

해양에너지 특허 기술동향

나도백 · 길상철 · 오민수*

한국과학기술정보연구원 정보분석본부 기술정보분석실

The Global Trends of the Patents for the Ocean Energy

Do-Baek Nah, Sang-Cheol Kil and Mihn-Soo Oh*

Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI), 52-11 Eoeun-Dong, Yuseong-Gu, Daejeon City, 305-806, Korea

1. 서 언

지구상에 제한된 자원을 어떻게 유용하게 이용할 것인가는 한 나라뿐만이 아니라 전 세계가 함께 심각하게 고민하여야 할 문제로서 에너지문제는 인구문제, 식량문제, 환경문제 등과 더불어 인류 전체의 장래와 관계되어 중요하게 다루어야 할 문제이다.

지구상에서 바다는 지구 표면의 70% 이상을 차지하여 태양에너지의 가장 큰 흡수체이며, 그 양은 연간 37조kW 상당량으로 지구상 인류 전체가 쓰는 전력량의 4,000배에 해당한다. 또한 지구의 광활한 해양 표면 1km²에는 석유 약 3,000배럴에 해당하는 에너지를 포함하고 있다.

최근 정부의 ‘신·재생에너지 R&D 전략 2030보고서’에 의하면 한반도 연안에는 조력 650만kW, 조류 100만kW, 파력 650만kW를 포함하여 총 1,400만kW의 해양에너지 자원이 부존되어 있는 것으로 알려져 있다. 여기에 해상 풍력이나 해수 온도차 발전, 그리고 태양광 발전 등이 복합적으로 이용되는 경우에는 막대한 양의 에너지원이 부존하고 있다. 이러한 우리의 미래 산업을 개발하는데 일조하기 위해 세계적인 해양에너지 기술동향, 특히 기술특허 동향을 소개하는데 그 목적을 두었다.

2. 해양에너지(Ocean energy) 이용기술

2.1. 개 요

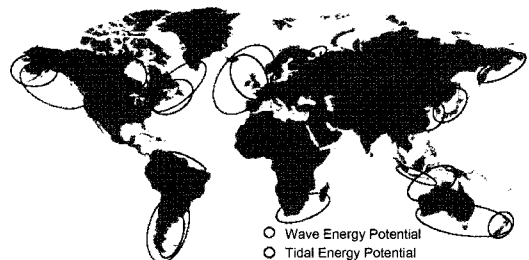
해양에너지자원은 대규모로 개발이 가능한 무한한

재생에너지자원으로서 오염문제가 없는 무공해 에너지 자원이며, 미래의 유망 에너지자원으로 정확한 장기 예측이 가능한 특징을 가지고 있다.

오랜 옛날, 인간이 물레방아를 사용하던 때부터 우리 조상들은 조석, 해류(조류) 그리고 파도의 형태로 나타나는 바다의 힘을 가둘 수 있는 방법을 모색해 왔다.

최근 선진국에서는 조력 발전(Fig. 1), 조류 발전, 파력 발전(Fig. 2), 온도차 발전 및 염분 차 발전 등으로 청정 재생에너지를 생산하고 있다.

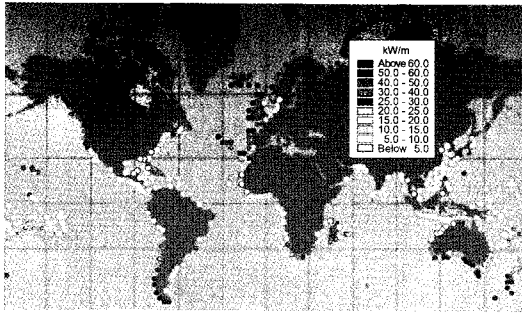
우리나라에서는 한국동서발전(주)이 아시아 최초로 한반도 남해안 울돌목에 2009년 5월 14일 국내 최초로 1MW규모의 조류발전 시험가동에 진입(Fig. 4)하였으며, 2013년까지 90MW로 용량을 늘려 세계 최대 조류발전소가 될 대망의 꿈을 가지고 있다. 또한 한반도 서해안의 4개소 조력발전소(인천 강화도 700~1,000MW, 시화호 254MW, 가로림만 480~520MW, 천수 600~



*Source: Scottish Enterprise

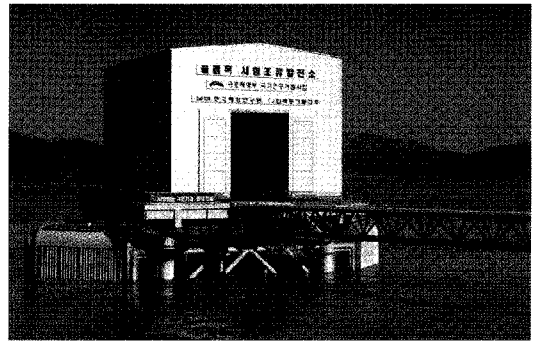
Fig. 1. The global tidal/wave power resources.

*Corresponding author: mihnsoo@reseat.re.kr



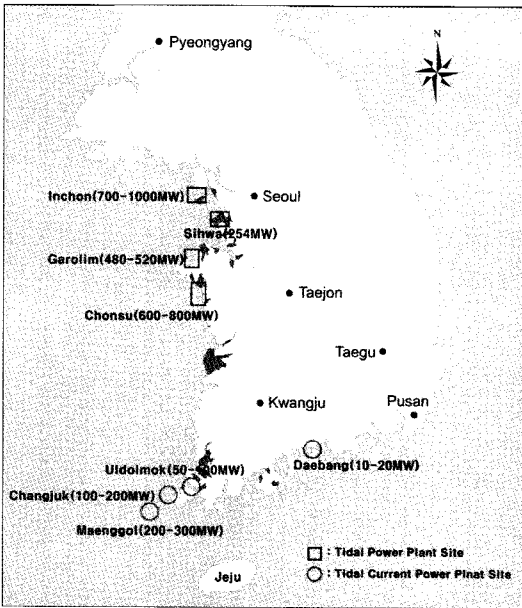
Source: Hong, G. Y. 2008

Fig. 2. The global wave energy resources.



*Source: Korea Ocean Research & Development Institute (2006)

Fig. 4. Map showing the Uldolmok tidal current plant in Korean peninsular.



*Source: KORDI (2006)

Fig. 3. Map showing the ocean energy plant sites in the future.

800 MW)와 남해안의 3개소 조류발전소(대방 10~20 MW, 장죽 100~200 MW, 팽골 200~300 MW) 및 동남해안의 4개소(울릉도, 영일만, 제주도, 흑산도)의 파력발전소 등의 유망지가 알려져 전력생산을 서두르고 있다(Fig. 3).

2.2. 조력(Tidal force)발전

조력발전은 조석에너지를 이용한 발전방식으로 조차가 큰 만의 입구에 댐과 수문을 설치하여 밀물 시 수문을 닫고 썰물 시 발전 수문을 열어 수위 차에 의한 유체 흐름을 만들어 터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 발전 방식이다. 조석을 동력원으로 하여 해수면

의 상승하강현상을 이용, 전기를 생산하는 발전인 조력발전은 바닷물을 가둬다가 댐으로 흘려보내 그 내부의 터빈을 돌려 전기를 만든다는 점에서 조류발전과 구분된다.

국내에는 시화호조력발전소, 가로림만조력발전소, 강화도조력발전소(연간 발전량 1,536 GWh) 등이 가동을 서두르고 있다(Fig. 3).

2.3. 조류(Tidal current)발전

조류발전은 해수의 유동에 의한 운동에너지를 이용하여 로터나 터빈을 구동하거나 기계장치의 회전운동으로 변환하여 전기를 생산하는 기술이다. 해수의 유속이 빠른 지역에 적용이 가능하다.

조류발전의 가장 큰 장점은 타 재생에너지와 달리 발전량 예측이 가능하며 연속적인 발전을 할 수 있으며, 날씨나 계절에 관계없이 발전함으로 가동률이 높고 신뢰성 있는 에너지원이라는 점이다. 조수간만의 차이가 큰 지역의 조류속이 높은 지역에 설치하며 지형적인 영향으로 유체의 흐름이 큰 지역에도 설치가 가능하다.

한국동서발전(주)은 아시아 최초로 한반도 남해안 울돌목에 2009년 5월 14일 국내 최초로 1 MW규모(인근 주민 430가구가 전기이용 가능량)의 조류발전 시험가동에 진입(Fig. 3, Fig. 4)하였으며, 2013년까지 90 MW로 용량을 늘려 46,000가구에 전기를 공급하는 세계 최대 조류발전소가 될 것이다.

2.4. 파력(Wave energy)발전

파력발전은 파도의 운동 에너지와 위치에너지를 이용하여 터빈을 구동하거나 기계장치나 유압장치를 사용하여 운동에너지로 변환시켜 전기를 생산하는 발전 형태이다.

파력발전은 파도에너지를 이용하는 발전이다. 파력 발전은 크게 바다에 장치를 띄우는 방식인 부유식과 연안에 시설을 설치하는 방식인 고정식이 있다.

파력발전의 장점으로는 다른 재생 에너지에 비해 상대적으로 지속적인 발전을 할 수 있다는 것이고, 다른 청정에너지와 같이 친환경적이고 해양생태계를 위협하지 않는다는 점이다.

2.5. 온도차(Ocean thermal energy conversion: OTEC)발전

바다는 태양과 가까운 표층부터 대위지고 그 열이 점차 아래로 전해지기 때문에 표면으로부터 100~1,000 m 정도의 구간에서 온도가 급격히 저하되어, 1,000 m 이하에서는 4~6°C 정도로 일정하게 된다.

태평양과 인도양의 수심 1,000 m와 표층수간 연 평균 온도 차이를 보면 적도지방을 중심으로 약 20°C 정도의 온도차가 있는데 이처럼 바다 표면과 해저의 온도차에 의해 생기는 열에너지가 온도차 에너지이며, 이 에너지를 이용하여 전력을 생산하는 발전 기술을 통상 OTEC(Ocean Thermal Energy Conversion)이라고 명칭한다.

해양 온도차 발전의 원리는 끓는점이 약 20°C인 용매를 선택하여 해수온도차를 이용하여 표층수로 용매를 끓인 후 발생된 증기압에 의해 터빈을 돌리고 여기에 발전기를 연결하여 전기를 생산한다.

그리고 이 증기를 심층수로 다시 냉각하는 방식으로 증기기관과 원리가 흡사하다. 대표적인 용매로써 암모니아가 많이 쓰이고 있다.

2.6. 염분차(Salinity gradients)발전

해수와 담수에 포함되어 있는 염분양이 다르므로 이로 인해 염분차가 존재한다. 즉 다른 농도의 용액 간에는 삼투압, 농도 전위차, 혼합에 의한 희석 및 흡수 열을 갖고 있다. 이러한 원리를 이용하여 큰 강의 하구에서 강물과 바닷물이 만날 때, 삼투압 작용으로 농도가 낮은 강물이 농도가 높은 바닷물로 빨려 들어가는 압력이 발생하는데 이를 이용하여 발전이 가능하다.

강물과 바닷물 사이에는 약 24 atm(기압) 정도의 압력 차이가 있다. 이는 약 240 m 높이의 수력발전소

맴에서 떨어지는 낙차와 같은 힘이다.

해수와 담수는 서로 간에 염분차가 존재하고 에너지 준위가 다른 이 두 용액 사이에 에너지의 흐름을 얻는 기술이 바로 염분 차 발전 기술이다.

3. 해양에너지 기술특허 정보 분석

3.1. 개요

Thomson Reuters Derwent World Patents Index (DWPI)는 1963년부터 현재까지 발행된 특허정보를 포함하여 모든 기술을 포괄적으로 다루고 있는 국제특허 정보의 대표적 데이터베이스이다.

이러한 DWPI DB에 발표된 해양에너지(Ocean Energy) 관련 특허정보(1994년 이후 현재 2009년 5월 22일 기준)를 Table 1과 같이 검색하여 출원을 기준으로 국가별, 연도별, 기술별 분포현황과 특허 인용현황 등을 분석하였다.

검색결과 679건이 검색되었으며, 데이터 크리닝을 통해 관련도 낮은 데이터 62건을 제외한 617건을 대상으로 분석하였다.

3.2. 연도별 특허 출원 동향

1994년 6건이 출원되기 시작하여 1995년 2건, 1996년 9건 등 한 자리 수 증가를 보이다가 1997년 15건으로 두 자리 수가 증가하더니 그 이후 계속 증가추세를 보여 2006년에는 드디어 특허 출원 건수가 세 자리 수가 증가한 108건으로 증가하였다. 그러므로 해양에너지 관련 기술은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 2000년대 들어오면서 발달하기 시작하였음을 볼 수가 있다.

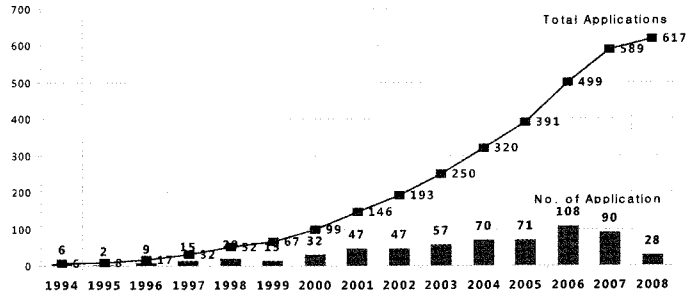
Fig. 5에서 2007년 이후 출원 건수가 감소를 보이는 것은 특허 제도상 그 내용을 공개 전까지 알 수가 없고, 일부 조기공개 출원을 제외하고, 출원 후 공개까지 1년 6개월이라는 공백기가 있기 때문에 2007년부터는 큰 의미가 없다고 할 수 있겠다.

3.3. 국가별 특허 출원 동향

전체 35개 국가 가운데 상위 12개 국가의 해양에너지 관련 기술특허의 출원 동향을 살펴보면 중국(CN; 132건)이 가장 많은 출원을 하고 있는 것으로 나타났으며, 이어 미국(US; 90건), 일본(JP; 68건), 독일(DE; 60건), 한국(KR; 50건), 영국(GB; 44건) 등의 순으로 나타났다. 특히 중국은 2000년 이후 해양 에너지 관련 기술특허 출원 건수가 두드러지게 증가한 국가 중 하나이다(Fig. 6).

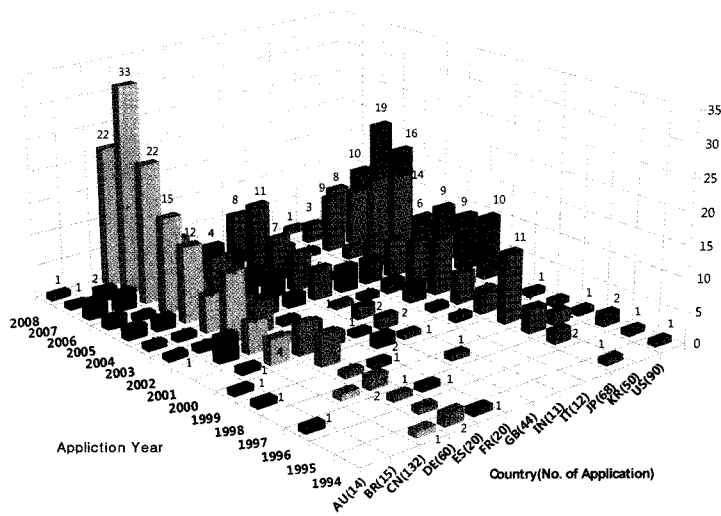
Table 1. The keyword for the patents of the ocean energy

Search
<(ocean*.ti. or sea.ti. or tide*.ti. or tidal*.ti.) and (energy.ti. or energies.ti.)>
Timespan=1994-2009. Result=679 Docs. Databases=DWPI.



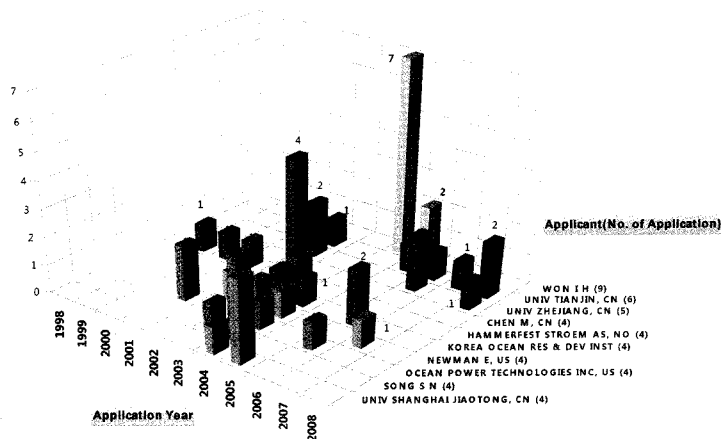
*Source: DWPI

Fig. 5. The trends of annual applications for the patents of the ocean energy (1994-2008).



*Source: DWPI

Fig. 6. The trends of annual and national applications for the patents of the ocean energy (1994-2008).



*Source: DWPID

Fig. 7. The trends of ranking 1st-10th applicants for the patents of ocean energy (1998-2008).

Table 2. The ranking 1st~10th IPC codes and shares (%) for the patents of the ocean energy

IPC Code	Ranking/ Number	Share (%)	International Patent Classification			
			Section	Sub-section	Class	Group
F03B	①/276	45	Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting	Engines or pumps	F03: Machines or Engines for liquids; Wind, spring, or weight motors; Producing mechanical power or a reactive propulsive thrust, not otherwise provided for	B: Machines or Engines for liquids
C02F	②/72	12	Chemistry; Metallurgy	Chemistry	C02: Treatment of water, waste water, sewage, or sludge	F: Treatment of water, waste water, sewage, or sludge
E02B	③/42	7	Fixed constructions	Building	E02: Hydraulic engineering; Foundations; Soil-shifting	B: Hydraulic engineering
F03G	④/26	4	Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting	Engines or pumps	F03: Machines or Engines for liquids; Wind, spring, or weight motors; Producing mechanical power or a reactive propulsive thrust, not otherwise provided for	G: Spring, weight, inertia, or like motors; Mechanical-power-producing devices or mechanisms, not otherwise provided for or using energy sources not otherwise provided for
F03D	⑤/24	4				D: Wind motors
B63B	⑥/20	3	Performing operations; Transporting	Transporting	B63: Ships or other waterborne vessels; Related equipment	B: Ships or other waterborne vessels; Equipment for shipping
B01D	⑦/18	3	Transporting	Separating; Mixing	B01: Physical or chemical processes or apparatus in general	D; Separation
H02N	⑧/11	2	Electricity	-	H02: Generation, conversion, or distribution of electric power	N: Electric machines not otherwise provided for
F02B	⑨/10	1	Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting	Engines or pumps	F02: Combustion engines; Hot-gas or Combustion-product engine plants	B: Internal-combustion piston engines; Combustion engines in general
기타	118	19	-	-	-	-

*Source: 1) WIPO:International Patent Classification, Core Level, 2009, 01

2) DWPI

*① ② ③: ranking order

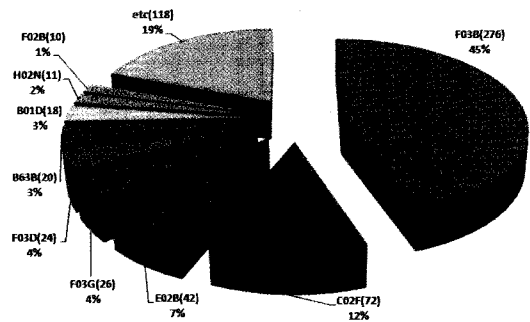
3.4. 특허의 출원인 동향

해양에너지 관련 기술 특허의 출원인 동향을 살펴보면 중국(CN)의 출원인이 가장 활동을 많이 하여 최근 상위그룹을 차지하였으며, 2002~2005년 기간에는 미국(US)의 활동이 활발하게 나타났다(Fig. 7).

3.5. 출원특허의 기술분류 현황

분석대상 617건 가운데 IPC는 F03B(45%)와 C02F(12%) 등이 주류를 이루고 있으며, 점유율 5위권 기술로는 상술한 2건 외에 E02B(7%), F03G(4%), F03D(4%) 등의 기술이다(Table 2; Fig. 8).

이 들 점유율 5위권 IPC 기술의 내용은 F03B는 276건 1위로 액체용 기계 또는 기관에 관련된 기술이며, 다음으로 C02F가 72건 2위로 물, 폐수, 하수 또



*Source: DWPI

Fig. 8. Map showing the ranking 1st~10th IPC codes and its shares (%) for the patents of the ocean energy.

는 오니(슬러지)의 처리 관련 기술이며, 다음의 E02B는 42건으로 7%를 점유하며 수공(水工)관련 기술이

고, F03G는 26건 4%로 기관 또는 펌프 관련기술이며, F03D는 24건으로 4%를 접하며 액체용 기계 또는 기관 관련기술이다.

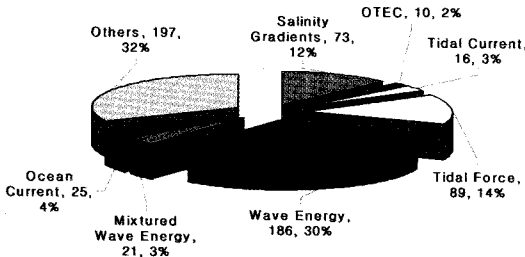
분석 대상 617건의 해양 에너지 관련 기술특허를 파력, 조력, 조류, 염분차, 온도차, 해류 등 8분야로 분류하여 그 분포를 살펴보면 주로 ‘파력’을 이용한 기술이 186건 30%를 접하며 가장 많으며, 이어 ‘조류’가 89건 14%, ‘염분차’가 73건 12%, ‘해류’ 25건 4%, ‘조류’ 16건 3% 등의 순위로 연구개발이 활발하게 이루어지고 있음을 보여주고 있다(Fig. 9).

상위 출원국가들 중심으로 이들 이용기술의 상대적 점유율을 Fig. 10을 통해 나타내었다. 출원 건수가 총 132건으로 최대인 중국(CN)은 ‘염분차’ 39건, ‘파력’ 24건, ‘조력’ 15건, ‘온도차’, ‘해류’, ‘파력·혼합’ 2건,

‘조류’ 1건, 기타 47건의 순이었다. 미국(US)은 총 출원 건수가 90건으로 세계 제 2위 출원국으로, ‘파력’ 37건으로 제일 많고, 다음 ‘조력’이 10건, ‘염분차’ 7건 등의 순이었다. 일본(JP)은 총 출원 건수가 68건으로 세계 제3위 출원국으로 ‘조력’이 17건으로 제일 많고, 다음이 ‘파력’ 14건, ‘해류’ 7건의 순이었다. 한국(KR)은 총 출원 건수가 50건으로 세계 제 5위 출원국으로 ‘조석’이 14건으로 제일 많고, ‘파력’ 7건, ‘염분차’와 ‘파력·혼합’이 4건의 순이었다.

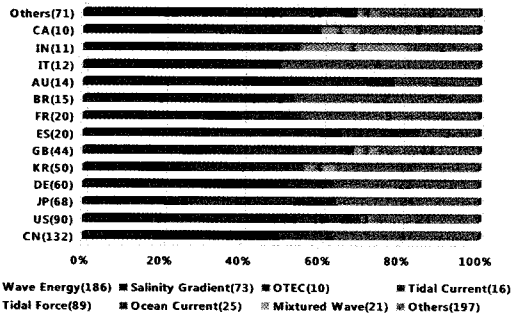
3.6. 출원특허의 인용도 현황

해양에너지 관련 기술 특허의 인용도가 가장 높은



*Source: DWPI

Fig. 9. The technical classification and its shares (%) for the patents of the ocean energy.



*Source: DWPI

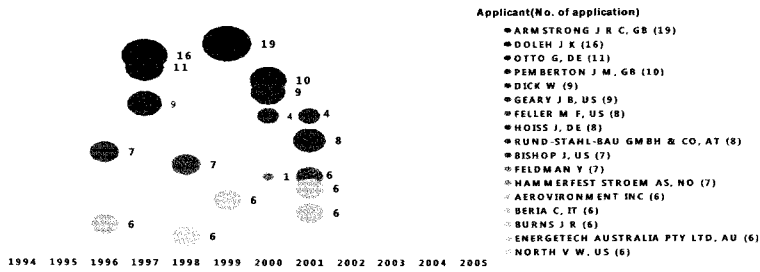
Fig. 10. The distribution of the patents for the ocean energy of the most important countries.

Table 3. Most important cited patents of the ocean energy

Rank	Applicant	Citation	Tech	Country	Patent No.
1	ARMSTRONG J R C	19	W.E.	GB	GB-2348249-A
2	DOLEH J K	16	W.E	NL	WO-1998041758-A1
3	OTTO G	11	Othrer	DE	DE-19744174-A1
4	PEMBERTON J M	10	Othrer	GB	GB-2365385-A
5	DICK W	9	T.F.	IE	WO-2001096738-A1
6	GEARY J B	9	W,E	US	US-6006518-A
7	HOISS J	8	S.G	DE	DE-4431546-A1
8	RUND-STAHL-BAU GMBH & CO	8	Other	AT	EP-1288122-A2
9	FELDMAN Y	7	W.E	IL	WO-1999066198-A1
10	BISHOP J	7	W.E	US	WO-1998027284-A1
11	AEROVIRONMENT INC	6	W.E	US	WO-2003014561-A1
12	HAMMERFEST STROEM AS	6	T.F	NO	WO-2002066828-A1
13	BURNS J R	6	W.E	US	US-20020047273-A1
14	BERIA C	6	W.E	IT	EP-1045138-A2
15	NORTH V W	6	W.E	US	WO-1999046503-A1
16	ENERGETECH AUSTRALIA PTY LTD	6	W.E	AU	WO-1998021473-A1

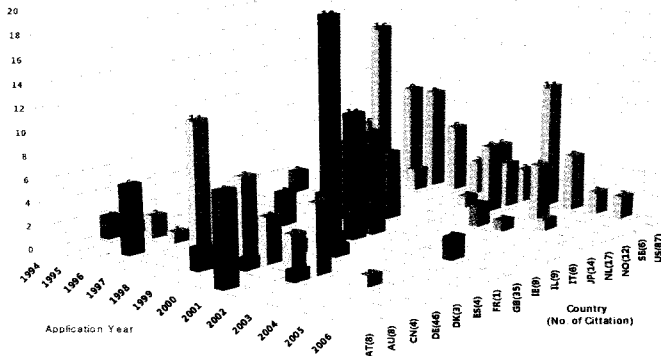
*W.E: Wave Energy T.F: Tidal Force S.G: Salinity Gradient

*Source: DWPI



* Source: DWPI

Fig. 11. The annual distribution of the major citted applicants for the patents of the ocean energy (1994-2008).



*Source: DWPI

Fig. 12. The annual and national distribution of citted for the patents of the ocean energy (1994-2008).

상위권 특허를 Table 3에 표시하였으며, Fig. 11에는 연도별 출원인 인용현황을 나타내었다.

인용도가 높은 해양에너지 기술특허 중 파력(Wave power)을 다룬 영국(GB)의 Armstrong J G C(GB-2348249A/Submersible water flow turbine with buoyancy chamber)는 19회 인용되어 세계 제 1위였으며, 네덜란드(NL)의 Doleh J K(WO-1998041758A1/Apparatus for conversion of energy from the vertical movement of seawater)는 16회, 독일(DE)의 Otto G(DE-19744174A1/Air flow converter for generating electrical energy without harmful substances on ocean)은 11회, 영국(GB)의 Pemberton J M(GB-2365385A/Offshore power generating structure)은 10회의 피인용 순위를 보이고 있다.

출원인 국별 인용도 분포를 표시한 Fig. 12에 의하면 출원 건수는 중국(CN)이 많으나 피인용수는 미국(US), 독일(DE), 영국(GB) 등의 순위를 보이고 있다. 미국(US)은 1994~2005년까지 12년간 특허가 87회 인용되었으며, 다음 독일(DE)이 46회, 영국(GB)은 35

회, 네덜란드(NL) 17회 인용되었다. 출원특허의 피인용수는 특허기술의 우수성을 나타내는 지표로서 큰 의미가 있지만, 특히 동양권(일본, 한국, 중국 등) 국가인 경우에 명세서 작성 시 인용문헌을 명시하지 않는 경우가 대부분이고 또한 언어적인 문제를 고려해야 한다. 이러한 이유로 이들 일본을 비롯한 한국, 중국 등의 동양권 국가들은 출원건수에 비해 상대적으로 피인용수가 낮게 나타나고 있다.

4. 결 언

세계 모든 나라에서 해양에너지에 대한 연구는 정부의 연구지원으로 시작되었고, 그 연구지원이 큰 역할을 해왔다. 1970년대 1, 2차 유류파동을 계기로 새로운 대체에너지원으로 간주되기 시작한 재생에너지의 연구에 대한 정부의 지속적인 지원이 있었던 나라는 재생에너지 기술을 계속 발전시켜 오고 있다.

미국(US), 일본(JP), 독일(DE), 영국(GB), 중국(CN) 등 선진국은 1990년대 이후 해양에너지 관련 기술특허

의 출원이 계속 증가추세를 보이며 현재에 이르고 있는데, 이는 근래의 유류 가격의 상승, 해양에너지 기술의 진보, 온실가스에 대한 교토협약의 이행, 해양에너지에 대한 사회의 이해 증가 등으로 해양에너지의 경제성 경쟁력이 다시 부상하고 있기 때문이다.

우리나라는 좀 늦은 감은 있으나 아시아 최초로 한반도 남해안 울돌목에서 1MW 규모의 조류발전을 2009년 상반기 시험가동한 바 있으며, 이를 계기로 해양에너지 이용국가로 발돋움 할 것을 기대한다.

한국의 해양에너지 연구의 시작이 시기적으로 선진국에 이주 늦은 것이 아니나 대체에너지원의 개발가능성에 대한 정부의 지속적인 지원의 차이와 산업계의 기술개발에 대한 투자의 빈약성이 선진국과 한국간 현재의 격차를 초래한 것으로 볼 수 있다. 따라서 정부의 적극적이고 지속적인 지원이 해양에너지에 대한 기술개발을 촉진시킬 수 있고, 산업계의 기술투자를 활성화시킬 수 있을 것이다.

사 사

본 문(Review article)은 한국과학기술정보연구원

(KIST)이 수행하고 있는 교육과학기술부의 과학기술진흥기금 출연사업인 “고경력 과학기술인을 활용한 지원사업(Reseat Program)”의 일부이다. 심사과정에서 미비점을 꼼꼼하게 지적, 보완하여 준 충북대학교 최상훈 교수에게 깊이 감사드린다.

참고문헌

- ABS Energy Research (2009) The Ocean Energy Report - Tidal, Wave, Ocean Thermal, Tidal or Marine Current, Salinity Gradient, - Ed 4, 2009, 82pp.
<http://www.absenergyresearch.com>
- Kwang-Soo Lee (2006) “Ocean Energy Development in Korea”, Korea Ocean Research & Development Institute, Nov. 2006, 11th ExCo Meeting IEA-IA-OES. PPT.
- Scottish Enterprice:
http://www.scottish_enterprice.com
- 에너지관리공단 (2008) 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 보고서.
- 조철희, 이영호 (2008) 해양에너지개론, 도서출판 대선, 190pp.
- 홍기용 (2008) 국내 해양에너지 기술 및 전망, 인하대학교 세미나자료.

2009년 7월 11일 원고접수, 2009년 8월 21일 게재승인