

21세기는 해양에너지 시대

무공해 청정에너지... 사용량 무한

임진왜란 당시

충무공이 왜적을 맞아 통쾌히 승리한 서남해안쪽 울돌목은

세계적으로 조류가 빠른 지역으로

조류발전의 후보지로 각광을 받고 있다.

앞으로 21세기의 멀지않은 장래에

서해안에는 조력 및 조류발전소, 동해안에는 파력발전소

남해안에는 해양온도차 발전소가 들어서

무공해 해양에너지 자원시대가 전개될 것으로 기대된다.

안 회 도 / 한국해양연구소 책임연구원

지구 표면의 3분의 2를 차지하는 바다는 해면에 도달하는 태양열의 대부분을 흡수 저장하는 열저장 창고일 뿐만 아니라 물로 이뤄진 거대한 유동체여서 그 자체가 에너지의 보고(寶庫)이다.

위도에 따른 해면의 온도차는 대기의 온도와 기압의 변화를 수반하면서 바람과 해류, 파랑을 일으키는 원동력이 되고 달의 인력은 하루 두 번씩 조석현상과 조류를 유발시킨다. 이러한 해수의 온도-밀도차, 해류, 파랑, 밀물과 썰물

등으로 인한 유동현상은 방대한 양의 에너지를 동반하면서 해양에너지 자원을 형성하고 있다.

해양에너지자원은 재사용이 불가능한 석유, 석탄 등의 화석연료와는 달리 고갈될 염려가 없고 무한히 쓸 수 있는 순환에너지란 점과 또한 유독가스나 방사선물질등의 공해문제를 일으키지도 않는 청정에너지(clean energy)라는 점에서 '꿈의 에너지'로 떠오르고 있다.

인류는 예로부터 온도와 기

압의 변화를 일으키며 온갖 조화를 빚어내는 바다를 예사롭게 보지 않았다. 해양에너지는 일단 개발만 된다면 태양계가 존속하는 한 인류의 에너지수요를 충족시키고도 남을 만큼 풍족하다는 점에서 세계각국은 개발경쟁에 나서고 있다.

끊임없이 밀려오는 파도, 하루에 두번씩 발생하는 밀물 썰물의 간만차, 그리고 해면 표층부의 따뜻한 온수와 심층 냉수와의 온도차, 세계의 대양(大洋)을 흐르고 있는 해류 등이 모두 에너지로서 이용될 수

있다. 이 중에서 가장 보편화된 것은 조력발전이다.

조력발전

바다의 조석(潮汐)은 주로 달의 주기적인 운동과 관련되어 12시간 25분 주기로 하루에 두번씩 해수가 오르내린다. 이 조석간만의 차이도 태양과 달의 상대적인 위치에 따라서 조차가 큰 대조기와 조차가 작은 소조기로 나누어진다. 조력발전이란 이같은 위치에너지를 전기에너지로 이용하려는 것으로, 조석간만의 차이가 큰 하구나 만(灣)을 막아 조지(潮池)를 조성하여 외해수위와 조지내의 수위차를 이용하여 발전하는 방식이다.

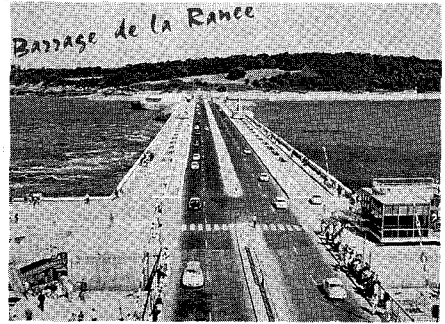
다시말해, 간만의 차가 큰 바다에 수문과 수차를 설치한 방조제를 쌓아, 밀물때에 수문과 수차문을 열어두면 만 내에 물이 찬다. 수문 및 수차문을 닫으면 썰물때에 바다쪽의 수위는 만 내쪽보다 낮아져 이때 수차문을 열면 만 내의 해수는 수차를 돌리며 발전을 하게 되고 바다쪽으로 빠져 나간다. 따라서 조력발전은 간만의 차이가 5m 이상은 되어야 한다는 입지조건이 따르는데, 아시아에서는 한국 인도 중국을 비롯하여 호주 영국 프랑스 캐나다 아르헨티나 브라질 등 대서

양 연안국가들이 개발 가능성이 높은 것으로 나타났다.

조석을 발전으로 이용하려는 노력은 20세기에 들어와서 시작되었다. 프랑스는 실제로 조력발전소를 건설한 세계최초의 국가이며 1967년 랑스(Rance)에 24만kW급의 발전소가 준공되어 가동중에 있다(사진 1). 프랑스의 뒤를 이어 1968년에는 구 소련의 키슬라야(Kislaya)에 400kW급 수차 2대를 설치하였다.

1984년에는 캐나다가 아나폴리스(Anapolis)에 2만kW 용량의 소규모 조력발전소를 건설하였고 중국은 1985년 지양시(江廈) 시험조력발전소를 건설하여 가동중에 있는데 용량은 3천kW급이다.

우리나라는 70년대의 오일쇼크 이후 해양연구소가 중심이 되어 충남의 가로림만과 천수만을 대상으로 예비 타당성 조사를 실시하였고, 특히 이곳은 조력발전에 필요한 조차(潮差)가 5m 이상되기 때문에 이미 1920년대부터 일본인에 의해 검토된 적도 있었다. 그후 프랑스와 공동으로 82년에 최적후보지로 선정된 가로림만에 대한 조력발전 정밀 타당성



〈사진 1〉 세계 최초의 랑스 조력발전소

조사와 기본설계를 마쳤고 86년 영국의 기술진에 의해 재검토를 실시한 결과 최적시설용량이 48만kW로 평가됐다.

그러나 발전소건설의 건설단가가 다른 수 화력이나 원자력 발전소보다 고가(高價)라는 경제성 문제로 아직까지 건설착공은 지연되고 있으나 향후 21세기에는 지구환경보호를 위한 화석연료의 국제적 규제 강화와 함께 조력의 특성인 무공해 청정에너지, 비고갈성원료라는 간접부수효과를 고려할 경우 조력발전의 경제성은 제고되어, 가까운 장래에 세계 최대규모의 조력발전소가 들어설 것이다.

파랑에너지

조력에너지 못지않게 개발가능성이 큰 해양에너지로는 파랑에너지가 있다.

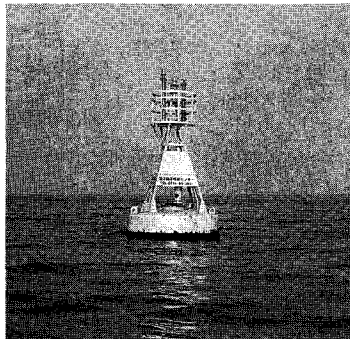
파력발전이란 입사하는 파랑 에너지를 터빈과 같은 원동기의 구동력으로 바꾸어 발전하

는 방식으로서, 설치방법에 따라 크게 부유식과 고정식으로 구분하고 있다. 파랑에너지는 세계 전 해안에 널리 분포되어 있으나 일별, 계절별 또는 해역에 따라 많은 차이가 있어 항상 일정한 출력은 기대하기가 어렵다. 파랑에너지 밀도가 높은 지역으로는 영국의 서해해역, 스페인의 대서양 연안, 미국캘리포니아 서해안, 우리나라의 동해안 등에서 비교적 높은 파랑에너지를 얻을 수 있다.

파력발전에 관한 연구는 약 100년전에 착수되어 1973년 석유파동 이후 영국을 중심으로 노르웨이 일본 미국 등에서 활발한 연구가 시작되었으며 현재 약 50여종의 파력발전장치가 특허화되어 있다. 현재는 도서국가인 일본과 영국에서 적극적인 연구를 수행하고 있다.

일본에서는 마쓰다(益田)가 1966년 소형파력장치(70-120W급)를 개발하여 세계 각지에 항로표시용 부이로 상용화하여 보급하였으며(사진 2), 일본해양과학기술센타에서는 KAIMEI라는 파력발전장치(부유식) 선박을 건조하여 연중 파도가 높은 일본 근해에 2년간 계류하여 발전이론과 발전시스템의 효율개선에 획

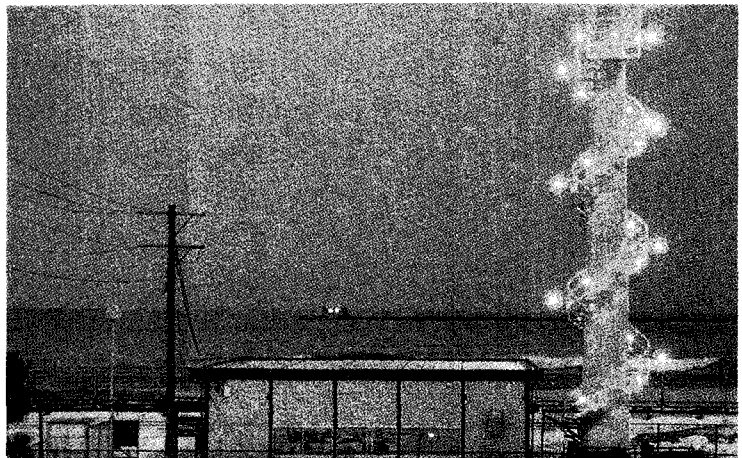
기적인 좋은 성과를 거두었다. 또한 운수성 항만기술연구소에서는 동절기에 5m이상의 높은 파고가 내습하는 사카다(酒田)항구에 방파제시설을 겸비한 대형케이스 파력발전 방파제(고정식)를 설치하여 실험실시험을 한 결과 7kW급의 발전에 성공, 여기서 얻은 전기를 바로 현장에서 제설해빙(除雪解氷)과 양식장, 등대의 전원에 사용하고 있다(사진 3).



〈사진 2〉 항로표지용 파력 발전장치

한편, 영국에서는 여러가지 파력발전장치를 이용하여 모형실험과 실험실시험을 통한 연구를 활발하게 실시하고 있으나 아직 실용화 단계에는 이르지 못하고 있다. 우리나라의 동해안은 비교적 수심이 깊고 연중 파도가 높아 파력발전에 유리한 조건을 구비하고 있는데 한국해양연구소의 연구결과에 의하면 총 파랑에너지 부존량은 약 500만kW로서, 이의 절반이상이 동해안에 부존되어 있다. 최근 한국기계연구원 선박해양공학연구센터는 60kW급 부유식 진동수주형 파력발전장치 개발에 성공하여 98년부터는 울산해역에서 실험실시험이 전개될 예정이다.

파력발전은 다른 해양에너지에 비해 비교적 이용하기가



〈사진 3〉 일본 운수성 항만기술연구소가 사카다 항구에 설치한 파력발전 방파제. 멀리 보이는 파력발전 케이스 방파제에서 전기를 일으킨 다음, 이 전기를 해저케이블을 통해 육지로 전송시켜 등대에 불을 밝힌 모습

쉬우며 원리와 건설이 간단하고 수명이 길고 경제적이며 공해가 없다는 장점이 있는 반면에 발전량의 예측이 어렵고 일별 질적인 변화가 심하다는 단점이 있다. 따라서 파랑에너지가 높을 때 발전한 전력을 비축할 수 있는 축전(蓄電)장치와 함께 파력발전 공급체계의 효과적인 운영 등이 앞으로 연구되어야 할 과제들이다.

해양온도차와 해류발전

그 밖에 조력과 파력에 이어 또 하나의 무한한 에너지원으로는 해양온도차발전이 있다. 이는 해수의 표층과 심층간의 약 20도 전후의 온도차를 이용하여 표층의 온수로 암모니아, 프레온 등의 낮은 비등점 매체(低沸點媒)를 증발시킨 후 심층의 냉각수로 응축시켜 그 압력차로 터빈을 돌려 발전하는 방식이다.

이 방식은 1881년 프랑스에서 최초로 제안된 이후 별 진척이 없다가 1970년대 석유파동 이후 그 개발속도가 가속화되어 현재 미국 일본에서 파이롯트 플랜트를 제작, 실험중에 있으며 2000년대에는 실용화될 것으로 전망된다.

우리나라 근해의 경우 아열대 근원의 대마난류가 남해안과 동해안을 스쳐가기 때문에

해양온도차 발전에 유리한 조건을 갖추고 있어 이의 최적후보지 선정을 위한 해양조사를 실시한 결과, 포항근해역인 영일만이 지리적 여건상 적지로 판명되었다. 이웃 일본은 1990년부터 우리 동해안쪽인 도야마(富山)만에서 OTEC(Ocean-Thermal Energy onversion) 실험을 실시하여 경제성과 기술적 문제점을 검토하고 있는데, 이 실험이 성공한다면 우리나라의 동해안 역시 온도차 발전의 적지로 각광을 받을 것으로 여겨진다.

육상의 풍차처럼 바다속에 큰 프로펠러식 터빈을 설치, 해류를 이용하여 전기를 일으키는 해류발전소 역시 미국 일본 등에서 발전시스템 개발에 나서고 있는데, 코리올리스(Coriolis)계획이라고 부르는 미국의 해류발전 사업계획에서는 한 개의 무게가 6천톤이나 되는 거대한 발전기를 사용하여 약 2억5천만kW의 전기를 얻을 수 있다고 추정하고 있다.

해양에너지 개발에 적극적인 일본은 1983년 카지마해역에서 행한 해류발전 시험에서 해류의 흐름이 3노트에 달했을 때 최고 1,000W의 전기를 발전하여 세계 최초의 해류발전에 성공한 바 있다.

동서남해 훌륭한 입지조건 무공해 에너지시대 기대

해양에너지는 무한한 가능성을 가진 미래의 에너지이다.

우리나라의 경우 해양에너지 개발의 역사는 비록 짧지만 앞으로 좋은 입지조건을 활용한다면 많은 에너지를 얻을 수 있을 것으로 기대되고 있다.

서해안은 세계적으로도 조석간만의 차가 크고 수심이 얕고 해안선의 굴곡이 심해 조력발전의 훌륭한 입지조건을 지니고 있으며, 동해안은 수심이 깊고 연중 파도발생 빈도가 비교적 높아 파력발전의 가능성이 클 뿐만 아니라 동해로 북상하는 쿠로시오 해류를 이용한 해양온도차발전도 가능할 것으로 보고 있다.

또한 임진왜란 당시 충무공이 왜적을 맞아 통쾌히 승리한 서남해안쪽 울돌목은 세계적으로 조류가 빠른 지역으로 조류발전의 후보지로 각광을 받고 있다. 앞으로 21세기의 멀지않은 장래에 서해안에는 조력 및 조류발전소, 동해안에는 파력발전소, 남해안에는 해양온도차 발전소가 들어서 무공해 해양에너지 자원시대가 전개될 것으로 기대된다. ㉠