

Original Article

해양에너지개발사업 환경영향평가 검토유형 및 중점평가사항 진단

이대인^{1,†} · 김귀영¹ · 탁대호¹ · 이용민¹ · 최진휴¹ · 김혜진¹ · 이지혜¹ · 윤성순²

¹국립수산과학원 해역이용영향평가센터

²한국해양수산개발원 해양연구본부

Diagnosis of Scoping and Type of Review on the Marine Environmental Impact Assessment for Ocean Energy Development Project

Dae In Lee^{1,†}, Gui Young Kim¹, Dae Ho Tac¹, Yong Min Yi¹, Jin Hyu Choi¹, Hye Jin Kim¹,
Ji Hye Lee¹ and Sung Soon Yoon²

¹Marine Environmental Impact Assessment Center, NFRDI, Busan 619-705, Korea

²Marine Policy Research Division, KMI, Busan 606-080, Korea

요 약

본 연구는 연안 육역 및 해역에서 일어나고 있는 해양 신재생에너지 개발계획 및 추진사업을 분석하고, 해양환경 및 생태계와 관련된 중점평가사항을 진단하여 효율적인 스코핑(Scoping) 방안과 정책제언을 제시하였다. 주요한 사업유형으로는 공유수면에는 조력, 해상풍력 및 파력발전이 많았으며, 연안 육역에는 태양광발전사업이 주로 계획되었다. 조력발전 등 대규모 개발사업 추진 시, 상위계획에 따른 전략환경영향평가(SEA)와 공유수면매립기본계획 등 사전평가단계에서는 입지의 타당성과 계획의 적정성 측면에서 연안관리지역계획에 따른 용도구역 등 다른 계획과의 조화, 실질적인 대안분석, 그리고 해양수산 규제지역 분포와 어장이용 등 기 해양공간계획과의 상호 연관성 진단 등이 중요하다. 또한, 해역이용협이나 환경영향평가 등 실시단계에서의 구체적인 평가에서는 사업유형별로 중점평가사항에 대한 철저한 진단, 실효적인 사후모니터링 및 저감방안의 제시가 핵심으로 고려되어야 할 것이다. 특히, 순수하게 해양공간에서 일어나는 에너지발전사업일 경우에는 해양공간계획 방향과 연계되는 사전평가방안 도입 및 통합 “해양환경영향평가” 체제로의 전환 등 해양수산부가 주도하는 평가체도의 개선방안이 필요할 것으로 판단된다.

Abstract – This study reviewed the type of the project and developmental plan related to ocean energy development in the coastal land boundaries and the ocean, and suggested the efficient scoping method through the diagnosis of the key items of environmental impact assessment (EIA) in the coastal area. The major projects are the construction of tidal power plant, tidal current power plant, and offshore wind power plant in the public water, and also those are the construction of solar power plants in the coastal land boundaries. While the project plans on a large scale such as the construction of tidal power plant, it is important to consider both property of usefulness of the designated areas and harmony analysis with marine space availability based on the adequacy of the site selection and relevance of plan with the master plan for reclamation and strategic environmental assessment (SEA). And also it needs to be considered the careful checkup on the EIA checklist referring to the type of project, effective post-monitoring, and suggestion of mitigating methods to minimize the environmental impacts during the stage of actual environmental impact assessment. Introduction of a system of integrated marine environmental impact assessment should be considered for reasonable and effective manage to developmental projects on the marine spatial area.

Keywords: Ocean Energy Development(해양에너지개발), Type of Project(사업유형), Strategic Environmental Assessment(전략환경영향평가), Post-Monitoring(사후모니터링), Mitigating Method(저감방안), Integrated Marine Environmental Impact Assessment(통합해양환경영향평가)

[†]Corresponding author: dilee70@korea.kr

1. 서 론

우리나라에서는 그 동안 연안역을 중심으로 화력 및 원자력을 이용한 발전사업이 많이 이루어져 왔지만, 온배수 확산과 어장 피해 등 환경 문제 그리고 '11년 일본의 원전사고 이후 안전성에 대한 경각심을 불러 일으켜 친환경적인 에너지의 확보방안에 대해 많은 정책적 대안을 고려하고 있는 상황이다. 최근 세계 각국에서는 풍력 에너지 등의 개발 및 이용규모가 급속히 확대되고 있다. 신재생에너지란 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 것이고, 그 중 해양에너지는 조력, 조류, 해류, 파력, 해수온도차 등을 포함하는 재생에너지의 분야에 포함된다(KEI[2009]). 조력 및 조류발전은 각각 해수면의 상승과 하강 현상 및 유속이 빠른 지점의 조류를 이용하고, 파력발전은 파랑의 운동에너지 그리고 온도차 발전은 바닷물의 수온차를 이용하여 에너지로 변화시키는 것으로 우리나라도 이러한 에너지자원의 부존량이 높기 때문에 개발 잠재력이 큰 것으로 평가되고 있다(Shim and Jeong[2012]).

제3차 국가에너지 기본계획에 따르면 우리나라는 2030년까지 신재생에너지 보급률 11% 달성을 목표로 하고 있으며, 이 중 해양에너지로부터 약 4.7%의 공급이 가능할 것으로 전망하고 있다(Hong and Hyun[2010]; KEI[2009]). 또한 신재생에너지 공급의무화제도(RPS, Renewable Portfolio Standard)에 따라 발전사업자가 조력 및 풍력발전 등을 상당히 추진하고 있다. Hong and Hyun[2010]은 서해는 가로림만 등 조력발전 후보지에서 총 6,500MW, 조류발전은 울돌목, 장죽수도, 맹골수도 등 총 1,200MW 이상, 파력에너지는 제주도과 동해안 등에서 약 6,500MW 정도로 해역별 적지와 부존량을 평가한 바 있다. Kim and Hong[2002]은 연안역에서 해양에너지의 복합이용특성을 조사한 결과, 동해는 파력, 풍력, 온도차 및 태양광, 남해는 조류, 파력, 풍력 및 태양광, 그리고 서해는 조력, 조류, 풍력 및 온도차 등으로 복합화 하는 것이 유망하다고 평가하였다. 실제로 국내에는 시화호조력발전소가 '11년 12월 준공되어 본격 가동 중에 있으며, 가로림만, 인천만 등에서 조력발전계획이 추진되었거나 계획 중이며, 남서해안을 중심으로 조류발전과 해상풍력발전사업 등이 실증연구 중이거나 추진 중에 있다. 또한 해양에너지 개발의 경제성을 확보하기 위해 다양한 연구개발이 진행되고 있다(Jang et al.[2010]).

그러나 이러한 해양에너지개발사업이 전력공급의 안정성과 온실효과 저감 측면에서 매우 유용한 대안으로 개발의 필요성은 충분히 공감하고 있지만, 경우에 따라서는 오히려 해양환경과 생태계를 훼손하는 문제점도 제기되는 등 부작용에 대한 우려가 있다. 즉, 환경친화적인 발전사업이라 하지만 가로림 조력발전과 같이 개발을 둘러싼 입지 적정성과 이와 관련된 2차적인 환경영향 및 이해당사자 사이의 갈등 등이 내포되어 있는 바, 이를 극복하는 것이 중요한 문제가 되고 있다(KEI[2011]). 해양환경적 측면에서 일부 조력발전과 해상풍력발전사업의 입지는 갯벌을 포함한 해양생태학적 보호구역, 어장과 인공어초의 훼손성이 크며, 효율적 해역이용과 연안관리방

향과도 다소 상충적인 요소가 나타나므로 보다 신중하게 접근할 필요가 있다. 이러한 배경하에서 개발사업에 따른 환경영향평가가 더욱 내실화되어서 개발과 보전의 조화로운 정책추진을 도모해야 하지만, 이에 대한 체계적 대응방안이 미흡한 실정이다.

해양에너지개발의 정당성과 실효성을 위해서라도 환경문제에 대해 보다 충분히 접근하는 평가의 전략이 필요하다. 이를 위해서는 환경영향에 대한 사전예방과 사후관리를 위한 정책적 수단인 해양부서 환경영향평가와 관련된 제도를 충분히 활용할 필요가 있다. 즉, 개별사업 추진에 따른 사전평가와 검토전략을 보다 세밀하게 수립해야 할 것이다. 그러나 현재 이러한 해양에너지개발사업에 대해 협의제도권에서 이루어지고 있는 환경영향평가는 무엇을 어떻게 중점적으로 평가하고 정보를 제시해야 할 지 모호한 상황이며, 평가서의 질적 차이가 상당히 나타나고 있다. 평가제도의 절차과정에서 제출되는 평가서(Statements)를 분석해 보면, 입지의 타당성과 계획의 적정성 평가단계(전략환경영향평가, 공유수면매립기본계획)에서는 해양환경계획, 연안관리계획 등 상위 및 다른 계획과의 조화에 대한 평가와 영향최소화를 위한 대안분석 등이 상당히 미흡하다. 또한, 실시단계인 구체적 환경평가단계(해역이용협의, 환경영향평가 등)에서는 중점적으로 평가하거나 제시해야 할 자료가 부족하거나 검증이 충분하지 않은 문제점 등이 빈발하고 있다(Kim et al.[2014]; Lee et al.[2011]). 제도적으로는 환경평가방식에서 조사항목이 고정되어 탄력적이지 않기에 시행되지 않는 기술이나 정책에 대한 영향분석도 다소 미흡한 상황이다(Kim and Chung[2008]). 이에 따라 평가서의 검토·자문단계에서도 적정 의견을 생산하는데 한계가 있어 제도의 실효성을 저해하고 있다.

또한, 해양공간에서 일어나고 있는 발전사업이라도 현재는 규모에 따라 환경부의 환경영향평가 관련 절차를 거치거나, 공유수면이용과 관련하여 해양수산부의 해역이용협의제도를 반드시 거치도록 되어 있어서 평가의 중복성에 대한 개선이 요구됨과 동시에 해양분야의 통합 환경영향평가의 필요성이 제기되고 있다. 입지를 포함한 계획(Plan)이 타당(추진 유무)한 가를 중점적으로 검토할 때의 평가요소와 계획이 확정되어 개발사업(Project)이 실제 추진될 때, 구체적 환경영향 진단과 저감대책 등을 강구할 때의 평가요소를 구분해서 검토하는 전략적 평가방안이 필요하다.

따라서 본 논문은 우리나라에서 실제 이루어지고 있는 해양에너지개발사업에 대해 관련 협의에 따른 검토현황과 문제점을 분석하고, 해양부문의 합리적 환경영향평가를 지향하기 위해서 개발유형 및 협의단계별로 중점평가사항에 대한 체크리스트를 제시하였다. 또한, 해양공간에서 이루어지는 에너지개발사업의 통합적이고 합리적인 평가를 위한 정책제언을 제시하였다.

2. 재료 및 방법

우리나라 연안역에서 이루어지고 있는 해양에너지개발 현황을 파악하기 위해 개발계획수립 및 실시설계단계에서 실제 협의되고 검토된 환경영향평가 관련된 자료를 분석하였다. 즉, 「해양환경관리

법」에 따른 해역이용영향검토기관에서 2010년부터 2015년 6월까지 해양환경과 관련되어 검토한 전략환경영향평가서(과거 사전환경성검토서), 공유수면매립기본계획서, 해역이용협의서, 소규모환경영향평가서 및 환경영향평가서를 분석하였다.

분석대상은 조력, 조류, 파력, 해상풍력, 온도차발전 등 연안역에서 이루어진 개발계획 및 사업이다. 조력발전과 같이 대규모 공유수면매립을 수반하는 경우에는 공유수면매립기본계획서, 전략환경영향평가서, 환경영향평가서, 해역이용협의서가 검토되며, 매립이 없는 상태에서 공유수면에 발전시설 구조물을 설치하거나 굴착 등이 이루어질 경우에는 대부분 해역이용협의서가 검토된다. 또한 발전시설용량이 10,000kW 이상인 발전소(다만, 댐 및 저수지 건설을 수반하는 발전소의 경우에는 발전시설용량이 3,000kW 이상인 것, 태양력·풍력 또는 연료전지발전소의 경우에는 발전시설용량이 100,000kW 이상인 것, 발전소의 냉각수를 활용한 해양소수력 발전소의 경우에는 발전시설용량이 30,000kW 이상인 것)와 345kV 이상의 지상송전선로로서 선로길이가 10 km 이상인 사업은 환경영향평가서가 검토된다.

이와 같이, 실제 해양에너지개발사업과 관련된 모든 종류의 협의서와 평가서를 분석해서 사업유형, 입지, 환경평가사항을 진단하였으며, 문제점을 도출하고 보다 합리적인 환경평가방향을 유도하기 위해 사업단계별로 체크리스트와 중점평가사항 및 제도개선 방안을 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 해양에너지개발사업 검토유형

해양에너지개발사업의 유형과 검토건수를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 공유수면에서는 조력, 해상풍력, 파력 및 소수력발전이 검토되었다. 태양광발전은 연안육역에서 집중적으로 이루어졌고, 온도차발전에 대한 검토는 없었다. 단일사업일지라도 평가와 관련된 제도(해양수산부와 환경부의 협의절차) 및 보완 유무에 따라 사업건수와 검토실적이 다를 수 있으며, 하나의 사업이 몇 년에 걸쳐 협의되는 경우에는 해당 사업에 대한 검토 수는 중복될 수 있다. 예를 들면, 가로림 조력발전사업의 경우 환경영향평가 초안, 본안, 보완

이 이루어졌고, 해역이용협의(보완 포함)를 거쳤으며, 공유수면매립 기본계획 절차도 수반되었으므로 해마다 검토건수에 포함될 수 있다.

조력발전의 경우, 2011년도에 최대 검토실적을 나타내었는데, 가로림만, 강화, 인천만 및 아산만조력발전이 각각 협의(공유수면매립기본계획, 사전환경성검토, 해역이용협의, 환경영향평가 등)되었고, 총 검토 수는 10건이었다. 2012년의 경우, 가로림 조력발전은 환경영향평가가 보완, 강화 및 인천만 조력발전은 매립기본계획이 검토되었다. 최근 2014년에는 가로림 조력발전에 대한 환경영향평가서가 검토되었다. 분석기간 동안 순수 개발사업 건수는 4건으로 나타났다.

분석기간 동안, 조류발전사업에 대한 검토는 없었다. 다만, 2008년 3월에 진도대교 남측 인접해역에서 (구)한국해양연구원의 시험 조류발전소 시설물 설치에 따른 해역이용협의와 2009년 11월에 여수 남면 금오도~소두리도 여천리 지선에 고효율 부유식 조류발전 시스템(100kW급) 연구과제 수행을 위한 구조물 설치(면적 625 m²)에 따른 해역이용협의를 수행된 것으로 나타났다.

해상풍력발전사업에 따른 협의유형은 공유수면에 풍력발전단지를 위한 기상 관측탑을 설치하거나 지반조사 등을 실시하는 경우, 그리고 연안육역에 부지를 조성하는 경우로 각각 협의되었다. 실제 해상풍력사업은 6건인데, 포항에 1개소, 제주에 3개소(탐라, 한림, 대정), 새만금지역에 1개소 및 서해 위도 주변에 1개소 등으로 50%가 제주지역에서 이루어졌으며, 육상의 경우에는 영광과 신안지역이 주로 검토된 것으로 나타났다.

파력발전사업은 3건이 검토되었는데, 모두 제주 한경면과 조천읍에서 이루어졌으며, 소수력발전도 제주 한경면에서 이루어졌다. 태양광발전사업에 대해서는 해상에서 이루어진 사업은 없었으며, 모두 입지가 연안육역인 경우에 사전환경성검토 또는 소규모환경영향평가로 총 57건이 검토되었다. 연안육역에서의 태양광발전사업이 과거에 비해 크게 증가하고 있으며, 입지별로는 해남, 신안, 완도, 무안, 고흥, 진도와 순천 등 대부분 남서해안이었다. 온도차발전은 검토된 실적이 없는 것으로 나타났다.

3.2 해양에너지개발사업 특성 분석 및 추진현황

해양에너지개발사업의 입지분포를 Fig. 1에 제시하였다. 조력발전 4개소, 해상풍력발전 6개소, 파력발전 3개소와 소수력발전 1개

Table 1. The developmental types, cases of projects and statements review on the major ocean energy development projects recently

Classification of power plant	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (by June)	The cases of a real development projects	
Tidal energy	1 (2)	4 (10)	3 (3)	-	1 (2)	-	4	
Tidal current energy	-	-	-	-	-	-	0	
Offshore wind energy	-	-	4 (4)	2 (3)	-	1 (1)	6	
Wave energy	-	1 (1)	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	3	
Small hydraulic energy	-	1 (1)	-	-	-	-	1	
Solar photovoltaic energy	Coastal landward area	1 (1)	6 (6)	10 (10)	24 (24)	9 (9)	7 (7)	57
	Coastal sea area	-	-	-	-	1 (1)	2 (2)	3
Ocean thermal energy	-	-	-	-	-	-	0	
Total	2 (3)	12 (18)	18 (18)	27 (28)	11 (12)	11 (11)	74	

※(): The cases of statements review

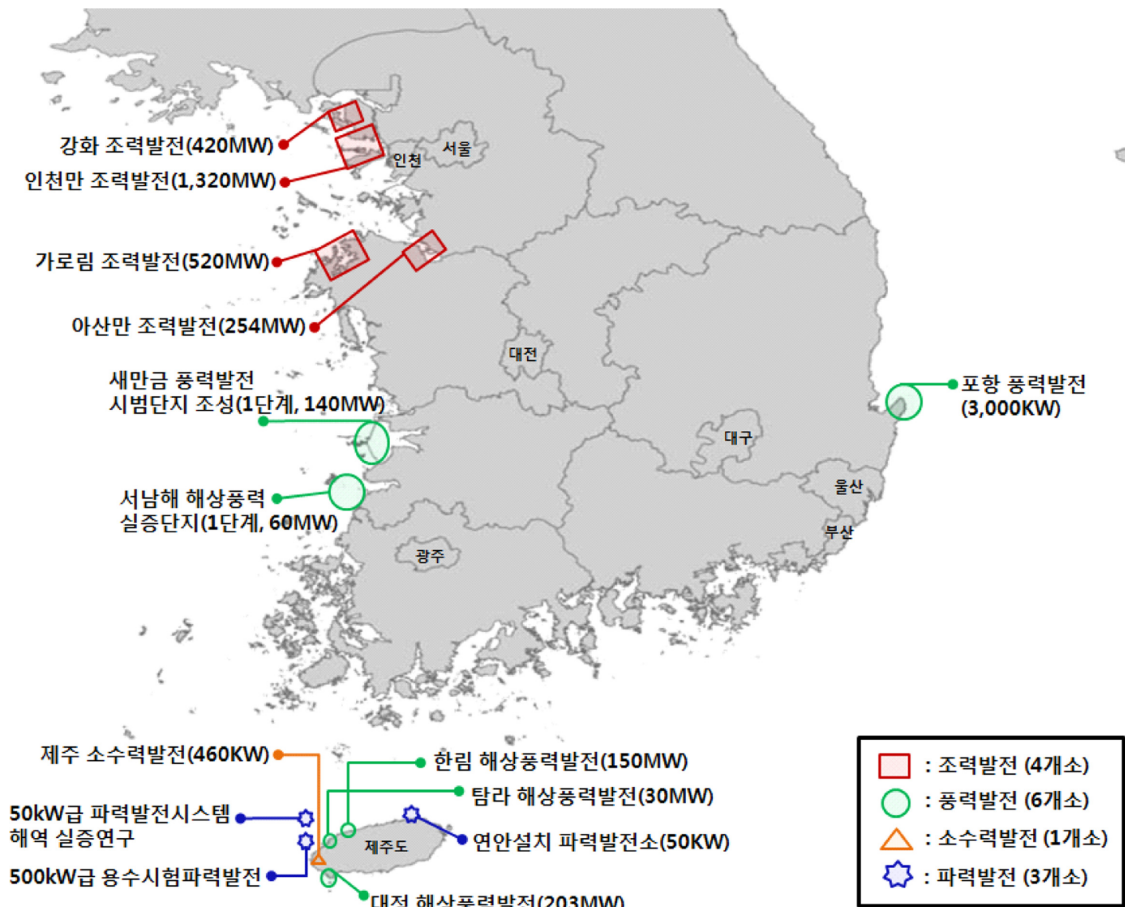


Fig. 1. The actual review sites of recent ocean energy development projects.

Table 2. The comparison of enforcement status on the tidal power plant

구 분	시화호 조력발전	가로림 조력발전	인천만 조력발전	강화 조력발전
위치	경기 안산시 시화호	충남 서산시 대산읍 오지리 및 태안군 이원면 내리 일원	인천 강화도 남단~영종도 북단 해역	인천 강화도~석모도 사이 해역
조위	최대	7.86 m	8.14 m	9.02 m
	평균	4.72 m	4.87 m	5.51 m
조지	면적	42.3 km ²	96.0 km ²	157.45 km ²
	조력댐 연장	12.7 km	2.05 km	18.3 km
발전 규모	시설 용량	254MW	520MW	1,320MW
	연간 발전량	552GWh	950GWh	2,414GWh
시행자	방식	단류식 창조	단류식 낙조	단류식 낙조
	비고	수자원공사	서부발전	한국수력원자력, GS건설
비고		'11.12 준공 후 가동	환경영향 평가 반려	중부발전, 대우건설컨소시엄
			공유수면 매립기본 계획반영 제외	공유수면 매립기본 계획반영 제외

소이다. 조력발전은 조차가 상대적으로 큰 경기만 연안에 집중되었다. 특히 제주도 연안에는 풍력, 파력 및 소수력발전 등 다양한 에너지개발계획이 검토된 것으로 나타났다.

특히, 우리나라 해양에너지개발사업 중 규모가 크고 환경영향이 클 수 있는 대표적인 조력발전사업의 현황을 비교하면 Table 2와 같다. 시화호조력발전은 1994년 시화호가 형성된 이후 지속적인 오염증가에 따라 수질개선 종합대책의 일환으로 담수화를 포기하고,

시화호 수질개선과 발전을 위하여 건설이 추진되었다. 발전량은 기존 세계 최대인 프랑스 랑스 발전(240MW)의 규모를 초과하며 소양강댐의 1.26배에 해당된다. 가로림 조력발전은 '11년도에 해역이 용협의를 완료하였고 '10년에 환경영향평가초안을 협의한 후 '12년도에 재보완 이후 반려된 바 있고, 다시 '14년에 보완된 내용을 협의하였으나 현재 최종 반려된 상황이다. 강화조력발전은 '11년에 사전환경성검토 및 보완과 '12년에 공유수면매립기본계획 보완을

Table 3. The enforcement situation of ocean power plant in the tidal current, offshore wind and wave energy

구분	조류발전(Jang et al.[2010])				해상풍력발전(Kim et al.[2012])			파력발전*	
입지	울돌목*	장죽	맹골	장죽수도·맹골수도	웅진 덕적도	새만금	제주도	서남해안 단지	제주 시험 파력 발전
규모	14.5~24.7MW	150MW	250MW	400MW	200MW	7.9MW	54MW	2,500MW	500KW
비고	실증 시험 중	타당성조사 중	타당성 조사 중	실증 시험 중	타당성 조사 중	운영 중	운영 중	계획 중	구조물제작·설치 중

*: 해양수산부 해양개발과 자료 참조

실시하였고, 인천만 조력발전은 '12년도에 매립기본계획을 협의하였고, 아산만조력발전은 '11년도에 매립기본계획을 협의하였다. 즉, 강화, 인천만, 아산만조력발전은 공유수면매립기본계획에 반영되지 않았다. 현재, 절차상으로 전략환경영향평가와 공유수면매립기본계획 협의 후 고시가 되면, 실시계획단계에서 환경영향평가와 해역이용협의를 실시하고 있다.

이 외 조류발전, 해상풍력발전 등의 추진 현황을 요약하면 Table 3과 같다. 대규모 방조제를 건설하여 해수의 위치에너지인 조차를 이용하는 조력발전과 달의 인력에 의한 해수의 흐름으로 수차를 돌려 발전하는 조류발전이 보다 환경 친화적일 수 있다. 해수의 흐름에 의해 발전량이 지배되므로 개발적지는 한정되어 있는데, 조류발전소의 경제적 가동을 위한 최소 유속은 1 m/s로 알려져 있지만 (Carballo et al.[2009]), 최근 이보다 작은 흐름에서 발전가능한 장치가 개발되어 연구가 진행 중에 있다. 우리나라 전 연안을 통해서 에너지 밀도가 가장 큰 곳은 2009년 5월에 국내 처음으로 조류발전소가 완공된 진도 울돌목의 협수로 부근으로 추산된 연간에너지 밀도는 약 52MWh/m²이고, 경기만 교동수로는 약 16MWh/m², 맹골수도와 장죽수도는 각각 15MWh/m², 8.8MWh/m², 이 두 수도 사이에 위치한 거차수도는 약 9.2MWh/m²이며, 진주만 남쪽 입구에 위치한 대방수도에서는 약 7MWh/m²로 나타나서 전남 서남해역에 3MWh/m² 이상의 연간에너지밀도를 가진 곳이 많은 것으로 평가되었다(KHOA[2010]).

해상풍력 잠재량의 경우 수심이 낮은 서해안과 남해안에 집중되고 있는데, 현재 새만금에 약 7.9MW, 제주도에 약 54MW 정도의 발전소가 운영 중에 있다. 최근 제주도에 해역이용협의 또는 환경영향평가가 협의되고 있는 해상풍력발전사업은 3개 지역으로 탐라(30MW), 한림(150MW) 및 대정(203MW) 연안이며, 환경영향 및 지역주민과의 갈등 등으로 인해 아직 협의가 완료가 되지 않은 상황이다. 향후 서남해안에 약 2,500MW의 대규모 해상풍력발전단지도 계획 중이다.

파력발전은 제주지역에 약 500KW 규모의 시험파력을 위한 구조물이 제작·설치 중에 있다. 온도차발전은 원천기술을 확보 중에 있는 것으로 나타났다(해양수산부 해양개발과 자료 참조). Fig. 2에서 보는 바와 같이, 2008년 기준으로 국내에는 약 357MW 용량의 태양광 발전설비가 가동 중인 것으로 나타났다(KEI[2009]). 이러한 해양에너지개발사업에 따른 분석결과는 Hong and Hyun[2010]의 우리나라 해양에너지 개발 적지에 대한 분석결과와 유사하였다.

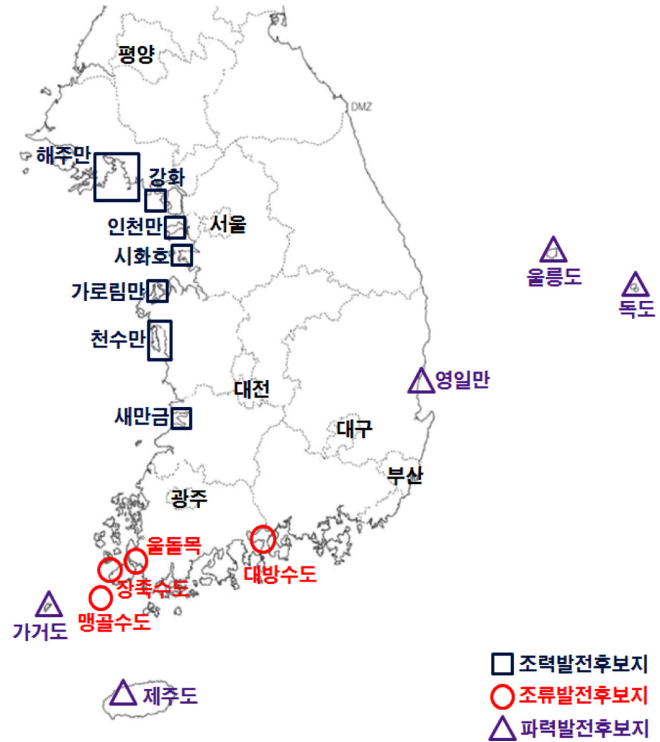


Fig. 2. The developmental suitable area of ocean energy in Korea (reciting from Hong and Hyun [2010]).

3.3 해양 환경영향평가 실태 및 문제점

현재 이루어지고 있는 해양에너지개발사업의 해양부문 환경영향평가와 관련된 협의서 및 평가서의 문제점은 다음으로 요약할 수 있다.

첫째, 추진되고 있는 해당 협의 절차 및 목적에 맞는, 즉 평가목적에 지향하는 중요한 평가내용 등의 정보체시가 미흡하고, 필요한 부분에 중점평가를 하는 것 보다는 대부분 일반론적인 자료가 제시되고 있는 상황이다. 계획의 적정성과 입지의 타당성을 다루고 있는 전략환경영향평가 또는 공유수면매립기본계획에서는 해당 해양공간에서 계획의 적정성을 평가할 수 있는 근거자료가 필요함에도 불구하고, 이와 연관된 자료를 찾기가 힘들다. 관련 계획과의 조화 분석 차원에서 제시하고 있는 자료들은 해당 계획 또는 입지특성과 전혀 연계성이 떨어진 일반적이거나 영향권을 벗어난 광역지역의 자료가 제시되고 있다. 또한 해양관련 구체적 평가항목들에서는 실시단계에서 평가해야 할 구체적 환경영향사항(현황 진단과 예측)을 평가하고 있고, 제시한 내용은 충분한 영향권을 설정하거나 검증이 수행되지 않은 비합리적인 예측결과를 제시하여서 사전평가의 의

미를 퇴색시키고 있다. 계획 확정 전 사전단계에서 제시하는 환경 평가사항은 일반적인 환경현황 파악수준이 아니라, 입지 적정성과 영향정도에 따른 개발규모 적정성을 어느 정도 진단할 수 있는 결과제시에 초점을 맞추는 것이 중요하고, 불필요하거나 향후 환경영향평가 단계에서 제시하여야 할 내용은 간소화해서 평가의 중복을 줄이는 것이 효율적일 것이다.

특히, 해당 공간에 대한 용도기능 부여와 관련된 연안관리지역계획과 지역 해양수산관련 계획 및 환경관리계획 등을 철저히 분석해서 추진하는 계획과의 관련성을 설명하는 것이 매우 중요하다. 또한 지역개발에서는 육상부문의 정보도 중요하지만, 해양의 환경관련 지구 지정현황, 어장·어항·항로 및 시설물 분포, 보호대상 해양생물 출현 유무 등 해양의 이용과 현황에 대한 철저한 정보가 필요할 것이다.

둘째, 대안설정 및 분석이 대부분 형식적인 성향이 강하게 나타나고 있다. 입지, 규모, 시기 등을 설정할 때, 실제 환경영향을 최소화하기 위한 다양한 시나리오를 설정해야 함에도 불구하고 정해진 결론을 이미 설정해 놓고, 선정(안)을 채택할 수밖에 없는 불가피성에 대한 자료만을 제시하여 형식적 대안비교로 치우치고 있는 경향이다. 입지, 시설물 배치 선형, 규모 등에 따라 환경변화사항을 비교해서 환경영향 등을 최소화하는 방향에서 최종안이 선정(안)되었음을 나타내는 근거자료가 제시되어야 할 것이다. 대안의 타당성은 이미 다른 절차와 과정을 통해 검증되었다고 설명하고 있지만, 이러한 선행과정에서 환경적인 고려가 충분히 진행되지 않은 것이 일반적인 사항이다.

셋째, 해역이용협의 및 환경영향평가 등 실시단계 단계에서는 에너지발전사업 유형별로 중점적으로 평가해야 할 사항에 대한 정립과 이에 따른 평가자료 제시가 체계적이지 못하다(KEI[2006]; Kim *et al.*[2012]). 사업유형과 직·간접으로 밀접한 상관이 없는 평가사항에 대해 집중조사를 하여 평가서 분량을 늘리거나, 또는 핵심적으로 진단하여야 할 평가사항에 대해서는 1회성의 조사 또는 검증되지 않은 자료를 인용하거나 예측결과를 제시하고 있다. 즉, 현황 조사와 예측에 있어서 사업유형별 특성을 충분히 고려하지 않고 있다. 해수유동, 부유사확산, 침·퇴적변화 등 주요 예측결과에 있어서, 해수유동은 어느 정도 예측의 타당성을 확보해 가고 있지만, 나머지 평가분야는 대부분 관측결과를 통한 검증이 수행되지 않거나, 입력인자의 비정교성에 따른 예측 값의 임의성이 상당 내포되고 있다. 해양환경변화를 100% 예측하기는 불가능하지만, 계산과정에서 나올 수 있는 오차를 최대한 줄이는 방식으로 합리적인 접근은 가능할 것이고, 결과의 검증을 시도하기 위한 사후평가 디자인이 수립된다면, 어느 정도 환경예측의 신뢰성은 나아질 것으로 판단된다.

넷째, 저감대책의 실효성을 검증할 수 없는 상황이다. 또한 사업유형과 특성을 충분히 고려하지 않고 일반적인 저감방안과 대책을 제시하고 있다. 옥타방지막 설치, 유류유출 시 대책, 계절별 공사강도 조절, 사후모니터링 실시가 대표적이다. 조력, 조류발전 등 사업이 실시되는 지역, 규모, 기간 등을 고려하여 구체적으로 옥타방지막을 어떻게 설치하고 공사강도를 어떻게 조절하는지, 그리고 이에

따라 사업영향이 정성적, 정량적으로 어느 정도 저감되는지에 대한 자료제시가 전혀 없다. 나아가서, 공사 시 이러한 저감방안을 이행하고 있는지 그리고 계획된 대로 영향이 저감되었는지에 대한 사후평가 자료는 더더욱 찾아보기 힘든 상황이다.

다섯째, 사업이 이루어질 경우, 실제 공사에 따른 영향을 파악하거나, 평가단계에서 제시한 예측결과를 검증할 수 있는 사후모니터링조사계획에 대한 체계화가 필요하다. 영향권과 비영향권을 구분하고 예상하는 확산방향과 범위를 고려하여 조사정점을 선정하는 것이 중요하다. 또한 조사항목은 일반적이고 일률적인 평가항목보다는 해당사업의 영향을 직접적으로 나타낼 수 있는 평가사항에 집중적인 조사방안을 수립하는 것이 합리적이다. 물론, 규정상 정해진 조사주기(일반적으로 분기별 또는 반기별 조사체계)에 따른 평가결과는 영향을 추적하기에 한계가 있으므로, 탄력적 적용 등을 위한 제도개선 검토가 이루어질 필요가 있다.

3.4 사업유형 및 절차에 따른 중점평가방안

해양에너지개발사업의 목적 중 하나인 친환경성을 확보하려면, 환경적 측면에서의 입지선정과 영향에 대한 대책이 충분히 진단되는 것이 필요하다. 전술한 바와 같이, 협의서와 평가서에서는 사업규모, 영향정도를 고려한 평가의 선택과 집중이 다소 결여되어 있다. 따라서, 보다 합리적이고 객관적인 평가를 위해서는 평가 스코핑(Scoping)에 대한 정보가 필요할 것이다. 스코핑이란 평가의 범위 및 항목 등을 정하는 일련의 과정인데, 본 논문에서는 핵심 환경평가사항에 초점을 맞추었다. 이러한 사항을 고려하여 해양에너지 개발사업 유형별로 그리고 협의단계에 따른 중점평가사항을 진단하였고, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 해양부문 영향에 대한 검토 체크리스트로 활용할 수 있을 것이다.

사전평가단계인 전략환경영향평가서 또는 공수수면매립기본계획서를 제출할 경우에는 해당 사업에 따른 입지, 규모, 시기 등의 타당성을 통한 계획의 적정성 여부가 초점이다. 따라서 환경영향 최소화를 위한 실질적인 대안분석이 이루어져야 할 것이다. 해당 입지 및 사업특성과 무관한 상위계획 또는 지역계획 등 관련 계획을 제시하기 보다는 해당 계획과 관련한 해양공간에서의 연안관리지역계획, 해양환경보전계획 등 직·간접적으로 연계된 구체화된 계획을 제시하여 조화성 여부를 평가하는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 또한 해양보호구역, 수산자원보호구역 등 법령상 규제지역 여부(해역이용협의서 작성 등에 관한 규정 제6조 관련), 어장, 어항, 항로 및 해양시설물 분포, 보호대상 해양생물 분포여부 및 주변에서 이루어지는 다양한 해역이용개발계획을 진단하여 행위의 상충성을 파악하여야 할 것이다.

환경영향 측면에서는 해당사업에 따른 조류의 변화, 부유사확산, 침·퇴적의 변화 등 실제 사업이 이루어질 경우를 예상한 변화정도를 사전에 대략적으로 진단하여 영향범위를 제시하는 것이 필요하다. 물론, 구체적 예측결과와 검증은 향후 실시단계에서 좀 더 세밀하게 평가되어야 할 것이다. 개발계획으로 인한 경제성과 환경성에 대한 편익을 비교하는 B/C분석결과도 합리적인지에 대한 여부가 중

Table 4. The diagnosis of core marine environmental assessment items according to the development type and assessment stage on the major ocean energy projects

단계	조력발전	조류발전	해상풍력발전
사전평가 단계 (계획적 정성 및 입지 타당성 중점 검토)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경적 측면 입지타당성 - 조위, 조류, 조간대면적, 침·퇴적, 수질변화 정도, 생물상 영향, 보호대상 해양생물 분포 등 ○ 대안분석(개발유무, 개발유형, 입지, 규모) 합리성 ○ B/C 분석 논리(환경성 포함)의 적절성 ○ 상위 및 지역계획과의 조화성 - 연안관리지역계획 등 해양수산환경 관련 계획 분석 ○ 법령상 규제지역 및 해양시설물 등 영향 여부 - 각종 해양보호구역, 어업권, 해상교통 등 공유수면이용 등 해양공간 이용과의 관계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경적 측면 입지타당성 - 조류(유향·유속), 수심, 생물상 영향 등 ○ 대안분석(개발유무, 개발유형, 입지, 규모) 합리성 ○ 상위 및 지역계획과의 조화성 - 연안관리지역계획 등 해양수산환경 관련 계획 분석 ○ 법령상 규제지역 및 해양시설물 등 영향 여부 - 각종 해양보호구역, 어업권, 해상교통 등 공유수면이용 등 해양공간 이용과의 관계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경적 측면 입지타당성 - 수심과 해안과의 이격거리, 파랑 등 외력에 대한 안정성, 최소 4 m/s 이상의 평균 풍속(경제성 확보를 위하여 평균 7 m/s), 생물상 영향(어초단지 포함) 등 ○ 대안분석(개발유무, 개발유형, 입지, 규모) 합리성 ○ 상위 및 지역계획과의 조화성 - 연안관리지역계획 등 해양수산환경 관련 계획 분석 ○ 법령상 규제지역 및 해양시설물 등 영향 여부 - 각종 해양보호구역, 어업권, 해상교통 등 공유수면이용 등 해양공간 이용과의 관계
실시 및 사후 평가 단계 (공사 및 운영 시 환경영향, 저감대책 및 사후 모니터링 계획 검토)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해수유동 및 지형 변화 - 조위, 유속 등 유동장 및 외력(파랑) - 해수교환율 및 체류시간 - 침·퇴적 및 퇴적물 입도조성(뽕질화 등) - 조간대 및 조하대(갯벌) 면적 ○ 수질 변화 - 염분 및 수질오염도(부영양화 등) - 공사 시 부유사확산 ○ 생태계 변화 - 부유 및 저서생태계 종조성, 밀도, 우점종 - 수산자원 서식, 산란, 성육장 훼손 - 보호생물(유영생물 포함) 영향성 - 수문/수차운영(소음·진동 등)에 따른 생물 유출입량 ○ 다른 해역이용의 제한성 정도 - 어장 및 어항 등기 공유수면 이용 영향 및 피해 ○ 영향 저감대책의 실효성 - 사업특성(영향성)과 지역상황과의 부합성과 현실성 ○ 평가결과 검증 및 추가 대책수립을 위한 사후모니터링계획의 합리성 - 조사정점, 조사주기, 조사항목, 사전평가 결과 검증 방안 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해수유동 및 지형 변화 - 유속 등 유동장 및 외력(파랑) - 해수유통량 변화 등에 따른 지형영향 ○ 공사 시 부유사확산 ○ 공사 및 운영 시 생태계에 미치는 영향 - 해양생물의 산란·이동·회유 영향 - 발전설비의 소음 및 진동에 의한 영향 ○ 다른 해역이용의 제한성 정도 - 어장 및 어항 등기 공유수면 이용 영향 및 피해 ○ 영향 저감대책의 실효성 - 사업특성(영향성)과 지역상황과의 부합성과 현실성 ○ 평가결과 검증 및 추가 대책수립을 위한 사후모니터링계획의 합리성 - 조사정점, 조사주기, 조사항목, 사전평가 결과 검증 방안 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해상 풍향 및 해양물리학적 조건 ○ 해상 소음 및 진동 영향 - 해양생물의 산란·이동·서식 - 해저굴착 등에 따른 부유사확산 - 기초굴착 등 준설 정도 ○ 해저 송전케이블에 따른 저주파 및 전자기장 영향 ○ 인공어초 및 어장 영향 ○ 연안경관 영향 ○ 다른 해역이용의 제한성 정도 - 어장 및 어항 등기 공유수면 이용 영향 및 피해 ○ 영향 저감대책의 실효성 ○ 평가결과 검증 및 추가 대책수립을 위한 사후모니터링계획의 합리성 - 조사정점, 조사주기, 조사항목, 사전평가 결과 검증 방안 등
공통사항	○ 이해당사자 의견수렴 및 갈등 해소 문제	○ 이해당사자 의견수렴 및 갈등 해소 문제	○ 이해당사자 의견수렴 및 갈등 해소 문제

요한 검토요소이다.

특히, 조력발전은 조위, 조류, 조간대면적, 침·퇴적, 수질 및 생물상 변화 정도, 조류발전은 조류 변화와 이와 관련된 수심과 생물상 영향, 해상풍력발전은 풍속, 수심과 해안이격거리, 파랑 등 외력에 대한 안정성, 어초단지를 포함한 생물상 영향, 해안경관 부분 등이 환경적 측면에서 사전에 고려되어야 할 것이다.

환경영향평가서 또는 해역이용협의서를 제출할 때에는 협의 완료 후 실제 공사가 이루어지게 되므로 이 단계에서는 현황조사와 환경영향을 충분히 수행하고 실효적인 저감방안과 사후조사계획을 수립하여야 할 것이다. 조력발전의 경우에는 해수유동 및 지형 변화에서 조위, 유속 등 유동장과 파랑, 해수교환율 및 체류시간, 조간대 및 조하대 변화면적(갯벌), 침·퇴적 및 퇴적물 입도조성(뽕질화 등)이 중요한 평가사항이 될 수 있다. 또한 해수교환변화에 따른 염분 및 수질변화와 공사 시 부유사확산이 중요하고, 보호대상 해

양생물의 분포와 주요 생태계(부유, 저서, 수산자원 등)의 종조성, 밀도, 우점종의 변화도 충분히 진단되어야 할 것이다. 어장, 어항 등이 분포되어 있을 경우에는 이에 미치는 영향과 대책도 중요한 요소이다. 한편으로, 평가결과를 검증하고 실효적인 사후관리를 위해서는 사후모니터링계획의 합리성이 중요한 평가요소로 부각되고 있다. 사업영향을 추적할 수 없는 조사체제의 수립보다는 조사정점, 조사시기, 조사항목을 충분히 고려해서 평가단계에서 제시한 결과를 검증하고, 예상치 못한 결과가 나타날 경우에는 효과적으로 대응할 수 있는 시스템을 구축할 수 있는 방향으로 계획하여야 할 것이다.

조류발전사업이 실시 될 경우에는 사업 전·후 주변 유속을 포함한 유동장 변화, 해수유통량 변화에 따른 지형영향, 공사 시 부유사확산 및 생태계(부유, 저서, 수산자원 등)에 미치는 영향 및 대책이 중점적으로 기술되어야 할 것이다. 물론, 전술한 사후모니터링의 체계화도 중요한 검토요소이다. 해상풍력발전사업의 경우에는 굴착

등에 따른 부유사확산, 해저 송전케이블 설치에 따른 저주파 및 전자기 영향, 소음과 진동에 따른 해양생물에 미치는 영향, 인공어초 및 어장 등 어업에 미치는 영향 진단과 대책이 중점평가사항일 것이다.

그 외 태양광발전, 파력발전사업은 대부분 연안육역에서 이루어지거나, 사업특성이 소규모여서 해양환경에 미치는 영향이 상대적으로 작아서 별도의 세밀한 중점평가사항을 논하기는 어려운 측면이 있다. 사업규모와 입지특성을 고려하여 예상되는 영향에 대한 저감대책과 사후관리대책방안을 중점적으로 기술할 필요가 있다. 공통적인 사안으로는, 실제 에너지발전사업에 따라 어업인 등 이해당사자 사이의 갈등이 표출되고 있으므로 기본적으로 갈등조절과 해소방안 마련이 전제되어야 할 것이다. 즉, 충분한 의견수렴과정과 이에 대한 대책이 마련되었는지 여부가 중요하다.

4. 정책 제언

기존 원자력과 화력발전소 건설 등에 따른 환경영향을 줄이기 위해 해양 신재생에너지 개발사업이 고려되고 있지만, 일부 사업의 경우에는 오히려 환경을 훼손하거나 이해당사자 사이의 갈등이 유발되고 있으므로, 개발계획수립단계에서부터 좀 더 철저한 환경적 고려가 필요할 것으로 판단된다.

첫째, 경제성분석(B/C 분석)에서는 환경성을 충분히 고려하지 않은 등 논란이 많이 내포되고 있다. 개발편익을 늘리고, 환경비용은 저평가되는 등 문제점이 내포되고 있는 상황을 고려하여, 해양개발계획에 대한 보다 합리적인 평가기준과 근거를 보완하여 포변화될 수 있는 가이드라인 설정이 필요할 것으로 판단된다. 예를 들면, 조력발전 등으로 훼손되는 갯벌, 어장피해와 수질악화로 인해 어장영향이 큼에도 불구하고 댐 건설로 인해 조지 내수면이 정온화되어 오히려 생산성이 증가하거나 수산학적 편익이 발생할 것이라고 결과를 제시하는 상황이 나타나고 있으므로, 이러한 문제를 검증할 수 있는 방안이 필요하다.

둘째, 해당 사업의 영향권인 해양공간이용에 대한 정보분석이 충분히 이루어져야 한다. 대부분 평가서에서는 해당 계획의 입지특성을 분석할 때, 육상위주의 정보를 많이 제시하고 있으나, 진작 필요한 해양공간에 대한 최신 정보분석이 상당히 미흡한 상황이다. 평가서 작성에 활용되고, 또한 공간의 전체와 부분을 연계하여 정책을 수립하는데 도움을 줄 수 있는 체계적인 시스템 구축이 필요하다. 대규모 조력발전 및 해상풍력발전 등의 개발지구가 연안관리지역계획상 절대보전 또는 준보전지구, 습지보호구역으로 지정, 대규모 항만과 어항의 이용개발계획이 수립, 그리고 어장이 분포되어 수산학적으로 중요한 지역 등으로 설정되어 있는 사례가 많이 나타나고 있어서 상충성이 빈발해 질 수 있다고 판단된다. 특히, 제주지역과 서남해안 해상풍력발전단지의 경우에는 인공어초가 대량으로 분포된 지역으로 발전시설 설치와 수산자원 증강 목적이 상충될 수 있다. 이러한 상황임에도 불구하고, 풍력발전시설로 인해 부착생물이 증가하는 등 수산자원조성에도 도움을 줄 수 있다는 논리가 전

개되고 있는 상황인데, 보다 철저한 검증자료가 확보되어야 할 것으로 판단된다. 즉, 개별법에 따른 이용행위 또는 개발계획이 상충되어, 해양공간에서의 마찰이 점점 증가할 것으로 예상되므로 해양공간에 대한 체계적인 이용전략(예를 들면, 선진국의 해양공간계획(Marine Spatial Planning)의 도입), 완충구역의 설정과 이를 지원하기 위한 종합적인 시스템이 마련될 필요가 있다.

셋째, 환경영향과 관련된 평가 및 협의제도의 내실화를 도모해야 할 것으로 판단된다. 사전단계에서 그리고 실시단계 및 사후단계에서 평가해야 할 사항에 대한 기준 정립(평가서 등 작성규정 보완)과 사업유형특성을 고려한 평가·검토체계 정비가 필요하다. 협의절차와 목적에 관계없이 일반적인 환경영향평가와 검토를 실시하거나, 제출되는 평가서도 사업유형과 절차의 취지를 충분히 살리지 못할 경우 “환경영향평가”의 의미가 퇴색될 수 있고, 오히려 일선에서 혼란성과 복잡성이 증가될 수 있다. 따라서 평가제도의 중복을 최소화하고 단계별 평가취지를 최대한 살릴 수 있도록 제도개선이 필요할 것이다. 특히 평가서와 협의서를 작성하는 이전단계에서 스코핑의 기능 강화 또는 사전환경영향평가 상담제 등을 도입·검토하여 합리적인 평가가 일관성 있게 이루어지도록 여러 가지 제도적 장치와 방안을 강구하여야 할 것이다.

넷째, 해양에너지사업과 같이 해양공간에서 일어나고 있는 개발계획의 사전평가와 사후평가를 합리적으로 그리고 통합적으로 진단하기 위해서는 해양공간 및 환경관리의 주무부처인 해양수산부 주관의 제도적 정비가 필요할 것으로 판단된다. 해양에너지발전사업과 관련한 환경성 검토가 수반되는 제도는 해양수산부의 해역이용협의와 환경부의 환경영향평가가 있다. 해당 사업이 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 따른 공유수면매립과 인공구조물 설치, 또는 굴착·준설 등이 수반되는 경우에는 규모에 따라 일반해역이용협의 또는 간이해역이용협의를 거쳐야 한다. 또한, 「전원개발촉진법」과 「전기사업법」에 따른 발전시설용량이 1만kW 이상인 발전소, 태양력·풍력 또는 연료전지발전소의 경우에는 발전시설용량이 10만kW 이상인 것, 발전소의 냉각수를 활용한 해양소수력 발전소의 경우에는 발전시설용량이 3만kW 이상인 경우, 그리고 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 따라 매립면적이 무역향, 연안향, 신항만과 자연환경보전지역에서 3만 m² 이상, 그 밖의 지역에서 30만 m² 이상일 경우에는 환경영향평가를 실시하여야 한다. 특히, 계획의 적정성을 사전에 평가하는 전략환경영향평가에는 「전원개발촉진법」 제11조에 따른 전원개발사업 예정구역의 지정과 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제22조에 따른 공유수면매립 기본계획이 포함되어 있다.

실제 평가사례를 통한 법적 평가대상 측면에서 살펴보면, 대규모 매립이 이루어지는 조력발전의 경우에는 사전에 전략환경영향평가를 일반적으로 실시하고, 사업계획이 확정되면 해역이용협의와 환경영향평가를 동시에 수행하게 되어 있다. 현재, 해상풍력과 조류발전 등은 공유수면매립 등이 수반되지 않아서 전략환경영향평가가 이루어지지 않았으며, 대부분 해역이용협의와 환경영향평가를 실시하고 있는 상황이다. 이러한 배경하에서, 해양공간에서 이루어

지는 에너지발전사업은 해양환경 및 수산생태계에 미치는 직·간접적인 영향이 수반되고, 경우에 따라서는 어장 피해와 공유수면 이용과의 상충성이 나타날 수 있고, 이해당사자와의 갈등이 상존하고 있으므로 해양수산부와의 협의가 매우 중요할 것으로 판단된다. 따라서, 해양부문 환경영향평가와 관련된 해역이용협의와 해역이용영향평가의 강화가 요구된다고 볼 수 있다. 특히, 해상풍력단지 사업의 경우에는 그 규모를 환경영향평가 대상보다 낮게 설정하여 일반 해역이용협의로 추진하는 경우가 나타나고 있는데, 영향성과 갈등 측면을 고려할 경우에는 해역이용영향평가대상으로 향후 고려하여야 할 것으로 판단된다.

즉, 바다골재채취와 같이 순수한 해양공간에서 일어나는 에너지발전사업은 해역이용협의와 해역이용영향평가를 포함하는 가칭 “해양환경영향평가” 체제에서 통합하여 보다 효율적이고 합리적인 평가가 수반되어야 할 것이다. 물론, 전략환경영향평가의 개념을 고려하여 입지의 타당성과 계획의 적정성 등 해양공간계획과의 상호성을 진단할 수 있는 사전평가체제도 도입할 필요가 있다고 판단된다. 물론, 이러한 평가제도의 정비는 유사한 제도를 운영하고 있는 환경부와의 협의가 수반되어야 할 것이다. 다만, 상기에서 언급한 바와 같이, 순수한 해양공간 또는 사업영역이 대부분 해양에서 일어나는 사업일 경우에는 연안관리와 해양환경관리의 주무부처인 해양수산부가 주관 협의기관이 되고, 환경부 등 관련 기관의 의견을 받아서 제도를 운영하는 방향이 필요할 것이다. 이러한 제도정비를 위해서는 가칭 “해양환경영향평가법”의 제정이 검토되어야 할 것이다.

5. 결 론

2010년~2015년 6월까지 해양에너지개발사업의 유형과 검토건수를 분석한 결과, 공유수면에서는 조력, 해상풍력, 파력 및 소수력발전이 검토되었으며, 태양광발전은 연안육역에서 집중적으로 이루어졌고, 조류발전과 온도차발전에 대한 검토는 없었다. 총 검토 수는 조력발전 17건(순수 개발사업 4건), 해상풍력발전 8건(순수 개발사업 6건), 파력발전 4건(순수 개발사업 3건), 소수력발전 1건(순수 개발사업 1건), 그리고 연안육역과 해역의 태양광발전이 각각 31건과 3건으로 분석되었다. 조력발전은 가로림, 인천, 강화, 아산만지역에서, 해상풍력, 파력 및 소수력발전은 대부분 제주도지역에서, 그리고 태양광발전은 해남, 진도, 신안을 포함한 대부분 남서해안이었다.

해양 신재생에너지 개발사업의 해양부문 환경영향평가와 관련된 협의서 및 평가서의 문제점은 협의절차 및 목적을 지향하는 평가사항 등의 정보제시가 미흡하고, 대안설정 및 분석이 대부분 형식적이며, 사업유형별로 중점적으로 평가해야 할 사항이 구체적으로 미정립되어 있는 상황이었다. 또한 저감대책의 실효성을 검증할 수 없고, 사후모니터링조사계획의 체계화도 필요하였다.

해양에너지개발사업 유형별로 그리고 협의단계에 따른 중점평가사항을 진단하였다. 개발계획의 사전평가단계에서는 입지, 규모, 시기 등의 타당성을 통한 계획의 적정성이 중요하므로 해양공간에서

의 연안관리지역계획, 해양환경보전계획 등과의 조화성이 중요하고, 법령상 규제지역 여부, 어장·어항·항로 및 해양시설물 분포, 보호대상 해양생물 분포여부 등과의 상충성 파악이 필요하다. 또한 계획에 따른 해양물리학적 변화 등을 어느 정도 예측하여 영향범위와 정도를 분석하고, 이와 연관된 계획의 타당성 여부를 진단하는 것이 중요한 평가요소이다.

환경영향평가 또는 해역이용협의단계에서는 현황조사와 환경영향측을 충분하게 수행하고, 실효적인 저감방안과 사후조사계획수립의 합리성 측면이 중점적 검토요소이다. 조력, 조류 및 해상풍력발전사업의 영향 특성을 고려하여 해수유동, 조간대, 수질, 생태계, 어장·어초 등 기 시설물 등에 미치는 영향 파악(선택과 집중 필요)과 평가결과를 검증하고, 실효적인 사후관리를 위한 사후모니터링계획의 체계화가 중요하다. 또한 갈등조정을 위한 충분한 의견수렴과정과 이에 대한 대책이 마련되었는지 여부가 중요한 고려요소가 될 것이다.

제도개선 측면에서는 환경편의 근거 등을 보완한 경제성분석(B/C 분석)의 합리화, 종합적인 해양공간계획(MSP: Marine Spatial Planning), 해양환경영향평가 내실화를 위한 스코핑 기능 강화 등이 필요할 것이다. 특히, 순수하게 해양공간에서 일어나는 에너지발전사업은 해양수산부 주관으로 해양공간계획과의 상호성을 진단할 수 있는 사전평가체제 도입 및 통합 “해양환경영향평가” 체제로의 개선방안이 필요하다.

후 기

본 논문은 2015년도 국립수산물품질관리원 수산과학연구소(R2015055)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다. 또한, 자료수집에 도움을 주신 해양수산부 등 관련 분들에게 감사드립니다.

References

- [1] Carballo, R., Iglesias, G. and Castro, A., 2009, “Numerical model evaluation of tidal stream energy resources in the Ria de Muros (NW Spain)”, *Renewable Energy*, 34, 1517-1524.
- [2] Hong, K.Y. and Hyun, B.S., 2010, “Technology status and prospect of ocean energy”, *The Magazine of the Society of Air-conditioning and Refrigeration Engineering of Korea*, Vol. 39, No. 1, 13-19.
- [3] Jang, K.S., Lee, Y.B., Lee, G.H. and Jung, D.S., 2010, “Technical developmental trend of tidal, tidal current and oceanic current power generation”, *State of the art report*, Vol. 22, No. 4, 92-101.
- [4] Kim, G.Y., Lee, D.I., Jeon, K.A., Eom, K.H. and Yu, J., 2012, “Improvement for Marine Environmental Impact Assessment on the Development of Offshore Wind Power”, *Journal of Environmental Impact Assessment*, Vol. 21, No. 1, 1-13.
- [5] Kim, H.J. and Hong, S.W., 2002, “The study on commercialization of integrated ocean energy utilization”, *Fishing Port & Ground*, 60, 59-66.
- [6] Kim, T.Y., Park, J.I. and Maeng, J.H., 2014, “A Study on the

- Environmental Assessment Guideline for Tidal Current Energy Development”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 4, 345-357.
- [7] Kim, Y.B. and Chung, Y., 2008, “Identification of Potential Environmental Impacts among Renewable Energy Technologies Promising to Minimize Global Warming”, Journal of Environmental Impact Assessment, Vol. 17, No. 1, 67-79.
- [8] Korea Environment Institute (KEI), 2006, The study on the development for documentation guidelines of environmental impact assessment (EIA) statements by projects types, Ministry of Environment.
- [9] Korea Environment Institute (KEI), 2009, Environmental Assessment and Environment-friendly Development of Renewable Energy I, Photovoltaic and Wind Energy, Green Growth Study, 2009-09.
- [10] Korea Environment Institute (KEI), 2011, Environmental Assessment and Reducing Plan of Environmental and Social Conflict for Ocean Energy, Green Growth Study, 2011-08.
- [11] Korea Hydrographic and Oceanographic Administration (KHOA), 2010, The study on the development for tidal energy resources map (I) : based on the measured water velocity, KHOA, 11-1611234-000103-01.
- [12] Lee, D.I., Kim, G.Y., Jeon, K.A., Eom, K.H., Yu, J., Kim, Y.T., Moon, J.H. and Kam, M.J., 2011, “An Application Status and Consideration of System Improvement on the Sea Area Utilization Conference and Impact Assessment”, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 14, No. 4, 239-248.
- [13] Shim, J.S. and Jeong, J.Y., 2012, “An advanced concept of ocean energy and utilization of marine spatial area”, Coastal and ocean, Vol. 5, No. 2, 20-28.

Received 25 June 2015

Revised 23 July 2015

Accepted 29 July 2015