

제주지역 해양에너지 개발 가능성 고찰

제주발전연구원 책임연구원 엄 상 근

해양에너지는 타 신·재생에너지에 비해 부존량이 풍부하고, 에너지 밀도가 높고, 대규모 개발이 가능하여 화석연료를 대체할 수 있는 실질적인 대안이 될 수 있다. 특히 제주도의 풍부한 해양에너지는 무공해이며 무한정 사용이 가능한 발전방식이라 할 수 있다.

1. 해양에너지

지구 표면의 약 75%에 달하는 해양은 이용 가능한 다양한 형태의 에너지가 부존하고 있다. 이러한 해양에너지는 온실 가스를 발생시키지 않는 청정에너지임과 동시에 재생가능한 무한한 에너지원이라 할 수 있다.

해양에너지는 크게 조석을 동력원으로 해수면의 간만차를 이용하는 조력발전, 강한 조류를 이용하는 조류발전, 입사하는 파랑에너지를 터빈 등의 원동기 구동력으로 변환해 발전하는 파력발전, 해양 표면층에 있는 온수와 500~1,000m의 심해에 냉수와의 온도차를 이용한 온도차 발전 등으로 구분될 수 있다(지식경제부·신재생에너지센터, 2008). 기본적으로 해양에너지는 물리적인 해양에너지(파랑, 조석, 해류, 수온, 바람, 염도 등)를 기계적인 에너지로 변환시킨 후 터빈 저녁차발전 등의 설비를 이용하여 기계에너지를 전기나 에너지로 변환시켜 사용하게 된다.

이러한 해양에너지는 법적으로 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(시행 2010. 4.14)」에서 정의 되고 있는데, 동법 제2조(정의)에서 "신에

너지 및 재생에너지"¹⁾ 중 해양에너지로 정의하고 있다. 또한 해양에너지는 국토해양부 해양정책국의 해양과학기술개발에서 해양과학기술 정책 및 투자방향, 심해저 광물자원 개발, 해양심층수 개발, 해양에너지 실용화 기술 개발, 남북극 해양자원개발, 첨단해양과학장비 개발 등의 6가지 정책으로 구체화하고 있다.

2. 해양에너지 개발 및 추진 상황

우리나라 해양에너지 확충 방안은 「제3차 국가에너지 기본계획」의 해양에너지 공급 계획에서 제시되고 있다. 여기에서 2030년까지 신재생에너지²⁾ 보급률 11% 달성을 목표로 하고 있는데, 이 중 해양에너지 약 4.7%를 공급할 것으로 전망하고 있다(홍기용·현범수, 2010). 또한 국토해양부(구 해양수산부)에서 발표한 2004년 「해양수산업발전기본계획」에서 해양에너지와 관련하여 다음과 같이 제시하고 있다. 국토해양부의 추정에 의하면 총 270만MW의 해양에너지(조력·조류·파력 발전)를 개발할 경우 연간 8,133억원 (813만배럴)의 수입대체 효과를 기대할 수 있다. 이를 위해 국토해양부와 지식경제부를 중심으로 조력, 조류, 파력 및 해상풍력 등 해양에너지원별 R&D를 강화하고 있으며, 핵심요소 기술의 실용화를 우선적 집중적으로 추진하고 있다. 국토해양부는 2012년까지 총 788억원의 예산을 투입, 조력·조류·파력에너지 실용화 기술개발을 추진 중이다.

〈표 1〉 해양에너지 개발 장기목표

(단위 : MW)

구분	1단계(2000-2010)	2단계(2011-2020)	3단계(2021-2030)
조력에너지	720	1,320	2,040
조류에너지	90	200	400
파력 및 온도차에너지	—	50	150
누계	810	1,570	2,590

자료 : 해양수산부, 2004, 해양수산업발전기본계획

1) "신에너지 및 재생에너지"(이하 "신·재생에너지"라 한다)란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

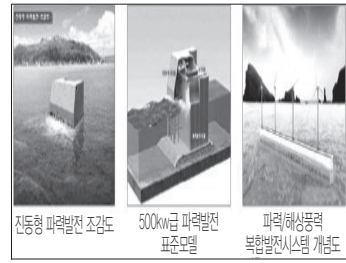
2) 신재생에너지 설비용량(6,456MW) 중 47.7%는 조력·조류·파력 등 해양에너지 설비로 총당할 것으로 전망하고 있다(지식경제부, 2008. 제3차 국가에너지기본계획).



시화호 조력발전



진도 울돌목 조류발전



파력발전

(그림 2) 조력, 조류, 파력발전 조감도

자료 : 국토해양부(www.mltm.go.kr)

해양에너지 개발사업의 구체적인 입지조건은 지역의 특성이 모두 다르기 때문에 명확한 입지조건을 선정하는 것은 쉽지 않다. 산은경제연구소(2009)에서는 해양에너지원인 조력, 조류, 파력, 온도차 발전별 입지조건을 제시하고 있다. 이는 지역별 조건 등을 구체적으로 평가해 보아야 하겠지만, 우리나라는 주로 서해안과 도서지역, 제주도가 해양에너지의 적지로 평가될 수 있다.

〈표 2〉 해양에너지 종류에 따른 입지조건

구분	입지조건	
조력발전	· 평균 조차 3m 이상	· 폐쇄된 만 형태, 해저 지반 견고한 곳
조류발전	· 조류흐름 최소 2m/s 이상	· 조류 흐름의 특징이 분명한 곳
파력발전	· 육지에서 30km 미만, 수심 300m 미만	· 자원량이 풍부한 연안
온도차발전	· 표층수와 심층수 온도차 17℃ 이상	· 어업 및 선박항해에 방해되지 않는 곳

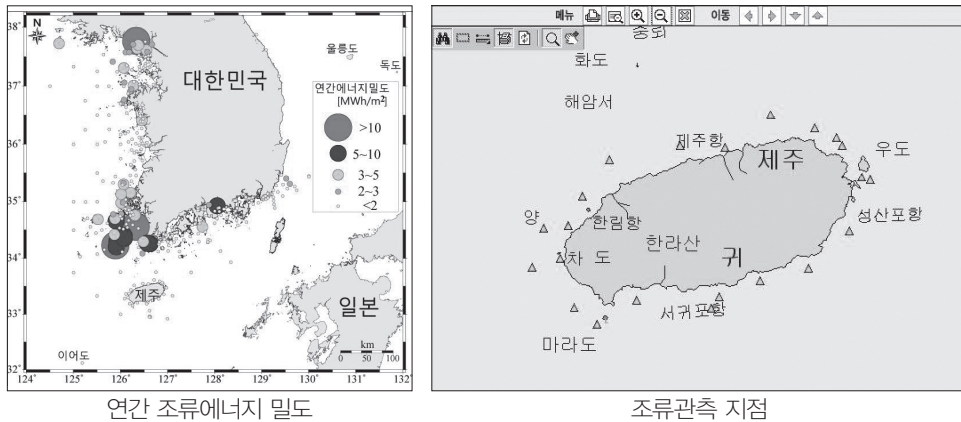
자료 : 산은경제연구소, 2009, 조력·조류·파력 발전의 최근 동향과 전망

4. 제주지역 해양에너지 개발 가능성 검토

해양에너지의 개발가능성은 크게 조력, 조류, 파력발전에 대해 논의될 수 있다. 이를 위해 해양에너지원별 특성, 지역 자원량, 입지조건 등을 검토하여 제주지역에 개발 가능성을 제시하고자 한다.

조력발전은 국토해양부의 자원적지 분석 결과 등을 검토해 보면, 제주해역은 조력발전 적지가 없는 것을 알 수 있다. 또한 제주해역은 조력발전 입지 조건인 평균 조차 3m 이상, 폐쇄된 만 형태가 없기 때문에 조력발전 가능성이 없다고 판단된다.

조류발전은 우리나라 서·남해 연안의 유속자료⁴⁾에 기초하여 검토가 가능하다. 우리나라 연간 조류에너지 밀도 분석 결과, 전라남도 주변해역에 5 MWh/m² 이상 관측지점 10개소 분포하고 있으며 2009년 조류발전소가 완공된 진도 울돌목의 협수로 부근 23 MWh/m² 로 가장 높게 나타났다. 또한 조류발전이 가능한 입지조건은 조류 흐름이 최소 2m/s 이상인 지역이다. 이러한 지역특성과 입지조건에 기초하면 제주도 해역은 연간 에너지 밀도 조사결과, 조류발전의 가능성 낮음을 알 수 있다. 또한 대부분의 지역에서 유속이 2m/s를 넘지 않아 적지가 없다고 판단된다.



(그림 3) 제주해역 조류에너지 관측지점
자료 : 국립해양조사원(www.nori.go.kr)

〈표 3〉 제주해역의 조류속도

측정지역	유속(cm/s)*	
	최고	최저
차귀도 앞	69.25	4.00
섬지코지 앞	48.00	2.50
제주항 앞	40.50	1.00
서귀포항 앞	43.50	3.25
한림항 앞	20.75	2.00
가파도 주변	107.25	17.50
토산리 앞	29.00	1.50
김녕항 앞	133.00	64.50

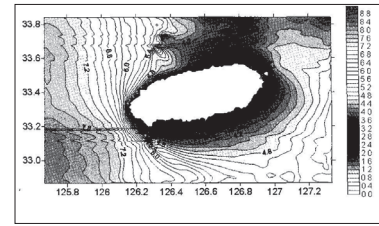
주 : 2010년 1월, 4월, 7월, 10월 각 1일자 데이터의 평균치

파력발전은 국토해양부에서 동해안과 제주도를 적지로 분석하고 있다. 그러나 제주해역을 대상으로 공식적으로 파력발전의 적지 분석은 수행되지 않았다. 다만 한국해양연구원 홍기용의 학술연구⁵⁾에서

4) 국립해양조사원(www.nori.go.kr)에서 우리나라 해역 총 345개 정점에서 관측된 유속자료를 제공하고 있다.

5) 홍기용 외, 2004, 파력발전 적지 선정을 위한 제주해역 파랑에너지 분포 특성 연구, 한국해양공학회지 제18권 제6호, pp.8~15

제주해역의 파력발전 적지 분석 자료를 찾을 수 있었다. 여기에서 제주해역을 대상으로 SWAN 파랑모델을 사용하여 시뮬레이션을 실시하여 파랑에너지의 공간적 분포 특성을 도출하였다. 결론적으로 제주 동쪽보다 서쪽해역의 파랑에너지 밀도가 높은 것으로 분석되었다.



제주해역 파랑에너지 분석도



차귀도 앞 부유식 파력발전장치

〈그림 4〉 제주해역 파랑에너지 분석도와 파력발전장치

5. 나가며

해양에너지는 타 신·재생에너지에 비해 부존량이 풍부하고, 에너지 밀도가 높고, 대규모 개발이 가능하여 화석 연료를 대체할 수 있는 실질적인 대안이 될 수 있다. 특히 제주도의 풍부한 해양에너지는 무공해이며 무한정 사용이 가능한 발전방식이라 할 수 있다. 사면이 바다인 제주지역의 특성 상 향후 해양에너지 및 해양산업의 창출을 도모할 필요가 있다.

이 글에서는 해양에너지란 무엇이고, 부존량과 입지조건 등을 통해 제주도에서 조력, 조류, 파력 발전 개발의 가능성을 제시하고자 하였다. 제주지역 해양에너지별 가능성을 검토한 결과, 조력발전은 평균 조차가 낮아 발전 가능성이 낮고, 조류발전은 평균 유속이 2m/s 이상 적지가 없어 가능성은 낮으나, 향후 기술 발전에 따라 가파도, 김녕항 앞의 1m/s 이상 지역의 일부 가능성은 있다고 판단된다. 또한 파력발전은 제주 북서쪽 해역을 중심으로 가능성 높다고 판단된다.

따라서 향후 제주지역 해양에너지 정책방향은 제주도의 해양에너지 중 파력발전 적지의 종합조사의 수행, 제주특별자치도의 중앙정부 대상으로 제주해역의 파력발전 가능성 제기, 제주해역을 국내외 파력발전기술 적용의 장으로 조성, 파력발전 관련 연구소 및 기업의 유치 등을 들 수 있다. 또한, 제주도 파력발전 시설과 관광지와 연계하는 방안 등의 검토가 필요한 상황이다. ●

** 참고 문헌

- 산은경제연구소, 2009, 조력·조류·파력 발전의 최근 동향과 전망
- 지식경제부, 2008, 제3차 국가에너지기본계획
- 지식경제부·신재생에너지센터, 2008, 신재생에너지 백서
- 해양수산부, 2004, 해양수산발전기본계획
- 홍기용·류황진·신승호·홍석원, 2004, 파력발전 적지 선정을 위한 제주해역 파랑에너지 분포 특성 연구, 한국해양공학회지 제18권 제6호
- 홍기용·현범수, 2010, 해양에너지 기술현황과 전망, 대한설비공학회지 제39권 제1호
- 국립해양조사원(www.nori.go.kr)
- 국토해양부(www.mltm.go.kr)