

조력에너지 개발사업의 해양환경영향평가 스코핑 방안

감민재 · 김귀영 · 전경암 · 유 준 · 이대인 · 엄기혁[†]
국립수산과학원 해역이용영향평가센터

Scoping for Marine Environmental Impact Assessment of Tidal Power Plant Construction

Min-Jae Kam, Gui-Young Kim, Kyeong-Am Jeon, Jun-Yu, Dae-In Lee and Ki-Hyuk Eom[†]
*Marine Environmental Impact Assessment Center, National Fisheries Research & Development Institute,
Busan 619-705, Korea*

요 약

본 연구는 우리나라 서해안에서의 조력발전소 건설에 따른 환경영향에 대해 분석하고 현재 중점평가항목(스코핑) 및 제도의 문제점을 진단한 후, 환경영향평가 스코핑 방안에 대해 제시하고자 하였다. 해역이용의 적정성 측면에서 명확한 사업목적과 당위성에 대한 폭넓은 공감대 형성이 중요하고 이해당사자 및 기관의 적극적인 의견수렴이 반드시 이루어져야 할 것이다. 또한 조력발전소 건설에 따른 해양생태계의 부정적인 영향과 어업인과의 갈등을 최소화하기 위하여 스코핑 방안을 다음과 같이 제시하였다. 1) 해수교환율 변화와 유속 변화에 따른 침퇴적 양상 변화, 2) 갯벌 감소로 인한 어류의 산란서식지 파괴, 3) 수산자원 및 어장의 영향과 부유사 확산 등이 중점평가사항(스코핑)으로 적용되어야 할 것이다. 또한, 국민 모두가 환경보전에 대한 의식전환을 통해 자원개발과 환경보전의 조화와 균형을 이루는 능동적 계획 수립과 정책 실현이 될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

Abstract – This paper assessed environmental impact of tidal power plant construction in the western sea of Korea, and diagnosed problems of the related assessment. We also proposed key assessment items (scoping) and system improvement for environmental impact assessment (EIA). The establishment of a broad consensus of the appropriateness and a clear purpose for business is an important aspect of the aptness of using the waters, and the aggressive collecting of opinions of the stakeholder and institutions will have to be fulfilled. In addition, we presented the following scoping plan in order to minimize the negative effects of the marine ecosystem and the conflict between the people who work in the fishing industry which result due to the construction of the tidal power plants. (1) the change in seawater exchange rates and the aspect of erosion/sedimentation which result from the change in the velocity of running fluid, (2) the destruction of spawns/habitats of fish due to the damage of tidal flats, (3) fishery resources, impacts of fishing grounds, and the spread of suspended sediments, etc. will have to be applied to the key assessment items(scoping). In addition, every citizen will have work hard for an establishment of an active plan which achieves the harmony and balance of environmental preservation and for the policy to be applied through changing their consciousness of environmental preservation.

Keywords: Tidal power plant(조력발전소), Core assessment items(중점평가항목), Marine environmental impact assessment(해양환경영향평가), Erosion/sedimentation(침퇴적양상), Damage of tidal flat(갯벌감소)

1. 서 론

세계는 현재 화석연료의 과도한 사용으로 인한 자원고갈과 고유가 상황에 직면하고 있다. 이에 따라 각국에서는 환경친화적인 대

체에너지 개발에 박차를 가하고 있으며, 또한 온실가스 감축을 위해서 소비 절감이나 산업구조조정과 함께 신·재생에너지의 이용 증대 방안을 모색하고 있다(에너지관리공단[2004]).

이러한 배경 하에서 우리나라에서도 최근 몇 년 동안 산업전반에 걸쳐 법적 지원체제를 갖추고 이산화탄소 감축 및 신재생에너

[†]Corresponding author: ekh4465@nfrdi.go.kr

지 개발을 위한 노력을 하고 있으며, 조력발전 사업도 그 일환으로서 적극 추진하고 있는 상황이다(이[2008]). 특히, 조차가 큰 서해안이 조력발전의 입지조건으로 양호하여 다양한 계획이 추진되고 있는데 최근 시화호 조력발전소가 건설되면서 세계 최대 규모의 조력발전소 건설이 가로림만, 강화, 인천만 일대에서 경쟁적으로 건설 계획 중에 있다. 그러나 자연적인 해안에 대규모 조력발전소를 건설할 경우 바닷물을 인위적으로 가두고 상황에 따라 교환시키기 때문에 자연적 해수흐름의 변화가 불가피하며, 이를 통해 인근 지역의 갯벌 등 해양환경이 변화되거나 훼손될 가능성이 제기되고 있다. 갑문 인입의 바닷물 소통량이 작아지면서 수질오염, 식물성 플랑크톤의 급증으로 인한 먹이사슬 변화, 염분의 농도변화 그리고 물고기가 독을 자유로이 오갈 수 없는 이유로 생태계의 혼란이 우려되고 있다. 또한 침적 변화에 따른 침전물이 늘어나 생태계와 발전시설 모두에 악영향을 끼칠 수 있으며(녹색연합[2009]), 해수면 높이변화로 인한 침수피해 영향도 예상되고 있다.

이렇듯 대형 개발사업은 사업과 관련된 환경영향 뿐만 아니라 이로 인한 사회적 갈등을 초래하고 있으며(이[2004]), 특히 조력에너지를 포함한 대규모 신재생에너지 개발사업의 입지로 해양에 대한 관심이 증가되고 있고, 그 만큼 해양이 받는 개발스트레스도 가중되고 있는 상황이다. 즉, 연안에서의 각종 개발사업과 이용계획의 증가에 따라서 해양환경이 영향을 받게 되고, 그 결과 다양한 변화가 일어나고 때로는 심각한 재산상 및 환경의 피해로 이해당사자 사이의 갈등이 유발되고 있다(김 등[2009]; 이 등[2009]). 개발과 보전의 상충적 측면에서 지속가능한 발전을 위해서는 연안의 효율적 이용-관리측면에서 해양환경영향의 신뢰성 있는 평가와 더불어 일관성 있고 이해당사자들 간의 합의를 도출할 수 있는 조화로운 정책이 필요할 것이다(김[2007]; 이 등 [2007]).

한편, 현재 시행되고 있는 환경영향평가 관련제도는 『환경영향평가법』에 따른 환경영향평가제도, 『환경정책기본법』에 의한 사전환경성검토제도 및 『해양환경관리법』에 의한 해역이용협의제도 및 해역이용영향평가제도가 있다(Lee et al.[2008]; 한국해양수산개발원[2006]). 그러나 대규모 개발 사업이 환경영향평가 등을 거쳤음에도 불구하고 환경에 대한 갈등을 조정하지 못하며, 오히려 지역주민에 의한 반대로 사업자체가 중단되는 것은 환경영향평가의 사회적 합의에 대한 조정기능에 많은 문제점이 도출되고 있기 때문이다(이[2004]). 특히, 개발 사업에 따른 환경평가의 신뢰성에 논란이 일어나고 있으며, 합리적 평가방안에 대한 요구가 증가되고 있다. 아울러 수요자 측면에서 평가의 선택과 집중을 통한 효율적 제도 운영에 대한 요구도 증가하고 있다.

환경부는 『환경영향평가서 작성 등에 관한 규정』에서 환경영향평가서 반드시 고려해야 하는 항목들을 명시하고 있으나 평가항목 그 자체가 광범위하며, 육상 환경영향평가 항목 위주로 작성되고 있어 해양환경을 평가하기에는 미흡한 실정이다. 즉, 현재 이루어지고 있는 대부분의 환경평가는 이러한 누적영향과 중장기적인 변화요소를 충분히 고려하고 있지 않으며, 변화의 예측사항에 대한 과학적 근거자료가 부족한 상태이고, 사후검증과 시간에 따른

실제적인 변화패턴을 파악하고 대책을 세우려는 적극적인 사후관리체계가 미흡한 것에 기인한 결과이다(이 등[2010]).

환경평가에서 스코핑은 평가의 항목 및 범위 등을 확정하는 것으로 사업특성 및 지역특성에 맞는 효율적인 환경영향을 평가해서 합리성과 효율성을 제고하는 것이다. 해양환경영향평가의 향상과 실효적인 대책수립을 위해서는 사업유형과 지역특성을 고려한 선택과 집중이 필요하고, 이에 따라 평가단계와 사후관리단계에서 중점적으로 그리고 반드시 검토해야 할 사항을 합리적으로 제시하는 등 평가의 스코핑을 유도하는 것이 매우 중요하다고 사료된다(이 등[2010]).

본 연구에서는 해양에너지 개발사업 중에서 경쟁적으로 추진되고 있으며, 세계 최대 규모의 조력발전이 추진되어 그에 따른 환경영향과 훼손이 우려되는 상황에서 합리적인 해양환경평가방안을 도출하고 선택과 집중을 통한 평가의 효율성을 지원하기 위해 조력발전의 현황 및 환경영향을 분석하고 현 시행중인 사업유형별 중점평가항목 중 발전소 건설 관련 해양환경영향평가의 한계와 문제점을 진단한 후, 조력발전소 건설 시 환경친화적인 평가를 수행할 수 있는 스코핑 방안에 대해 모색하고자 하였다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 현재 우리나라 서해안에서 추진 계획되고 있는 시화호 조력발전소를 비롯한 가로림만 조력발전소, 강화-인천만 조력발전소 등 대형 조력발전소의 건설 추진 현황(Fig. 1)과 그에 따른 환경영향에 대해 조사·분석하고, 에너지개발 사업 중 발전소 건설 관련 ‘평가 및 검토단계에서 가장 중요한 평가요소(중점평가항목)’

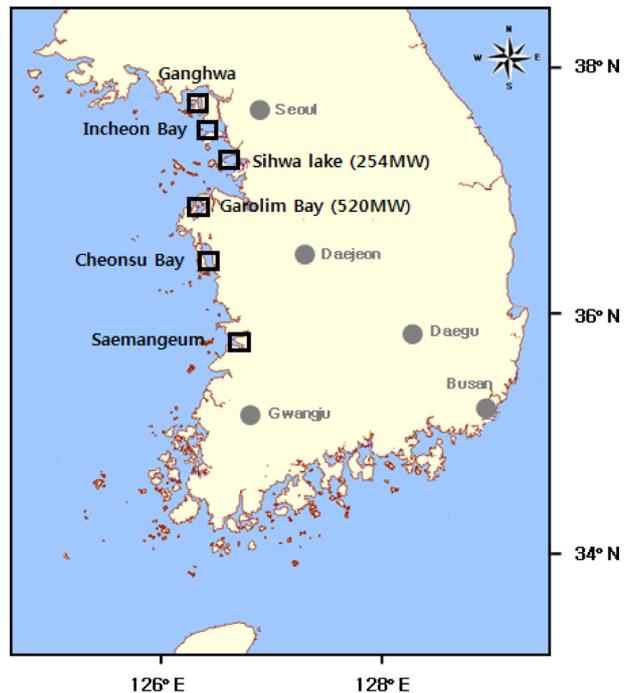


Fig. 1. Planning region of the Tidal Power Plant in Korea.

에 대한 현행 제도 및 평가의 문제점을 파악한 후, 합리적인 환경 평가와 친환경적인 개발을 유도하고 제도개선을 지원하기 위한 스코핑 제도의 개선방안에 대해 연구하였다. 구체적으로 국내 해양부문 환경영향평가 관련 제도 및 운영현황을 파악하였으며, 국내외 조력발전의 특성과 환경영향 그리고 현행 스코핑 제도에 대한 개선방안을 도출하기 위하여 한국학술정보 데이터베이스 이용 및 환경영향평가사와 해역이용협의서 등의 검토 자료와 각종 관련 보고서를 활용하였다. 또한 전문가 의견 등을 참조하여 현 환경영향평가서의 문제점 요약과 현 평가실태, 그리고 평가단계에서 가장 핵심적으로 고려해야 할 사항을 제시하고자 하였다.

3. 조력발전소 건설현황과 해양환경영향

3.1 국내외 조력발전소 추진 현황

3.1.1 국내 조력발전소 개발 현황

우리나라 서해안 중부, 경기만 일대는 강한 조석과 잘 발달된 리아스식 해안으로 천혜의 조력자원 보고로 알려져 있어 1920년대부터 조력발전에 대한 구상이 시작된 것으로 추정된다. 특히 1970년대 초 석유파동으로 인한 대체에너지 개발 및 탈석유 자원개발정책의 일환으로 1974년부터 해양연구소, 한국전력공사 등의 관련기관에 의해 수차례 조사가 진행되었다(이[2008]). 현재 우리나라는 시화호 조력발전소가 2011년 5월 준공하였으며, 가로림만 조력은 현재 관련 인허가가 수행중이고 강화, 인천만 조력은 타당성 조사 및 R&D 사업이 진행 중이다. 또한 우리나라 조력발전소들은 모두 세계 최대 규모로 계획 추진 중이다(Table 1).

3.1.2 국외 조력발전소 개발 현황

현재 가동중인 조력발전소 중 대표적인 것으로는 1967년 준공된 프랑스의 랑스(Rance) 발전소, 1968년 준공된 러시아의 카슬라이(Kislaya Guba) 발전소, 1984년 준공된 캐나다의 아나폴리스

(Annapolis) 발전소, 그리고 중국의 지양시아(JiangXia) 발전소를 들 수 있다(Table 2). 이들의 공통적 특징은 모두 대규모 조력개발을 위한 시험발전소로 건설되었다는 점이다(에너지관리공단[2007]). 영국에서는 2008년부터 Severn 지역에 8.6 GW 규모 조력발전소 건설의 타당성을 조사 중에 있으며, 인도에서도 Khambat 프로젝트를 통해 8 GW 규모의 대규모 조력발전소 건설을 계획 중이다. 또한 러시아의 Penzhinsk, Mezen, 아르헨티나의 Golfo Nuevo 등이 가장 대표적인 주요 입지이다(산은경제연구소[2009]).

3.2 조력발전의 해양환경영향

조력발전소의 건설로 인해 공사시에는 방조제 건설 및 준설, 부지조성 등에 따른 부유사 및 오탁물질의 유입과 국부적인 조류속 증가로 인해 수로를 중심으로 세굴·퇴적 현상이 일어날 수 있으며, 운영시에는 바닷물을 인위적으로 가두기 때문에 해수흐름의 변화가 불가피하며, 이를 통해 인근 지역의 갯벌이 훼손되거나 소실될 것이다. 갑문 안팎의 바닷물 소통량이 작아 식물성 플랑크톤의 급증으로 인한 먹이 사슬 변화, 염분의 농도변화 그리고 물고기가 독을 자유로이 오갈 수 없는 이유로 생태계의 혼란이 우려된다. 또한 강어귀에 침전물이 늘어나 생태계와 발전 모두에 악영향을 끼칠 수 있으며(녹색연합[2009]), 만만의 수위변화로 인해 침수피해의 우려가 있다. 실제로 2007년에 발표된 가로림 조력발전소 건설에 대한 환경영향평가서에 따르면 조력발전소가 건설될 경우 가로림만의 갯벌 면적은 최대조간대에 30.3%, 최소조간대에 69.8%가 감소하는 것으로 나타났으며, 해수교환율은 현재 62.24%에서 43.26%로 감소할 것으로 나타났다. 또한 조력발전소 건설시 바닷물이 가장 많이 들어오는 고조기에는 해수면의 높이가 25~50 cm가 낮아지고 저조기에는 오히려 최대 4 m 가량 해수면의 높이가 높아질 것으로 예상되고 있다(Fig. 2).

이와 같이 수위차, 갯벌변화, 유속, 퇴적물 성상의 변화는 가로림만의 수산자원 및 어업권에도 상당한 피해를 초래한다. 일부 가두

Table 1. Current status of the tidal power plant in Korea (adapted from Korea Energy Management Corporation)

Classification	Sihwa lake	Garolim Bay	Incheon Bay	Ganghwa
Spring Tide Range (m)	Max: 7.8 Mean: 5.6	Max: 6.6 Mean: 4.7	Max: 7.3 Mean: 5.3	Max: 7.7 Mean: 5.5
Tidal lake area (km ²)	42.3	96.0	157.5	79.4
Barrage length (km)	12.7	2.05	17.2	8.4
Tidal Power Generation Method	Flood Generation	Ebb Generation	Ebb Generation	Ebb Generation
Capacity (MW)	254	520	1,320	840
Power Capacity per year (GWh)	552.7	950	2,271	1,556

Table 2. Current status of the tidal power plant in other countries (adapted from Korea Western Power CO., Ltd)

	La rance	Annapolis	JiangXia	Kislaya Guba
Location	France	Canada	China	Russia
Capacity (MW)	240	20	3.2	0.4
Power Capacity per year (GWh)	544	54	6	1.2
Maximum Tide Range (m)	13.5	8.7	8.39	9.0
Completion	1966	1984	1985	1968

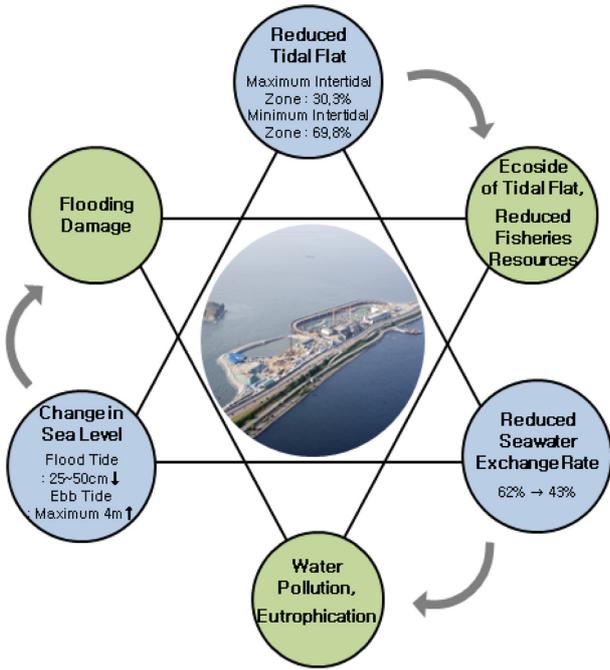


Fig. 2. Marine environmental impact of tidal power plant construction.

리 양식어업을 제외한 대부분의 양식장이 폐업할 것으로 예상되며, 어선어업의 경우 만내 어업은 비교적 긍정적이지만 통선문을 통한 입출항의 어려움이 예상되고 일부 육상 수조식 양식장은 취배수의 어려움이 있을 것으로 예상되고 있다(유 등[2008]).

또한, 강화 조력의 경우는 2008년 인천지역 환경기술개발센터에서 발표한 ‘한강하구의 매립 및 준설을 통한 수리학적 영향검토’에 의하면 “조력발전 건설 후 홍수기에 석모수로 인근에서 최대 68 cm 수위가 상승하고 유출 경로의 변화로 상류부 한강 및 임진강까지 영향을 받는다”라고 발표된 바 있다(녹색연합[2009]).

전술한 바와 같이 조력발전에 따른 영향이 다양한 해양환경 및 해양생태계의 변화로 예상되고 있다. 조력은 분명히 환경을 보호할 수 있는 재생에너지이지만 갯벌이라는 자연환경의 파괴가 불가피하여 환경을 보호하기 위한 환경 파괴라는 모순점을 안고 있으며, 사회적으로 많은 논란이 되고 있다. 따라서 사업을 추진할 때는 사업내용 및 해당지역의 특성을 충분히 고려해서 정성적이고 정량적인 변화에 대한 객관적인 자료와 근거 바탕으로 평가가 이루어지는 것이 원칙이 되어야 할 것으로 사료된다.

4. 조력발전 평가 스코핑 및 제도개선

4.1 우리나라 스코핑제도(중점평가제도)

우리나라의 환경영향평가제도에서는 대상사업별 환경영향평가항목으로 크게 대기환경, 수환경, 토지환경, 자연생태환경, 생활환경, 사회경제 6개 분야로 구분하고 있으며, 이들은 다시 21개의 세부 환경평가항목으로 나누어진다. 세부 환경평가항목의 경우 대기환경은 기상, 대기질, 악취, 온실가스의 4개 항목, 수환경은 수질

(지표-지하), 수리수문, 해양환경의 3개 항목, 토지환경은 토지이용, 토양, 지형-지질의 3개 항목이 포함된다. 그리고 자연생태환경은 동·식물상, 자연환경자산의 2개 항목, 생활환경은 친환경적 자원순환, 소음·진동, 위락·경관, 위생·공중보건, 전파장애, 일조장애의 6개 항목, 사회경제 환경은 인구, 주거, 산업의 3개 항목이 포함된다.

중점평가제도는 현재 우리나라에서 실시되고 있는 17개 분야의 개발 사업에 대해 21개의 개별 평가항목 중에서 사업유형별 특성을 고려하여 중점적으로 평가되어야 할 항목들을 대상사업별 주요 평가항목(중점평가항목)으로 규정하고 있다(환경부[2007]). 또한, 평가서 작성 규정에는 평가항목별 주요평가내용을 명시하고 있는데 해양환경의 주요평가내용으로는 a)오염물질 등으로 수질에 미치는 영향 및 대책, b)공사시 부유물질 확산범위, 농도예측 및 저감대책, c)해수유동상태의 변화 및 그에 따른 수질예측과 저감대책(대안의 선정-비용 등), d)해저지형 및 수심의 변화정도에 따른 영향 및 대책, e)준설토투기장 조성시 해충발생 등으로 인한 환경영향 예측 및 저감대책, f)해안생태계 및 동·식물에 미치는 영향 및 대책 등을 주요평가내용으로 제시하고 있다(『환경영향평가서 작성 등에 관한 규정』 별표2 평가항목별 주요평가내용). 이처럼 환경평가에서 검토되어야 하는 평가항목의 설정방법으로는 우리나라의 환경영향평가제도에서와 같이 대상사업별로 평가항목을 미리 정하여 운용하는 방법과 제안된 계획의 특성과 규모를 분석한 예비환경평가를 통하여 평가항목을 정하는 스코핑에 의한 방법이 있다(한국환경정책·평가연구원[2000]).

미국 등 외국의 환경영향평가에서는 초기의 환경정보 수집을 위한 과정을 스코핑으로 정의하고 있으며, 이러한 스코핑 과정을 통하여 계획안을 구체화시켜가는 동시에 주요한 환경이슈, 주요한 평가항목의 범위를 정해간다(한국환경정책·평가연구원[2007]). 반면, 우리나라의 경우 미국, 일본, EU, 호주 등에서 운용되고 있는 스코핑과정 절차가 있으나 아직까지는 자연생태환경, 생활환경, 사회·경제 환경 등 6개 분야 총21개 항목을 설정하는 중점평가를 통한 평가서 작성이 보편화 되어 있다. 이와 같은 중점평가제도는 일률적인 평가항목 설정에서 보다 보완되었다고 볼 수 있으나 스코핑 절차에 의한 평가항목 설정과 달리 사업이 추진되는 지역의 특수성을 제대로 고려치 못하고 있다(한국환경정책·평가연구원[2007]). 이에 따라, 최근에 도입되고 있는 지자체 환경영향평가 조례에서는 이점을 반영하여 서울특별시, 충청남도에서 평가서 초안의 작성 이전에 ‘환경영향평가서 작성계획서’를 제출하고, 이에 따른 주민참여도 단계 추가함으로써 일본의 ‘방법서’ 단계를 부분적으로 도입하고 있다(성 등[2004]). 미국 등지에서 시행하고 있는 완전한 스코핑 제도의 도입보다는 제안된 사업 또는 계획의 특성을 면밀하게 파악하고 있는 사업 및 계획 수립기관이 자체적으로 또는 전문가의 협조를 얻어 중점평가항목, 평가의 범위, 평가의 방법 등과 같은 스코핑 내용을 작성하고 이에 대한 결과를 관계기관 및 주민에게 공람하여 검토를 받는 절차의 도입이 현재로서는 보다 타당할 것이다(한국환경정책·평가연구원[2000]). 또한 선행 제도의 미비점에 대한 지속적인 보완을 통한 평가지침의 개발이 요구된다.

4.2 우리나라 발전소 건설 관련 스코핑 현황

전원개발 사업 중 대표적인 발전소 건설의 예는 화력발전소, 원자력 발전소 그리고 조력발전소이다. 편의상 대규모 온배수 방출을 포함하는 화력 및 원자력발전소, 온배수 방출 문제를 포함하지 않는 조력발전소 건설 등으로 구분할 수 있다(한국해양연구원[2002]). 발전소 건설에 따른 중점평가항목으로는 대기환경 분야의 기상과 대기질, 수환경 분야의 수질, 토지환경 분야의 지형·지질, 자연생태 환경 분야의 동·식물상과 자연환경자산, 생활환경 분야의 친환경적 자원순환, 소음·진동이 포함되며, 댐 건설을 수반하는 사업으로 수자원개발 중점평가항목 중 수환경 분야의 수리수문, 토지환경 분야의 토양을 추가하고 사업 시행지역이 해양이나 해안선에 위치하고 있으므로 해양환경을 추가해야 한다. 다시 말해서 우리나라 발전소 건설 관련 중점평가항목은 기상, 대기질, 수질, 수리수문, 지형·지질, 토양, 동·식물상, 자연환경자산, 친환경적 자원순환, 소음·진동 그리고 해양환경이다. 그러나 해안가에서 이루어지는 화력 및 원자력발전소 건설 사업과 해양에서 직접적으로 이루어지는 조력발전소 건설 사업은 대규모 건설 사업으로 해양환경에 미치는 직접 또는 간접적인 영향이 크기 때문에 '해양환경' 항목에 해양생태계, 해양수질, 해양물리 등이 포함되어 있다고는 하나, 이들 항목은 구분되어질 필요가 있다.

4.3 우리나라 발전소 건설 관련 스코핑의 문제점 분석

전원개발사업에는 환경문제가 증폭되어 사업추진에 난항을 겪는 경우가 많이 발생하고 있으며, 이러한 문제점은 환경영향평가방법과 제도의 미비점에 편승해서 나타나기도 한다(차 등[1998]). 환경부는 평가대상사업 중 각 분야에서 평가가 자주 이루어지는 사업을 대상으로 각 사업유형별 평가항목범위획정시 검토해야 할 항목을 선택하고 선택된 각 항목별 검토사항을 현황조사, 영향예측 및 저감방안, 환경영향조사로 구분하여 가이드라인을 제시하고 있다. 그러나 제시된 내용 중 해양환경 분야의 예측항목이 구체적이지 못하며, 가이드라인에서 제시하고 있는 중점검토사항은 모두 화력 및 원자력발전소 등에서 발전소 냉각을 위하여 해수를 취·배수하는 과정에서 발생하는 해양물리적인 변화와 이로 인한 수질, 생태계에 미치는 영향 등에 관한 것으로 온배수 배출을 전혀 포함하지 않는 조력발전소 건설에 대한 스코핑을 수행하기에는 많은 문제점이 따른다. 더구나 현재의 중점평가사항은 다양하고 대규모로 추진되는 해양에너지 개발사업, 특히 조력발전소 건설의 환경평가에 적용할 수 없고 사업유형특성을 고려하지 않는 측면이 다수 존재한다. 이와 같이 우리나라 중점평가제도는 지역특성이 반영되지 않고 지침에 의존하여 틀에 박힌 평가가 이루어지는 경우가 많다. 따라서 조력발전소 건설 사업의 특성에 맞도록 중점평가사항을 제시하는 것이 제도개선에 있어서 중요한 부분이며, 사업내용 및 해당지역의 특성을 충분히 고려해서 평가가 이루어지는 것이 원칙이 되어야 할 것으로 사료된다.

4.4 조력발전소 건설에 따른 스코핑 개선방안

지금까지 우리나라 발전소 건설 관련 스코핑의 현황 및 문제점

에 대해 살펴본 바, 대상사업별 중점 평가항목이 백과사전화 되어 있으며, 일부 항목은 매우 원론적으로 기술되어 있어 사업 대상지역의 입지적 특성을 반영하기 어려운 현실이다. 환경영향평가의 전문성, 신뢰성과 효율성의 향상을 위해서는 해양환경에 영향을 미치는 모든 인자들을 도출하고 그 변화양상을 신중하게 검토할 필요가 있다. 또한 해양환경 변화는 즉각적인 인지가 어렵고 회복기가 길기 때문에 장기적인 환경영향의 검토가 필요하다. 그러나 조력발전소 건설에 따른 직·간접적인 영향과 장기적인 변화에 대해서는 기초자료의 부족과 조사기간 및 예측의 한계 등으로 현재 정량화가 어려운 실정이다. 따라서 환경영향평가의 일반적 한계점을 보완하고 평가와 검토의 효율성과 전문성 강화 및 갈등을 사전에 예방하기 위해서는 평가의 스코핑 등 제도개선이 필요할 것이다. 아울러 주민 참여의 대폭적인 확대 및 강화를 위해 사후환경관리에도 주민참여가 이루어지도록 하며, 국민 모두가 환경보전에 대한 의식 전환을 통해 자원개발과 환경보전의 조화와 균형을 이루는 능동적 계획이 수립될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

4.4.1 중점평가사항 개선방안

현재의 발전소 건설에 대한 환경영향평가에서는 현황조사 및 영향예측 시 온배수의 심층배수와 표층배수에 따른 해양 동·식물상의 영향에 대한 비교분석, 취송류 및 해류 등 최악의 환경 상황을 고려한 온배수의 확산에 대한 영향예측 그리고 취수로 및 배수로 공사를 위해 일부 준설공사를 시행할 경우 저질의 영양염류 및 중금속에 대한 용출물의 조사 등이 중점평가사항이다(환경부[2007]). 그러나 온배수를 포함하는 발전소는 해안가에서 이루어지는 사업으로 연안입지의 경우 해양영향에 대한 구체적인 접근법과 검토내용이 결여되어 있어서 해양영향 측면은 원론적일 수 밖에 없으며(김 등[2010]), 더구나 화력 및 원자력발전과는 달리 조력발전은 온배수 방출 문제를 포함하지 않으므로 평가항목에 대한 평가기법의 보완이 필요하다.

본 연구에서는 조력발전소 건설에 따른 해양환경 분야의 중점평가항목과 그에 따른 중점 검토사항을 Table 3에 제시하였다.

첫째, 해역이용의 적정성 측면에서 명확한 사업목적과 당위성에 대한 폭넓은 공감대 형성이 중요하고 이해당사자 및 기관의 적극적인 의견수렴이 반드시 이루어져야 할 것이며, 사업지역의 입지적 특성과 유사사업의 집중·누적성을 고려하면 해양환경 및 수산생태계에 부정적 영향이 유발되어 갯벌보전·관리와 친환경 해양정책을 저해할 수 있으므로 입지 및 규모 등에 대한 충분한 대안분석 및 면밀한 누적평가 진단이 수행되어야 할 것이다. 또한 조력발전소의 건설시 비교적 굴곡이 없는 단조로운 해안선보다는 리아스식 해안선에서 인력 작용이 크며, 넓은 바다보다는 좁은 만에서 수차가 크게 일어나므로 우리나라 서해안은 조력발전의 적지이지만 천연 갯벌이 잘 발달되어 있으며, 각종 어류의 산란·서식·회유지로 중요한 위치를 점하는 수역일 뿐만 아니라 세계적으로 희귀한 천연기념물 보호구역 등이 분포하고 있어 보전가치가 매우 높고 엄밀하게 관리해야 할 해역이므로 입지의 특성 현황 및 각종 해양보호지역과

Table 3. Scoping for marine environmental impact assessment of tidal power plant construction

Core assessment items	Review of core assessment items
Adequacy of coastal area utilization	<ul style="list-style-type: none"> • Accuracy of the project object • Present the alternative analysis (location, scale, etc.) • Collecting opinions from residents and interested parties. • Cumulative effect assessment • The current state of environmental standards, regulation area, etc. • Change of tidal flat area • Creation of replacement wetland
Marine physics and diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Estimation of seasonal seawater flow • Analysis of tidal elevation, tidal current, wave, water temperature, salinity • Have the tidal current, oceanic current, wind drift current, wave and stratification been considered? <ul style="list-style-type: none"> ※ Comparison of time series and tidal current ellipse diagram and verification of tidal current data • Prediction of water exchange change, tidal elevation and current change, intertidal zone(foreshore extent) change • Reliable simulation of the suspended solid concentration in a solid diffusion model
Marine chemistry and marine sediment	<ul style="list-style-type: none"> • Seasonal field survey of orbit <ul style="list-style-type: none"> ※ SS, DO, COD, TN, TP, heavy metal, nutritive salts, etc. • Observe the maritime environment pollutant' testing method • Present of QA/QC(quality assurance/quality control) about heavy metal • Verification of water quality model on the water exchange change <ul style="list-style-type: none"> ※ A reasonable assessment of organic matter and inorganic matter • Establishment of sea water quality management plan
Marine geology	<ul style="list-style-type: none"> • Precision submarine topography • Verification of sediment transport model <ul style="list-style-type: none"> ※ Basis of the main input parameters(shearing stress of erosion and sedimentation, etc.) • Impact of erosion and sedimentation about sand ridge, beach, etc. • Reduction of Foreshore
Marine ecosystem and fishery resources	<ul style="list-style-type: none"> • Seasonal field survey of orbit <ul style="list-style-type: none"> ※ Topophsis, species number, habitat density, dominant species, species diversity, chlorophyll, biomass, primary productivity • Impact analysis(Quantitative/Qualitative) of benthos and fishery resources due to suspended solid diffusion and water quality changes • Research about marine ecosystem protected species • Change of marine biology habitat and fishery resources spawning ground
Reduction method and marine environmental impact examination	<ul style="list-style-type: none"> • Rationality of survey period and vertex • Impact reduction method of fishery and ecosystem • Validation of evaluation results

이용시설 현황을 철저히 파악하고 관련 대책을 마련해야 할 것으로 사료된다.

둘째, 해양물리 및 확산분야는 조위, 조류, 파랑, 염분 분석이 실시되어야 한다. 특히 염분은 해수교환이 감소하고 집중 강우와 육상 담수유입원에 의해 중장기적으로 만내의 염도변화가 예상되어 해역환경에 영향을 미칠 수 있으므로 최대 담수유입량 고려에 따른 염분변화를 면밀하게 평가해야 하며, 또한 조간대나 수심이 낮은 지역의 퇴적물 이동이나 부유물질 재부유에는 파랑이 조석과 함께 주요한 변수로 작용하므로 면밀한 검토가 필요하다. 해수유동실험은 대상해역의 현재 해수유동상황을 재현하고 구조물 설치로 인한 해수유동변화, 유속 및 수위변화 등을 예측하는 것을 목적으로 해수유동실험을 통해 얻어진 대상해역의 유동장은 추후 부유사확산실험, 오염물질확산실험 등의 기초자료로 활용되므로 조류, 해류, 풍성류, 파랑, 성층시기 등을 종합적으로 고려한 모델링의 실사가 요구되며, 혼합분조의 시계열이나 각 분조의 조류타원도 비교가 검토되어야 하고 계절별 특성을 반영한 조류자료의 검증이 실시되어야 한다. 특히, 방조제 건설로 인한 해수교환 변화로 계획지내 및 주변에 분포하여 해양생태계 및 자연정화 기능 역할을 수행하고 있

는 천연갯벌 등의 훼손으로 생물자원의 산란장 파괴, 생물종-생태계 교란, 침·퇴적 양상 변화 및 부영양화 가중 등 환경변화가 유발될 수 있으므로 조간대 변화 예측에 대한 철저히 종합적이며 과학적인 진단이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 해양수질 및 퇴적물 분야는 해양환경공정시험기준을 준수하고 사업의 시행으로 인한 자연적인 해수교환 저하와 정체로 부영양화 가중 등 과학적·경험적 차원에서의 수질오염가중이 예상되므로 수질예측모델의 면밀한 검증 및 평가가 요구되며, 특히 부영양화 모델은 오염이 빈발되는 하계를 중심으로 년 초의 관측자료를 초기조건으로 하여 장시간 모의하여 계절별로 검증하는 등 유기물질 및 무기물질의 합리적인 평가가 이루어져야 할 것이다. 또한 중금속 등 유해물질의 분석과 관리에 대해서는 QA/QC 등을 통한 신뢰성 확보가 무엇보다 중요하다고 사료된다.

넷째, 해양 지형·지질 분야 평가시 해저지형 및 퇴적물 변화를 파악하기 위해서는 사업지구 주변에 대한 정밀 해저지형의 자료가 사전 구축되어야 하며, 유속변화는 퇴적물의 침·퇴적에 영향을 미칠 수 있으므로 유속변화 등에 따른 해안, 사구 등 만 전체해역에서 나타나는 세밀한 침식과 퇴적분포양상을 검토해야 할 것이다. 또한

Table 4. Marine Environmental Impact Examination Plan (post-monitoring)

Core assessment items
<ul style="list-style-type: none"> • Have to clarify whether to carry out this agenda or not by proposing the finalized plan for the survey of the environmental impacts and the conditional requirements. - survey items, branches, methods, cycles, etc. • Need a focused discussion by continuously presenting the assessment material in time series in order to evaluate the before, during, and after effects of the business. • Utilization of the detailed monitoring plan for sea level heights, tide, seawater exchange rates, the spread of suspended sediment, changes in water quality, and intertidal zones along with the survey results for the validation of the modeling results. • Need post-monitoring on the changes of erosion/sedimentation, intertidal zones along with the changes of the compositions of organisms. • Enhance the credibility of the production data by carrying out comparisons and verifications of QA/QC and literature for all survey results and carrying out statistical analysis when cross-comparing the results. • Need detailed monitoring of the fishery resource and the effects of fishery along with reliable interpretations of data. persistent reflections of the opinions of people who work in the fishing industry and the supporting businesses that are related to the protection of fishery resources on the plan through active consideration.

침·퇴적수치실험은 각종 퇴적·침식한계 전단응력 등 주요입력인자의 근거제시를 통한 검증이 요구된다.

다섯째, 해양생태계 및 수산자원 분야는 사업의 최대 영향권 및 계절별 특성을 고려하여 현장조사를 실시하되 주변에 위치하는 어항, 염전, 어선이동량, 수산자원관리수면, 주요 품종별 어업생산량, 어가인구 등 수산세력에 대한 최근현황을 파악해야 할 것이다. 또한, 침수 및 노출시간의 변화로 갯벌면적이 감소하여 어패류 생산이 줄어들고, 조력 댐 공사시와 운영시 수중소음 및 수차·수문을 통하여 유·출입하는 유영생물의 행동양식과 정량변화에 큰 영향이 예상되는데, 이러한 요소는 수질오염과 갯벌축소와 더불어 주변 해역의 생물다양성과 생산측면에서 큰 영향을 미치는 사항으로 저서생물 및 수산자원의 영향에 대한 정성적이고 정량적인 평가가 이루어져야 할 것이다.

4.4.2 해양환경영향조사 적용방안

사업전후의 환경변화후이 조사를 위한 해양환경영향조사(사후모니터링) 시 중점검토사항을 Table 4에 제시하였다. 해양환경영향조사는 사업에 따른 환경변화와 영향에 대한 추적 및 적정 대응방안 강구가 초점이므로 사업도중의 당해 연도 조사현황과 결과의 단순한 제시가 아니라 사업전후의 시간경과에 따른 제반 환경요소의 변화를 파악하고 평가단계에서 제시한 결과를 검증하며, 나아가서 향후 이루어질 수 있는 유사사업의 계획에 반영하는 결과도출이 중요하므로 실증적 자료 확보가 중요하다. 그러므로 조위, 조류, 해수교환율, 부유사확산, 수질변화, 침·퇴적 및 조간대 변화에 대한 정밀한 사후모니터링을 실시하여 모델링 결과를 검증하고 신뢰성 있는 자료 해석을 통해 실효적인 관리방안이 제시되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 논문은 우리나라 서해안에서 최근 계획되고 있는 대규모 조력발전 건설 사업들의 추진현황과 평가의 문제점을 분석하고, 합리적이고 효율적인 해양환경평가 개선을 위해 중점평가사항에 대한 스코핑 개선방안을 논의하였다.

해역이용의 적정성 측면에서 명확한 사업목적과 당위성에 대한

폭넓은 공감대 형성이 중요하고 이해당사자 및 기관의 적극적인 의견수렴이 반드시 이루어져야 할 것이며, 사업지역의 입지적 특성과 유사사업의 집중·누적성을 고려하면 해양환경 및 수산생태계에 부정적 영향이 유발되어 갯벌보전·관리와 친환경 해양정책을 저해할 수 있으므로 입지 및 규모 등에 대한 충분한 대안분석 및 면밀한 누적평가 진단이 수행되어야 할 것이다.

특히, 해수교환율 변화와 유속 변화에 따른 침·퇴적 양상, 갯벌 감소로 인한 어류의 산란·서식지 파괴, 수산자원 및 어장의 영향, 부유사 확산 등이 중점평가사항(스코핑)으로 적용되어야 할 것이다. 또한, 해양환경영향조사는 사업전후의 시간경과에 따른 환경변화요소를 파악하고 평가단계에서 제시한 모델링 결과에 대한 정확성을 검증하는 것이 관건이므로 침·퇴적 및 조간대 변화와 생물종 조성 변화에 대한 사후모니터링이 중요하며, 수산자원 및 어장영향에 대한 정밀한 모니터링과 신뢰성 있는 자료 해석 등 실효적인 저감방안의 이행력 확보와 이해당사자의 의견을 적극 고려하여 계획에 지속적으로 반영함이 필요할 것이다.

이상의 결론은 국내 조력발전소 건설에 따른 스코핑 방안을 제안한 것으로 앞으로 검증 및 보완을 통해 각 항목에 대한 세밀한 평가기법 도입 및 개선방안에 대한 지속적인 연구가 요구되며, 국민 모두가 환경보전에 대한 의식전환을 통해 자원개발과 환경보전의 조화와 균형을 이루는 능동적 계획 수립과 정책 실현이 될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원(RP-2012-ME-04)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] 김귀영, 이대인, 전경암, 엄기혁, 우영석, 2009, 해역이용협의 검토유형 분석 및 제도개선 진단, 해양환경안전학회지, 제15권, 제4호, 345-354.
[2] 김귀영, 이대인, 유 준, 엄기혁, 전경암, 2010, 남해연안 골

- 프장조성에 따른 해양환경영향평가 개선방안, 환경영향평가학회지, 제19권, 제5호, 453-464.
- [3] 김창수, 2007, 개발과 보전을 둘러싼 정채갈등과 정책조정 - 건설교통부와 환경부의 관계를 중심으로, 행정논총, 제45권, 제3호, 285-317.
- [4] 녹색연합, 2009, 한국의 조력발전 건설 현황과 문제점.
- [5] 산은경제연구소, 2009, 조력·조류·파력 발전의 최근 동향과 전망.
- [6] 성현찬, 강명수, 2004, 한국과 일본의 지방자치단체 환경영향평가 제도 비교 연구I - 대상사업 및 평가항목을 중심으로, 환경영향평가학회지, 제13권, 제2호, 57-71.
- [7] 유승훈, 이주석, 2008, 가로림만의 환경가치 평가, 한국경제학회지, 제56집, 제3호, 5-28.
- [8] 이대인, 조현서, 조은일, 이영철, 2007, 연안통합관리계획의 효과적 실행을 위한 지역 Network 시범모델 연구, 해양환경공학학회지, 제10권, 제1호, 44-52.
- [9] 이대인, 박달수, 엄기혁, 김귀영, 조현서, 김종규, 서영교, 백근욱, 2009, 연안준설 및 준설토 해양투기 해양환경평가 개선방안, 환경영향평가학회지, 제18권, 제3호, 131-141.
- [10] 이대인, 엄기혁, 전경암, 김귀영, 2010, 바다골재채취에 따른 환경영향 스코핑과 제도개선, 환경영향평가학회지, 제19권, 제3호, 335-345.
- [11] 이상돈, 2004, 주요개발사업의 환경영향평가서 분석을 통한 사회경제항목평가의 문제점과 개선방안, 환경영향평가학회지, 제13권, 제4호, 165-185.
- [12] 이태훈, 2008, 조력발전에 따른 발전량 및 발전시간 비교, 한양대학교 대학원 석사학위논문
- [13] 에너지관리공단, 2007, 신재생에너지 RD&D 전략 2030 [해양], 1-251.
- [14] 에너지관리공단, 2004, 에너지 소비 및 절약에 대한 올바른 이해.
- [15] 차동원, 김용화, 정기욱, 김창현, 1998, 전력산업의 환경영향평가 분석을 통한 제도개선, 환경영향평가학회지, 제7권, 제2호, 145-152.
- [16] 한국환경정책·평가연구원, 2000, 전략환경평가 기법개발 및 중점평가 도입방안에 관한 연구.
- [17] 한국환경정책·평가연구원, 2007, 스코핑제도 운영 및 발전방안.
- [18] 한국해양수산개발원, 2006, 해양환경영향평가제도 도입방안, 기본연구 2006-16, 1-174.
- [19] 한국해양연구원, 2002, 환경영향평가서 해양부분 검토 지침서, 1-119.
- [20] 환경부, 2007, 사업유형별 평가서 작성을 위한 『환경영향평가서 작성 가이드라인』.
- [21] Lee, D.I., Eom, K.H., Kim, G.Y. and Jang, J.H., 2008, Improvement of review system on sea area utilization-impact by marine environmental management law, J. Kor. Soc. Mar. Environ. Eng., Vol. 11, 55-62.

2012년 1월 2일 원고접수

2012년 1월 17일 심사수정일자

2012년 1월 19일 게재확정일자