는 곳이 많은 실정임.

- 생산능력은 2002년 14만톤 플랜트를 건설한 미국의 Cargill Dow Polymers 등이 많이 앞서고 있지만, Cargill Dow도 현재 풀가동하지 못하고 있어 신규참여의 여지는 많은 것으로 나타나고 있음.

IV. 이슈 분석

1. 생분해성 소재의 가격경쟁력 확보

- 생분해성 플라스틱 보급의 최대 저해요인으로 꼽히는 가격은 2003년 말 kg당 4,000~6,000원으로 범용수지 가격 kg당 1,500원 엔 전후와 비교하면 큰 차이를 보이고 있음.
- 이에 일본을 중심으로 2010년까지 2,000원 수준으로 떨어뜨릴 계획을 세우고 있는데, 가격하락의 열쇠는 원료코스트 절감(외국산 저렴한 원료 사용), 제조공정의 효율화, 생산설비 대형화에 따른 비용감축 등으로 나타나고 있음.
 - 또 재활용 비용까지 고려하면 범용수지와 가격차이는 더욱 줄어들 것으로 예상돼 수요가 확대될 것으로 전망됨.
 - 특히 지속적인 고유가 추세도 천연계 생분해성 플라스틱의 가격경쟁력 확보에 유리한 대외요인으로 작용되고 있음.
- 실제로 일본의 생분해성 플라스틱 필름 시장규모 추이 및 전망에서 나타난 바와 같이, 2001년 kg당 평균 11,050원이던 생분해성 플라스틱 필름가격이 2004년 이후에는 10,000원 이하로 계속적인 가격하락이 예상되고 있음.

2. 생분해성 소재의 용도다변화

- 생분해성 기술이 필요한 분야는 자연환경에 방치돼 있는 것, 퇴비화가 가능한 재료, 환경부하가 낮은 재료 등이며, 현재의 플라스틱 가공제품을 대체할 수 있는 분야로는 필름, 시트, 일용제품, 잡화, 용기, 발포제품 등임(<표 4-1> 참조).

- 현재 시장이 비교적 성장한 분야는 농업용 필름으로 18만톤에 달하는 기존 플라스틱 폐기물의 50%가 소각 또는 매립되는 현실을 고려할 때 대체가 활발히 진행될 가능성이 높고, 음식쓰레기 봉지 등의 봉지류도 일정 수준의 수요가 예상됨.
- 가장 주목되는 분야는 식품포장(필름·용기)으로 종래의 포장지는 불순물 제거가 번거롭기 때문에 재활용이 쉽지 않고 새로운 포장지는 잔반과 함께 버릴 때 분리수거의 수고를 피할 수 있기 때문에 가장 효과적인 용도로 부상하고 있음.
- 유럽 및 미국에서는 PLA제품의 식품포장 규제가 해결돼 이미 유제품 용기 등에 사용되고 있는 반면, 일본에서는 관련법규 규제는 통과됐지만 보다 엄격한 자율기준을 가진 폴리올레핀 등 위생협의회에서 안전성을 심사하고 있는 단계임. 따라서 위생 안전성이 승인되고 여러 루트를 통해 소비자들이 직접 제품을 접하게 되면 150만톤에 달하는 식품포장 시장 진출이 본격화될 전망이다.

<표 4-1> 생분해성 소재의 용도와 성장가능성

구분	성장성
1) 자연환경 속에서 방치될 가능성이 높은 것 농림수산업용 자재 : 멀티필름, 포트, 어망 토목건축자재 : 흙의 포대, 식생재료, 양생시트 야외레저제품 : 낚시줄, 등산	◎ ○ △
2) 분리수집이 번거로운 것(퇴비화가 가능한 재료) 식품포장재 : 신선식품포장재, 즉석식품용기, 도시락상자 봉지류 : 음식쓰레기봉지 위생용품 : 종이기저귀, 생리용품	◎ ◎ ○
3) 환경부하가 낮은재료의 이용분야 섬유제품 : 의복, 카펫 일용잡화 : 펜케이스, 심케이스, 면도기, 기타 : 전자기기, 자동차부품	◎ △ ◎

자료 : “생분해성 바이오매스 시대 다가온다”, 화학저널, 2004. 12. 13

- PLA 섬유는 발색성, 살균효과, 무자극성의 이점을 살려 섬유용으로 확대될 것으로 보이는데 실제로 대형 합성섬유 생산기업 몇몇은 PLA 사업의 2005년 매출액을 100억엔 이상으로 계획하고 있음.
- 최근에는 생분해성 플라스틱 소재를 둘러싼 기술이 진보를 거듭하여, ① 내열성/결정성 향상 ② 생분해성 접착제를 이용한 디자인 향상 등도 주목을 모으고 있음.
- 강도와 내열성이 향상돼 전기기기나 자동차부품에도 활용할 수

38 생분해성 소재

있게 됐고, 특히 토요타자동차는 환경적인 면을 중시해 생분해성 플라스틱(Toyota Eco Plastic)의 사용확대를 주장하고 있고, 이미 일부 차종의 바닥재 등에 사용하고 있으며 앞으로는 적용 차종의 확대와 더불어 다른 내장부품으로도 사용범위를 확대시킬 계획임(<표 4-2> 참조).

- 새로운 용도 개발에 따라 일본의 생분해성 플라스틱 시장은 2002년 1만톤에서 2010년 20만톤을 돌파하고, 2015년에는 전체 플라스틱 수요의 10%까지 확대될 것으로 보는 견해도 제기되고 있음.

<표 4-2> 주요 생분해성 플라스틱 원료 생산기업

생산기업	브랜드	소재	생산능력
1) 화학합성(석유계)			
BASF	Ecoflex	PBTA	8,000
Eastman Chemicals	EastarBio	PBTA	15,000
DuPont	Biomax	PET 개질	100,000
昭和高分子	비오노레	PBS/PBSA	3,000
Mitsubishi Chemical<+Ajinomoto>	GS PLA	PBS	신규참여
2) 화학합성(천연물계)			
Cargill Dow	Nature Works	PLA	140,000
Mitsui Chemicals	LACEA	PLA	500
Toyota 자동차	Eco 플라스틱	PLA	1,000
Kitakyushu 그룹		PLA	실증단계

자료 : “생분해성 플라스틱, 생분해성 바이오매스 시대 다가온다!”, 화학저널, 2004. 12.

3. 자원순환형 사회정착을 위한 제도정비의 필요

- 첫째, 순환형 사회실현을 위한 비전을 명확히 할 필요가 있는데, 구체적으로 환경부하에 관한 LCA 평가를 축적하고 사용 후 처리체제(소각-퇴비화-바이오가스화-유산 제조)를 다양화해 지역실정에 맞는 시스템을 선택할 수 있도록 하며 폐기물계 뿐만 아니라 이용 전이나 자원작물도 포함시켜 바이오매스를 전체적으로 유효하게 활용하는 것이 요구되고 있음.
- 둘째, 제도면의 정비가 필요함. 폴리올레핀 등 위생협의회에서의 안전성 승인 외에 그린 구입품목의 기재를 확대시키고 각종 재활용법과의 관계를 명확히 해 재활용의 상품화 의무를 경감시켜야 할 것으로 지적되고 있음.
- 마지막으로, 사회 전체의 인지도를 향상시켜야 하기 때문에 일반 소비자를 대상으로 하는 이벤트를 통해 접할 기회를 늘리고, 캠페인 프로젝트와 같이 지역 주민을 참여시킨 실험을 하는 것이 중요하게 대두되고 있음. 또 소비자가 소재를 간단히 식별할 수 있도록 하는 노력도 필요함.
- 생분해성 소재 등 바이오매스 화학산업은 석유화학의 발전과정에서 얻은 노하우를 그대로 응용할 수 있는 부문이 많기 때문에 급속한 기술혁신을 기대할 수 있음. 하지만, 기존의 석유화학제품 모두를 대체하는 것은 아니기 때문에 일회용이나 환경대응이 필요한 분야를 중심으로 시장을 개척하고, 나머지는 기

40 생분해성 소재

존의 플라스틱 재활용 제도를 정비하는 것이 바람직한 것으로 지적되고 있음. 즉, 바이오 생분해성 소재의 미래상을 그릴 때에는 기존 석유화학제품과의 조화와 바이오매스 전체의 효율적인 이용을 충분히 고려해야 비로소 지속적인 순환형 사회의 모습을 그릴 수 있을 것으로 평가됨(<표 4-3> 참조).

<표 4-3> 생분해성 플라스틱 보급 비전

1) 비전의 명확화	LCA 평가발전 사용후 처리의 다양화 바이오매스유효활용	화석에너지의 사용량이나 탄산가스 발생량의 감축효과 파악 퇴비화, 바이오가스화, 유산제조의 인프라정비 폐기물계, 이용전, 자원작물의이용
2) 법제도의 정비	식품포장재 해금 그린구입품목기재	폴리위생협회의 포지티브 리스트에 기재 기재품목의 확대
3) 사회인지도의 향상	재활용과의 관계명확화 프로젝트의 추진·평가 식별표시제도의보급	용기포장재활용법 적용제의 등 소비자의 인지도와 이해도 향상 소비자에 의한 생분해성 제품의 판별

자료 : “생분해성 플라스틱, 생분해성 바이오매스 시대 다가온다!”, 화학저널, 2004. 12.

V. 결 론

- 생분해성 소재는 기존 범용 플라스틱 시장을 대체하는 것으로서, 기존 제품에 비해 기능과 가격경쟁력에서는 아직 낮은 상황임.
 - 이에 따라 상업화의 관건은 환경친화적 정책의 뒷받침 속에 기능 및 가격 측면에서 얼마나 기존 제품에 근접하는 소재를 개발하느냐가 관건임.
- 해외에서도 아직까지 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 제외하면 사용이 거의 미미한 단계이나, Cargill Dow사의 PLA를 이용한 상업화 시도가 서서히 활발해지고 있음.
 - 국내에서도 이레화학, SK케미칼 등의 업체를 중심으로 상업화 시도가 서서히 진행되고 있으며, 이를 돕기 위한 환경부의 정책지원도 함께 이루어지고 있는 상황임.
- 최근 생분해성 소재는 석유계에서 바이오매스계로 이동과 함께 보다 친환경적이고 적극적인 방법으로 시장에 접근하고 있음.
 - 보다 성공적인 시장 안착을 위해서는 소재의 가격경쟁력 확보, 용도의 다변화, 자원순환형 사회를 위한 정책지원이 필요할 것으로 판단됨.

참고 문헌

1. “2005年版 機能性高分子フィルムの現状と将来展望”, Fuji Chimera Research Institute, Inc., 2005
2. “Cargill Dow, 친환경 PLA 사업 박차”, 화학저널, 2005. 3. 25
3. “생분해성 플라스틱, 생분해성 바이오매스 시대 다가온다!”, 화학저널, 2004. 12. 13
4. 이준우, 정의섭, 김강희, “친환경 소재기술 : 생분해성 수지의 실용화, 어디까지 왔나?”, KISTI, 2004년 차세대유망아이템분석(2004)
5. “옥수수 플라스틱제품 인기”, 서울경제신문, 2004. 10. 13
6. “생분해성 플라스틱: 거대 시장 형성하기 시작”, Chemical Report 146호, 2002. 11. (www.cischem.com)
7. 辻秀人, 生分解性高分子材料の科學, コロナ社, 2002.
8. 환경부, “제 2차 국가 폐기물관리 종합 대책”(2002~2011), 2002
9. 국가기술지도 2단계 핵심기술별 기술지도, “생체재료 및 조직공학기술”, 국가과학기술위원회, 2002.12.
10. 土肥義治, 生分解性プラスチックハンドブック, 生分解性プラスチック研究會, 1995.
11. S. J. Huang, In *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York, 1985, p. 220.
12. S. J. Juang, In *Comprehensive Polymer Science*, Pergamon Press, London, 1989, p. 567.
13. D. L. Kaplan, J. M Mayer, and D. Ball, In *Biodegradable*

- Polymers and Packaging*, Technomics Publishing, Lancaster-Basel, 1993.
14. A. C. Albertsson and S. Karlsson, In *Comprehensive Polymer Science, First Supplement*, Pergamon Press, London, 1983, p. 285
 15. E. Takiyama and T. Fujimaki, In *Biodegradable Plastics and Polymers* (Studies in Polymer Science 12), Y. Doi and K. Fukuda, Ed., Elsevier Science B. V., Amsterdam, 1994, p. 150.
 16. E. Takiyama and T. Fujimaki, In *Biodegradable Plastics and Polymers* (Studies in Polymer Science 12), Y. Doi and K. Fukuda, Ed., Elsevier Science B. V., Amsterdam, 1994, p. 228.
 17. G. S. Kumar, *Biodegradable Polymers*, Marcel Dekker, New York and Barcel, 1987.
 18. K. Park, W. Shalaby, and H. Park, In *Biodegradable Hydrogels for Drug Delivery*. Technomics, Lancaster, 1993.
 19. S. Shalaby, In *Biomedical Polymers*, Munich, Hanser Publishers, 1994.
 20. 土肥義治, *生分解性高分子材料*, 工業調査會, 1990.
 21. 安炳斗, 増田陸志, 池田嘉一, *石油·石油學會誌*, p 228 (1996)
 22. M. Kitano and Y. Yakabe, In *Biodegradable Plastics and Polymers*, E, Takiyama and T. Fujimaki, Ed., Elsevier Science B. V., Amsterdam, 1994, p. 150.

저자 소개

박 동 운

- 공학 석사
- 현, 한국과학기술정보연구원 연구원
- 저서 : 기술사업기회 분석연구 시리즈 - 지능형 로봇 등

박 선 영

- 기술경영학 석사
- 현, 한국과학기술정보연구원 연구원

박 형 달

- 공학 박사
- 현, 특허청 화학생명공학심사국 심사관