

## 폴리스티렌 樹脂 再活用 技術의 特許 動向分析<sup>†</sup>

姜泰遠 · \*鄭鎮己\* · 李在千\* · 姜旻碩\*\*

公州大學校 工科大學 化學工學部, \*韓國地質資源 研究院 資源活用素材研究部, \*\*(주)시온텍

## Analysis of patents on the recycling technologies for the used polystyrene<sup>†</sup>

Tae-Won Kang, \*Jinki Jung\*, Jae-Chun Lee\* and Kyung-Seok Kang\*\*

*Dept. of Chemical Engineering, Kongju National University*

*\*Minerals and Materials Processing Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources*

*\*\*SIONTECH*

### 요 약

폐 폴리스티렌 수지의 재활용에 대한 관련 기술의 추이 및 동향을 조사하기 위하여 특허 출원 검색을 시행하였다. 검색 범위는 공개 특허를 대상으로 하였으며 특허 검색 데이터베이스는 미국의 USPTO 및 DELPHION, 일본의 PAJ, 유럽의 EPO, 그리고 한국의 KIPRIS를 선정 조사하였다. 폴리스티렌 수지의 재활용 관련 키워드는 PS, polystyrene, 폴리스티렌, 스티로폼, 그리고 IPC 분류 중 B29B-017, C08J-011를 대상으로 하여 검색하여 총 534건을 선정하였으며 이를 1974년부터 2002년 까지 년도 별, 미국, 일본등 주요 국가별, 주요 회사별, 그리고 관련 기술별로 분류하여 분석하였다.

**주제어** : 폴리스티렌, Polystyrene, PS, 특허, 재활용

### Abstract

In this paper the world wide patents on the recycle of used polystyrene were inspected. The trends and directions of on going and future technologies on this matter were analyzed. The range of search was limited in the open patents and in DB of U.S.A.(USPTO, DELPHION), Japan(PAJ), Europe(EPO), and Korea(KIPRIS). For the search condition the keyword, polystyrene or PS, and IPC classification, B29-017 and C08J-011 were used. The total of 534 cases was selected and analyzed according to years, countries, companies, and technologies.

**Key word** : Polystyrene, PS, Patent, Recycle

### 1. 서 론

특허 분석은 중복연구를 방지 할 수 있으며 아직 남들이 모르거나 인지도가 낮은 분야에 대한 테마를 선정하여 연구개발의 방향을 설정할 수 있어 필요한 작업이라 하겠다. 또한 관련 분야의 주요기술과 특허를 확인할 수 있고, 향후 관련 기술의 추이 및 진행 방향을 예측을 할 수 있으며, 타사의 연구개발조직의 운영을 파악하는데도 도움이 된다.

더욱이 특허정보는 다른 어떤 정보보다도 정확하고, 쉽고, 값싸게 구할 수 있는 막대한 분량의 기술정보로 그 활용은 무한하기에 특허정보를 분석할 필요성이 매우 크다 하겠다.

본 연구에서는 폐폴리스티렌 수지 재활용과 관련한 주제에 대하여 특허정보를 분석함으로써 관련 기술의 변화 및 추이를 파악하는 것을 그 목적으로 하였다.

직, 간접적으로 관련된 모든 특허를 검색하여 분석하기를 원하지만 물리적으로 모든 것을 할 수 없는 한계

<sup>†</sup> 2005년 8월 8일 접수, 2005년 9월 8일 수리

\* E-mail: jinkiz@kigam.re.kr

가 있으므로 자료 조사에 있어서 자료를 검색할 범위를 설정할 필요가 있다. 본 연구에서 사용한 특허 자료 조사는 다음과 같은 검색 조건들을 부여하여 1974년부터 2002년에 걸친 기간을 대상으로 시행 하였다. 검색 대상은 공개특허, 조사 DB는 미국(USPTO, DELPHION), 유럽(EPO), 일본(PAJ), 한국(KIPRIS)을 대상으로, 그리고

타이틀 혹은 초록에서 해당 키워드 검색 또는 IPC 분류 검색을 시행하였다. 검색에 사용한 키워드 및 IPC 분류는 Table 1과 같다.

Table 1의 조건에 따라 검색한 결과 총 536건 자료를 수집하였으며 수집된 특허가 폴리스티렌 수지 재활용이라는 과제 내용에 부합하는지를 내용 확인을 통하

**Table 1.** The key words and IPC classification used for search condition.

| Keyword     |               | PS, polystyrene, 폴리스티렌, 스티로폼    |  |
|-------------|---------------|---------------------------------|--|
| IPC<br>분류   | Section       | C                               | 화학야금   |
|             |               | B                               | 처리조작/운송  |
|             |               | E                               | 고정구조물,   |
|             |               | F                               | 기계/조명/가열,  |
|             |               | A                               | 생활필수품  |
|             | Class         | C08                             | 유기고분자  |
|             |               | B29                             | 플라스틱 가공  |
|             |               | B09                             | 고체폐기물/오염토양처리   |
|             |               | C10                             | 석유/가스/코크스 공업   |
|             |               | B01                             | 물리/화학 방법/장치  |
|             | Subclass      | C08J                            | 고분자 완성; 일반적 혼합 방법; 서브클래스 C08B, C, F, G에 포함되지 않는 후처리  |
|             |               | B29B                            | 플라스틱 성형 재료의 준비 또는 전처리; 조립 또는 예비 성형품의 제조; 플라스틱을 함유하는 폐기물로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수                                      |
|             |               | B09B                            | 고체폐기물의 처리  |
|             |               | C08L                            | 고분자 화합물의 조성물   |
|             |               | C10G                            | 탄화수소소유의 분해 증류; 액체 탄화수소 혼합물의 제조   |
|             | Main<br>group | C08J-011                        | 화학적 방법에 의한 유기고분자 화합물 폐기물의 회수 또는 처리   |
|             |               | B29B-017                        | 플라스틱을 함유하는 폐 재료로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수  |
|             |               | B09B-003                        | 고체폐기물의 파괴 또는 유용/무해물질로의 전환  |
|             |               | C08L-025                        | 단 한 개의 탄소-탄소 이중 결합을 함유하는 불포화 지방족기를 한 개 이상 갖고 그것의 적어도 하나는 방향족 탄소 고리로 종결되어 있는 화합물의 호모중합체 또는 공중합체의 조성물; 그런 고분자 유도체의 조성물 |
|             |               | C08J-009                        | 다공성 또는 기공 물질 또는 물질을 만들기 위한 고분자 물질의 처리; 그 후처리,  |
|             |               | C08L-023                        | 단 한 개의 탄소-탄소 이중 결합을 가진 불포화 지방족 탄화수소의 호모중합체 또는 공중합체의 조성물; 그런 고분자 유도체의 조성물   |
|             |               | B29C-041                        | 형, 코어 또는 다른 표면을 피복함으로써 이루어지는 성형, 즉 재료를 부착시키거나 성형품을 박리하는 것에 의한; 그들을 위한 장치   |
|             |               | B32B-003                        | 외면 또는 내면에 있는 한 층이 불연속 또는 불균일한 것 또는 하나의 층이 판판하지 않은 형상의 것으로부터 본질적으로 이루어진 적층체   |
|             | Sub-group     | B29-017/00                      | 플라스틱을 함유하는 폐 재료로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수  |
|             |               | C08J-011/08                     | 고분자 성분에 대하여 선택적 용매를 사용하는 폐기물 처리  |
| B09B-003/00 |               | 고체폐기물의 파괴 또는 유용/무해물질로의 전환       |  |
| C08J-011/04 |               | 고분자 폐기물의 회수 또는 처리               |  |
| C08J-011/06 |               | 화학반응을 수반하지 않는 고분자 폐기물의 회수 또는 처리 |  |

여 필터링을 하였다.

신청된 자료 중 누락된 정보를 인터넷 검색을 통해 보완하였으며 중복 자료 1건, 한국 실용신안 1건을 제외한 총 534건을 대상으로 분석을 실시하였다.

## 2. 특허출원 동향 분석

### 2.1. 출원년도 별 특허출원건수 및 누적특허건수

1974년 ‘Method for preparing materials containing minerals and synthetic substances and materials manufactured according to said method and objects consisting of said materials’라는 제목으로 미국에서 첫 특허가 출원되었다. Fig. 1은 연도별 특허 출원 건수 및 누적 건수를 나타낸 것으로 본격적으로 폴리스티렌 수지의 재활용에 관한 특허가 출원되기 시작한 것은 1980년대 후반부터이다. 특히 1990년을 전후로 특허 출원건수가 크게 증가하였으며, 이후 꾸준한 증가세를 보이고 있다. 2001년과 2002년의 특허출원건수가 감소세를 보이는 데는 최근 출원된 특허들의 많은 수가 아직 심사단계에 있으며 공개가 되지 않았기 때문이다.

### 2.2. 주요 출원국가 별 특허출원건수 및 연도별 출원 동향 분석

Fig. 2는 출원국가 별로 폴리스티렌 수지 재활용 관련 특허건수를 나타낸 그래프다. 가장 많은 특허가 출원된 국가는 303건이 출원된 일본이며, 71건이 출원된 독일이 2위이다. 중국 출원특허가 39건으로 그 다음이며, 한국 출원특허는 미국, 유럽연합 출원 특허에 이어 24건으로 전체 6위권을 형성하고 있다. 일본 특허의 점유율이 56.7%로 전체 특허의 과반수를 차지하며, 독일 특허와 유럽연합 특허 등 유럽 각국의 특허청에 출원된 특허들을 모두 모으면 113건으로 전체의 21%를 차

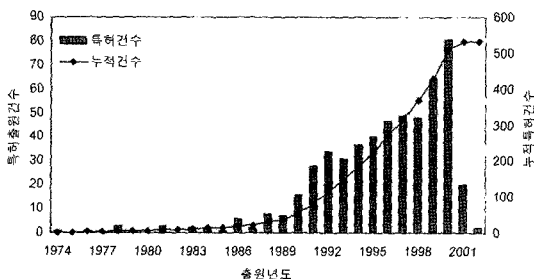


Fig. 1. The number of patents submitted yearly from 1974 to 2002 and its accumulation.

지하고 있다. 한국 특허의 점유율은 24건으로 전체의 4.49%이다. 폴리스티렌 수지 재활용 기술이 일본에 의해서 주도되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 3은 폴리스티렌 수지 재활용 관련 특허의 출원 동향을 주요 출원국가 별로 나타낸 그래프이다. 1980년대까지는 특별히 많은 특허가 출원된 지역이 없으나 1990년대에 들면서 일본과 유럽의 특허출원이 증가하는 경향을 보이고 있다. 1990년대 초반에는 유럽 지역의 특허출원이 일본을 근소한 차로 앞서고 있으나 1995년을 기점으로 일본의 특허출원은 비약적으로 증가하는 반면, 유럽 지역의 특허출원은 감소하는 경향을 보이고 있다. 현재의 폴리스티렌 수지의 재활용 기술은 일본에 의해 주도되고 있음을 한눈에 알 수 있다.

1990년대 후반 중국의 특허출원이 증가하는 경향을 보이는데 일시적인 현상인지 앞으로 계속 지속될 것인지 판단하기 어렵다. 2000년 이후의 중국 특허출원 동향을 지속적으로 살펴볼 필요가 있을 것으로 생각된다. 한국은 1991년 첫 특허가 출원된 이후 지금까지 꾸준히 특허가 출원되어 오고 있고 1999년 출원건수가 5건

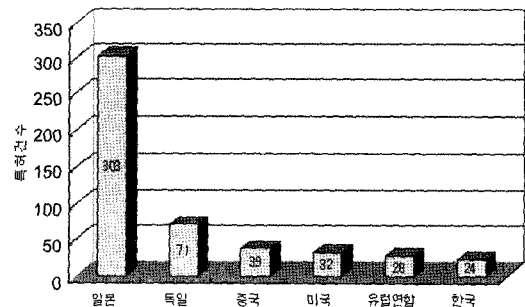


Fig. 2. The number of patents by major countries.

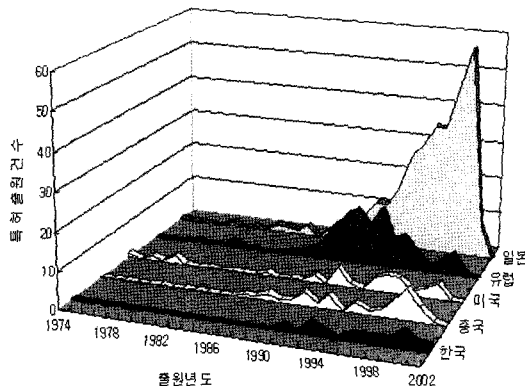


Fig. 3. The yearly trends of patent submission by the major countries.

으로 일시적으로 증가하였으나 역시 이후의 출원동향에 대해 판단하기 위해서는 조금 더 시일을 가지고 판단해야 할 것으로 생각된다.

**2.3. 국제특허분류 (IPC) 별 특허출원건수 및 연도별 출원동향 분석**

**2.3.1. 국제특허분류(IPC) 별 특허출원건수**

국제특허분류(IPC: International Patent Classification) 별 관련 특허출원건수를 보기 위하여 다음의 검색 조건을 사용하였으며 Fig. 4는 이를 그래프로 나타낸 것이다. 각 분류 단계별로 많은 수를 차지하는 분류 5개를 그래프에 표시하였다. 특허 검색 시 B29B-017 또는 C08J-011에 해당하는 특허에 대하여 검색을 하였기 때문에 대다수의 특허가 이들 Main Group 분류에 해당한다. B29B-017은 플라스틱을 함유하는 폐 재료로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수, C08J-011은 유기

고분자 화합물 폐기물의 회수 또는 처리에 관련된 특허 분류이다.

**2.3.2. 화학 및 야금 분야(C Section)의 세부기술 출원 동향**

전체 중 가장 많은 특허가 해당되는 화학 및 야금 분야(C Section)의 세부기술에 대한 출원동향을 Fig. 5에 나타내었다. 화학 및 야금 분야에 해당하는 특허는 전체의 76%에 해당하는 407건으로 Main Group 별로는 화학적 방법에 의한 유기고분자 화합물 폐기물의 회수 또는 처리(C08J-011)가 367건으로 가장 많고, 단 한 개의 탄소 및 탄소 이중 결합을 함유하는 불포화 지방족 기를 한 개 이상 갖고 그것의 적어도 하나는 방향족 탄소 고리로 종결되어 있는 화합물의 호모중합체 또는 공중합체의 조성물; 그런 고분자 유도체의 조성물(C08L-025)이 73건, 다공성 또는 기공 물질 또는

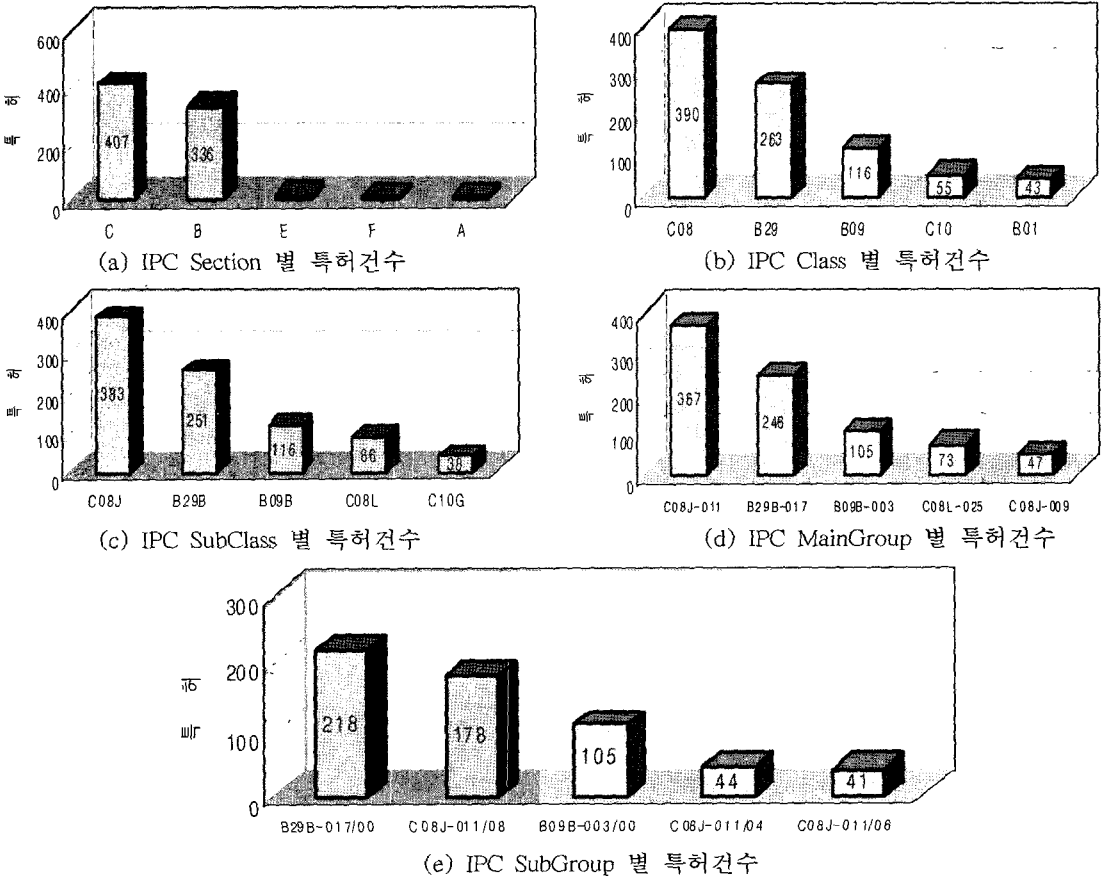


Fig. 4. The number of patent submission by IPC. (IPC 분류 : Table 1 참조)

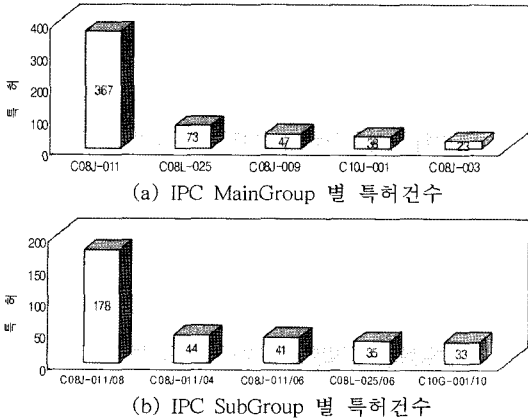


Fig. 5. The number of patents by technologies in chemical and metallurgical area. (IPC 분류 : Table 1참조)

물질을 만들기 위한 고분자 물질의 처리; 그 후처리(C08J-009)가 47건 등이다(Fig. 5a).

좀더 세분화된 분류를 살펴보면 선택적 용매를 사용한 폐기물의 처리(C08J-011/08)가 178건으로 전체의 33.3%를 차지하여 가장 많으며, 고분자 폐기물의 회수 및 처리(C08J-011/04)가 44건, 화학반응을 수반하지 않는 폐기물의 회수 및 처리(C08J-011/06)가 41건, 폴리스티렌(C08L-025/06)이 35건, 고무 또는 고무 폐기물로부터의 원료 제조(C10G-001/10) 33건 등이다(Fig. 5b).

2.3.3. 처리조작 및 운송 분야(B Section)의 세부기술 출원동향

처리조작 및 운송 분야에 해당하는 특허는 전체의 63%에 해당하는 336건으로 Fig. 6은 각 메인 그룹별 분포를 나타낸 것이다. 이들 특허의 세부기술을 IPC Main Group 별로 살펴보면 가장 많은 것은 플라스틱을 함유하는 폐 재료로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수(B29B-017)로 246건이며 전체 특허 중 46.1%를 차지한다. 다음으로 고체 폐기물의 파괴 또는 유용하거나 무해한 물질로의 전환(B09B-003)이 105건, 성형된 플라스틱 재료의 상태조절이나 물리적 처리(B29B-013)이 31건, 투기나 B09B-003 항목에 해당하지 않는 기타 고체 폐기물의 처리조작(B09B-005)이 18건, 플라스틱의 미립화(B29B-009)가 16건 등이다.

2.3.4. 주요 세부기술의 연도 별 특허출원동향 분석

Fig. 7은 1981년부터 2001년까지 주요 IPC Main Group 별로 특허출원동향을 표시한 그래프이다. 대상이

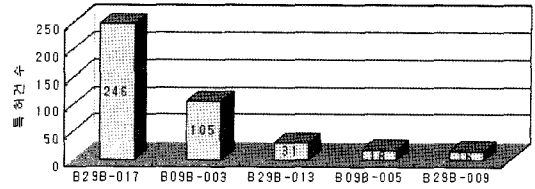


Fig. 6. The number of patents by technologies in performing operations and transportation. (IPC 분류 : Table 1참조)

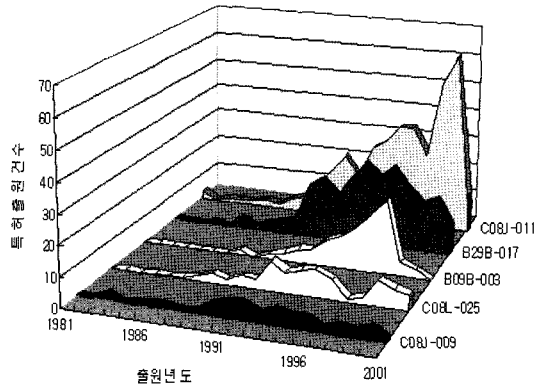


Fig. 7. The trends of patents submission by IPC Main Group.(IPC 분류 : Table 1참조)

된 Main Group은 C08J-011, B29B-017, B09B-003, C08L-025, C08J-009 등 5가지이다.

폴리스티렌 수지의 재활용 기술에 대한 특허가 본격적으로 출원되기 시작한 1990년대 초반에는 화학적인 공정에 의한 재활용과 물리적인 방법에 의한 재활용이 비슷한 비율로 출원되었으나 1990년대 후반에 들면서 화학적인 방법에 의한 재활용 기술은 꾸준히 증가한 반면 물리적인 방법에 의한 재활용 기술은 점차 감소하는 추세에 있는 것을 파악할 수 있다. 향후 폴리스티렌 수지의 재활용 관련 기술은 물리적, 기계적 방법에서 벗어나 화학적인 방법에 의한 재활용 기술이 주를 이룰 것으로 예상된다.

Fig. 8은 1981년부터 2001년까지 주요 IPC Sub-Group 별로 특허출원동향을 표시한 그래프이다. 특히 화학 및 야금 분야에 해당하는 특허들을 대상으로 하였으며, 물리적인 방법에 의한 재활용은 제외하였다. 대상이 된 SubGroup은 C08J-011/08, C08J-011/04, C08J-011/06, C08L-025/06, C10G-001/10 등 5가지이다.

1990년대 후반 들어 화학적인 방법에 의한 재활용 기술에 대한 특허출원이 차지하는 비중이 크게 높아졌는데, 선택적인 용매를 사용하여 폐기물로부터 성분을

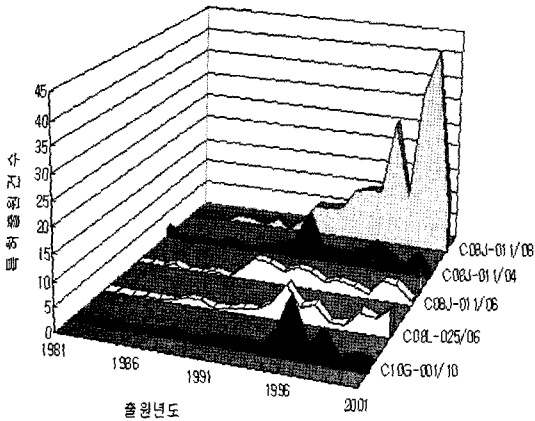


Fig. 8. The trends of patent submission by IPC Subgroup. (IPC 분류 : Table 1 참조)

추출해내는 기술에 관한 특허의 출원건수가 크게 증가한 것으로 나타났다. 최근의 폴리스티렌 수지의 재활용 기술은 용매를 통한 추출 공정이 주를 이루고 있는 것으로 해석할 수 있다.

2.4. 주요 출원국가의 국제특허분류 별 특허출원동향

Fig. 9는 주요 출원국가들의 국제특허분류 별 특허출원건수를 정리한 그래프이다. 유럽, 일본, 미국 그리고 한국의 특허출원건수를 분석하였다. 이는 출원국가에 따

른 분석이므로 각 국가의 기술력과는 직접적인 연관은 없으며, 다만 각 출원국가에서 주목을 받는 기술 분야를 간접적으로 확인할 수 있다.

일본, 유럽 지역, 미국 등은 모두 화학적 방법에 의한 유기고분자 화합물 폐기물의 회수 또는 처리(C08J-011)가 가장 많다. 그러나 한국 출원특허는 플라스틱을 함유하는 폐 재료로부터 플라스틱 또는 다른 구성 성분의 회수(B29B-017)가 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 한국 특허의 출원동향이 세계적인 추세와 차이가 있는 것을 확인할 수 있으며, 앞으로 폴리스티렌 수지의 화학적인 방법에 의한 재활용 기술에 대한 연구개발이 많이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 미국 특허는 일본이나 유럽 지역의 특허에 비해 그 수는 많지 않으나 화학적인 방법에 의한 재활용 기술이 차지하는 비중이 크고 상대적으로 물리적, 기계적인 방법에 의한 폴리스티렌 수지의 재활용 기술이 차지하는 비중이 작은 것으로 나타났다. C08J-011 분류에 해당하는 특허의 비율은 일본 출원특허가 전체 303건 중 217건으로 76.6%, 유럽 출원특허가 전체 113건 중 71건으로 62.8%, 미국 출원특허가 전체 32건 중 23건으로 71.9%, 한국 출원특허가 전체 전체 26건 중 17건으로 65.4%였다. 한편, B29B-017 분류에 해당하는 특허의 비율은 각각 48.5%, 54.9%, 12.5%, 73.1%였다.

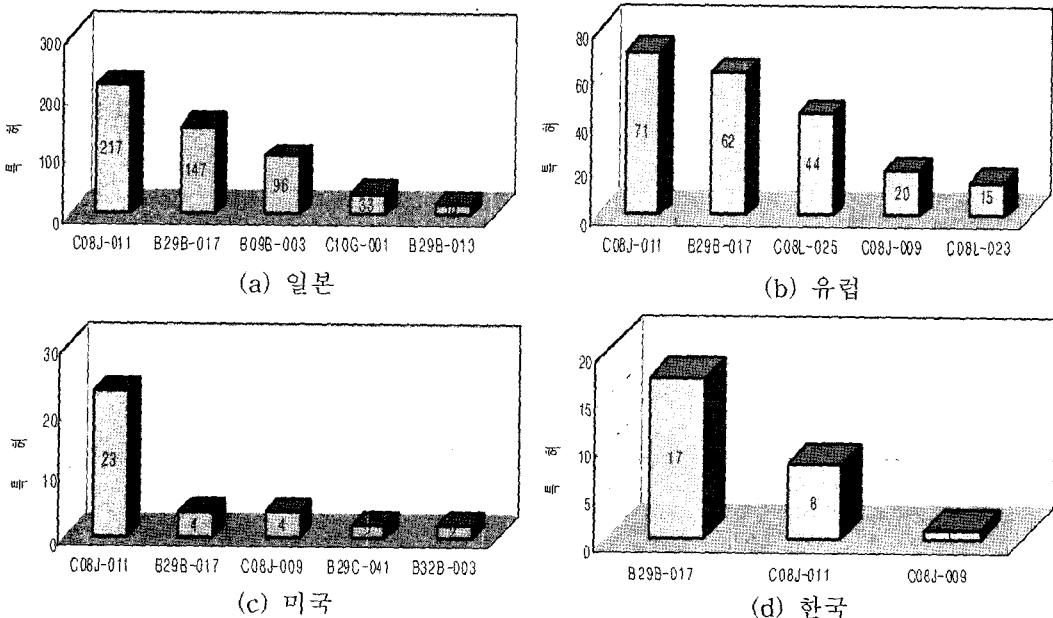


Fig. 9. The number of patents by IPC for major countries(1974-2002). (IPC 분류 : Table 1 참조)

### 2.5. 주요 출원인 국적 별 특허출원건수 및 연도 별 출원동향분석

주요 출원인 국적 별로 특허출원건수와 출원동향을 분석하였다. 출원인 국적 별로 분석을 하면 각 국가 별 기술력을 보다 정확하게 비교할 수 있다. 다만 출원인이나 출원인의 국적이 불분명한 특허가 있어 전체 중 일부의 특허는 통계에서 제외되었다. Fig. 10과 Fig. 11은 출원인 국적 별로 특허출원건수를 나타낸 그래프이다. 일본이 325건으로 가장 많은 특허를 출원했으며 유럽이 109건, 중국이 41건, 미국이 27건이며 한국은 23건으로 미국에 이어 전체 5위권에 해당한다. 기타 지역이 5건을 출원하였고 출원인의 국적을 알 수 없는 특허가 5건 있었다. 유럽 지역에서는 독일이 73건으로 가장 많은 특허를 출원하였으며 독일 이외의 유럽 국적 출원인들의 출원건수는 많지 않다. 전반적으로 일본이 폴리스티렌 수지의 재활용 기술을 선도하고 있으며 그 뒤를 독일, 중국, 미국, 한국의 4개국이 따르고 있는 것으로 보인다.

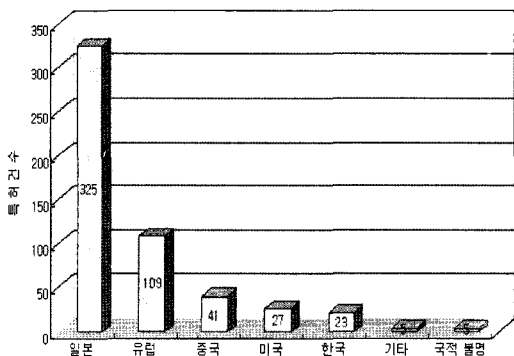


Fig. 10. The number of patents by nationalities of submitters (1974-2002).

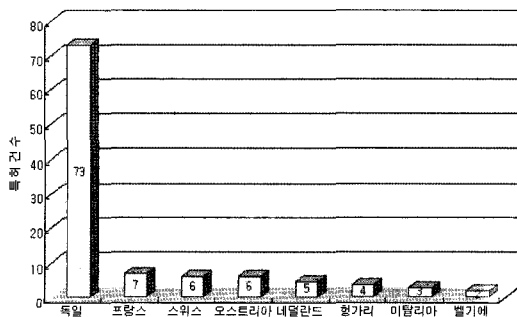


Fig. 11. The number of patents by nationalities of submitters (1974-2002, Europe Area).

Fig. 12는 출원인의 국적에 따른 특허출원동향을 보여주고 있다. 출원국가 별 특허출원동향을 표시한 Fig. 2, 3과 비교할 때, 최근 일본과 중국, 한국의 특허출원이 증가세에 있음이 더 잘 드러나며 유럽의 경우 1990년대 후반부터 출원건수가 감소세에 있음을 확인할 수 있다.

### 2.6. 출원인 별 출원동향분석

#### 2.6.1. 출원인 별 특허출원건수 및 연도 별 출원동향

Fig. 13은 폴리스티렌 수지 재활용 기술관련 특허를 출원한 주요 출원인들의 출원건수를 보여주고 있다. 가장 많은 특허를 출원한 출원인은 일본 그룹 MITSUI로 총 16건의 특허를 보유하고 있다. 역시 일본 기업인 SONY와 MATSUSHITA가 각각 15건과 12건을 출원하여 뒤를 잇고 있으며, 독일 BASF가 11건을 출원하였다. 상위 7위 출원인 중 BASF를 제외한 6개 출원인

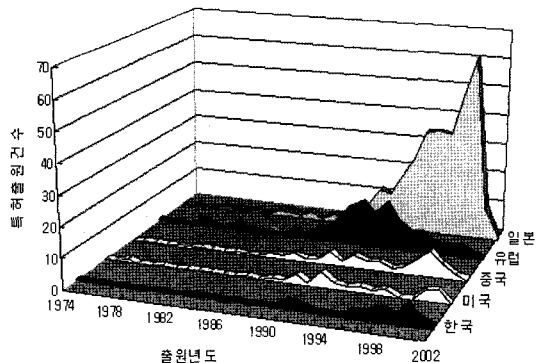


Fig. 12. The trends of patents submission by the nationalities of major submitters.

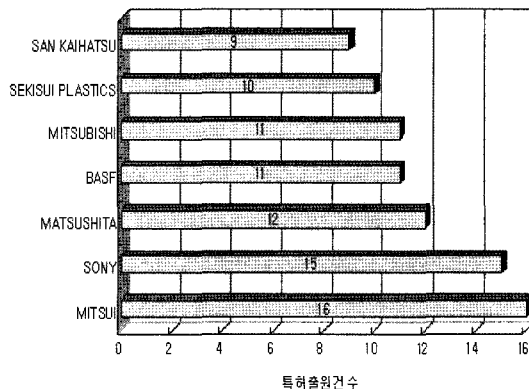


Fig. 13. The number of patents submission by major submitters (1974-2002).

들은 모두 일본 기업이다. 5건 이상의 특허를 보유한 출원인은 모두 17인으로 이중 14인이 일본 국적이며 독일이 2인, 미국이 1인이다.

2.6.2. 주요 출원인 별 출원특허 내용 분석

Fig. 14는 주요 출원인들의 연도별 특허 출원 동향을 나타낸 것으로 각 출원인 별 다음의 특징을 갖고 있다.

(가) MITSUI (일본)

그를 계열사인 MITSUI PETROCHEM IND를 중심으로 많은 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다. MITSUI PETROCHEM IND는 특히 플라스틱을 열분해하여 유화시키는 공정에 관하여 총 10건의 특허를 출원하였다.

(나) SONY (일본)

전자제품을 주로 생산하는 SONY는 전자제품의 포장재 등으로 많이 사용하고 있는 EPS의 재활용에 관한 특허를 많이 출원하였다. 특히 용매를 이용하여 EPS를 처리하고 PS와 용매를 회수하는 기술에 대한 특허출원이 대다수를 차지하고 있다. 최근에는 폐PS로부터 저분자량 polystyrenesulfonate를 생산하는 기술에 대한 특허를 출원하기도 하였다.

(다) MATSUSHITA (일본)

SONY와 함께 일본 굴지의 전자회사인 MATSUSHITA 역시 EPS의 처리와 관련하여 12건의 특허를 출원하였다. 그중 5건은 용매를 사용하여 EPS의 부피를 줄이는 방법에 관한 것이고 나머지는 기타 물리적, 기계적 방법에 의한 폐플라스틱 재활용에 관한 특허이다. 그러나 12건 모두 폴리스티렌 수지의 부피를 줄이기 위한 공정에 관련된 특허들이다.

(라) BASF (독일)

BASF는 특별히 두각을 나타내는 기술이 없고 여러 가지 기술에 대한 특허를 고루 보유하고 있다. 모노머 회수 공정, 용매를 이용한 PS 회수 등 여러가지 기술을 보유하고 있으며 특히 재활용한 수지를 이용하여 다양한 제품을 생산하는 기술에 관한 특허가 많았다.

(마) MITSUBISHI (일본)

그룹 내에 전자회사를 보유한 MITSUBISHI는 11개의 특허 모두가 용매를 이용하여 폐 EPS의 부피를 줄이면서 회수하는 기술에 대한 것이었다.

(바) SEKISUI PLASTICS (일본)

SEKISUI PLASTICS는 폴리스티렌 시트를 처리하는 기계적인 공정에 대한 특허가 8건으로 대다수를 차지하였다.

(사) SAN KAIHATSU (일본)

SAN KAIHATSU는 9건의 특허 중 8건의 특허가 스티렌 모노머의 회수에 관한 특허로 촉매를 사용한 열분해 공정을 사용한다.

2.7. 재활용 기술 별 출원동향분석

2.7.1. 물리적 재활용 기술과 화학적 재활용 기술의 출원동향 비교

폐플라스틱의 재활용 방법은 크게 물리적 재활용 기술과 화학적 재활용 기술로 나눌 수 있다. 물리적 재활용이란 기계적 재활용 혹은 material recycling이라고도 할 수 있는데 물질에 화학적인 변화를 주지 않고 이를 다시 회수하거나 가공하여 재활용하는 방법을 말한다. 반면 화학적 재활용은 물질에 화학적인 변화가 가해지는 것으로 모노머 회수, 유화, 가스화, 기능성 플라스틱

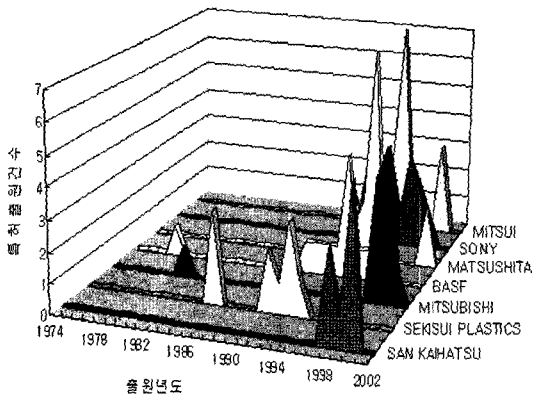


Fig. 14. The yearly trends of patents submission by major submitters.

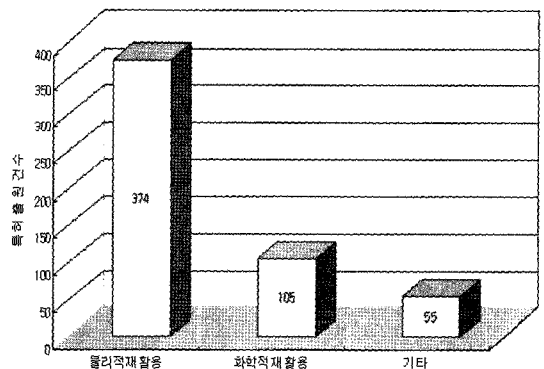


Fig. 15. The comparison of number of patents between chemical and physical recycling technologies(1974-2002).



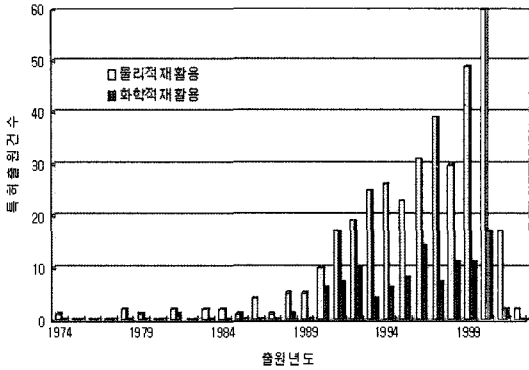


Fig. 16. The yearly trends of patents submission for the physical and chemical recycling technologies.

제조 등이 이에 해당한다. Fig. 15는 물리적 재활용 기술과 화학적 재활용 기술의 특허 출원 건수를 비교한 것이다. 폐 폴리스티렌계 수지의 재활용 기술에 관한 특허 534건을 분석한 결과 물리적 재활용 기술이 374건, 화학적 재활용 기술이 105건, 기타 55건이 있었다. 기타 55건은 분류하기가 모호하거나 분류하기에 정확한 정보가 부족한 특허들이다. 물리적 재활용 기술에 관한 특허가 화학적 재활용 기술에 관한 특허에 비해 3.5배 이상 많은 것으로 나타났다. 물리적 재활용 기술이 차지하는 비중은 70%가 넘었다.

Fig. 16은 연도 별로 물리적 재활용 기술과 화학적 재활용 기술 관련 특허의 출원동향을 도시한 그래프이다. 두 기술 모두 1990년대 들어서면서 활발히 특허가 출원되기 시작하였고 현재까지 물리적 재활용 기술이 차지하는 비중이 매우 높은 것을 알 수 있다. 물리적 재활용 기술은 현재까지 성장기에 있으며 곧 성숙기에 접어들 것으로 판단된다. 반면 화학적 재활용 기술은 아직 본격적으로 성장기에 진입하지는 않은 것으로 보인다.

2.7.2. 물리적 재활용 기술 특허출원동향

물리적 재활용은 여러 공정이 있을 수 있으나 크게 용매를 써서 폐플라스틱을 용해시켜 회수하는 기술과 용매를 사용하지 않는 기술로 나눌 수 있다. Fig. 17에서 보는바와 같이 폐플라스틱 재활용 기술이 본격적으로 연구되기 시작한 1990년대 초반에는 용매를 사용하지 않는 기술에 관한 특허출원이 더 많았지만 1994년 이후로 용매를 사용하는 기술에 대한 특허출원건수가 더 많아졌으며 2000년에는 47대 13으로 용매를 사용하여 폐 폴리스티렌 수지를 회수하는 기술에 대한 출원이 압도적으로 많았다. 이는 전자제품 등의 포장재로 많이

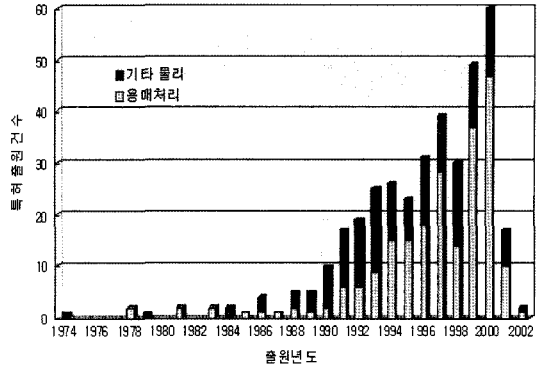


Fig. 17. The trend of patents submission for physical recycling technologies.

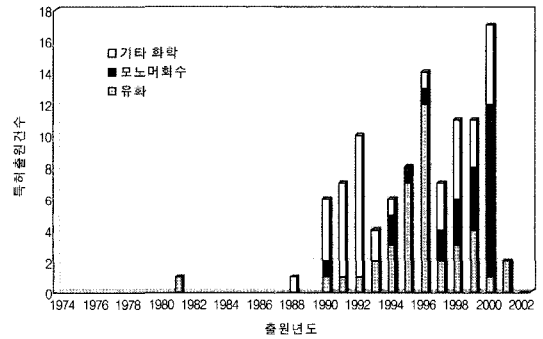


Fig. 18. The trend of patents submission for chemical recycling technologies.

사용되는 EPS를 회수하여 폴리스티렌을 다시 사용하기 위한 것으로 특히 SONY, MASTSUSHITA 등의 전자업계의 대기업들이 적극적으로 폴리스티렌 수지의 재활용에 참여한 결과로 보인다. 현 시점에서 용매를 사용하여 폴리스티렌 수지를 회수하는 기술에 대한 신규 참여는 힘들 것으로 보인다.

2.7.3. 화학적 재활용 기술 특허출원동향

Fig. 18은 화학적 재활용 기술의 세부 기술별 특허출원 동향을 나타낸 것이다. 화학적 재활용 기술의 세부기술은 크게 유화기술과 모노머 회수기술, 기능성 플라스틱 제조 등이 있다. 화학적 재활용 기술은 1990년대에 10년 동안 뚜렷한 경향을 보이는데 1990년대 중반에는 플라스틱의 유화기술에 관한 특허가 많이 출원되었다가 그 이후로는 스티렌 모노머의 회수기술 관련 특허가 점차 증가하는 경향을 보이는 것이다. 이는 화학적 재활용 기술의 거의 대부분을 차지하는 크래킹(cracking) 공정에서 최종 목표로 하는 생성물에 대한

관심이 오일에서 모노머로 바뀌고 있음을 의미하며, 크래킹 공정의 산물을 연료로 사용하지 않고 화학 원료로 사용하려는 의도가 있음을 알 수 있게 한다.

### 3. 결 론

폐 폴리스티렌 수지의 재활용에 대한 관련 기술의 추이 및 동향을 1974년부터 2002년에 걸친 기간을 대상으로 특허 출원 검색을 통하여 조사하였으며 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 재활용 기술이 일본에 의해서 주도되고 있음을 알 수 있다. 국가별 순위를 보면, 1위는 303건(56.7%)이 출원된 일본이며, 71건(13.3%)이 출원된 독일이 2위이다. 중국 출원특허가 39건으로 그 다음이며 이어서 미국, 독일을 제외한 유럽연합, 한국 순이며 한국 특허의 점유율은 24건으로 전체의 4.5% 정도이다.

2. 세부기술 분야에서는 화학 및 야금 분야(C Section)에 해당하는 특허는 전체의 76%에 해당하는 407건으로 Main Group 별로는 화학적 방법에 의한 유기고분자 화합물 폐기물의 회수 또는 처리(C08J-011)가 367건으로 가장 많았다.

3. 물리적 재활용 기술에 관한 특허가 화학적 재활용 기술에 관한 특허에 비해 3.5배 이상 많은 것으로 나타났다. 물리적 재활용 기술이 차지하는 비중은 70%가 넘

었다.

4. 1990년대 후반에 들면서 화학적인 방법에 의한 재활용 기술의 증가가 현저하며 향후 폴리스티렌 수지의 재활용 관련 기술은 물리적, 기계적 방법에서 벗어나 화학적인 방법에 의한 재활용 기술이 주를 이룰 것으로 예상된다.

5. 화학적 재활용에 있어서 1990년대 중반에는 플라스틱의 유화기술에 관한 특허가 많이 출원되었다가 그 이후로는 스티렌 모노머의 회수기술 관련 특허가 점차 증가하는 경향을 보이는 것이다.

화학적 처리단계를 거치는 chemical recycling 기술을 통하여 모노머와 같은 원료로 자원화함으로써 경제성을 크게 향상시킬 수 있으며 더욱이 PS 계 혼합폐플라스틱은 범용 플라스틱 중 가장 전환수율이 높고, 모노머의 가격측면에서 경제성이 높기 때문에 SM을 회수하는 공정기술에 관한 특허 출원이 증가하리라 사료된다.

### 참고문헌

1. <http://www.uspto.gov>
2. <http://www.delpion.com>
3. <http://www.epo.org>
4. <http://www.jpo.go.jp>
5. <http://www.kipris.or.kr>

---

#### 姜 泰 遠

- 1989 美國 오클라호마 州立大學 化學工學 博士
- 1989 美國 Western Research Institute Engineer
- 1990 韓國 動力資源 研究所 工程開發室 先任 研究員
- 현재 國立公州大學校 化學工學部 教授

---

#### 姜 炅 碩

- 1990 韓石化石油化學(주) 中央研究所 首席研究員
- 1999 韓國科學技術院 化學工學課 研究教授
- 현재 (주)시온텍 代表理事/忠南大學校 工科大學 化工課 兼任教授

---

#### 鄭 鎮 己

- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 금속회수연구실 실장
- 본 학회지 제10권 6호 참조

---

#### 李 在 千

- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 부장
- 본 학회지 제10권 6호 참조