

## 特許分析에 의한 폐플라스틱 再活用 技術 動向<sup>†</sup>

<sup>†</sup>金兌炫 · 李康仁 · 金유리\*

資源活用技術開發事業團, \*시온텍 技術研究所

## Trend for Waste Plastic Recycling Technology by Patent Analysis<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Tae-Hyun Kim, Kang-In Rhee and Yu-Ri Kim\*

Recycling R&D Center, 92 Gwahang-no, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, KOREA

\*Siontech Co., Ltd. 530 Yongsan-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, KOREA

### 요 약

폐플라스틱 관련 재활용 기술 동향을 조사하기 위하여 특허 검색을 실시하였다. 특허 검색 데이터베이스는 국내 WIPS사의 특허 검색 사이트를 이용하였으며, 특허검색범위는 2009년 9월까지 미국, 유럽연합, 일본과 한국에서 출원 및 공개된 특허로 제한하였다. 본 연구에서는 검색된 특허의 요약문을 분석하여 최종 4,795건의 특허를 대상으로 분석하였으며, 폐플라스틱 재활용 기술동향을 연도별, 국가별, 출원인별로 분석하여 조사하였다. 일본의 특허 출원점유율은 65%으로 전체 특허의 과반수 이상을 차지하고 있었으며, 화학적 재활용 기술에 높은 출원 집중률을 보였다. 한국의 경우, 폐플라스틱 재활용 관련 특허는 물질 재활용에 집중되어 있었다.

주제어 : 폐플라스틱, 물질 재활용, 화학적 재활용, 열적 재활용, 특허

### Abstract

The patents were searched to investigate the trend of recycling technologies about plastic waste. Database was collected from WIPS site and the range of the search was limited to patents opened in U.S.A (US), European Union (EU), Japan (JP) and Korea (KR) to september 2009. In this paper, 4,795 patents were selected by investigation abstracts and the trend of the recycling technologies relating to waste plastic were investigated through the analyzing by the years, countries, companies. The patents were occupied 65% by Japan and the most of the patents were about chemical recycling. In the case of Korea, material recycling was major in the patents of waste plastic recycling.

Key words : waste plastic, material recycle, chemical recycle, thermal recycle, patent

### 1. 서 론

플라스틱은 고기능성, 위생성, 편리성, 그리고 경제성을 지닌 우수한 재질로 수십 년간 사회의 모든 분야에 널리 사용되고 있으며, 사용량이 매년 증가되고 있다. 우리나라는 2005년 기준 10,287천톤의 플라스틱을 생산하여 미국, 독일, 일본에 이어 세계 4위의 플라스틱 생산 국가이며 폐플라스틱 발생량은 연간 약 3,968천톤

이며 이 중 1,300천톤 정도만이 재활용되어 재활용률은 32.8%에 불과하였다. 폐플라스틱은 공극률이 크므로 매립 시 많은 부지를 필요로 하고 매립 후 분해가 되지 않으며, 소각 처리 하여도 부식성이 높은 염화수소 가스 및 발암물질인 다이옥신과 같은 대기오염물질이 발생된다. 따라서, 우리나라와 같이 국토가 협소하고 원유를 해외에서 수입하는 경우 친환경적 자원순환이라는 개념으로 폐플라스틱을 재활용 하는 것이 필요하다.<sup>1)</sup>

폐플라스틱의 재활용은 일반적으로 물질 재활용, 화학적 재활용 및 열적 재활용 등의 방법이 있으며, 어느 방법이든 다른 종류의 플라스틱이 혼재되어 있으면 효

<sup>†</sup> 2010년 1월 22일 접수, 2010년 3월 18일 1차수정  
2010년 3월 29일 수리

\*E-mail: thkim@recycle.re.kr

율이 크게 저하되기 때문에 플라스틱의 선별기술은 재활용에 있어서 중요하다.<sup>2,3,4)</sup> 물질재활용은 플라스틱의 물성을 변화시키지 않고, 다시 플라스틱 제품을 재생하여 이용하는 것을 말하며, 화학적 재활용은 플라스틱이 탄소와 수소로 구성되어 있다는 점을 이용하여 열이나 압력을 가하여 원래의 석유나 기초 화학원료로 되돌려 재활용 하는 기술이다. 또한, 열적 재활용은 일반폐물과 함께 폐플라스틱을 직접 연소시켜 발생하는 열을 이용하는 기술이다.<sup>5)</sup>

따라서, 본 연구에서는 분리선별 기술, 물질 재활용, 화학적 재활용, 열적 재활용과 관련하여 폐플라스틱 재활용 기술의 특허 정보를 분석하고 이를 통하여 연도별, 국가별 기술 동향을 파악하고자 하였다.

## 2. 특허검색대상 및 분석 기준

### 2.1. 특허분석의 기술 분류

특허출원 동향 분석을 위하여 관련된 모든 특허를 검색하여야 하지만, 특허 수집에 한계가 있으므로 자료 조사에 있어서 자료의 검색범위를 설정할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 폐플라스틱 재활용 기술을 Table 1 과 같이 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성 등을 고려하여 분리선별 기술, 물질 재활용 기술, 화학적 재활용 기술, 열적 재활용 기술 등 4개의 기술분야로 나누어 조사하였다.

### 2.2. 특허검색 대상

본 연구에서는 Table 2와 같이 한국을 포함한 미국, 일본, 유럽의 특허를 2008년 9월까지 수집하여 사전작업을 거쳐 최종 분석 데이터를 구축하였다.

**Table 1.** Classification of recycling technology for the waste plastic.

| 대분류         | 중분류     |
|-------------|---------|
| 폐플라스틱 재활용기술 | 분리선별    |
|             | 물질 재활용  |
|             | 화학적 재활용 |
|             | 열적 재활용  |

**Table 2.** Main content of patent analysis.

| 국 가 | 분석기간    | 정보원  | 대상특허(건) |
|-----|---------|------|---------|
| 일 본 | ~2008.9 | Wips | 3157건   |
| 미 국 |         |      | 559건    |
| 유 럽 |         |      | 330건    |
| 한 국 |         |      | 749건    |

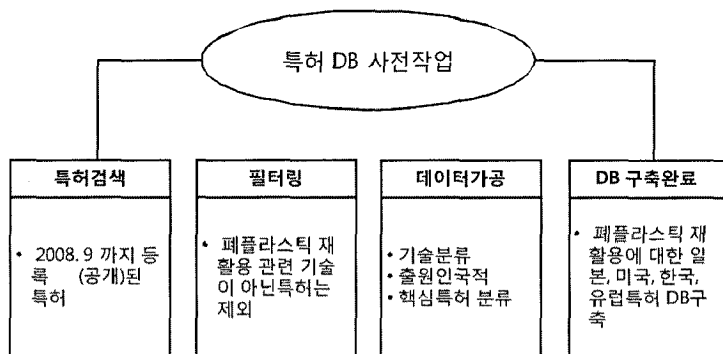
### 2.3. 데이터 구축

DB구축은 Fig. 1과 같이 4단계로 나눌 수 있다. 폐플라스틱 재활용 기술 관련 키워드의 조합식을 사용하여 수집된 원 데이터(raw data)는 IPC(국제특허 분류), 폐플라스틱 기술의 정의 등의 기준에 의해 분석 대상 특허로 4,795건을 추출하였다. 분석 대상 특허는 기술 분류, 출원인, 출원인 국적, 핵심특허 분류 등의 사전작업을 진행하였고,<sup>6)</sup> 이러한 작업에 의해 DB구축을 완료하였다.

## 3. 거시적 동향 분석

### 3.1. 전체 특허동향

Fig. 2는 폐플라스틱 재활용 기술의 연도별 전체 특허출원 건수 및 누적 건수를 나타낸 것이다. 폐플라스



**Fig. 1.** Flow sheet of data analysis.

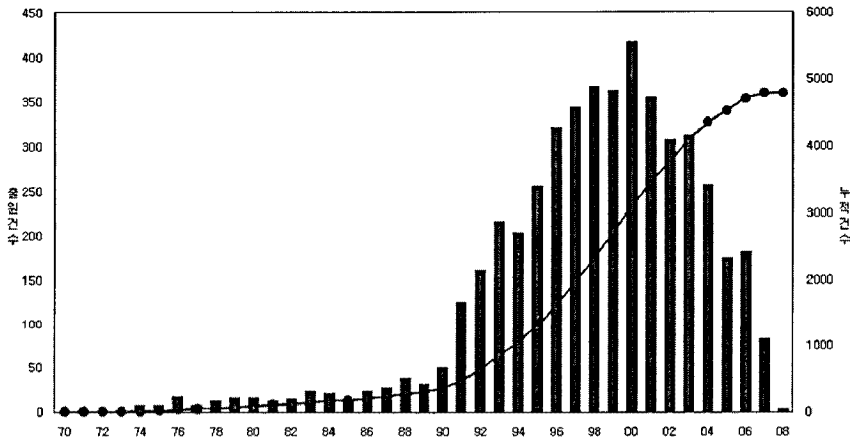


Fig. 2. Trend of the applied patents by the year.

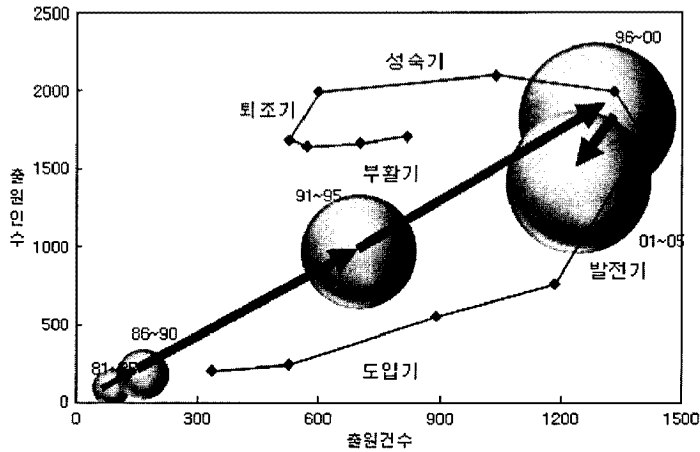


Fig. 3. Portfolio of waste plastic recycling technologies.

텍 재활용 기술의 연도별 특허출원 동향을 살펴보면 1970년도부터 최근까지 꾸준한 특허활동을 한 것으로 미루어 과거부터 이미 많은 연구가 진행된 것으로 판단된다. 1990년 까지는 50건 이하의 다소 미비한 활동을 보였으나, 1990년 이후 증가세를 보이며 본격적인 출원이 이루어진 것으로 나타났다. 특히, 2000년 418건으로 가장 많은 특허를 출원하는 등 계속해서 출원건수가 급격히 증가한 것은 Hitachi Zosen, NKK, Nippon Steel 사 등 일본 출원인의 집중적인 특허출원에 의한 것이다. 2001년 이후부터 최근까지 감소세를 보이고 있는데, 2005년 이후의 급격한 특허감소세를 보이는 것은 출원된 특허들의 많은 수가 아직 심사단계에 있으며 공개되지 않았기 때문이다.

Fig. 3은 특허건수와 출원인수 변화의 상관관계를 통

해 관련기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오이다. 출원인수와 특허건수가 모두 증가하는 발전기를 지나 최근 기간에서 출원인수와 특허건수가 소폭 감소한 것으로 보아 기술적 성숙기에 진입한 것으로 판단된다.

### 3.2. 국가별 특허동향

Fig. 4와 Fig. 5는 출원국가별로 특허출원 건수 및 연도별 특허출원동향을 국가별로 나타낸 그래프이다. 일본이 3,157건을 출원하여 전체 4,795건 중 약 65%의 점유율로 전체 특허의 과반수 이상을 차지하고 있다. 다음으로 한국이 749건으로 16%의 점유율을 보이고 있고 미국은 559건을 출원하여 12%의 출원점유율을 보이고 있는 것으로 나타났다. 유럽은 330건의 특허를 출원하여 가장 낮은 출원건수를 보이고 있으나, 이는 유

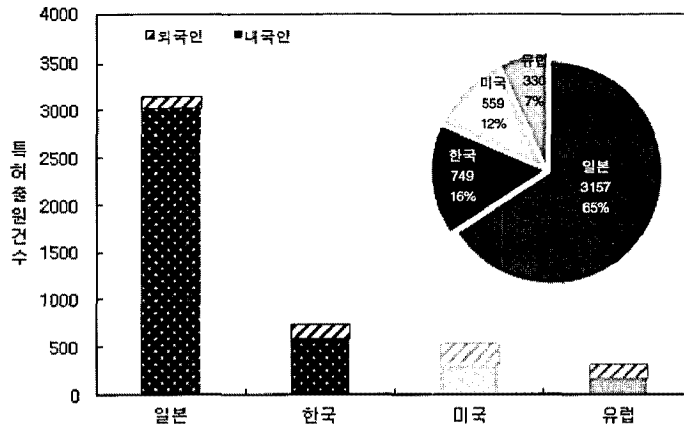


Fig. 4. Number and share of applied patents by the country.

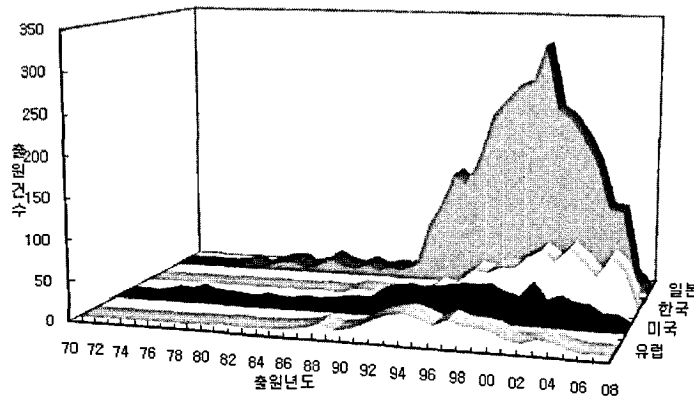


Fig. 5. Number and share of the applied patents by the nationalities and year.

럽연합(EU) 특허만을 수집하여 분석하였기 때문에 실제로 독일 등 유럽 각국의 특허를 수집하여 취합하면 더 많은 특허출원을 보일 것으로 생각된다.

일본은 1975년 Mitsui Mining사의 특허를 시작으로 1990년까지 큰 폭의 증감 없이 꾸준한 특허활동을 하다가 1991년 이후부터 특허수가 증가하는 것으로 나타났다. 1991년 이후의 급격한 증가세는 316건으로 가장 많은 특허를 출원한 2000년까지 계속되었으며, 이후부터 최근까지 다소 감소하는 양상을 보이고 있다. 1990년대에 가장 활발한 특허활동을 보인 출원인은 Hitachi Zosen, NKK, Toshiba 등으로 나타났으며, 2000년 이후부터 최근까지 가장 활발한 특허활동을 보인 출원인은 Nippon Steel사로 2006년 일본 내 출원건수가 19건으로 나타났으며 미공개 및 심사 중인 특허수를 감안한다면 최근에 들어서도 특허활동이 활발할 것으로 판단된다. 일본 내 외국특허권자는 1987년 이후부터 소수

의 출원건수를 보이고 있으나 자국출원인에 의한 특허활동이 96%를 차지하여 압도적으로 앞서는 것으로 나타났다.

미국은 1970년 처음 특허가 출원되었으며 1989년까지 매년 10건 미만의 특허를 출원되면서 소극적 출원경향을 보이다가 1990년 이후 증가세를 보였으며 2001년 42건으로 가장 많은 특허를 출원하였다. 2001년 이후부터 최근까지 다소 감소세를 보이며 20건 내외의 특허를 출원하고 있으나 미공개 또는 심사 중인 데이터를 감안한다면 꾸준하거나 다소 증가할 것으로 예상된다. 미국에서 가장 활발한 특허활동을 하는 출원인으로는 Eastman Kodak사와 Eastman Chemical, Midwest Research사 등의 자국 출원인이 있으며 Hitachi Zosen사 등의 일본 출원인이 있다. 자국출원인에 의한 특허활동이 56%로 외국출원인의 점유율에 비해 앞서는 것으로 나타났으며 외국출원인의 경우 일본이 17%로 가장 높게 나타났으며

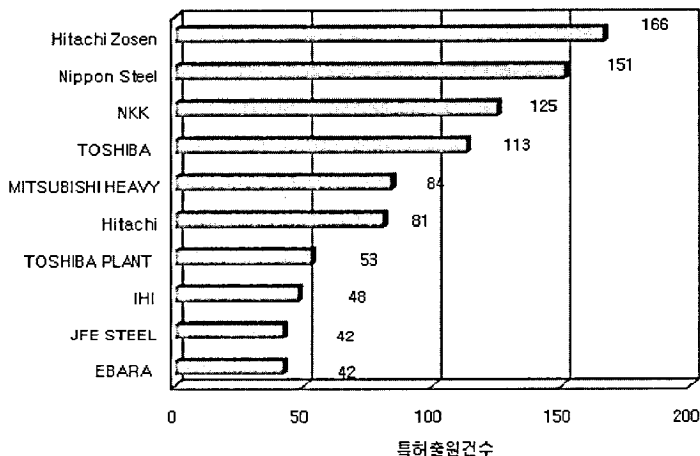


Fig. 6. Number of the patents by the applicants.

독일, 이탈리아, 프랑스 등 유럽 국가 순으로 나타났다.

유럽의 경우, 1979년 처음으로 관련 특허가 출원되었으나 1990년까지 10건 미만의 소극적인 특허활동을 보였으며 이후 다소 증가세를 보이며 본격적인 특허활동을 보였다. 2000년 이후 출원건수가 다소 감소세를 보이고 있다. 유럽에서 가장 활발한 특허활동을 보이는 출원인으로는 Mitsubishi Heavy사와 Hitachi Zosen 등 일본출원인과 BASF사 등의 독일 출원인이 있다. 유럽 내 출원점유율은 독일출원인이 28.4%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 비유럽출원인으로는 미국이 22.9%, 일본이 18.3%의 출원 점유율을 차지하는 것으로 나타났다.

### 3.3. 출원인별 특허현황

Fig. 6은 폐플라스틱 재활용 관련 기술 특허 출원인 중 다출원 순으로 선정한 주요 출원인의 출원현황을 분석한 그래프이다. Hitachi Zosen사는 166건, Nippon Steel사는 151건의 특허를 출원하여 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타난다. 폐플라스틱 재활용 관련 특허 출원인의 상위 10위의 출원인은 모두 일본 기업으로 폐플라스틱 재활용 기술과 관련하여 일본 출원인의 특허활동이 매우 활발한 것을 알 수 있고, 이들 상위 출원인의 특허 점유율은 19%로 그리 크지 않은 것을 볼 수 있다. 즉, 특정한 출원인이 다수의 출원을 한 것이 아니라 출원인이 다양한 것으로 확인되었다.

### 3.4. 기술별 특허동향

Fig. 7은 폐플라스틱 재활용 분야의 기술별 특허 건수를 나타낸 그래프이다. 화학적 재활용 기술 1,847건, 물

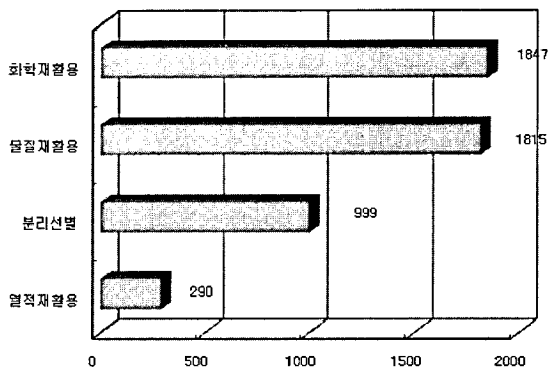


Fig. 7. Number of the applied patents by the technology categories.

질 재활용 기술 1,815건, 분리선별 기술 999건, 열적 재활용 기술 290건의 특허건수를 보이고 있으며, 화학적 재활용과 물질 재활용 기술 분야의 특허활동이 활발한 것을 알 수 있다.

Fig. 8과 Fig. 9는 폐플라스틱 재활용 분야의 기술별 연도별 동향 및 폐플라스틱 재활용 분야의 기술별 출원 연도, 구간별 현황을 나타낸 그래프이다.

각 기술별 동향을 살펴보면 1980년 이후 계속해서 소폭으로 증가세를 보이며 1990년에 들어서 본격적인 출원활동이 이루어진 것으로 나타난다. 1990년대에는 전체적인 기술의 특허수가 급격히 증가하는 양상을 나타내고 있다. 2000년 이후부터 최근 구간에서는 물질 재활용 기술은 계속해서 특허수가 증가하는 경향을 보이며, 화학적 재활용 기술은 감소세를 보이며 기술적 성숙기에 들어선 것으로 판단된다. 분리선별 기술의 경우,

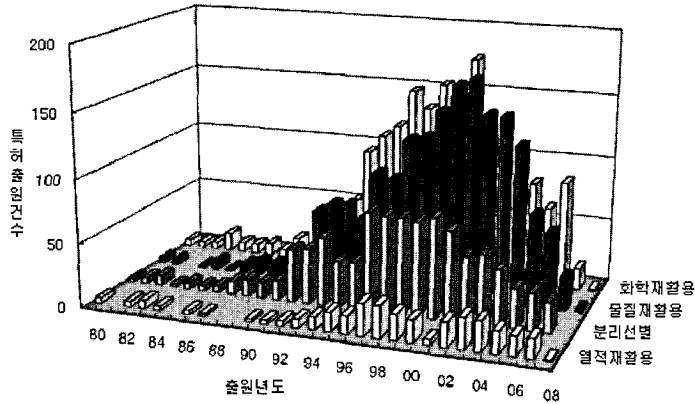


Fig. 8. Trend of applied patents by the year in each technology.

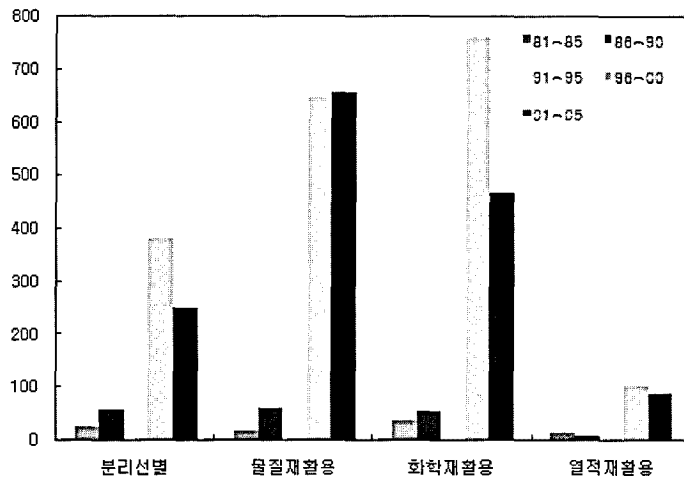


Fig. 9. Number of the applied patents by the technology and period.

연도별 동향을 볼 때 화학적 재활용과 물질 재활용 기술에 비해 급격한 증가세는 보이지 않으나 본격적인 특허활동을 한 1990년대 이후를 살펴보면 1990년대 중반 이후부터 2000년대 초반까지 꾸준한 특허활동을 하다가 최근 들어 점차 감소세를 보이고 있다. 열적 재활용 기술은 타 기술에 비해 특허 건수도 적을 뿐만 아니라 1990년대 후반에 들어서 본격적으로 특허활동을 하고 있는 것으로 나타나며, 특허건수는 매년 20건 내외로 아직까지는 특허활동이 미미한 것으로 나타났으나 최근까지의 특허활동으로 볼 때 점차 증가할 것으로 예상된다.

Fig. 10은 폐플라스틱 재활용 분야의 한국, 미국, 일본, 유럽에서 각 기술이 차지하고 있는 점유율을 나타낸 그래프이다. 일본의 경우 화학적 재활용 기술이 전체 3,157건 중 43.1%의 점유율을 차지하여 타 국가에

비교해 볼 때 가장 높은 출원 집중률을 보였으며, 일본을 제외한 미국, 한국, 유럽에서는 물질 재활용에 대한 비중이 상당히 높은 것으로 나타났다. 특히, 한국의 경우 물질 재활용 기술이 52.5%의 점유율을 차지하여 다른 국가와 달리 전체 특허의 과반수이상의 출원 집중률을 보여 해당 기술에 관한 집중적인 연구 활동이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

유럽과 미국은 기술별 점유율이 유사하게 나타나며 특히, 분리선별 기술에서 한국, 일본과는 달리 다소 높은 출원 집중률을 보여 한국 일본에 비하여 분리선별 기술의 출원 비중이 높은 것으로 나타났다.

Fig. 11은 폐플라스틱 재활용 분야의 상위 5위 출원인들의 기술별 특허 건수를 나타낸 것이다. 상위 5위 출원인은 모두 일본출원인으로 일본의 기술별 현황과

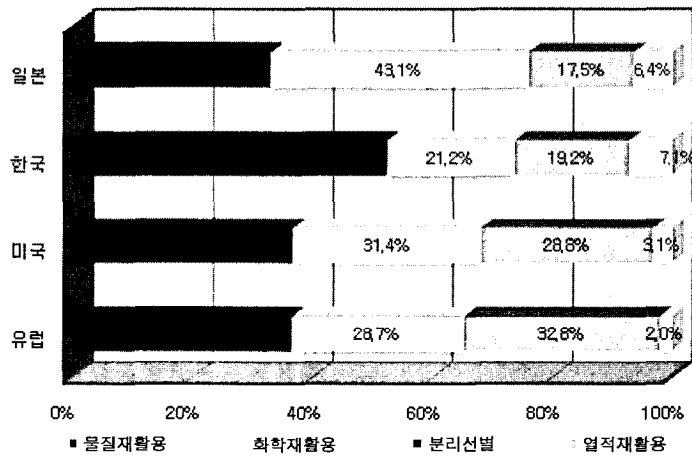


Fig. 10. Trend of the recycling technologies in the each country.

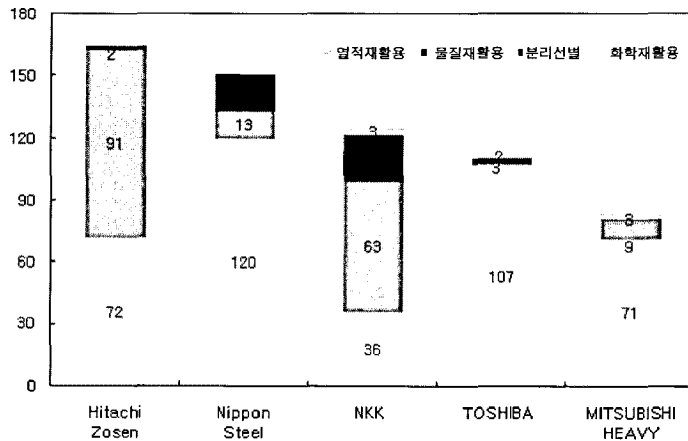


Fig. 11. Number of the applied patents by the main applicants in the waste plastic recycling field.

유사하게 모두 화학적 재활용 기술에 특허활동을 집중하고 있는 것을 알 수 있으며, Hitachi Zosen사와 NKK사는 화학적 재활용 기술뿐만 아니라 분리선별 기술에도 특허활동을 집중하고 있는 것을 알 수 있다. 타 출원인에 비해 Nippon Steel사와 NKK사는 물질 재활용 기술에 대한 특허활동이 활발한 것으로 나타났다.

#### 4. 한국에서 페플라스틱 재활용 기술의 위치

Fig. 12는 페플라스틱 재활용 기술 분야의 한국특허의 연도별 특허동향 및 출원인 국적 현황을 나타낸 그래프이다. 한국은 1977년 스타우퍼 케미칼사의 특허를 시작으로 1990년까지 10건 미만의 미비한 특허활동을 보이다가 1990년대 중반 이후부터 본격적인 특허활동

을 나타내고 있다. 2000년 이후부터 출원동향을 살펴보면 증가 감소를 반복하고 있으나 큰 폭의 감소없이 꾸준한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타난다. 출원인 국적의 점유율을 살펴보면 내국인에 의한 출원이 약 80%로 나타나 외국인에 비해 앞서고 있는 것을 알 수 있으며, 외국인에 의한 출원 중에서는 일본이 67건으로 전체 특허의 8.8%를 차지하며, 그 뒤로 미국(3.7%), 독일(2.2%) 순으로 나타났다.

한국은 기술혁신의 주체인 출원인수와 기술혁신의 결과인 특허건수가 동시에 계속해서 증가하는 양상을 보임에 따라 Fig. 13의 포트폴리오 기본모델에서 발전기 단계에 해당하는 것으로 나타나며 특히, 1990년대 이후에서는 출원인수와 특허건수의 증가폭이 커지면서 향후 더 큰 발전양상이 예상된다.

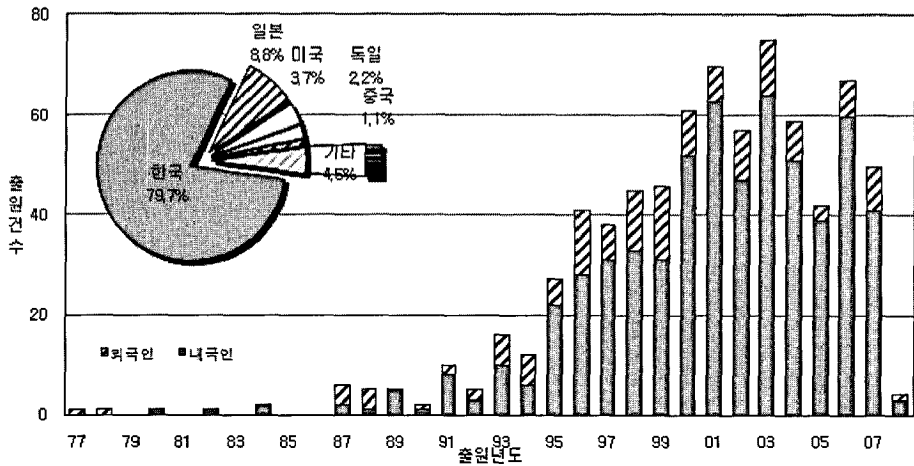


Fig. 12. Trend of applied patents by the year and applicants.

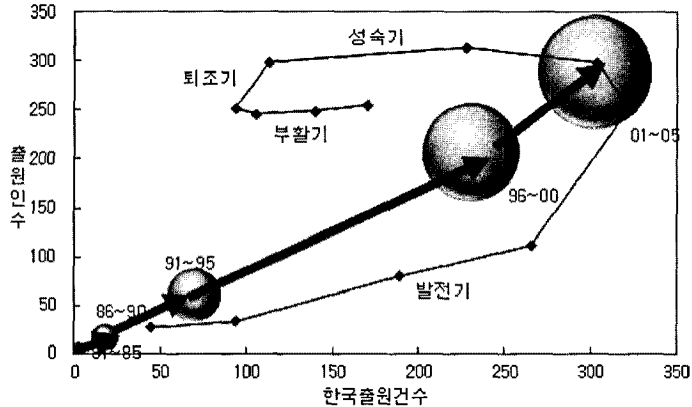


Fig. 13. Portfolio of waste plastic recycling technologies in Korea.

Fig. 14는 페플라스틱 재활용 분야 한국특허의 기술별 출원 연도 구간별 출원 현황을 나타낸 그래프이다. 전체적으로 물질 재활용 기술 분야가 가장 활발한 특허 활동을 하고 있는 것으로 파악된다. 모든 기술 분야에서 1995년 이후 큰 폭으로 증가세를 보이며 계속해서 최근구간까지도 증가하는 양상을 보이고 있다. 최근 미 공개 또는 심사 중인 특허를 감안한다면 분리선별기술, 물질 재활용 기술, 화학적 재활용 기술, 열적 재활용 기술 모두 계속해서 증가세가 지속될 것으로 예상된다.

Fig. 15는 페플라스틱 재활용 분야 특허 중 한국의 상위 4위 출원인들의 기술별 특허 건수를 나타낸 것이다. 상위 출원인들을 살펴보면 한국의 국가 연구소 및 기업연구소, 일본의 기업 출원인이 포함되어 있다. 1위를 차지한 현대자동차의 경우 물질 재활용에 매우 집중

적인 특허활동을 하고 있는 것으로 나타났다. 한국지질자원연구원과 일본의 Hitachi Zosen사는 분리선별 기술에 집중적인 특허활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 한국에너지기술연구원과 포항산업과학연구원에서는 화학적 재활용 기술의 특허활동이 활발한 것으로 나타났다.

### 5. 결 론

페플라스틱 재활용 기술 분야의 한국, 미국, 일본, 유럽의 특허 4,795건의 특허를 대상으로 한 특허 분석결과 다음과 같은 분석 결과를 얻을 수 있었다.

1) 1970년부터 최근까지 꾸준한 특허활동을 한 것으로 미루어 과거부터 이미 많은 연구가 진행된 것으로 보여 진다. 1990년 이전까지는 특허수가 50건 이하로



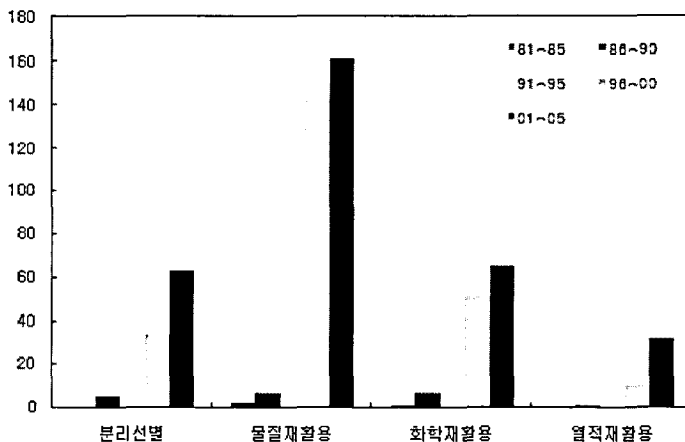


Fig. 14. Number of the applied patents by the technology and period in Korea.

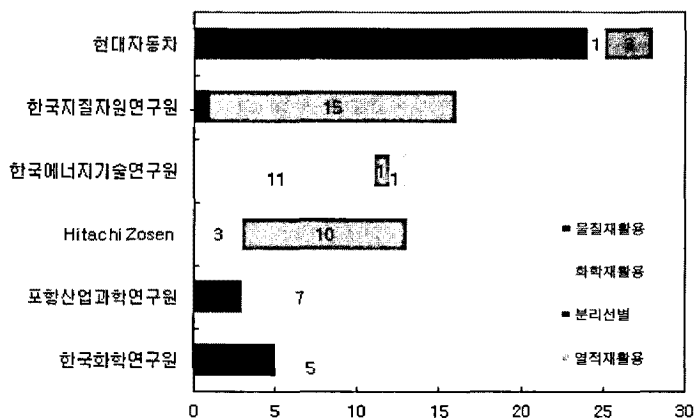


Fig. 15. Number of the applied patents by the main applicants in Korea.

나타나 다소 미비한 활동을 보였으나 1990년 이후부터 2000년까지 특허수와 출원인수가 동시에 급격한 증가세를 보여 기술적 발전기에 해당하는 것으로 판단되고, 2000년 이후부터 최근까지 특허수와 출원인수가 소폭 감소한 것으로 나타나 기술적 성숙기에 진입한 것으로 판단된다.

2) 일본의 특허 출원점유율은 65%로 전체 특허의 과반수 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났고, 주요 출원인 역시 Hitachi Zosen사, Nippon steel, NKK사, Toshiba사 등 모두 일본기업으로 일본 출원인의 주도적인 특허활동으로 페플라스틱 재활용 기술의 연구활동이 이루어지고 있는 것으로 파악된다.

3) 일본의 경우, 화학적 재활용 기술에 가장 높은 출원 집중률을 보였으며 일본을 제외한 미국, 한국, 유럽에서는 물질 재활용에 대한 출원 집중률이 가장 높은

것으로 나타났다. 유럽과 미국은 한국, 일본에 비하여 분리선별기술의 출원 비중이 높은 것으로 나타났다.

4) 화학적 재활용 기술(1,847건), 물질 재활용 기술(1,815건), 분리선별 기술(999건)은 모두 1990년대에는 특허수가 급격히 증가하는 양상을 나타내고 있다. 물질 재활용 기술은 1990년 이후부터 최근까지 계속해서 특허수가 증가하는 발전기 양상을 보였으며 화학적 재활용 기술과 분리선별 기술은 급격한 증가세 이후에 최근 구간에서 소폭의 감소세를 보이는 등 기술적 성숙기에 들어선 것으로 판단된다. 열적 재활용 기술(290건)은 타 기술에 비해 특허 건수도 적을 뿐만 아니라 1990년대 후반에 들어서 본격적으로 특허활동을 하고 있는 것으로 나타난다.

5) 한국에서 페플라스틱 재활용 기술의 특허 동향은 1990년부터 최근까지 계속해서 증가세를 보이고 있어

발전기에 해당하는 것으로 판단된다. 특히, 1995년 이후부터 특허건수의 증가폭이 커지면서 향후 더 큰 발전 양상이 예상된다. 기술 분야별 특허 동향을 살펴보면 물질 재활용 기술이 가장 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타나며, 모든 기술 분야에서 최근까지 증가세를 보이며 미공개 또는 심사 중인 특허를 감안한다면 계속해서 증가세가 지속될 것으로 예상된다. 특히, 한국은 다른 국가와 달리 물질 재활용 기술이 전체 특허의 과반수이상의 출원 집중률을 보이고 있으며 한국에서 가장 많은 특허를 출원한 현대자동차사 역시 물질 재활용 기술에 관한 집중적인 연구 활동이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

## 사 사

본 논문은 21세기 프론티어연구개발사업 중 교육과학기술부와 환경부가 지원하는 자원재활용기술개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 김성수, 나정걸, 정수현, 2007: “고분자 폐기물 재활용 기술”, 공업화학전망, 10(3), pp. 1-9.
2. 오길중, 박찬혁, 김규연, 정재춘, 2003: “페플라스틱 재활용 방법의 환경성 비교에 관한 연구”, J. of KOWREC, 11(10), pp. 77-83.
3. 최우진, 이병선, 나경덕, 한상국, 박은규, 김동호, 2008: “생활계 폐기물 봉투 파봉을 위한 회전칼날팔각드럼식 파봉장치 개발에 관한 연구”, 한국자원리사이클링학회지, 18(5), pp. 63-71.
4. 최우진, 유재명, 2007: “풍력 및 습식비중 선별에 의한 혼합페플라스틱 종말품으로부터 PVC 제거에 관한 연구”, 한국자원리사이클링학회지, 16(5), pp 71-76.
5. 김상범, 최명재, 2007: “페플라스틱의 재활용 기술 동향”, 공업화학전망, 10(3), pp 10-21.
6. 손정수, 강격식, 한혜정, 김태현, 신선명, 2008: “특허로 본 폐망간전지 재활용 기술 동향”, 한국자원리사이클링학회지, 17(2), pp 76-84.

### 金 兌 炫

- 현재 21C 프론티어 자원재활용기술개발사업단 팀장
- 당 학회지 제17권 1호 참조

### 李 康 仁



- 1988년 Utah University 금속공학 박사
- 현재 21C 프론티어 자원재활용기술개발사업단 단장

### 金 유 리



- 2006년 한밭대학교 화학공학과 공학사
- 현재 시온텍 특허정보팀 연구원