

오일샌드 역청 개질 기술의 특허정보 분석

이기봉 · 전상구 · 노남선[†] · 김광호 · 신대현 · 김선욱* · 김용현*

한국에너지기술연구원 대체연료연구센터, *한국석유공사
(2008년 8월 1일 접수, 2008년 10월 10일 채택)

Patent Analysis of Oil Sands Bitumen Upgrading Technologies

Ki Bong Lee, Sang Goo Jeon, Nam Sun Nho[†], Kwang Ho Kim, Dae Hyun Shin, Seon Wook Kim*, and Yong Heon Kim*

Alternative Fuels Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-343, Korea

*Korea National Oil Corporation, Gyeonggi 431-711, Korea

(Received August 1, 2008; accepted October 10, 2008)

오일샌드는 원유성분이 함유되어 있는 모래로 중전에는 높은 생산비용으로 인해 큰 관심을 끌지 못했지만, 최근 고유가 시대를 맞아 새로운 대체원유로서 세계적으로 주목받고 있다. 특히 오일샌드로부터 추출한 역청을 개질(upgrading)하여 합성원유를 만드는 기술을 통해 그 가치 및 활용가능성을 더욱 넓힐 수 있다. 본 연구에서는 개질 기술이 출원되기 시작한 1969년부터 2006년까지 미국, 캐나다, 일본, 유럽, 한국의 213건의 특허를 수집하여 특허출원 동향 분석을 수행하였다. 개질 기술은 수소화 분해 기술, 코킹 기술, 열분해 기술, 아스팔텐 제거 기술, 초임계 기술, 생물학적 기술, 수소화 처리 기술, 가스화 기술 및 기타 기술의 9가지 세부기술로 나누어 정리하였다. 오일샌드로부터 합성원유 생산 기술 중 개질 기술은 1970년대 이후 특허 출원 건수가 증가하다가 1980년대 초반에 가장 많은 특허를 출원하였고, 최근 들어 다시 서서히 증가하는 경향을 보이고 있다. 다른 나라에 비해 오일샌드 관련 기술력이 취약한 한국도 자원 자주개발을 높이기 위해 오일샌드 생산 및 활용기술, 특히 축적된 석유정제 기술력에 기반한 개질 기술 개발이 필요한 상황이다.

Oil sands had not received enough attention due to high production cost. However, as oil price significantly increases, oil sands are receiving more and more interest as unconventional crude oil. The value and applicability of oil sands can be enhanced by upgrading oil sands bitumen to produce synthetic crude oil (SCO). This study analyzed 213 oil sands upgrading patents applied between 1969 and 2006 in US, Canada, Japan, Europe, and Korea. The upgrading technologies could be classified into 9 detailed technologies; hydrocracking, coking, thermal cracking, deasphalting, supercritical technology, bio-technology, hydrotreating, gasification, and others. The number of patents applied for oil sands upgrading increased after 1970, reached a maximum in the early 1980, and slowly increases again in recent years. Korea has a lack of technologies for oil sands. Therefore, the technologies for oil sands production and application, specially, upgrading technologies based on accumulated oil refinery technologies need to be developed to increase self-development ratio of energy resource.

Keywords: oil sands, bitumen, upgrading technology, patent analysis

1. 서 론

현재까지 일반적으로 사용되고 있는 석유제품은 경질원유에 의해 제조되고 있으나, 이러한 원유 매장량은 1조 배럴 정도로서 2010년 근방에서 원유 생산 정점에 도달한 후에 점차적으로 생산량이 감소할 것으로 예측되고 있다[1]. 또한 중국 및 인도 등 신흥공업국의 급격한 수요증가로 인해 2005년부터 고유가 시대가 본격적인 막이 올라 현재 원유 1 배럴당 100 달러를 넘는 초고유가 상황까지 나타나고 있다. 이러한 상황으로 인해 지속가능하고 효율적인 석유대체에너지의 개발과 이용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 아울러 절대적인 수요가 증가하는 원유를 지속적

로 공급받기 위한 일환으로 심해, 심부, 극지 등이나 오일샌드, 오일셰일 등과 같은 비재래 화석에너지 개발에 관한 관심이 증가되고 있다. 특히, 높은 개발비용과 생산비용으로 인해 그동안의 저유가 시대에는 방치되어 왔던 오일샌드가 고유가 및 기술 발전으로 인해 새롭게 각광받고 있으며, 이의 매장량은 전세계 석유 매장량의 약 3배로 비재래형 연료를 활용할 가능성은 더욱 증가할 것으로 예측된다. 또한, 자원개발 뿐만 아니라 양질의 석유대체연료를 생산하는 기술이 개발되어 진다면, 가장 효율적이고 실용적인 에너지가 될 것으로 여겨지고 있다.

오일샌드(oil sands)는 역청(bitumen), 모래(quartz sand), 점토(clay), 물 및 미량의 미네랄로 이루어져 있는데 매장위치에 따라 다소 성분이 다를 수 있으나, 75~85% 무기물질(모래, 점토, 미네랄 등), 2~10%의 물과 3~18%의 역청으로 구성되어 있다(Figure 1)[2]. 오

[†] 교신저자 (e-mail: nsroh@kier.re.kr)

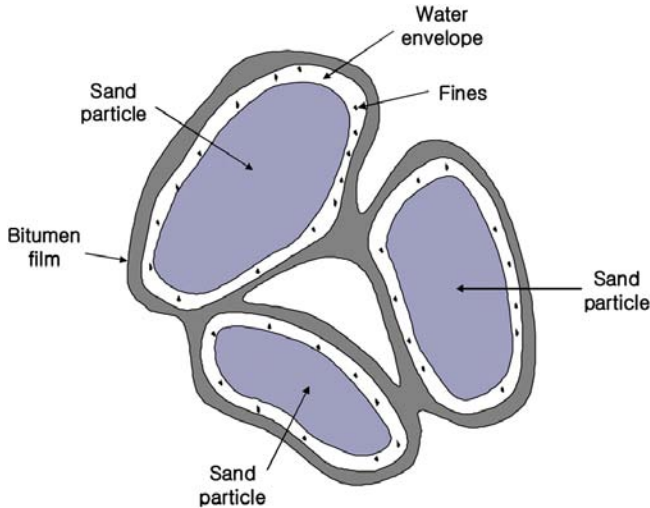


Figure 1. Oil sands composition diagram.

일샌드는 전세계적으로 70여개국에 분포되어 있으나, 전체 매장량의 75% 정도가 캐나다와 베네수엘라 두 나라에 집중되어 있다. 오일샌드 자원 개발에 따라 캐나다에서 생산되는 원유의 대략 50% 정도가 오일샌드에서 생산되며, 이에 따라 캐나다는 현재 미국에 대한 가장 큰 석유 수출국이 되었다. 베네수엘라도 대량의 오일샌드를 생산하였으나, 정치적인 불안으로 인해 그 생산량이 줄어든 상태이다.

일반적으로 채굴한 오일샌드 2톤에서 1 배럴의 합성원유(synthetic crude oil, SCO)를 생산할 수 있다. 오일샌드의 고부가가치화를 위해서는 ① 오일샌드를 채굴(mining)하여 이로부터 역청을 뽑아내거나(extraction) ② 지하에 있는 오일샌드로부터 역청을 직접 회수한(recovery) 후, ③ 개질(upgrading) 기술을 통하여 합성원유를 만드는 과정을 거치는데, 이때 얻어지는 합성원유는 residue가 거의 없으나 aromatic 성분이 많다는 점을 제외하고는 서부 텍사스산 원유(West Texas Intermediate, WTI) 특성과 유사하다[3]. 개질 공정의 주요 생산물인 합성원유는 일반원유와 같이 정제공정을 거쳐 다양한 석유화학제품 생산에 이용된다[4].

특허 분석에 의한 기술동향 파악은 기존에 수행되었던 관련 기술의 연구내용 파악뿐만 아니라, 향후 연구의 방향을 설정하는데 중요한 자료로 활용될 수 있으며, 연구내용이 중복되는 것을 사전에 막아주는 역할을 한다[5]. 이에 본 연구에서는 오일샌드로부터 합성원유 생산 원천기술 중 개질 기술의 세부기술과 관련하여 1970년부터 2007년 1월까지 공개된 미국, 캐나다, 일본, 유럽, 중국 그리고 한국의 특허정보를 분석하였으며, 이를 통하여 연도별, 국가별 기술동향을 파악하고자 하였다.

2. 기술의 분류 및 정의

Table 1은 오일샌드로부터 합성원유 생산기술 중 개질 기술을 그 세부기술별로 분류한 것이다.

2.1. 기술의 분류

오일샌드로부터 합성원유를 생산하는 기술 중 개질 기술은 Table 1과 같이 기술의 중요도와 특성을 고려하여 수소화 분해 기술, 코

Table 1. Classification of Oil Sands Bitumen Upgrading Technologies

Technology	Classification
Oil sands bitumen upgrading	Hydrocracking (수소화 분해 기술)
	Coking (코킹 기술)
	Thermal cracking (열분해 기술)
	Deasphalting (아스팔텐 제거 기술)
	Supercritical technology (초임계 기술)
	Bio-technology (생물학적 기술)
	Hydrotreating (수소화 처리 기술)
	Gasification (가스화 기술)
	Others (기타 기술)

킹 기술, 열분해 기술, 아스팔텐 제거 기술, 초임계 기술, 생물학적 기술, 수소화 처리 기술, 가스화 기술, 기타 기술의 9가지 세부기술로 나누어 볼 수 있다.

2.2. 기술의 정의

오일샌드 역청은 탄소, 수소, 황, 질소, 산소 그리고 소량의 중금속으로 구성된 분자구조로 되어 있는데, 개질시키기 위해서는 탄소를 제거하거나 수소를 첨가하여 크고 복잡한 분자구조를 작게 깨어주어야 한다[6]. 역청으로부터 합성원유를 생산하는 공정은 열악한 성상으로부터 경질화 및 품질의 개선을 통하여 불순 물질이 없는 양호한 품질의 고급 연료유를 얻고자 하는데 기본적인 목적을 두고 있다. 이러한 목적에 부합하기 위해서 개질 공정기술은 (1) 경질액체유 수율의 최대화, (2) 쓸모없는 개질 부산물 발생의 최소화 및 다른 유용한 물질로의 전환, (3) 각종 다양한 원료유에 대한 공정의 유연성, (4) 촉매 사용 효능의 최대화 및 수소 소비량의 최소화, (5) 반응조건의 완화 및 공정의 소비 에너지와 투자비의 절감 등의 기술, 경제적 요인들이 고려되어 다양한 종류의 공정들이 개발되어 왔다.

역청의 개질 공정은 크게 수소첨가 공정과 탄소 제거공정으로 구분되어지는데 기존에 널리 사용되어진 공정이 탄소 제거공정인 코킹(coking) 공정에서는 역청을 대략 500 °C로 가열하여 길고 무거운 탄화수소 분자들을 작고 가벼우며 정제가능한 분자들로 바꾸어 놓고, 탄소가 농축된 코크(coke)를 부산물로 생성한다. 역청의 개질에 이용되고 있는 상용화 공정으로는 delayed coking과 fluid coking의 두 공정이 있다[7].

고온의 조건에서 고압의 수소를 첨가함으로써 수소가 많이 포함된 경질 탄화수소를 만드는 기술을 수소화 분해(hydrocracking) 기술이라고 한다. 이러한 공정은 재래형 원유보다 탄소의 함량이 많고 수소가 적게 포함된 역청의 개질을 위해 필요하다. 이상적인 코킹 공정은 순수한 탄소를 역청으로부터 분리시키는 공정이지만 코킹 공정을 통하여 수소의 유출이 발생하게 되고 개질공정의 효율이 떨어지는 문제점이 있다. 이에 반해 역청에 수소를 첨가하는 공정인 수소화 분해 공정은 양질의 연료를 생산하는 성능이 매우 높은 장점이 있지만, 과도한 수소의 소비와 촉매의 비활성화로 인하여 발생하는 촉매의 내구성 문제가 합성원유를 생산하는 기술의 걸림돌로 작용하고 있다.

본 연구에서 열분해(thermal cracking) 기술은 코킹 기술을 제외하고 열을 가하여 탄화수소 분자를 깨거나 재배열하는 기술로 정의,

Table 2. Classification of the Patents by Countries

Country	Period	Source	Number of patent
USA			114
Canada		Kipris[12],	63
Japan	1969.01 ~2006.09	Delphion[13],	21
Europe		Wips[14],	14
Korea		CIPO[15]	1

분류하였다. 상압과 400~500 °C의 아주 높지 않은 온도에서 역청의 탄화수소 분자를 깨어주어 점도를 낮추는 visbreaking을 한 예로 들 수 있다[7].

아스팔텐 제거(deasphalting) 기술은 n-pentane이나 n-heptane 등의 유기 용매를 역청에 혼합해 주어 아스팔텐(asphaltene)을 제거하는 기술을 지칭한다. 아스팔텐은 정제 과정의 효율을 저해하고, 촉매의 비활성화와 코크 생성의 원인이 된다고 알려져 있다[8].

초임계 기술(supercritical technology)은 역청의 개질에 고온, 고압의 초임계 조건이 이용된 기술을 모두 포함하였다. 초임계 유체를 개질 공정에 이용함으로써 코크와 light gas 생성을 줄이면서 역청의 밀도와 점도를 낮추는 연구들이 수행되어 왔다[9].

생물학적 처리 기술(bio-technology)은 바이오 촉매(bio-catalyst)를 이용하여 역청에 다량으로 포함되어 있는 방향족 화합물의 고리구조와 아스팔텐을 깨어주거나 미생물을 이용하여 역청의 점도를 낮추고 황성분을 제거함으로써(bio-upgrading) 역청의 품질을 높이는 바이오 기술을 포함한다. 특히 개질공정의 전단부에서 생물학적 처리 기술을 이용함으로써 후단부의 수소화 처리 공정이 보다 쉽게 운전될 수 있고, 결과적으로 소모되는 에너지와 발생하는 이산화탄소의 양을 줄일 수 있다[10].

수소화 처리(hydrotreating) 기술은 코킹이나 수소화 분해 공정을 거쳐 생성된 합성원유를 300~400 °C의 온도로 가열하여 고압 조건에서 수소와 혼합, 반응시킴으로써 불포화된 분자들을 안정시키는 기술이다. 수소화 처리를 통해서 생성된 합성원유가 최종 정제 과정에서 추가 반응이 진행되어 화학구조가 변형되는 것을 막고, 특히 질소, 황, 중금속 등의 불순물을 제거함으로써 환경문제나 이후 처리공정에서 촉매의 비활성화를 줄일 수 있다.

가스화(gasification) 기술은 역청을 개질하는 직접적인 기술은 아니지만, 부산물로 생성되는 코크나 피치(pitch)를 부분 산화함으로써 개질 공정에 필요한 열에너지와 수소화 분해 및 수소화 처리에 사용되는 수소를 공급하게 된다[11]. 기존 오일샌드 역청 개질에 필요한 에너지와 수소는 천연가스를 통해서 주로 공급되었으나, 천연가스의 가격 상승과 공급량 한계의 문제점 때문에 코크의 가스화 기술이 주목받고 있다.

기타(others) 기술로는 앞에서 언급된 기술들 이외에 역청의 개질에 직접 또는 간접적으로 연관된 기술로, 개질 과정에서 불순물이나 오염물질을 처리하는 기술이나 역청의 품질을 향상시키기 위한 새로운 기술 등을 포함한다.

3. 특허검색대상 및 분석 기준

3.1. 특허검색 대상

본 연구에서는 특허출원 동향 분석을 위하여 Table 2와 같이 개

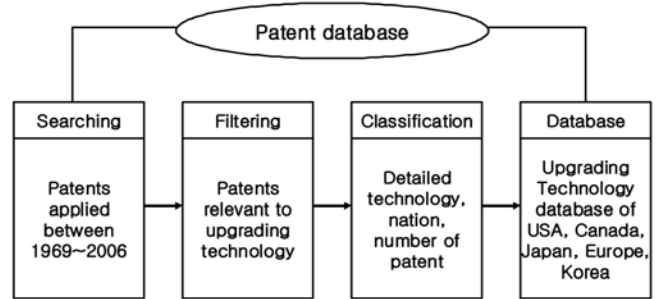


Figure 2. Procedure for patent analysis and database building.

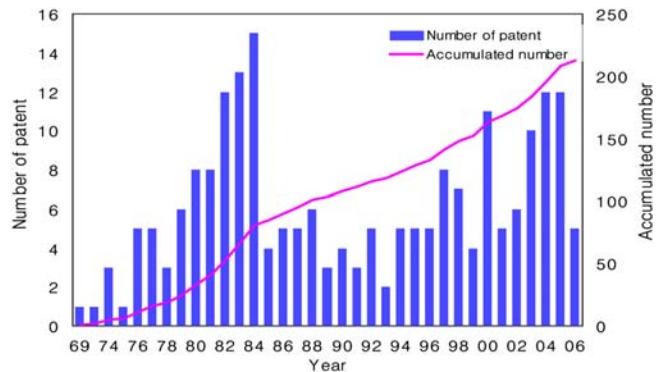


Figure 3. Trend of the number of patents applied for oil sands bitumen upgrading.

질 기술이 출원되기 시작한 1969년부터 최근까지의 미국, 캐나다, 일본, 유럽, 한국의 특허를 수집하여 사전작업을 걸쳐 최종 분석 데이터를 구축하였다. 첫 번째 단계로 오일샌드 역청과 관련된 검색어를 조합하여 특허를 검색함으로써 자료를 수집하였고, 이후 추출된 특허를 기술에 따라 재분류하였다. 오일샌드로부터 합성원유 생산 원천기술의 특허 수집과정에서 채굴 기술 334건, 추출 기술 668건, 연료화 기술 54건, 기타 기술 15건 등이 있었지만, 본 분석에서는 이러한 특허는 제외하고, 개질 기술 개발을 위한 핵심기술 위주로 진행하였다.

3.2. 데이터 구축

Database (DB) 구축은 Figure 2와 같이 4단계로 나눌 수 있다. 개질 기술 관련 키워드의 조합 식을 사용하여 수집된 원 데이터(raw data)는 국제특허 분류(International Patent Classification, IPC), 개질 기술의 정의 등의 기준에 의해 분석 대상 특허로 213건을 추출하였다. 분석 대상 특허는 기술 분류, 출원인, 출원인 국적, 핵심특허 분류 등의 사전작업을 진행하였고, 이러한 작업에 의해 DB구축을 완료하였다.

분석항목에서 특허활동지수(Activity Index, AI)란 특정 기술 분야에서 특정 출원인의 상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로서, 그 값이 1.0보다 큰 경우에는 상대적 특허활동이 활발함을 나타낸다.

4. 거시적 동향 분석

4.1. 전체 특허동향

Figure 3은 연도별 전체 특허출원 건수 및 누적건수를 나타낸다.

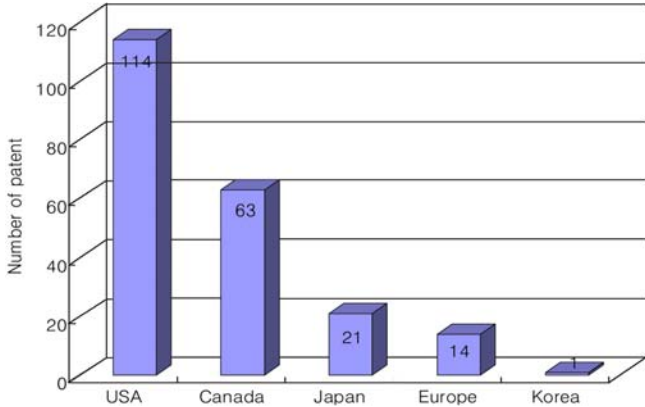


Figure 4. The number of patents applied for oil sands bitumen upgrading in different countries.

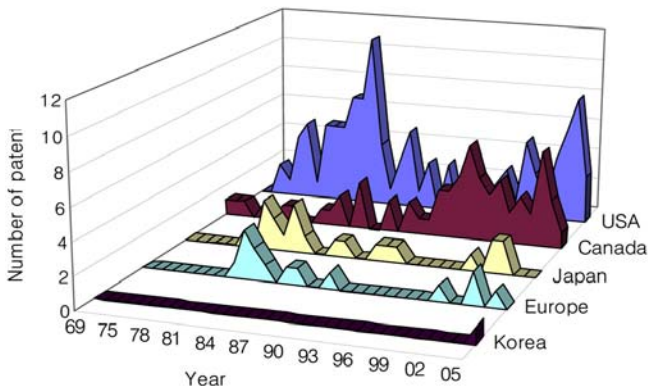


Figure 5. Trend of the number of patents applied for oil sands bitumen upgrading in different countries.

1970년대 이후 특허 출원 건수가 증가하다가 1984년에 15건으로 전년도에 걸쳐 가장 많은 특허가 출원되었는데, 이 해에 Standard Oil이 3건, Veba Oel Entwicklungs, Alberta Research Council이 각 2건 순으로 출원하였다. 1985년부터 급감하여 1990년대 후반까지 평균 5건의 특허가 출원되다가, 2000년대 들어서 10건 이상의 특허가 출원되어 최근 들어 다시 서서히 증가하는 경향을 보이고 있다. 2003년도에 첫 출원을 시작한 Eni Spa는 2003년에 개질 기술 관련 특허를 7건 출원하였고, 2005년에 3건을 출원하는 등 최근 들어 가장 활발한 활동을 하고 있다. 2006년의 최근 특허출원 건수가 감소세를 보이는 것은 출원된 특허들의 많은 수가 아직 심사단계에 있으며 공개 되지 않았기 때문이다.

4.2. 국가별 특허동향

Figure 4는 출원대상 국가 별로 특허출원 건수를 나타낸 그래프이다. 미국에서 114건이 출원되어 전체 213건 중 53.5%의 점유율로 전체 특허의 과반수를 차지하고 있으며, 다음으로 캐나다에서 63건이 출원되어 29.6%의 출원점유율을 보인다. 일본에서는 미국, 캐나다에 이어 21건이 출원되었고, 유럽에서는 14건이 출원되었다. 한국특허는 1건의 특허가 출원되어 가장 낮은 출원건수를 보였고, 중국에서는 개질 기술에 관해 아직 한건의 특허도 출원되지 않았다. 미국과 캐나다 특허의 점유율이 전체의 83% 이상으로 개질 기술 특허출원의 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

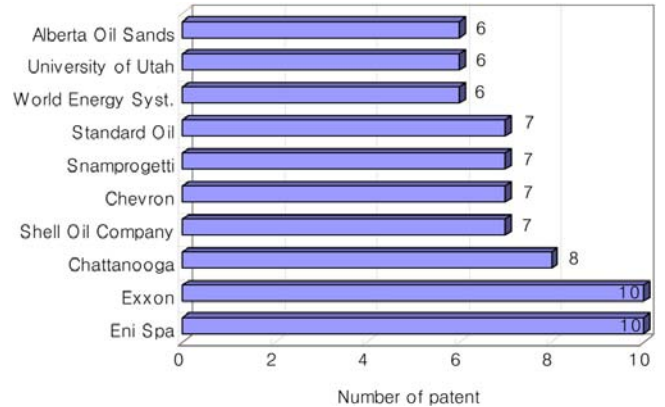


Figure 6. Major applicants of the patents applied for oil sands bitumen upgrading.

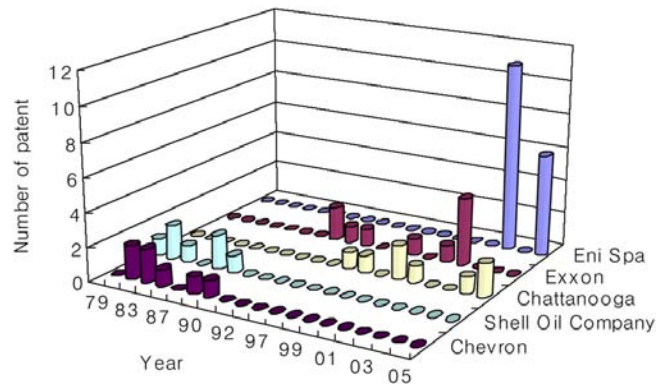


Figure 7. Trend of the number of patents applied for oil sands bitumen upgrading by major applicants.

Figure 5는 연도별 특허출원 동향을 국가별로 나타낸 그래프이다. 미국에서는 1974년 첫 특허출원이 나타난 후, 80년대 초반까지 출원건수가 꾸준히 증가하였다. 80년대 후반부터는 감소하는 경향을 보이다가 2003년부터 다시 증가하는 추세를 보인다. 캐나다에서는 1969년 첫 출원이 시작되어 매년 1건~3건의 특허가 꾸준히 출원되다가, 90년대 후반부터 출원건수가 서서히 증가하는 추세를 보인다. 일본과 유럽에서는 70년대 후반, 80년대 초반부터 90년대 초반까지 약간의 출원건수를 보이다가, 1993년부터 1999년까지 출원된 특허가 없었다. 이후 2000년을 기점으로 다시 1건~2건의 출원건수를 보이고 있다. 한국에서는 2006년에 ‘중탄화수소성 공급 원료의 수소전환 방법’을 제목으로 Research Institute of Petroleum Industry와 NTI의 공동출원으로 첫 출원이 있었다[16].

4.3. 출원인별 특허동향

Figure 6은 개질 기술 특허 출원인 중 다 출원 순으로 선정한 주요 출원인의 출원현황을 나타낸 그래프이다. 이탈리아의 Eni Spa와 미국의 Exxon이 각 10건을 출원하여 가장 많은 특허를 출원하였고, 다음으로 미국의 Chattanooga가 8건, Shell Oil, Chevron, Snamprogetti, Standard Oil이 각각 7건을, World Energy System, University of Utah, Alberta Oil Sands가 각각 6건을 출원하였다. 그런데, 가장 출원건수가 많은 Eni Spa와 Exxon의 특허점유율은 각각 4%로 그리 크지 않은 것을 볼 수 있다. 즉, 특정한 출원인이 다수의 출원을 한 것이

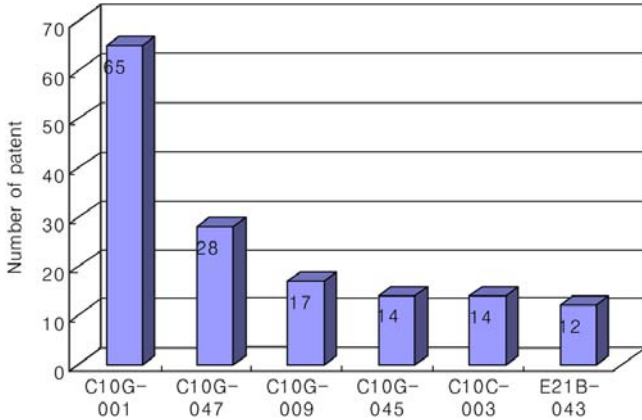


Figure 8. The number of patents applied for oil sands bitumen upgrading sorted by IPC.

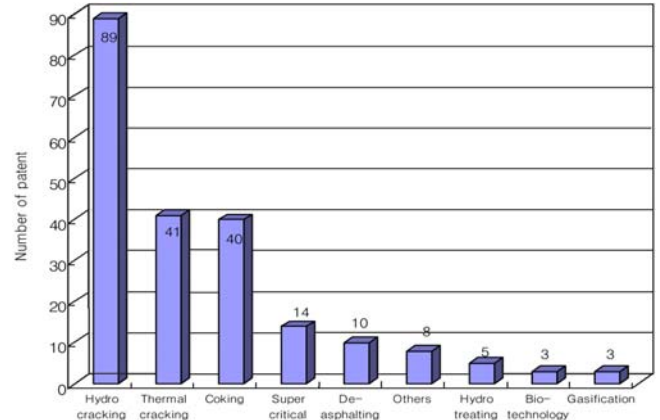


Figure 9. The number of patents applied for oil sands bitumen upgrading sorted by detailed technologies.

아니라 다양한 출원인이 있음을 확인할 수 있다. 또한 주요출원인 대부분이 미국 국적의 회사로 미국이 개질 기술을 주도하고 있음을 확인할 수 있다.

Figure 7은 특허출원 건수가 많은 5개의 출원인을 선정하여 연도별 출원 동향을 나타낸 그래프이다. Eni Spa는 10건 모두가 수소화 분해 기술에 관한 특허이고, 2003년에 첫 출원을 시작하여 최근 가장 많은 특허를 출원하였다. Exxon은 1991년에 열분해 기술과 코킹 기술에 관한 특허를 각 1건씩 출원하였고, 이후 열분해 기술에 관한 특허를 1992년과 1996년에 각각 1건을 출원하였다. 1999년 바이오 기술 1건, 2001년 코킹기술 1건, 2002년엔 수소화 분해 기술관련 특허 4건을 출원하였다. Chattanooga는 8건 모두가 수소화 분해 기술에 관한 특허이고, Shell Oil은 1979년에 열분해 기술에 관한 특허를 1건 출원하였다. 이후 수소화 분해 기술에 관한 특허를 1982년과 1987년에 각 2건을 출원하였고 1983년에 열분해 기술, 1988년 기타 기술 관련 특허를 출원하였다. Chevron은 1982년에 코킹 기술과 수소화 분해 기술에 관한 특허를 각 1건씩 출원하였고, 이후 1983년에 열분해 기술, 코킹 기술 각 1건, 1986년에 수소화 분해 기술 1건, 1988년에 아스팔텐 제거 기술 1건, 1990년에 열분해 기술관련 특허를 1건 출원하였다.

각국의 주요 출원인 상위 10위 이내의 순위를 살펴보면, 수소화 분해 기술 분야에서 전 세계에 특허출원이 가장 활발한 출원인으로는 Eni Spa (이탈리아)와 공동 출원인인 Chattanooga인 것으로 나타난다. 또한 코킹 기술에서는 Jones Mansel E와 MG Technologies (독일), Gulf Oil (캐나다) 순으로 나타나고, 열분해 기술에서는 University of Utah (미국), Engelhard (미국), Exxon (미국) 순으로 나타난다. 아스팔텐 제거 기술에서는 Kellogg Brown & Root (미국)의 출원건수가 2건이고 Yeh, George C. 외 9명의 출원인은 각 1건을 출원하였다. 초임계 기술 관련 특허는 Standard Oil (미국), Berkowitz Norbert, Dunn Stephen R 순으로 나타난다.

4.4. 국제특허분류(IPC)별 특허동향

Figure 8은 국제특허분류별 특허출원건수를 나타낸 그래프이다. C10G-001, “유혈암, 유사, 비용융성 고형 탄소질 원료 또는 유사 원료, 예. 목재, 석탄에서 액체 탄화수소 혼합물의 제조”에 대한 특허가 65건으로 가장 많았고, 다음으로 C10G-047, “낮은 비점 분획을 얻기 위한 수소 또는 수소 발생 화합물의 존재하에서 탄화수소유의

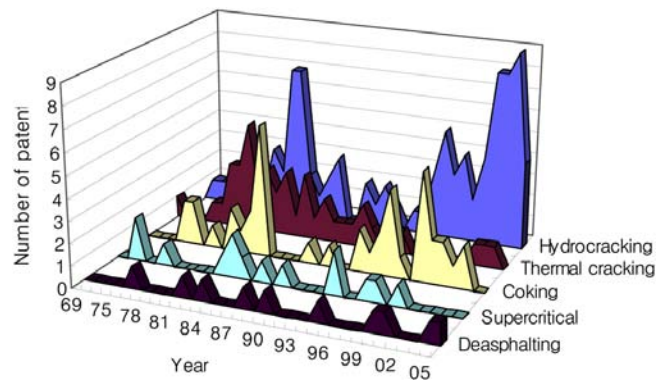


Figure 10. Trend of the patent number of detailed technologies applied for oil sands bitumen upgrading.

분해 종류”에 대한 특허가 28건 출원되었다. C10G-009, C10G-045, C10C-003, E21B-043이 17건, 14건, 14건, 12건이 출원되어 그 뒤를 잇고 있다. 각각에 대한 설명은 다음과 같다. C10G-009은 “탄화수소유의 수소 부재하에 있어서의 비축매성 열분해”, C10G-045은 “수소 또는 수소 발생 화합물을 쓰는 탄화수소유의 정제”, C10C-003은 “피치, 아스팔트, 역청의 처리”, E21B-043은 “채굴장에서 석유, 가스, 물, 용해성 또는 용융성 물질 또는 광물의 현탁액을 채취하기 위한 방법 또는 장치”에 대한 특허이다.

5. 심층적 동향 분석

5.1. 세부기술별 특허동향

Figure 9는 개질 기술의 세부기술에 대한 특허출원 건수를 나타낸 그래프이다. 전체 9가지 세부기술 중 수소화 분해 기술 관련 특허가 41.8%로 가장 많이 출원되어 가장 많은 연구가 진행 중인 것을 알 수 있다. 열분해 기술이 41건, 코킹 기술이 40건, 초임계기술 14건, 아스팔텐 제거 기술 10건, 기타 기술 8건, 수소화 처리 기술 5건, 바이오 기술 3건, 가스화 기술 3건이 출원되었다.

Figure 10은 특허출원 건수가 많은 5개의 개질 기술의 세부기술에 대한 출원 연도별 특허출원 동향을 나타낸 그래프이다. 수소화 분해 기술은 1973년 출원이 시작되어 1982년, 1983년에 7건의 출원

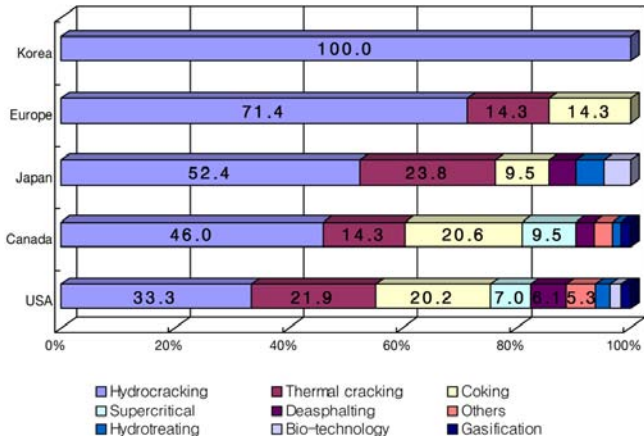


Figure 11. Portion of detailed upgrading technologies for different countries.

이 되었고, 그 이후 3건 이하의 출원건수를 보였다. 2000년대 들어서 출원건수가 증가하기 시작하여 2003년, 2004년에 각 8건, 2005년 9건이 출원되었다. 열분해기술은 1969년 첫 출원을 하였고, 1976년에서 1993년까지 매년 1~5건의 특허를 출원하였다. 1990년대 후반부터 출원건수가 없었다가 2000년대 들어서 2003년에서 2005년에 각 1건의 특허가 출원되었다. 코킹 기술은 1976년 출원이 시작되어 1980년대 초반까지 2건 이하의 출원건수를 보이다가 1984년 6건의 특허가 출원되었으며, 1990년대부터 2년~3년마다 1건~2건의 특허가 출원되었다. 2000년에 5건의 특허가 출원된 이후 매년 1건~2건의 특허가 출원되었고, 2004년 이후 현재까지 출원 건수가 없다. 초임계기술은 1974년 첫 출원을 시작으로, 1977년에 1건, 1983년~1989년에 1건~2건, 1994년 2건, 1997년, 1998년, 2000년에 각 1건의 특허가 출원되었고, 2000년 이후로 현재까지 출원된 특허 건수는 없다. 아스팔텐 제거기술은 1977년 첫 출원이 되었고, 1982년, 1984년, 1988년에 각각 1건씩 특허가 출원되었고, 1990년대 들어서는 1990년, 1995년에, 2000년대 들어서는 2000년, 2001년, 2005년, 2006년에 각 1건의 특허가 출원되었다. 수소화 처리 기술은 1981년 2건의 특허가, 1983년, 1985년, 1995년에 각각 1건의 특허가 출원되었다. 그외 바이오 기술관련 특허는 1992년, 1999년, 2004년에 각각 1건씩 출원되었고, 가스화 기술은 1976년에 2건, 1994년에 1건의 특허가 출원되었다. 기타 기술은 1979년, 1984년에 각각 1건, 1988년에 3건의 특허가 출원되었고, 1995년, 1996년, 2005년에 각각 1건의 특허가 출원되었다.

Figure 11은 개질 기술관련 국가별 세부기술의 점유율을 나타낸 그래프이다. 각 국가별로 수소화 분해 기술이 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 나타나고 있다. 수소화 분해 기술에 대해 가장 많은 특허를 출원한 출원인은 Eni Spa로 10건을 출원하였고, 국가로는 미국에서 38건, 캐나다에서 29건, 일본에서 11건, 유럽에서 10건, 한국에서 1건 순으로 출원이 되었다. 미국에서는 수소화 분해 기술이 38건(33.3%)으로 가장 많고, 열분해 기술 25건(21.9%), 코킹 기술 23건(20.2%), 초임계 기술 8건(7.0%), 아스팔텐 제거 기술 7건(6.1%), 기타 기술 6건(5.3%), 수소화 처리 기술 3건(2.6%), 생물학적 기술 2건(1.8%), 가스화 기술 2건(1.8%) 순으로 나타났다. 캐나다에서는 생물학적 기술에 대한 특허출원은 없으나 나머지 기술에 대해서는 다양하게 특허가 출원되어 미국의 뒤를 이어 두 번째로 많은 특허가 출원되었다. 캐나다에서는 수소화 분해 기술관련 특

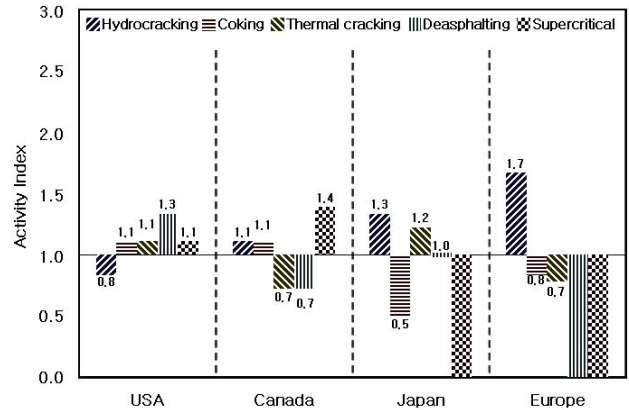


Figure 12. Activity indexes (AI) for different countries.

허가 전체 63건 중 29건(46.0%)이 출원되었고, 코킹 기술 13건(20.6%), 열분해 기술 9건(14.3%), 초임계 기술 6건(9.5%), 아스팔텐 제거 기술과 기타 기술이 각 2건(3.2%)씩 출원되었고, 수소화 처리 기술과 가스화 기술관련 특허가 각 1건(1.6%) 출원되었다. 일본에서는 수소화 분해 기술 11건(52.4%), 열분해 기술 5건(23.8%), 코킹 기술 2건(9.5%), 아스팔텐 제거 기술, 수소화 처리 기술, 생물학적 기술에 대해 각 1건(4.8%)이 출원되었다. 유럽에서는 수소화 분해 기술 10건(71.4%), 열분해 기술과 코킹 기술 각 2건(14.3%)이 출원되었고, 한국에서는 개질 기술관련 세부기술 중 수소화 분해 기술에 대한 특허 1건이 출원되었다.

Figure 12는 개질 기술의 출원대상 국가별 세부기술 중 출원건수가 10건 이상의 기술에 대한 AI (Activity Index)를 나타낸 것이다. AI란 상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로서, 그 값이 1.0보다 큰 경우에는 상대적 특허활동이 활발함을 의미한다. 다음의 수식은 AI 산출방법에 대해 개질 기술에서 수소화 분해 기술분야의 미국의 AI를 예로 보여주고 있다.

$$\left(\begin{array}{l} \text{정질화기술에서} \\ \text{수소화분해} \\ \text{기술분야의} \\ \text{미국의 AI} \end{array} \right) = \frac{\text{미국의 수소화분해 기술건수}(38\text{건})}{\text{미국의 정질화 건수}(114\text{건})} = \frac{\text{정질화 전체건수중 수소화분해 기술건수}(89\text{건})}{\text{정질화 전체건수}(213\text{건})} = 0.8$$

각 기술의 출원대상 국가별 상대적 집중도를 보면 미국에서는 코킹, 열분해, 아스팔텐 제거, 초임계 기술에서 특허활동이 상대적으로 활발함을 알 수 있고, 캐나다에서는 수소화 분해, 코킹, 초임계 기술에서 특허활동이 활발하게 나타나며, 열분해 기술과 아스팔텐 제거 기술은 상대적으로 활동이 적음을 알 수 있다. 또한 일본에서는 수소화 분해 기술과 열분해 기술에서 상대적으로 활발한 특허활동을 보이고 있고, 유럽에서는 수소화 분해 기술, 코킹 기술, 열분해 기술에 관한 특허 활동을 나타내며, 이 중 수소화 분해 기술 분야에 상대적으로 집중하고 있는 것으로 나타남을 알 수 있다. 한국에서는 출원된 개질 기술 특허건수가 1건뿐이기 때문에 AI 값의 의미를 언급하기 어렵다.

5.2. 점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석

Figure 13은 개질 기술의 세부 기술 중 출원건수가 10건 이상인 기술에 대해 출원인수 및 출원건수에 따른 포트폴리오를 나타내고 있다. 일반적인 특허기술 발전의 단계는 특허출원 건수도 증가하

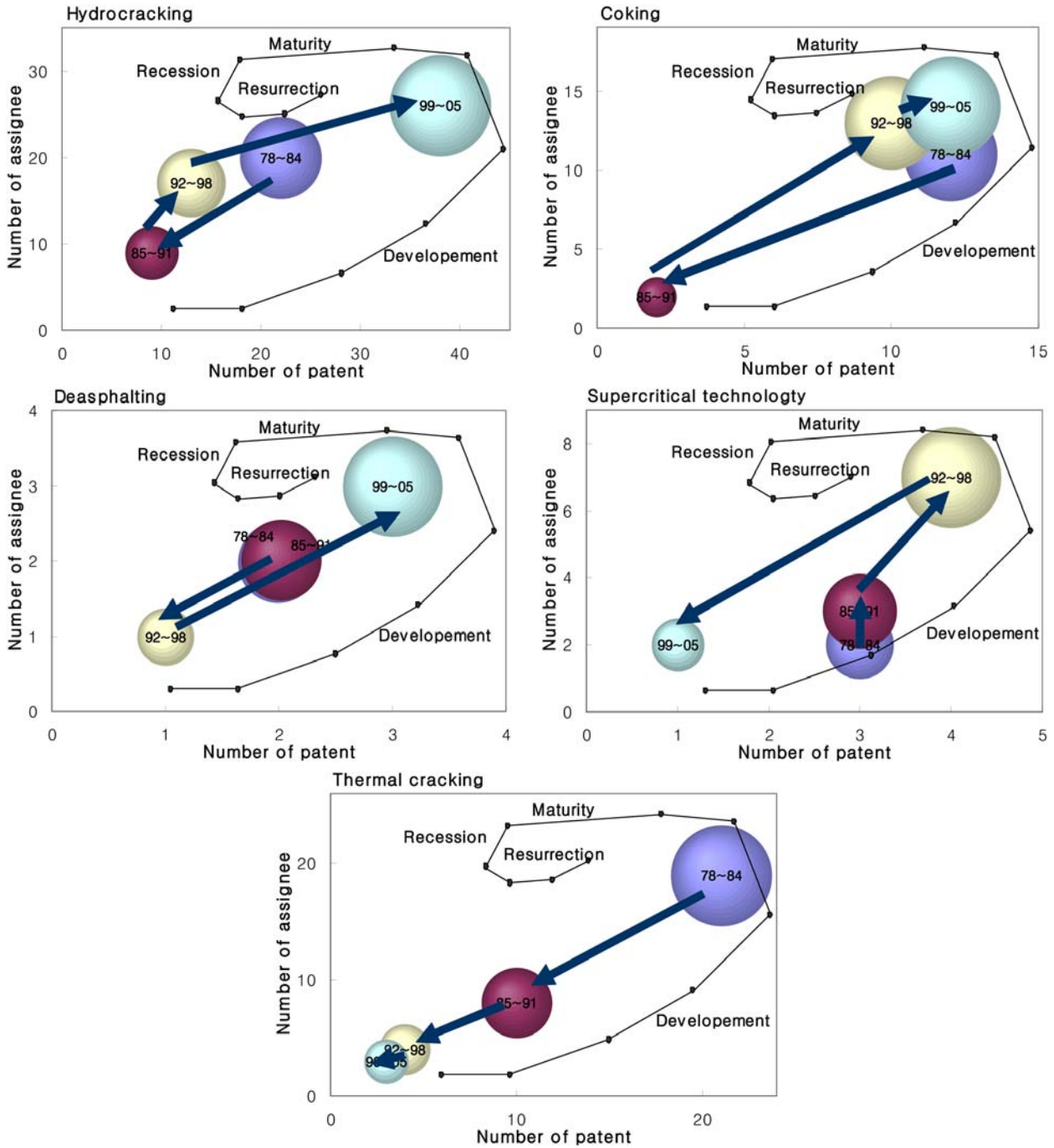


Figure 13. Portfolio of detailed upgrading technologies (patent analysis spans based on the year of application: 1978~1984, 1985~1991, 1992~1998, 1999~2005).

고 출원인수도 증가하는 발전기, 연구개발이 포함되어 출원건수는 점차 감소하나 출원인수는 거의 변화가 없는 성숙기, 출원건수와 출원인수 모두 감소하는 퇴조기로 나누어 볼 수 있다. 포트폴리오 기본 모델에서 수소화 분해 기술과 코킹 기술, 아스팔텐 제거 기술은 발전기 단계에 있는 것으로 나타난다. 특히 수소화 분해 기술 동향은 기술혁신의 주체인 출원인수와 출원건수가 동시에 증가함에 따라, 포트폴리오 기본 모델에서 발전기에 해당하는 것으로 나타나고 있다. 코킹 기술은 출원인수와 출원건수가 모두 증가하는

발전기에 있으나, 발전기에서의 출원인수와 특허건수의 증가폭이 매우 작은 것으로 보아 최근 기간에 발전기에 진입한 것으로 볼 수 있다. 열분해 기술은 기술개발에 참여하는 출원인수와 출원건수가 점차 감소하는 것으로 나타난다.

6. 결 론

오일샌드는 원유성분이 함유되어 있는 모래로 중전에는 높은 생

산비용으로 인해 큰 관심을 끌지 못했지만, 최근 고유가 시대를 맞아 새로운 대체원유로서 세계적으로 주목받고 있다. 특히 오일샌드로부터 추출한 역청을 개질하여 합성원유를 만드는 기술을 통해 그 가치 및 활용가능성을 더욱 넓힐 수 있다.

본 연구에서는 개질 기술이 출원되기 시작한 1969년부터 2006년까지 미국, 캐나다, 일본, 유럽, 한국의 213건의 특허를 수집하여 특허출원 동향 분석을 수행하였다. 오일샌드로부터 합성원유 생산 기술 중 개질 기술은 1970년대 이후 특허출원 건수가 증가하다가 1980년대 초반에 가장 많은 특허를 출원하였고, 최근 들어 다시 서서히 증가하는 경향을 보이고 있다. 출원대상 국가별 개질 기술 특허출원 건수는 미국이 114건, 캐나다가 63건으로 두 나라가 전체의 83% 이상을 차지하고 있고, 한국은 1건만의 특허가 출원되었다. 개질 기술 관련 가장 많은 특허를 출원한 출원인은 이탈리아의 Eni Spa와 미국의 Exxon이지만, 그 점유율은 각각 4%로 그리 크지 않아 특정한 출원인이 다수의 출원을 한 것이 아니라 다양한 출원인이 있음을 알 수 있다.

개질 기술은 수소화 분해 기술, 코킹 기술, 열분해 기술, 아스팔텐 제거 기술, 초임계 기술, 생물학적 기술, 수소화 처리 기술, 가스화 기술 및 기타 기술의 9가지 세부기술로 나누어 정리할 수 있었다. 이 중 수소화 분해 기술이 89건으로 가장 많이 출원되었고, 열분해 기술과 코킹 기술도 각각 41건과 40건으로 활발하게 연구가 수행되었음을 알 수 있다. 포트폴리오 분석을 통해 수소화 분해 기술과 코킹 기술이 출원인수와 출원건수가 동시에 증가하는 발전기에 있음을 확인 할 수 있다.

다른 나라에 비해 오일샌드 관련 기술력이 취약한 한국도 자원 자주개발을 높이기 위해 오일샌드 생산 및 활용기술, 특히 축적된 석유정제 기술력에 기반한 개질 기술 개발이 필요한 상황이다.

감 사

본 연구는 한국에너지기술연구원의 기본사업(비재래형 석유계

연료의 고품위화 기술 개발)과 2008년도 한국석유공사의 지원(오일샌드 개질공정 기초연구 I-기술 개발 연구)에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. International Energy Agency, Medium-Term Oil Market Report (2007).
2. E. Isaacs, The Canadian Oil Sands in the Context of the Global Energy Demand, *17th Convocation of the International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences*, Tokyo, Japan (2007).
3. L. Flint, Bitumen & Very Heavy Crude Upgrading Technology - Long Term R&D Opportunities, report from Lenef Consulting Limited (2004).
4. T. J. McCann and Associates Ltd., Petrochemicals from Oil Sands, report for Alberta Energy Research Institute, Nova Chemicals Ltd., Shell Chemicals Canada, Suncor Energy Inc. (2002).
5. OECD, Compendium of Patent Statistics (2007).
6. J. G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, 4th ed., CRC Press, New York (2006).
7. M. R. Gray, Upgrading Petroleum Residues and Heavy Oils, Marcel Dekker Inc., New York (1994).
8. S. H. Ng, *Energy & Fuels*, **11**, 1127 (1997).
9. D. S. Scott, D. Radlein, J. Piskorz, P. Majerski, and Th. J. W. de-Bruijn, *Fuel*, **80**, 1087 (2001).
10. The Canadian Biotechnology Strategy Online, Mining and Energy: Summary Report (1998).
11. E. Furimsky, Review, *Fuel Processing Technology*, **56**, 263 (1998).
12. KIPRIS, www.kipris.or.kr.
13. IBM, www.delphion.com.
14. WIPS, www.wips.co.kr.
15. Canadian Intellectual Property Office, www.cipo.ic.gc.ca.
16. Korea Patent 10-2006-0076862 (2006).