

담수화 역삼투막 기술관련 특허 동향 분석

임은정[†] · 김성현

고려대학교 공과대학 화학생명공학과

Patents Survey on the Desalination Technology Using Reverse Osmosis Membrane

Eun Jung Im[†] and Sung Hyun Kim

Department of Chemical and Biological Engineering, Korean University, Seoul 136-701, Korea

Received September 7, 2011/Accepted September 30, 2011

Patent analysis is the extracting knowledge which is needed for research and development strategy through accumulated worldwide patent database. In order to set the future direction of corresponding technology which is scheduled to be developed, the technology trends and deployment processes are identified by analyzing results of present patent applications. In this study, patent analysis for reverse osmosis membrane technology development was carried out. The patents in Korea, USA, Japan, and Europe were searched. 860 patents were selected relating to desalination technology upgrading reverse osmosis membrane. The technology trend reverse osmosis membrane was analyzed based on patent application year, countries, main applicants, and each technologies. The application status of reverse osmosis membrane patents showed a tendency to increase slightly. The number of patent applied was USA patent 35%, Japan patent 13.7%, EU 4.3% and Korea patent 16.7%. It will be necessary for efficient use of Desalination to support reverse osmosis membrane research and development.

Key words: Reverse Osmosis Membrane, Desalination, Patents-Map

1. 서 론

수자원은 블루골드로 불릴만큼 그 가치가 전세계적으로 급부상하고 있다. 물부족 현상과 수질오염으로 인하여 음용수의 확보를 위한 수처리 기술의 필요성이 대두되고, 기존의 물리화학적 및 생물학적 공정을 이용한 수처리 기술에서 분리막을 이용한 고도물처리 방법으로 전환되고 있다.

특히, 역삼투막(Reverse Osmosis Membrane)분야 기술은 자본집약적 장치산업이며 고부가가치 창출산업으로, 각종 물산업, 대체에너지 등 기초 소재를 공급하는 분야로, 최근에는 다양한 산업에 요구되는 소재를 제공함으로써 이들 산업의 기술혁신 등을 촉진하고 있다. 그러나 담수화 역삼투막 분야의 경우 해외 의존도

가 높아 이들 수입품목의 국산화를 통한 담수화 분야 산업기술의 경쟁력 확보와 최종 상품의 고부가가치화 등이 절실하다.

본 특허동향조사 연구에서는 막 개발, 즉 구체적으로는 역삼투막 분야 핵심기술을 다루고자 한다. “담수화 역삼투막”에 관한 특허수준 및 독창성을 분석함으로써 우리나라의 기술 수준, 선진기업의 연구개발 동향 및 핵심특허 현황 등을 파악하여 객관적인 연구 방향 제시와 특허정보를 제공하고자 한다. 최근 특허자료를 이용하여 분석한 기술동향 자료를 R&D 분야에 이용하는 경우가 급격히 증가하고 있다.¹⁾ 특허분석은 기술분야 현황과 기술동향 파악은 기존에 수행되었던 관련 기술 내용 파악은 물론 연구가 중복으로 수행되는 것을 사전에 방지하여 연구방향을 설정하는데 중요한 지표로

[†]To whom correspondence should be addressed.

Tel: 82-2-3290-4805, Fax: 82-2-3290-3644, E-mail: ejim@korea.ac.kr

활용되고 있다.²⁾ 뿐만 아니라 이러한 특허 분석은 연구 개발 활용에 적용, 활용됨으로써 기술개발에 있어서 특허정보의 효율성을 높이는데 기여할 것이다.³⁾

역삼투막법(ROM: Reverse Osmosis Membrane)에 의한 해수담수화는 물에 용해되어 있는 이온성 물질은 거의 배제되고 순수한 물은 통과되는 멤브레인에 의해 담수화하는 기술이며, 해수에서 이온성 물질과 순수한 물을 분리시키기 위해서는 삼투압 이상의 높은 압력을 필요로 하는데, 이때의 압력을 역삼투압이라 한다.

2. 특허검색대상 및 분석방법

2.1. 특허검색대상

특허를 출원연도별, 국가별, 기술별, 출원인별로 분류하여 각 부문별 특수건수, 중요특허, 출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 등에 대한 분석을 수행하였다. 이를 통해 전 세계 연구동향을 분석하고 연구개발에 대한 기초자료 제시가 가능하다.

본 연구에 이용된 통계분석 기초 자료는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 한국(<http://www.kipris.or.kr>), 일본(<http://www.jpo.go.jp>), 미국(<http://www.uspto.gov>), 유럽(<http://www.epo.org>), 2010년 까지 출원된 특허를 검색 DB를 이용하여 분석하였다.⁴⁻⁷⁾ 해수담수화 역삼투막 기술분야를 특허분석대상으로 하였으며, 1990년 01월~2010년 12월까지 출원 공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개특허와 1990년 01월~2010년 12월까지 출원 등록된 미국등록특허를 분석 대상으로 하였다. 한국, 일본 및 유럽특허는 출원일 기준으로 분석하였고, 미국특허는 등록일 기준으로 분석하므로 최근 데이터도 유효하여, 정량분석은 1990년부터 최근 자료도 검토하였다. 분석 대상인 담수화관련 자료를 검색한 결과, 한국 682건, 일본 844건, 유럽 334건, USA 694건이 검색되었다. 검색된 데이터에서 담수화 역삼투막 기술분야 관련 데이터를 선별한 결과 한국 118건, 일본 166건, 유럽 53건, 미국 등록, 공개

특허가 258건으로 나타났다(Table 1).

본 분석에서는 양적인 통계를 의미하는 정량분석과 각 특허가 갖는 기술적인 내용을 의미하는 정성분석으로 나누어 분석하였다. 정량분석 방법은 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허건수 및 증가율 등으로 구분하여 분석을 수행하였고, 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 역삼투막 분야에서 세부 기술 분야별 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성에 대한 기초자료를 제시하였다. 정성분석 방법으로는 역삼투막 분야에 대한 기술의 흐름을 파악하고, 기술방향을 도출하였다.

2.2. 분석방법

해수 내의 불순물을 제거하기 위해 전처리가 필요하며, 그렇지 않으면 박막에 파울링이 일어난다. 대표적인 전처리는 염소처리, 응고작용, 산의 첨가, 다중 여과, 미세 카트리지 여과 및 염소제거가 포함되고, 미생물의 성장억제, pH의 조절, 스케일링의 방지 및 염소제거 등을 위해 여러 가지 화학약품이 해수에 첨가되고, 후처리로는 pH의 조절, 용해가스의 제거 및 살균이 포함된다. 역삼투막은 금속이온, 해수 중의 염소이온 등 이온물질을 제거하는 목적으로 주로 사용되고 있다. 전자산업의 급속한 발달에 따라 역삼투공정을 거치는 매우 높은 수준의 공업용수 수요가 급속히 늘어나고 있다.

역삼투막 기법을 적용한 기술 개발에 있어서, 대표적으로 해수담수화 분야의 역삼투막과 상하수도 등 폐수 등 수처리 분야에 상용화되고 있는 역삼투막 등 산업전반에 이용되고 있는 핵심기술을 요소로 추출하였다. 즉, 해수담수화 관련 ROM(Reverse Osmosis Membrane) 자료로 정량 분석위주로 수행하였으며, 정성분석에서는 해수담수화 역삼투막과 그 이외의 수자원관련 기술인 상하수도 등 폐수이용 분야에 이용되는 산업전반에 응용된 ROM로 분류하여 결과를 산출하였다(Table 2).

Table 1. Classification of Patent by Countries

Country	Period	Raw Data	Real Data
Korea	1990~2010	682	118
Japan		844	166
Europe		334	53
USA		694	258

Table 2. Classification of Technologies for Reverse Osmosis Membrane

Technology	Classification
ROM	Desalination ROM Water and Application ROM

3. 거시적 동향분석

3.1. 주요국가의 전체 특허 동향

선행특허를 검색하고, 추출된 해외특허와 국내특허를 검토하여 국내특허의 기술수준을 분석하였다. 기술적 수준의 판단을 위해 핵심특허 각각을 분석하는 특허장벽 분석, 핵심특허의 출원수를 정량적으로 비교하는 핵심 특허 수 비교, 분석하였다.

Fig. 1은 미국의 등록특허와 미국공개특허 분석과 주요 국가별 출원국가별 특허건수에 관한 그래프이다. 분석구간은 한국, 일본, 유럽 특허는 출원년도를 기준으로 1990~2009, 미국등록특허(1990~2009)와 미국공개특허(~2009)로 하였다. 미국등록특허는 2000년도 초반에 지속적으로 특허 등록공개가 이루어진 것으로 분석된다. 출원국가별 출원건수는 미국 38.5%로 가장 많으며, 일본 13.6%, 한국 16.5%, 유럽 4.3%로 나타나고 있다.

Fig. 2는 특허의 주요국가의 특허 동향을 검색된 각국의 특허에 대하여 연도별로 그 유효 특허 건수를 도표화하여 정량화함으로써 전체적인 기술의 수준 및 국가별 연구 동향을 파악하기 위한 분석이다. 분석 결과 '90년대 후반부터 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 한국, 일본, 유럽의 연도별 기술트렌드를 살펴보면, 지속적으로 증가하는 추세이며, 일본은 '90년대 후반에 상승세를 보였으나 2000년대 초반에는 감소하다가 다시 증가하여 꾸준한 출원을 이어오고 있다. 일본 특허는 1990년대 중반에 증가하다가 2000년 중반에 다시 급격한 증가 현상을 보이고 있으며 국내 특허는 2000년 이후 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다. 일본, 유럽, 한국 특허의 그래프가 대체적으로 비슷한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

특히, 한국특허에서는 1990년대 중반부터 한국과학기술원과 기업체가 주도적으로 활성층을 갖는 역삼투용 복합막과 나관형 역삼투막 모듈, 폴리 아미드계 역삼투

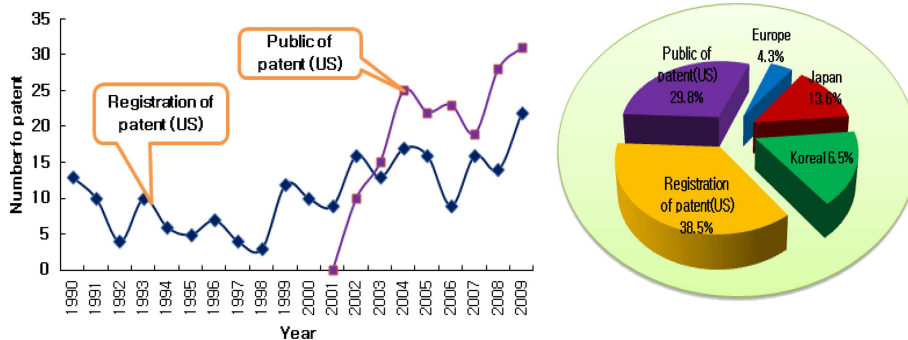


Fig. 1. Trend and share of patents applied for Reverse Osmosis Membrane.

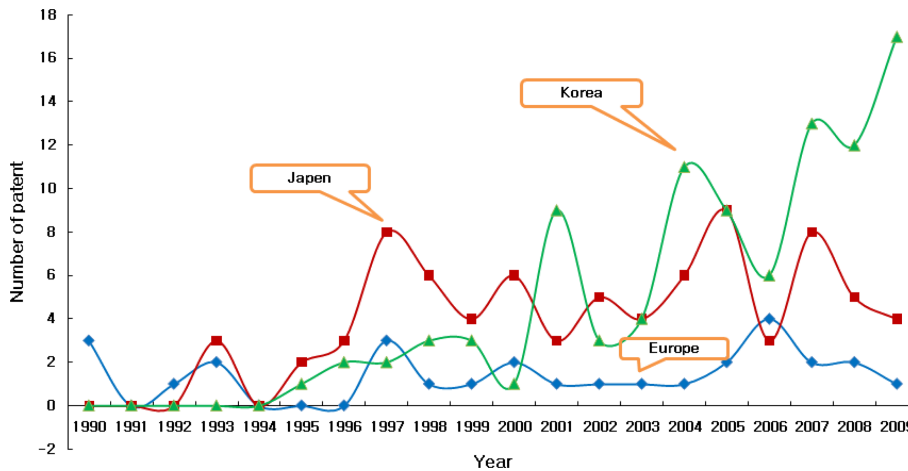


Fig. 2. Trend of the applied patents by the countries.

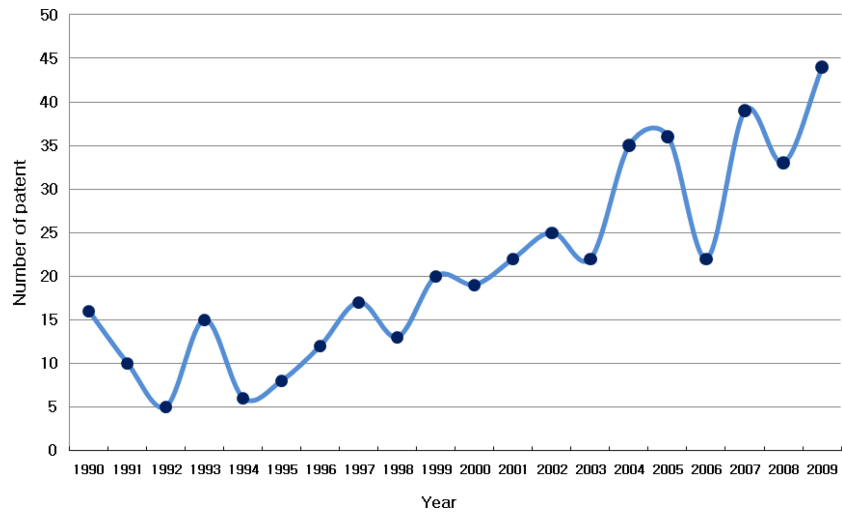


Fig. 3. Annual trend of the number of patents for Reverse Osmosis Membrane.

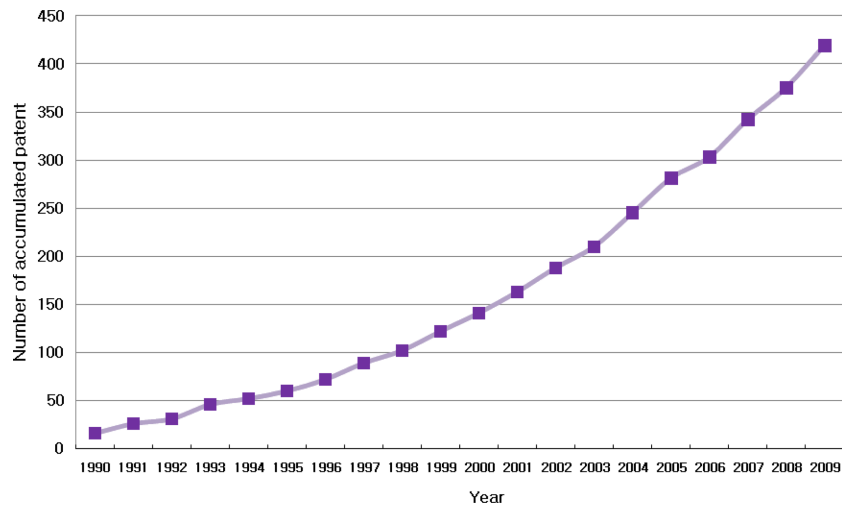


Fig. 4. Annual trend of the accumulated patents for Reverse Osmosis Membrane.

복합막의 성능 향상방법 등을 주제로 연구범위가 확장되기 시작하였다. 1990년대 후반으로 연구가 진행되면서 본격적으로 폴리아미드 역삼투 복합막의 제조방법 관련 연구가 수행되었다. 한국은 2000년대 들어 출원건수가 급증하고 있는데, 이는 두산중공업 등 대기업을 중심으로 해수담수화 기술에 대한 많은 투자가 이루어지고 있으며 2000년대 후반부터 국가적 차원에서 연구 개발의지를 보이고 있기 때문인 것으로 판단된다. 나권형 분리막 모듈, 나노 여과 또는 역삼투 모듈연구, 나노 입자 토르마린을 포함한 역삼투 복합막 등 소재에 나노기술을 도입하여 연구 분야를 더욱 확대하였다. 2000년대 후반 막 분리 공정 모니터링 방법, 하이브리

드형 저에너지 및 고효율 해수 담수화 기술로 친환경적인 측면까지 고려하여 연구가 활발히 진행 중이다.

2000년 후반에 출원된 알코올기를 갖는 첨가제를 첨가하는 방법과 아민 반응성 화합물을 함유한 유기용액에 순차적으로 접촉하는 방법에 관한 미국 특허 등 역삼투막 성능향상 방법에 관한 기술 분야의 연구가 부각되고 있다. 국내 대기업을 중심으로 해수 담수화 플랜트 시공능력은 세계적인 수준이지만 역삼투막을 이용한 공정 연구 및 막 개발은 미국과 일본 등 선진국에 비해 초기 단계에 머물러 있다. 특히 역삼투막의 가장 큰 문제점인 내염소성 막개발 연구는 미비한 실정이다.

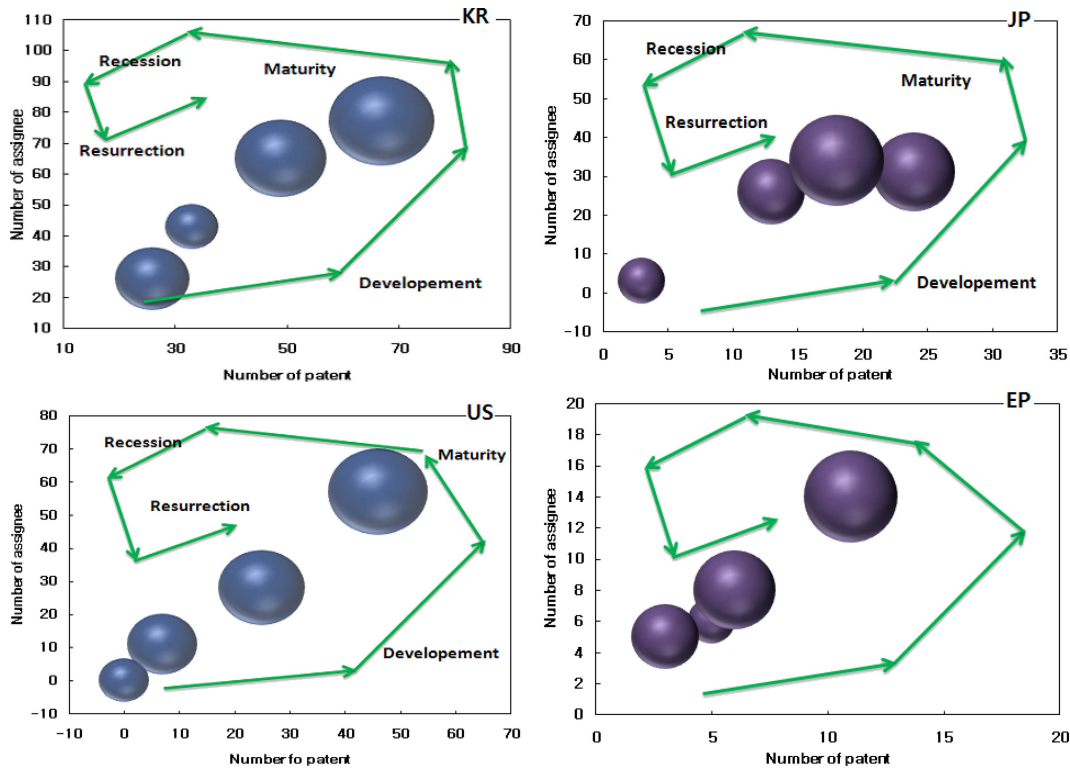


Fig. 5. Portfolio of detailed upgrading technologies (patent analysis spans based on the year of application: 1990~1994, 1995~1999, 2000~2004, 2005~2009).

역삼투막 관련 연구는 주로 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 우리나라의 경우 해외 의존도가 높아 이들 수입품목의 국산화를 통한 담수화 분야 산업기술의 경쟁력 확보와 최종 상품의 고부가가치화 등이 절실한 가운데 해수담수화에 대한 관심이 높아지고 있다.

3.2. 연도별 특허 동향

Fig. 3은 ROM(Reverse Osmosis Membrane)기술의 국내 연도별 특허동향을 나타내는 그래프이고 Fig. 4는 특허출원 누적건수이다. ROM(Reverse Osmosis Membrane)기술관련 특허출원은 20년 동안 지속적인 증가 추세를 보이고 있으며 2000년대 중반 이후 연구가 활발히 진행됨을 알 수 있다. 이는 주로 증발법관련 담수화 연구가 지속적으로 연구되다가 상용화되어 사용되고 있으나, 화석연료에만 의존하던 설비들은 CO2 배출 문제 등을 유발함으로써 담수화설비 연구가 진행되고 있음을 추측할 수 있다. 1990년대 중반 이후 출원건수가 증가하다가 2000년대 중반 이후 다시 증가하는 경향을 보이고 있는데 이는 미국을 비롯하여 담수화 역삼투막에 대한 중요성이 다시 부각되고 있기 때문인 것

으로 추측된다.

3.3. 포트폴리오로 본 해수 담수화 역삼투막 기술발전의 위치

포트폴리오 기본 모델은 유효 데이터를 일정한 시간 간격으로 출원연도별 분포를 고려하여 5년으로 나누어 출원건수와 출원인수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 분석하는 방법으로서, 그래프 상에서 화살표의 진행 방향은 시간의 흐름을 나타내며, 화살표 진행 방향의 모양과 기준 그래프의 발전기, 성숙기, 퇴조기, 부활기의 모양을 비교하여 기술위치를 판단하게 된다. 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오로, 발전기는 출원인 수와 특허출원건수가 모두 증가하는 단계로서 이는 시장선점을 위해 기술개발에 참여하는 기업수가 점차 증가하며 각 기업의 기술개발활동이 활발하게 이루어지는 것을 의미하고, 성숙기는 기술개발이 포화된 상태에서 이는 시장에 참여하는 기업이 포화상태에 이르며 기술개발활동은 점차 감소하는 현상을 의미한다. 그리고 퇴조기는 사양기

술로 기술개발에 참여하는 기업수와 기술개발활동이 점차 감소하는 것을 뜻하고, 부활기는 새로운 기술의 등장으로 기술개발이 다시 활발해지면서 특허출원수가 증가함을 의미한다.

Fig. 5에서 전체 특허를 기준으로 포트폴리오를 도시한 결과 해수담수화 역삼투막 기술의 위치는 발전기에 있음을 알 수 있다. 관련 기술에 대한 출원이 지속적으로 발생하게 될 것으로 판단되며, 이와 관련하여 기존 출원인의 친환경적 기술개발이 활발하게 진행될 것으로 예측된다. 미국, 유럽, 한국, 일본특허의 동향은 발전기적인 형태를 보이고 있으며, 전체적인 동향과 크게 차이하지 않는 것으로 나타났으므로 한국, 미국, 일본, 유럽 모두 담수화 역삼투막 분야의 연구가 활발할 것으로 기대된다.

지구전체 수자원 중 음용수는 2% 내외로 제한되어

있으므로 절대적인 양에 해당하는 해수를 생활용수나 공업용수로 이용하기 위하여 염분 제거 및 음용수로의 물로 전환시키고자 담수화관련 연구가 지속적으로 증가하고 있다. 기후변화와 환경오염으로 가용한 수자원이 고갈되고 있어 해수담수화 기술 분야는 활발한 연구가 진행될 것으로 예측한다. 해수담수화 역삼투막 기술에 대한 특허가 다수 출원되어 있지만 내염소성 향상과 분리막 연구 등 일부 연구분야에 한정되어 출원되고 있는 것으로 나타났다. 선진형 기술의 국산화와 내염소성, 내화학성 기술확보를 위한 전략기술 개발에 주안점을 두고 연구가 진행된다면 좋은 성과를 산출할 수 있을 것으로 판단된다.

3.4. 연구동향 분석

Fig. 6은 역삼투막관련 학위논문 편수를 도시한 것이

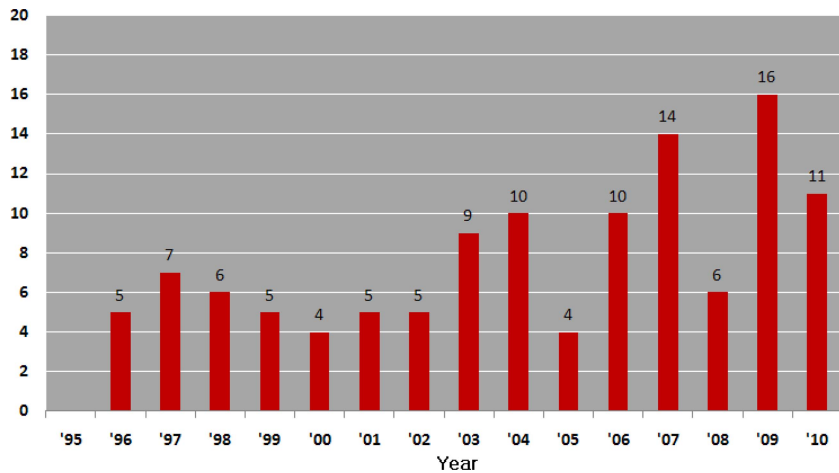


Fig. 6. Annual trend of the Journal for Reverse Osmosis Membrane.

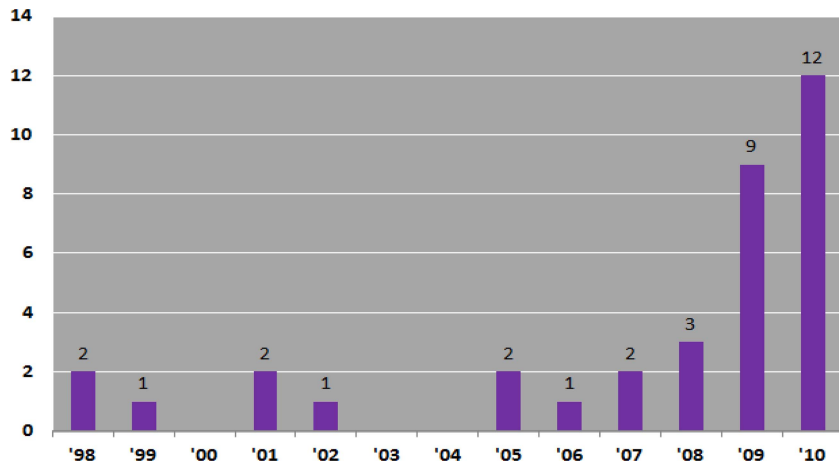


Fig. 7. Annual trend of the Theses for Reverse Osmosis Membrane.

고 Fig. 7은 학술지에 기재된 연구성과물을 나타낸 것이다. 역삼투막(Reverse Osmosis Membrane)을 적용한 해수담수화 기술 관련 연구가 활발히 진행됨으로 학술지 및 학위논문(<http://www.riss.kr/index.do>) 편수는 2000년대 후반에 급격히 증가 추세를 나타내고 있다. 이는 안정적이고 안전한 수자원 확보를 위해 다각적으로 노력함으로 기술적으로는 수자원의 다변화 및 대체 수자원 확보에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다. 역삼투막 제조 분야에서 세계시장을 선점하고 있는 미국의 경우 차세대 역삼투막 소재를 개발하기 위한 연구개발이 활발히 진행되고 있지만, 막개발 관련 국내 연구는 관련 소재에 대한 연구개발을 수행하고 있는 초기 단계이며 상용 역삼투 공정에 적용하려는 시도가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 최근에는 역삼투막 이용한 대용량 해수담수화 Plant 운전 현황과 관련 대형 프로젝트와 새로운 코팅법을 통한 저압용 복합 역삼투막 제조연구, 내염소성과 투과성을 향상시키기 위한 성능향상으로 저비용으로 고효율성을 창출할 수 있는 방향으로 연구가 진행 중이다.

4. 결 론

한국, 미국, 유럽의 연도별 기술트렌드를 살펴보면, 역삼투막 연구는 지속적으로 증가하는 추세이며, 일본은 1990년대 후반에 상승세를 보였으나 2000년대 초반에는 감소하다가 다시 증가하여 꾸준한 출원을 이어오고 있다. 출원국가별 출원건수는 미국 38.5%로 가장 많으며, 일본 13.6%, 한국 16.5%, 유럽 4.3%로 나타나고 있으며, 미국, 일본, 유럽, 한국 특허의 그래프가 대체적으로 비슷한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 각국의 공개 및 등록 특허에 대하여 그 유효 특허 건수를 도표화하여 정량화함으로써 전체적인 기술 수준 및 기술분류별 동향을 파악하기 위한 분석방법으로 그래프를 보면 20년 동안 지속적인 증가 추세를 보이고 있으며 2000년대 중반 이후 역삼투막 분야 연구가 활발히 진행됨을 알 수 있다.

이는 주로 증발법관련 담수화 연구가 지속적으로 연구되다가 상용화되어 사용되고 있으나, 화석연료에만 의존하던 설비들은 CO₂ 배출 문제 등을 유발함으로

다양한 소재를 이용한 담수화설비 연구가 진행되고 있음을 추측할 수 있다.

전체 특허를 기준으로 포트폴리오를 도시한 결과 해수담수화 역삼투막 기술의 위치는 발전기에 있음을 알 수 있으며, 관련 기술에 대한 출원이 지속적으로 발생하게 될 것으로 판단되며, 이와 관련하여 기존 출원인의 친환경적 기술개발이 활발하게 진행될 것으로 예측된다. 미국, 유럽, 한국, 일본특허의 동향은 발전기적인 형태를 보이고 있으며, 전체적인 동향과 크게 차이나지 않는 것으로 나타났다. 한국, 미국, 일본, 유럽 모두 발전기 단계로 담수화 역삼투막 분야의 연구가 기대된다.

학술지 및 학위논문 편수는 2000년대 후반에 급격히 증가 추세를 나타내고 있다. 이는 안정적이고 안전한 수자원 확보를 위해 다각적으로 노력함으로 기술적으로는 수자원의 다변화 및 대체 수자원 확보에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다. 해수담수화는 지난 수 십 년간의 에너지효율 개선에도 불구하고 화석연료를 대량으로 소비하는 분야로 남아 있으므로, ROM(Reverse Osmosis Membrane)기술 개발은 절대적으로 필요한 기술이라고 판단된다.

감 사

이 논문은 2010년 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.[NRF-2010-355-1-D00011]

참고문헌

1. 이기봉 외, 한국공업화학, 2008, 제19권 (제6호) 592~599.
2. 김용현 외, 한국공업화학. 2010, 제21권 (제4호) 372-376.
3. 한지희 외, 한국물환경학회, 2008, 춘계학술대회논문집 635~636.
4. 이복춘 외, 대한상하수도학회, 2010, 추계학술대회논문집 333~334.
5. KIPRIS, <http://www.kipris.or.kr>
6. WIPS, <http://www.wips.co.kr>
7. RISS, <http://www.riss.kr>