

Technical Article

## 화력발전소 건설사업의 해양환경 환경영향평가 가이드라인(안) 연구

맹준호 · 김은영\* · 강태순\*\* · 손민호\*\*\*

한국환경정책 · 평가연구원(KEI)\*, 지오시스템리서치\*\*\*, 해양생태기술연구소\*\*\*\*

### A Study on Environmental Impact Assessment Guidelines for Marine Environments in Construction Projects of Thermal Power Plant

Junho Maeng · Eunyoung Kim\* · Taesoon Kang\*\* · Minho Son\*\*\*

Korea Environment Institute\*, GeoSystem Research Corporation\*\*  
Marine Eco-Technology Institute Co. Ltd.\*\*\*

**요약** : 화력발전소 건설사업의 환경영향평가는 해당 사업으로 인해 주변 해양환경에 미치는 영향을 명확히 파악하고, 환경영향을 최소화함으로써 연안의 지속가능한 발전의 순기능을 담당하는데 있다. 이에 본 연구에서는 화력발전소 건설사업으로 인한 해양환경에 미치는 영향을 정확히 평가하고 이에 근거한 저감 방안을 마련하기 위하여 화력발전소에 특화된 환경영향평가 가이드라인(안)을 마련하고자 하였다. 환경부, 산업통상자원부, 화력발전소 공기업 5사 담당자 및 해양물리, 해양동·식물 관련 전문가로 구성된 포럼을 통해 과학적이고 효율적인 해양환경 환경영향평가 가이드라인을 제시하였으며, 최근 7년간(2009년~2015년) 접수된 화력발전소 환경영향평가서 15개를 분석하여 해양환경 항목의 문제점을 도출하고, 환경영향평가서 작성규정, 국내 및 국외 환경조사 가이드라인, 화력발전소 환경영향평가 검토의견 등 광범위한 정보 수집을 시행하였다. 이 내용을 토대로 해양물리, 해양동·식물 관련 환경영향평가 가이드라인(안)을 마련하였다.

**주요어** : 화력발전소, 환경영향평가, 해양물리, 해양동·식물, 가이드라인

**Abstract** : Environmental impact assessment(EIA) on the construction and operation of thermal power plant(TPP) is aimed at promoting sustainable coastal development by clearly identifying the marine physics and organisms effects of the project on the surrounding marine environment and minimizing its impact. The primary purpose of this study is to establish EIA guidelines for TPP in order to assess how TPP construction projects influence marine environment and to establish the mitigation plans of environmental impacts. Through this study, scientific and efficient EIA guidelines

First Author: Junho maeng, Center for Environmental Assessment Monitoring, Korea Environment Institute, 370 Sicheong-daero, Sejong, Korea, Tel: +82-44-415-7653, E-mail: jhmaeng@kei.re.kr

Corresponding Author: Eunyoung Kim, Center for Environmental Assessment Monitoring, Korea Environment Institute, 370 Sicheong-daero, Sejong, Korea, Tel: +82-44-415-7669, E-mail: kimey@kei.re.kr

Co-Authors: Taesoon Kang, Dept. of Coastal Management, GeoSystem Research Corp., Gunpo, 15807, Korea, E-mail: kangts@geosr.com  
Minho SON, Marine Eco-technology Institute, Sinseon-ro, Nam-gu, Busan 48520, Republic of Korea+82-51-611-6200

Received: 5 September, 2016. Revised: 20 January, 2017. Accepted: 1 February, 2017.

for the marine environments were established by a specialist forum consisted of officials from the Ministry of Environment and the Ministry of Trade, Industry and Energy, personnel from five public corporations in charge of TPPs and marine environment experts. In the study, fifteen EIA reports (2009~2015) on TPPs submitted were analyzed to identify the shortcomings of current assessment items on marine environment and to collect a wide range of information including EIA report formulation regulations, domestic and overseas environmental survey guidelines and EIA review comments on TPPs. Based on the findings, a specialist forum put together EIA guidelines for TPP construction projects.

Keywords : hermal power plant(TPP), Environmental impact assessment(EIA), Marine physics, Marine organisms, Guideline

## I. 서론

에너지 소비 세계 10위인 우리나라의 전력소비는 지속적으로 증가하고 있으며, 최근에는 전력 소비가 많은 제조업, IT 산업 등의 비중이 증가하면서 우리나라의 전력소비율은 더욱 증가할 것으로 예측되고 있다. 또한 이상기온으로 인한 냉·난방기 이용 확산이 증가하면서 동·하절기 피크타임의 전력공급 부족으로 인한 위기상황에 직면하고 있다. 특히, 우리나라 전력수급에 이용되는 화력, 수력, 원자력, 신·재생에너지(태양력, 육·해상풍력 등) 중에서 화력발전이 전체의 약 60%로 가장 많은 전기를 생산하고 있기 때문에 화력발전소의 중요성이 부각되고 있다(Ministry of Trade & Industry & Energy 2015). 그러나 화력발전소 신설 혹은 증설과정은 주변지역의 자연경관 훼손, 대기환경기준 초과, 공유수면 매립시 갯벌 및 어장 잠식과 해수유동 장애 및 조류변화, 온배수로 인한 수온상승 등의 해양환경 및 해양생태계의 환경 영향 문제들을 야기시키며, 증가하는 전력수요 대응을 위한 화력발전소 건설들이 확대됨에 따라 건강 위해 등의 국민적 관심에 의한 사회적 갈등으로의 심화가 우려된다(Maeng et al, 2013).

최근에 2차 에너지기본계획, 7차 전력수급기본계획, 밀양송전탑, 화력발전소 건설 등 전원개발사업과 관련하여 수많은 이해관계자들이 관계된 사업에서 환경문제와 관련한 민-관, 환경-산업 간 등의 갈등이 확산되고 있는 상황에서, 발전소 건설 시에 대한 환경부문의 개략적인 환경영향평가 가이드라인은 있으나, 화력발전소에 특화된 가이드라인은 부재한 상

황이기 때문에 사업시행기관, 승인기관, 협의기관 및 검토기관 모두에게 혼란을 야기할 수 있다. 또한, 국내 환경영향평가 관련 평가지침서는 일반적인 기준에서 행정적·법적 절차의 내용들만 포괄적으로 규정되어 있어 개별사업 및 지역적 특성을 고려하지 않은 획일적인 평가서가 작성되고 있기 때문에 국내에 적용 가능한 화력발전소 환경영향평가 지침 마련이 시급하다(Kim et al, 2014).

따라서, 본 연구는 화력발전소 건설 사업 초기 단계에서부터 환경영향을 충분히 고려할 수 있도록 부처간 협업 및 전문가 참여를 통해 평가 현황 및 실무자들을 위한 친환경 화력발전소 환경영향평가 지침 마련이 궁극적인 목적이다. 따라서 기존의 환경영향평가서를 바탕으로 해양물리, 해양동·식물 현황조사 결과를 분석하여 문제점을 도출하고, 선행연구 및 국외사례와 각 전문가들과의 포럼운영을 통해 문제점을 해결하기 위한 개선방안을 모색하여 해양환경 문제에 특화된 화력발전소 환경영향평가 가이드라인(안)을 제시하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 추진방법

본 연구는 화력발전소 사업으로 인한 환경영향평가 중 해양환경항목에서의 문제점을 분석하고 이를 토대로 평가 현황 및 실무자들을 위한 해양동·식물상, 해양물리 항목의 개선방안을 통한 가이드라인(안)을 마련하고자 하였다. 연구범위를 최근 7년간(2009~2015년) 접수된 화력발전소 환경영향평가서 15개의 해양물리, 해양 동·식물 항목의 현황을 비

Table 1. EIA survey overview of thermal power plants(TPPs)

No.	Project	Power plant capacity
1	Construction Project of Gangneung anin TPP 1, 2	2,080MW(1,040MW×2)
2	Construction project of Yeungnam Combined Cycle Power Plant	470MW
3	Construction Project of GS Dangjin TPP 5	950MW
4	Project of Goseong High TPP	1,040MW×2(2,080MW)
5	Construction Project of Dongbu Green Power	580MW×2
6	Construction Project of Pyeongtaek Combined Cycle Power Plant Phase 2	868.5MW
7	Construction Project of Bukpyeong TPP	500MW×2(1,000MW)
8	MPC Yulchon LNG Combined Cycle Power Plan(2)	950MW
9	Construction Project of Taeon TPP 9, 10	2,000MW(1,000MW×2)
10	Construction Project of POSCO Power LNG Combined Cycle Power Plant 1, 2	1,290MW
11	Construction Project of Yeosu TPP 1	350MW
12	Development Project of Samcheok Comprehensive Power Generation & General Industrial Complex	1,000MW×2(2,000MW)
13	Construction Project of Hyundai Green Power 5,6 Power Plant	200MW(100MW×2)
14	Construction Project of Taeon IGCC Power Plant	300MW
15	Construction Project of Dangjin TPP 9,10	1,000MW×2

Source: EIASS(<https://eiasm.go.kr/>)

Table 2. Observation overviews of marine physics and marine organisms in EIA

No. (번호)	Marine physical (해양물리)						Marine organisms (해양동·식물)						
	Tidal current observation (조류관측)		Temperature Observations (수온연속관측)		Temperature and Salinity Distribution of space (수온 및 염분 공간 분포)		The maximum survey range (최대 조사 범위, *)	Number of Survey vertex (조사정점수)					
	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사 지점수)	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사 지점수)	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사지점수)		Zooplankton & Phytoplankton (동·식물 플랑크톤)	Subtidal zone zoobenthos (조하대 저서동물)	Intertidal zone zoobenthos (조간대 저서동물)	Sea algae (해조류)	Fish egg & larva (난·자치어)	Fish (어류)
1	4	4	4	7	4seasons (4계절)	20	7	10	10	4	4	10	3
2	5	2	5	3	4seasons×spring tide, neap tide (4계절 × 대조기, 소조기)	30	5	10	10	5	5	5	5
3	4	3	4	3	4seasons (4계절)	10	4	15	13	6	-	15	6
4	4	1	4	2	spring, summer, autumn×spring tide (춘계, 하계, 추계× 대조기)	40	8	8	8	5	5	8	5
5	4	2	4	2	4seasons (4계절)	30	5	10	10	4	4	10	4
6	4	2	4	8	4seasons × spring tide, neap tide (4계절×대조기, 소조기)	20	5	10	5	3	2	3	3
7	4	3	4	3	4seasons (4계절)	26	8	12	12	6	6	12	3
8	2	2	2	5	summer, winter× spring tide, neap tide (하, 동계 × 대조기, 소조기)	23	10	10-12	10-12	3	-	10-12	2

Table 2. Continued

No. (번호)	Marine physical (해양물리)						Marine organisms (해양동·식물)						
	Tidal current observation (조류관측)		Temperature Observations (수온연속관측)		Temperature and Salinity Distribution of space (수온 및 염분 공간분포)		The maximum survey range (최대 조사 범위, *)	Number of Survey vertex (조사정점수)					
	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사 지점수)	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사지점수)	Survey No. (조사 횟수)	Number of sampling site (조사지점수)		Zooplankton & Phytoplankton (동·식물 플랑크톤)	Subtidal zone zoobenthos (조하대 저서동물)	Intertidal zone zoobenthos (조간대 저서동물)	Sea algae (해조류)	Fish egg & larva (난·자 치어)	Fish (어류)
9	2	2	4	2	4seasons×spring tide, neap tide (4계절×대조기, 소조기)	30	9	16	16	3	3	8	4
10	2	1	2	9	summer, winter (하계, 동계)	38	10	10-13	10-13	2-6	-	10-13	4
11	4	1	4	6	4seasons (4계절)	45	8	6-7	6-7	3-4	3-4	6	어획
12	2	2	2	2	summer, winter (하계, 동계)	60	4	6	4	5	5	6	3
13	4	1	4	4	4seasons (4계절)	20	8	10	4	6	-	3	2
14	2	2	1	30 (Temperature, 수온)	summer (spring tide) (하계(대조기))	30	10	10	10	6	6	6	6
15	4	4	4	5	4seasons (4계절)	35	10	10-14	10-14	1-5	-	10-14	3

Source: EIASS(<https://eiass.go.kr/>)

교·분석하고, 환경영향평가 협의 과정에서의 주요 검토의견을 중심으로 해양항목의 현황 및 문제점을 도출하였다. 이를 토대로 환경부, 산업통상자원부, 화력발전소 공기업 5사 담당자 및 해양물리 및 동·식물 관련 전문가들로 구성된 전문가를 구성하여 과학적이고 효율적인 개선방안을 논의하였다. 전문가 포럼은 포럼운영계획, 환경영향평가 현황 및 문제점, 개선방안, 가이드라인 마련을 위한 논의들을 진행하였으며, 해양물리 전문가 포럼은 총 5회 실시하고, 해양동·식물 전문가 포럼은 총 4회를 실시하여 국내 해역별 특성들을 고려한 화력발전소 환경영향평가 단계에서의 현황조사, 영향예측, 저감방안 등의 가이드라인(안)을 제시하였다.

기존 화력발전소 관련 환경영향평가서 중 주요 검토대상 환경영향평가서는 해양환경 인근에 위치한 화력발전소를 대상으로 총 15개의 기존 환경영향평가서를 크게 해양물리, 해양 동·식물 항목으로 나누어 현황을 분석하였다. 해양물리 분야는 조류관측, 수온연속관측, 수온 및 염분 공간분포 조사의 횟수,

조사지점 수 등을 조사하여 화력발전소 환경영향평가 해양물리조사의 현황을 파악하였으며, 이외에도 대상지의 온배수 예측에 사용된 모델, 격자체계(격자간격, 격자수, 모델범위), 최대확산면적(km<sup>2</sup>), 저감방안 등의 온배수 확산 영향예측 현황을 파악하여 추후 문제점 제시의 근거자료로 활용하였다. 또한, 해양동·식물분야는 조사 지점수 및 범위, 최대조사범위 등으로 현황분석을 실시하였다(Table 1, Table 2).

### III. 연구결과 및 고찰

#### 1. 화력발전소 해양환경 환경영향평가 문제점

##### 1) 해양물리 환경영향평가

해양물리 조사는 조석, 조류, 수온, 염분 등 발전소 온배수 확산평가와 연관되는 항목을 위주로 현황을 분석하여 문제점을 도출하였다. 조석관측은 일부 평가서를 제외한 대부분의 평가서에서 실제 조위관측을 수행하지 않고 기존자료를 인용하여 대상해역

의 조석특성 및 수치모형실험의 검증자료로 활용하고 있었으며, 이는 대상해역 수치모형실험의 모델영역 내에서 충분한 조위검증을 수행하기에는 부족한 수량으로 파악되었다. 특히, 동해안의 경우에는 실제 조석관측자료를 이용한 수치모형의 경계조건 설정이 필요하나 대부분의 평가서에서는 모델 경계부의 조석관측을 수행하지 않고 있었다.

조류관측은 연속 또는 층별관측으로 구분하고, 대부분 1개 정점 이상에서 관측을 수행하고 있었다. 수치모형에서 충분한 검증을 위해서는 대상해역 전면과 이를 중심으로 주 흐름방향의 위, 아래로 충분히 이격된 위치에서 모델영역에 골고루 분포하도록 최소 3점 이상의 조사정점을 설정할 필요가 있으며, 대상해역의 조류특성을 정확히 분석하기 위해서는 최소 3계절 층별, 연속관측이 병행되어야 하나, 상당수의 평가서에서는 2계절 관측만을 수행하였다.

관측기간의 경우에도 15일 연속관측이 주를 이루고 있어 30일 연속관측으로 전환될 필요가 있었다. 연속수온관측은 단기 또는 장기관측으로 구분하여 분석한 결과, 연속수온 관측은 대상해역의 계절특성을 고려할 수 있도록 최소 3계절 관측 및 층별 장기관측이 병행되어야 하나, 일부 평가서에서는 이러한 3계절 관측이나 충분한 관측정점을 확보하지 않았다. 특히, 온배수 방류지점과 대조구를 같이 상호비교·검증할 수 있는 정점을 선정하여 관측한 사례는 거의 없었다. 전반적으로 연속수온관측의 정점수가 부족하고 근해역에서의 연속층별수온관측이 충분하지 못한 경우가 대부분이었다.

관측기간의 경우 15일 연속관측이 많으며 연속조류관측과 동시기에 맞추지 않아 면밀한 분석을 하기에 부적합한 자료도 일부 나타났다. 공간수온·염분관측의 경우도 비교현황에 제시한 대부분의 평가서에서는 20개 정점 이상의 공간관측을 수행하였으나, 일부 평가서에서는 이에 미치지 못했다. 또한, 몇몇 보고서에서는 계절특성을 고려한 최소 3계절 관측을 수행하지 않고 2계절만 수행한 사례도 있었다.

일부 자료에 있어서는 대조기, 소조기 구분과 창조시, 고조시, 낙조시, 저조시 등의 조석위상을 고려하지 않거나 구체적으로 기술하지 않은 자료가 제시된

바도 있었으나, 조사항목의 분석방법, 분석결과 제시와 관련해서는 상당히 높은 수준을 보여 보완내용이 많지 않은 편이었다. 조석분석과 관련해서는 조석조화상수 분석시 조석위상(그리니치 기준, 동경 기준, 로컬 기준)에 대한 혼용이 일부 보고서에서 나타나고 있어 개념 정립과 함께 통일의 필요성이 절실했다. 조류관측부분에 있어서는 잔차류 항목의 분석누락, 최강유속, 경정유속 등 통계정보 누락에 대한 보완내용이 제기된 바 있었다. 결과 제시에 있어서는 세로축의 스케일을 고려하지 않아 결과 값을 알아볼 수 없도록 그래프를 제시한 경우도 일부 나타난 바 있으며, 결과를 상호 비교함에 있어 세로축 스케일을 통일하지 않아 혼돈을 주는 경우도 드물게 나타나고 있었다.

수온, 염분관측 결과의 경우에도 조류관측과 같이 그래프 스케일의 문제가 동일하게 나타났으며 조석관측, 조류관측 및 수온, 염분관측 결과의 제시 시 단순 결과의 나열로 끝나는 평가서가 대부분이었고, 종합적인 고찰이나 특성에 대한 기술은 미흡한 것으로 파악되었다.

## 2) 해양동·식물 환경영향평가

화력발전소 환경영향평가서 해양동·식물상 분야의 동식물플랑크톤, 어란 및 자치어, 연성조해대 저서동물, 연성조간대 저서동물, 경성조간대 저서동물, 경성조간대 해조류, 어류 등의 조사현황을 파악하였다.

화력발전소들은 각 발전소별로 발전량의 차이에 따라 발전소 가동 시 배출이 예상되는 온배수의 최대 확산 범위에서 차이를 나타내고 있으나 실제 현장에서의 조사 범위와 조사 정점의 수는 이러한 발전량의 차이에 따른 온배수 확산 범위의 차이를 고려하지 않고, 상당히 획일적으로 결정 및 설정되고 있었다.

조사 항목 및 방법에서도 각 발전소별로 상당한 차이를 나타내고 있으며, 염록소-a의 경우, 서해 연안에서는 상당 부분의 신규 사업에서 조사 항목으로 설정되어 있는 반면, 동해와 남해의 경우에는 절반에도 못 미치는 사업에서 이 항목이 누락되어 있었다. 동해 연안의 곳곳에서 나타나는 크고 작은 모래 해변은 연성 기질 조간대를 대표적으로 나타내는 해양환경



이며, 큰 규모의 석호나 사구 등을 제외하더라도 최소 100개소 이상이 존재하고 있다. 이러한 특성에도 불구하고, 연성 조간대 저서동물의 경우 동해에서는 단 한 건의 사업에서도 조사가 이루어지지 않았고, 경성 조간대 해조류의 경우, 남해와 서해에서는 약 70% 정도의 사업에서 조사가 이루어지고 있었다. 물론, 각 해역의 해양학적 특성(예, 동해-일반적으로 해수 중의 염류소-a 농도가 남·서해에 비해 상대적으로 낮음)에 따라 조사 항목과 방법을 유연성 있게 결정 및 설정하는 경우는 있다고 할지라도 동해 연안의 경우에도 상당수의 모래 해변(사질 조간대)이 존재한다는 사실을 근거로 할 때, 동해 연안의 신규 사업 전체에서 연성 조간대 저서동물이 조사 항목에서 누락되어 있음은 사업장 주변 전체 해양동·식물상의 현황 파악과 영향예측에 있어서 심각한 문제점으로 지적될 수 있다.

각 항목별(예, 부유·저서 및 유영 생태계) 세부 조사 방법에서의 문제점은 크게 거의 모든 항목에서 ① 전체적 획일성 결여 ② 세부 방법의 과학적 근거 부족 ③ 생물의 밀집 분포 현상 해소를 위한 반복 채집 결여 또는 부족 등과 같은 공통적인 문제점과 비록 앞에서 지적된 공통적인 문제점은 내포하고 있지 않음지라도 실제 현장에서의 적용 과정에서 나타나는 구체적인 문제점(예, 여름철 수온약층의 존재를 고려하지 않은 표본 채집 등) 등으로 나누어 생각할 수 있다. 식물플랑크톤의 경우, 동·서·남해의 해역별 해양학적 특성을 고려한 표본 채집의 수층(水層)에 대한 기준 없이 이루어졌다는 것이 문제이며(동해의 경우, 수온약층의 존재를 고려하여 수심 10m 이상만 되더라도 봄-여름철에는 표층과 저층에서의 표본 채집이 필요함), 동물플랑크톤과 어란 및 자치어의 경우, 사용하는 네트(Net)의 망구(Mouth radius) 및 망목 크기(Mesh size)에 따라 상당히 큰 결과의 차이를 가져올 수 있음에도 불구하고 이들에 대한 통일된 기준 없이 조사가 수행되었다는 점 등이 문제점으로 지적될 수 있다. 또한, 각 사업 및 해역별로 나타나는 해양학적 특성이 아닌 조사의 편의성에 따라 수직 또는 경사 채집 등 이질적인 예망(Towing) 방법을 적용하였다는 것이 문제이고, 저서동물의 경우엔 다른 생물군에 비

해 특히 밀집 분포 현상이 상대적으로 큰 점을 고려한 반복 채집이 통일된 횟수로 수행되지 않았다는 점과 채니기의 접지 면적에 따른 종 다양성의 차이를 고려한 통일성 있는 접지 면적을 고려하지 않았다는 점 등이 대표적인 조사 방법의 문제점으로 노출되고 있다.

## 2. 국내에 적용 가능한 환경영향평가 가이드라인

해양환경 환경영향평가는 현황조사, 영향예측·평가, 저감방안 수립, 사후조사의 구성요소로 되어 있으며 이들 요소의 제과정은 상호·유기적으로 연계되어 있다. 이들 제 요소들의 유기적인 연계성이 체계적으로 이루어지지 않을 경우 환경영향평가가 의도하는 목적을 달성하지 못할 수 있다. 해양환경 환경영향평가 단계에서 관련 개발 사업에 따른 해양환경 현황조사가 구체적으로 이루어지고 과학적인 영향예측을 통해 실효성 있는 저감방안을 수립한다 하더라도, 이것이 개발사업의 공사 시 혹은 운영 시 적절히 반영될 수 있도록 점검하고 관리하지 않으면 환경영향평가 기능은 저하될 수밖에 없다. 인위적 개발로 인한 간섭이 해양환경에 미치는 영향을 평가하는 작업은 해양의 자연 변동성과 관련 지식 및 정보 부족 등으로 매우 어려운 과제이다. 그러나 기존의 지식과 경험이 축약되어 있는 환경평가과정을 조사·분석하는 것은 개선방안 도출을 위한 출발점이라 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존 화력발전소 관련 환경영향평가서 및 사후환경영향조사 평가서 현황을 검토하고, 개선방안을 통해 가이드라인(안)을 마련하고자 하였다.

### 1) 해양물리 환경영향평가 가이드라인

#### (1) 현황조사

현황조사는 사업대상 지역의 기초자료 확보를 통하여 사업영향을 평가하기 위한 기준(reference) 설정, 해역특성 파악, 예측모델 입력 및 검증자료 확보, 사후조사와 비교·검증 등의 목적으로 수행되는 조사로서, 영향예측 및 사후조사와 연계하여 조사범위, 조사항목, 조사내용 등의 일관성을 확보할 수 있도록 계획하여야 한다. 현황조사를 수행하기에 앞서 조사의 효율성을 제고하기 위하여 기존의 문헌자료에 대

한 조사 및 현장답사 등의 사전조사를 수행하고, 이를 기반으로 현황조사를 수행하는 것이 타당하다.

현황조사의 조사항목은 발전소 온배수 확산예측이라는 대상사업의 특성에 따라 조석, 조류, 수온, 염분, 부표추적(확산계수 산정), 조간대 지열, 담수유입량 등을 관측한다. 여기서 조석, 조류, 수온, 염분은 필수항목이며, 부가항목으로 부표추적은 기존 호기 또는 인근지역의 유사사업을 통해서 온배수 확산범위의 검증이 가능한 경우에는 생략할 수 있으나 신규 사업이나 인근 지역의 자료가 없을 경우에는 조사를 수행하여야 한다. 조간대지열은 사업지역 특히, 온배수의 1°C 이상 영향범위 내에 조간대가 분포할 경우, 온배수 영향범위 내로 하천유입으로 인한 담수 영향이 예측될 경우 담수유입량 관측을 수행하여야 한다.

조사범위는 대상사업의 시행으로 해양환경에 영향을 미칠 것으로 예상되는 해역을 포함하고, 동시에 영향예측 모델링의 구성 · 검증, 생태계, 퇴적상 변화 등 해양환경 전반의 평가를 고려하여 선정하여야 한

다. 기본적으로 취수구 및 배수구 전면해역을 포함한 온배수 확산으로 인한 영향이 예측되는 범위와 온배수 확산 수치모형실험의 입력 자료로 활용되는 수온, 염분, 해수위 조사의 경우 수치실험 계산영역을 충분히 고려하여 조사범위를 선정한다. 조사의 시간적 범위는 해양환경의 계절별 변화를 충분히 파악할 수 있도록 계절별 조사를 실시하는 것이 바람직하며 최소 3계절(하계 · 동계 포함) 조사를 원칙으로 하되, 대상사업의 종류, 규모 및 해역의 특성 등을 고려하여 추가 조정할 수 있다.

조사정점은 조사항목에 따라 그 관측정점의 수 및 위치가 다를 수 있으므로 사업특성, 해역 및 항목별 특성을 고려하여 정점을 선정한다(Table 3).

공간분포도를 작성하는 항목(수온, 염분 등)의 정점간격은 일반적으로 정점 사이의 측정치를 보간할 수 있는 거리(즉 decorrelation scale 이하)로 결정한다. 연안에서 보간가능거리는 등수심에 따라 길고 등수심의 경사에 따라 짧으므로, 등수심의 경사에 따른

Table 3. Number of survey point for marine physics

Item	Contents	Number of Survey point	Note
Tidal observations (조석관측)	The west & south coast of Korea (서 · 남해안)	At least 1 (최소 1개소)	• Front thermal power plant site (발전소 부지 전면)
	The east coast of Korea (동해안)	At least 2 (최소 2개소)	• Front thermal power plant site in one place (발전소 부지 전면 1개소) • One place of the south and north boundary (남측 및 북측 경계 중 1개소)
Tidal current observation (조류관측)	Coast of Korea (전 연안)	At least 2 (최소 2개) [Minimum 3 floors (최소 3개층 이상)]	• Front thermal power plant site in one place (발전소 부지 전면 1개소) • One place of the direction of flow in south/north(or east/west) (남/북(또는 동/서)측의 주 흐름방향 1개소)
Temperature and Salinity (수온 및 염분관측)	Temperature Observations (연속층별 수온관측)	At least 6 계방부 경계를 포함한 최소 6개소)	• Front thermal power plant site (발전소 부지 전면) • Thermal effluent more than 1°C range (온배수 1°C 이상 영향 범위 내) • The affected control area is not thermal effluent in the direction of flow (주 흐름방향에서 온배수 영향이 전혀 없는 대조구 지역) • Numerical model boundary (수치모델 각 경계부)
	Space CTD Observations (공간CTD 관측)	At least 20 (최소 20개소)	• Include front thermal power plant water site and the affected control area is not thermal effluent (발전소 전면해역 및 온배수의 영향이 전혀 없는 대조구 지역 포함)
Buoy tracking (부표추적)	Diffusion coefficient (확산계수)	At least 1 (최소 1개소) [Buoys more than 3 (부표 3개이상)]	• Front catch drain in thermal power plant in one place (발전소 배수구 전면해역 1개소)

Table 3. Continued

Item	Contents	Number of Survey point	Note
Geothermal observation the intertidal zone (조간대 지열관측)	Geothermy (지열)	At least 12 (최소 12개소) [Minimum 2 floors (최소 2개층)]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Focusing on the thermal power intaking water outlet</li> <li>• Thermal effluent influence over the sideline range of at least four in the south-north or east-west</li> <li>• Upper tidal flat, middle, infralittoral separated by three points [발진소 취 · 배수구 구조물을 중심으로 남-북 또는 동-서방향의 온배수 영향범위 내측 각 1개측선과 외측 각 1개 측선 (즉, 최소 4개측선 이상) 이상에서 상부, 중부, 하부 조간대로 구분하여 각 3개소]</li> </ul>
Fresh water flow rate observations (담수유입량 관측)	Fresh water (담수)	At least 1 (최소 1개소)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermal effluent more than 1°C range (온배수의 1°C 이상 영향범위 내) [flood, normal, dry season (홍수기, 평수기 및 갈수기)]</li> </ul>

Table 4. Field survey methodology of marine physical

Item	Contents	Method
Tidal observations (조석관측)	Survey period (조사기간)	More than 30 days (30일 이상)
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More than 3 seasons (3계절 이상) [including summer, winter (하계, 동계 포함)]</li> <li>• Other survey items parallel observations such as tidal, temperature and Salinity etc. (조류, 수온 및 염분 등 타 조사항목과 병행관측)</li> </ul>
	Observation time specify (관측시간 명기)	• 00시 00분부터 10분간 관측한 자료는 00시 05분으로 명기
	Calibration (검교정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input equipment compliant with the calibration verification periodically (전문검교정기관에서 주기적으로 검교정 확인을 득한 장비 투입)</li> <li>• Equipment performance verification from the tank before the observation (조사 전 수조에서 장비성능확인)</li> </ul>
Tidal current observations (조류관측)	Survey period (조사기간)	15 days(the west & south coast of Korea), More than 30 days(the east coast of Korea) [서 · 남해안 15일, 동해안 30일 이상]
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More than 3seasons (3계절 이상) [하계, 동계 포함 (including summer, winter)]</li> <li>• Other survey items parallel observations such as tidal, temperature and Salinity etc. (조석, 수온 및 염분 등 타 조사항목과 병행관측)</li> </ul>
	Observing methods (관측방법)	• Perform tidal current observations use to ultrasonic current meter (초음파 유속계를 이용한 층별조류관측 수행, 관측자료의 질 확보 차원에서 저층계류 권장)
	Observation time specify (관측시간 명기)	• 00시 00분부터 10분간 관측한 자료는 00시 05분으로 명기
Temperature Observations (연속층별 수온관측)	Survey period (조사기간)	• 15 days for the west & south coast of Korea, More than 30 days for the east coast of Korea (서 · 남해안 15일, 동해안 30일 이상)
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More than 3seasons (3계절 이상) [including summer, winter (하계, 동계 포함)]</li> <li>• Other survey items parallel observations such as tidal, tidal current etc. (조석, 조류 등 타 조사항목과 병행관측)</li> </ul>
	Observing methods (관측방법)	• Installation closer to the surface (표층관측 시 해수면 하 1m 이내로 수온계가 위치하도록 표층에 근접하게 설치)



Table 4. Continued

Item	Contents	Method
Temperature Observations (연속층별 수온관측)	Observation interval (관측간격)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Every 10minutes or less (매 10분 이하)</li> <li>• Observation time specified caution (관측시간 명기시 주의)</li> </ul>
	Calibration (검교정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input equipment compliant with the calibration verification periodically (전문검교정기관에서 주기적으로 검교정 확인을 위한 장비 투입)</li> <li>• Equipment performance verification from the tank before the observation (조사 전 수조에서 장비성능확인)</li> </ul>
Buoy tracking (부표추적)	Survey period (조사기간)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spring tide [대조기 모든 조사(창조/고조/낙조/저조)]</li> <li>• Only some time depending on the tidal characteristics observation for east coast (동해안의 경우 조석특성에 따라 일부 조사만 관측가능)</li> </ul>
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More than 3seasons (3계절 이상) [including summer, winter(하계, 동계 포함)]</li> <li>• Other survey items parallel observations (타 조사항목과 병행관측)</li> </ul>
	Survey method (조사방법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A minimum of three buoys equipped with GPS (GPS를 탑재한 최소 3개 이상의 부표 투하)</li> <li>• A dead calm to the survey time (바람, 파랑 영향이 작은 정온한 시기에 조사)</li> </ul>
Geothermal observation he intertidal zone (조간대 지열관측)	Survey period (조사기간)	More than 30 days (30일 이상)
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More than 3seasons (3계절 이상) [including summer, winter(하계, 동계 포함)]</li> <li>• Other survey items parallel observations such as tidal, tidal current etc. (조석, 조류 등 타 조사항목과 병행관측)</li> </ul>
	Survey method (조사방법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• After digging the ground from the intertidal zone to a depth of about 30cm in the vertical direction and water temperature gauge fixed to be located at a depth -5 cm, -25 cm (at least two layers) [조간대 지면으로부터 연직방향으로 약 30 cm의 깊이로 굴착한 후 -5 cm, -25 cm 깊이에 위치하도록 수온계 고정(최소 2계층)]</li> </ul>
Fresh water flow rate observations (담수유입량 관측)	Survey period (조사기간)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation including dry season, normal season, flood season (갈수기, 평수기 및 홍수기로 나누어 관측)</li> </ul>
	Time of survey (조사시기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Same as conventional flow observation method. in addition, the water temperature observation (하천하구 단면측량과 유속관측을 통하여 산정하는 기존의 유량관측방법과 같으나 수온관측 병행)</li> </ul>

정점 간격이 등수심에 따른 간격보다 조밀하게 배치한다(KEI 2002). 조사항목별 주요 조사방법은 조사기간, 조사시기, 관측방법, 관측시간 명기, 검교정 등의 방법들을 요약하여 정리하였다(Table 4).

(2) 영향예측 개선방안

발전소 건설 및 운영에 따른 해양환경에 미치는 영향을 정량적으로 예측·평가하고, 환경영향평가의 신뢰도 제고를 위하여 모델구축 단계에서부터 모델보정, 현장검증 및 재현을 한 후, 다양한 저감방안 도입 전·후에 대한 영향을 예측·평가하여야 한다. 발전소 건설에 따른 해양환경에 미치는 영향은 연안역의 통합적 프로세스를 감안하여 항목별(해양물리, 수질, 퇴적상, 생태계 및 지형변화)로 상호·연계하여 영향예측 및 분석이 이루어져야 한다. 온배수 확산에

따른 주변 해양수질, 해양생태계 등에 미치는 영향을 예측·평가하기 위해 해역의 주요 수질 및 생태계의 수온 민감도를 고려하여 수온 상승 범위, 지속성, 상승 정도 등을 결정하고, 이들 정보를 정량적, 통계적 방법으로 제공해야 한다.

발전소에서 배출되는 온배수의 영향으로 주변 해양환경 및 어업에 미치는 주요 영향인자 및 저감방안을 보다 합리적으로 마련하고, 온배수 확산예측에 관한 해양조사 범위산정, 모델구축 및 검증방안을 해역별 특성에 맞게 과학적으로 검토하기 위하여 평가서 작성 시 평가항목, 범위, 내용 등을 상세히 제시하여야 한다.

(3) 저감방안

앞서 언급한 바와 같이 발전소 온배수에 의한 해양

Table 5. Marine physical mitigation

Contents	Note
Summary (개요)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The various mitigation plan(etc. cooling tower, detention pond) have been proposed, but It is practically impossible to action [다양한 저감방안(냉각탑, 저류지 등)들이 제시되고 있지만 현실적으로 실효성이 있는 방안은 거의 없는 실정임]</li> <li>• Submerged drain on the most effective mitigation plan (가장 효과적이고 현실적인 저감방안이 수중배수임)</li> </ul>
Test item selection (실험안 선정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setting test item for various reduction and prediction, predict the impact, reduction before and after the introduction (다양한 저감방안에 대한 실험안을 설정하고 저감방안 도입 전 · 후에 대한 영향을 예측 · 평가)</li> <li>• Setting test item for location, depth and release method for a discharge outlet. if it extends as much as possible to drain the water toward the ocean (온배수확산 범위를 최소화하기 위하여 배수관로를 해양측으로 최대한 연장하여 수중 배수하는 방안의 경우 방류하는 배출구에 대한 위치, 수심 및 방류방법을 주요 실험안으로 설정)</li> <li>• Water drainage has to be reviewed at least 15~20m depth (수중배수시에는 최소한 수심 15~20 m이상에 배수되도록 검토) · The selection of the lowest point of impact considering the results of such surrounding ecosystem (주변 생태계 등의 결과를 고려하여 영향이 가장 적은 지점 선정) · Review at least three setting and best selection of location, depth (최소 3개 검토안을 설정하여 최적의 위치와 수심 선정)</li> <li>• Considering to use LNG production base in water (LNG 생산기지 냉각수로 이용하도록 하는 방안을 검토)</li> </ul>
Results presentation (결과제시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Results presented by comparing the before and after reduction in each test item (각 실험안에 대한 저감 전과 후를 비교하여 결과 제시)</li> <li>• Including the seasonal cumulative impacts, estimates range up to spread through experiments in three seasons later (3계절이상 실험을 통해 계절별 누적영향을 포함, 최대확산범위 산정)</li> <li>• It presents the spatial distribution of excess temperature until at least 1℃ in each water level, seasonal (각 수층별, 계절별 초과수온 공간분포를 최소한 1℃까지 제시)</li> <li>• Prevalence excess temperature distribution is presented to the minimum unit (1%) in each water level, seasonal (초과수온 출현율 분포는 각 계절별로 각 수층에 대하여 최소단위(1%)까지 제시)</li> <li>• It presents a cross-section distribution chart temperature distribution with respect to the flood tide, ebb tide, high tide, low tide (초과수온 단면분포도를 각 조시(창/고/낙/저조)에 대하여 제시)</li> </ul>

환경 영향을 최소화하기 위한 방안으로 다양한 저감 방안(냉각탑, 저류지 등)들이 제시되고 있지만 현실적으로 실효성이 있는 방안은 거의 없는 실정이다. 그 중 그나마 가장 효과적이고 현실적인 저감방안이 기존의 표층배수를 수중배수로 전환하는 것이다 (Table 5).

수중배수는 온배수 영향 저감 차원에서는 효과적이지만 추가적인 배수시설이 부가되기 때문에 비용면에서는 불리한 면이 있지만 해역의 환경영향 최소화의 입장에서는 가장 유리한 방안이기 때문에 대부분의 발전소 온배수 확산 저감방안으로 수중배수가 검토되고 있는 실정이다. 그렇기 때문에 본 연구에서도 발전소 온배수에 의한 해양환경 영향을 최소화하기 위한 방안으로 수중배수를 권장한다. 하지만 수중배수가 저감방안으로 검토되는 있는 추세에도 단순 표층배수의 위치 변경만으로 저감방안을 제시하는 평가서가 일부 나타난 점을 감안하여 반드시 수중배수 저감방안의 검토를 수행하기를 권장한다. 일부 서해안의 특성상 조류속이 빨라 수심이 얇은 지역에서

는 난류혼합에 의하여 수온약층과 같은 수온의 연직 경사가 발생하지 않는 순압류(barotropic currents)에 가까운 흐름이 주를 이루기 때문에 수중배수의 저감효과가 미흡하다고 하지만 그나마 환경적으로는 환경영향을 최소화할 수 있는 가장 효율적인 방안이기 때문이다. 이 때에는 반드시 최소 수심 15~20m 이상에서 수중배수를 실시하여야 보다 효과적이다.

2) 해양동 · 식물 환경영향평가 가이드라인

(1) 현황조사

기존의 해양동 · 식물상 환경영향평가의 경우 조사 항목의 통일성이 결여되어 있어, 본 연구에서는 이를 통일하는 것을 개선방안으로 최우선하여 가이드라인을 제시하였다. 부유생태계(동 · 식물플랑크톤, 어란 및 자치어), 저서생태계(조간대/조하대 대형저서동물, 해조류 및 해초류), 유영생태계(어류) 및 보호대상 해양생물에 대한 조사를 필수로 하며, 부수적으로 해역 및 발전소별 상황에 따라 추가 조사항목 여부를 결정하거나 환경영향평가 검토의견에 따라 추가적으로 조사 가능하다. 조사범위는 대상사업의 시행으로

해양환경에 영향을 미칠 것으로 예상되는 해역을 포함하고, 동시에 온배수 확산범위를 고려하여 산정하여야 한다. 조사의 시간적 범위는 해양환경의 계절별 변화를 충분히 파악할 수 있도록 4계절 조사를 원칙으로 하되, 대상사업의 종류, 규모 및 해역의 특성 등을 고려하여 추가 조정할 수 있다.

조사정점은 조사항목에 따라 그 관측정점의 수 및 위치가 다르고, 사업특성, 해역 및 항목별 특성을 고려하여 정점을 선정한다. 조사정점은 조사항목에 따라 그 관측정점의 수 및 위치가 다르고, 사업특성, 해역 및 항목별 특성을 고려하여 정점을 선정한다. 화력발전소 발전량 및 해역에 따라 조사정점수를 고려 하되, 해역 특성을 고려하여 정점을 추가적으로 설정하도록 한다. 조사정점 수는 부유생태계는 1,000MW 급 이하는 7~10개 정점을, 1,000~2,000MW급은 10~13개 정점을, 2,000MW급은 13개 정점 이상을 선정하는 것을 권고하고, 연성기질 조하대 저서동물의 경우 1,000MW급 이하는 7~10개 정점을, 1,000~2,000MW급은 10~15개 정점을, 2,000MW급은 15개 정점 이상을 선정하는 것을 권고한다.

구체적인 조사정점의 배치는 발전량에 따른 온배수 최대확산범위를 고려하여 권고안을 마련하였다. 즉, 1,000MW급 이하는 온배수 최대확산범위를 고려하여 배수구 주변 1지점, 1km 이내 3지점 이상을 포함하여 선정하도록 하며, 1,000~2,000MW급은

온배수 최대확산범위를 고려하여 배수구 주변 1지점, 1km 이내는 3지점이상, 1~5km 4지점 이상 포함하여 선정하도록 한다. 2,000MW급 이상은 온배수 최대확산범위를 고려하여 배수구 주변 1지점, 1km이내 3지점 이상, 1~5km 4지점이상, 5~10km 4지점 이상 포함하여 선정하도록 한다.

조간대 저서동물 및 해조류는 1,000MW급은 최소 3개 지선, 1,000~2,000MW급은 최소 4개 지선, 2,000MW 급 이상은 최소 5개 지선을 선정하였다. 그리고 각 지선당 동해안은 상부, 중부, 하부로 구분하여 조사하고, 서·남해안은 상, 상중, 중, 중하, 하부에 대해 각각 조사하도록 한다.

경성기질 조하대의 경우 주로 동해안과 남해안을 대상으로 하고 서해안은 해역의 지형적 특성을 고려하여 조사여부를 결정한다. 조사는 각 수심별 상·중·하로 구분하여 조사하도록 한다.

유영생태계는 1,000MW급은 최소 2개 정점, 1,000~2,000MW급은 최소 3개 정점, 2,000MW급 이상은 최소 4개 정점을 선정하고 해역특성을 고려하여 추가정점 설정 여부를 결정하도록 한다.

조사범위는 대상사업의 시행으로 해양환경에 영향을 미칠 것으로 예상되는 해역을 포함하고, 동시에 온배수 확산범위를 고려하여 산정하여야 한다. 조사의 시간적 범위는 해양환경의 계절별 변화를 충분히 파악할 수 있도록 4계절 조사를 원칙으로 하되,

Table 6. Field survey methodology of marine rganisms

Item	Contents	Method
Phytoplankton community (부유생태계)	Phytoplankton (식물플랑크톤)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depths less than 10m: surface, bottom layer quantitative survey sample (수심 10m 이내: 표·저층 시료채집 정량조사)</li> <li>• Depth of more than 10m: surface, middle, bottom layer quantitative survey sample (수심 10m 이상: 표·중·저층 시료채집 정량조사)</li> </ul>
	Zooplankton (동물플랑크톤)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Net structure area 45~50cm, network 300µm collection of slope (망 구 45~50cm, 망목 300µm 네트이용 경사채집)</li> <li>• Net length to produce a minimum of 3 times or more net structure (Net 길이를 망구의 최소 3배 이상으로 제작)</li> </ul>
	Fish egg & larva (어란 및 자치어)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5m water depth standards used fish egg &amp; larva net (난·자치어 네트 이용하여 수심 5m 기준)</li> <li>• Horizontal collection at surface layer at least 10 minutes(Seine time) (예망 시간 최소 10분 표층에서 수평채집)</li> <li>• Collection of slope considering of water depth in Coastal Area below surface (표층 이하 수층은 각 조사 해역 수심을 고려한 경사채집)</li> <li>• Net length to produce a minimum of 3 times or more net structure (Net 길이를 망구의 최소 3배 이상으로 제작)</li> </ul>

Table 6. Continued

Item	Contents	Method	
Benthic ecosystem (저서 생태계)	Soft substrate Intertidal soft bottom benthos (연성기질 조간대 저서동물)	Sea algae (해조류)	<ul style="list-style-type: none"> <li>On foot at low tide (간조 시 보행 이동에 기초)</li> <li>Quantitative survey used quadrant 50×50cm<sup>2</sup>(The collection of repeated two times) [50×50cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> <li>Cover degree of major dominant species survey through photographing (사진 촬영을 통한 주요 우점종의 피도 추정)</li> <li>Quantitative survey (정성조사 병행 실시)</li> </ul>
		Ascidian (해초류)	<ul style="list-style-type: none"> <li>On foot at low tide (간조 시 보행 이동에 기초)</li> <li>Quantitative survey used quadrant 20×20cm<sup>2</sup>(The collection of repeated two times) [20×20cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> </ul>
		macrozoobenthos (대형저서동물)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantitative survey used Can or Box corer (Can 또는 Box corer 이용 정량조사)</li> <li>Ground surface 0.1m<sup>2</sup>: The collection of repeated three times (접지 표면적이 0.1m<sup>2</sup>일 경우 3회 반복채집)</li> <li>Ground surface 0.2m<sup>2</sup>: The collection of repeated two times (접지 표면적이 0.2m<sup>2</sup>일 경우 2회 반복채집)</li> </ul>
	Subtidal soft bottom benthos (연성기질 조하대 저서생물)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Survey used van Veen or Smith-Mcintyre grab on board ship (선상(船上)에서 van Veen 또는 Smith-Mcintyre grab 이용 채집)</li> <li>Ground surface 0.1m<sup>2</sup>: The collection of repeated three times (접지 표면적이 0.1m<sup>2</sup>일 경우 3회 반복채집)</li> <li>Ground surface 0.2m<sup>2</sup>: The collection of repeated two times (접지 표면적이 0.2m<sup>2</sup>일 경우 2회 반복채집)</li> </ul>
	Hard substrate Intertidal hard bottom organisms (경성기질 조간대 저서생물)	Sea algae & macrozoobenthos (해조류 및 대형저서동물)	<ul style="list-style-type: none"> <li>On foot at low tide (간조 시 보행 이동에 기초)</li> <li>Quantitative survey used quadrant 50×50cm<sup>2</sup>(The collection of repeated two times) [50×50cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> <li>Cover degree of major dominant species survey through photographing (사진 촬영을 통한 주요 우점종의 피도 추정)</li> <li>Quantitative survey (정성조사 병행 실시)</li> </ul>
Ascidian (해초류)		<ul style="list-style-type: none"> <li>On foot at low tide (간조 시 보행 이동에 기초)</li> <li>Quantitative survey used quadrant 10×10cm<sup>2</sup>(The collection of repeated two times) [10×10cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> </ul>	
Benthic ecosystem (저서 생태계)	Hard substrate Subtidal hard bottom organisms (경성기질 조하대 저서생물)	Sea algae & macrozoobenthos (해조류 및 대형저서동물)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diving SCUBA, quantitative survey used quadrant 50×50cm<sup>2</sup>(The collection of repeated two times) [SCUBA 잠수에 기초, 50×50cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> <li>Cover degree of major dominant species survey through photographing (사진 촬영을 통한 주요 우점종의 피도 추정)</li> <li>Quantitative survey (정성조사 병행 실시)</li> </ul>
		Ascidian (해초류)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diving SCUBA, quantitative survey used quadrant 10×10cm<sup>2</sup> (The collection of repeated two times) [SCUBA 잠수에 기초, 10×10cm<sup>2</sup>의 방형구 이용 정량조사(2회 반복 채집)]</li> </ul>
Nekton ecosystem (유영생태계)		-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phrase installed 48 hours for research. after it is collected (별도 조사용 어구 48시간 설치 후 수거)</li> </ul>

대상사업의 종류, 규모 및 해역의 특성 등을 고려하여 추가 조정할 수 있다.

해양동·식물상 조사방법은 전체적으로 계절별 조사를 원칙으로 하며, 조사항목별 주요 조사 방법을 요약하면 다음과 같다(Table 6).

(2) 영향예측

영향예측 항목은 필수 항목으로 공사 시, 운영 시

로 구분하여 작성하며, 해역 및 발전소별 상황에 따라 추가 조사항목 여부를 결정하거나 검토의견에 따라 부가항목으로 공사 시, 운영 시로 구분하여 예측 가능하다. 영향예측 범위는 범위 설정 후 이에 해당하는 정점간 결과를 비교하고, 영향이 예측되는 물질 또는 항목에 대한 문헌조사를 실시한다.

사업시행으로 인한 부유생태계, 저서생태계(연성



기질 조간대 저서동물, 연성기질 조하대 저서동물, 경성기질 조간대 저서동물, 경성기질 조하대 저서생물), 유영생태계의 영향범위 및 정도를 예측하며, 예측항목은 공사 시와 운영 시로 구분하고, 물리확산 실험모델과 실제 현장의 각 항목에 대한 현황조사 자료에 근거하여 영향범위와 정도에 대한 객관적이며 현실적인 결과를 제시한다. 필요시, 영향이 예측되는 물질 또는 항목에 대한 문헌조사를 실시한다.

### (3) 저감방안

해양동·식물에 관한 영향예측 결과를 토대로 한 현실적인 저감방안을 제시한다. 온배수 확산에 의한 해양생물피해를 저감시킬 수 있는 취·배수 방식 계획을 실시하고, 추후 온배수 확산 모니터링을 실시하여 온배수 확산에 따른 해양환경에 미치는 영향을 분석한다.

취수 시 해양생물유입으로 인한 발전소의 일시적인 가동정지를 방지하기 위하여 해양생물에 미치는 영향이 최소화되는 범위 안에서 해수전해설비를 계획하며, 수중배수 시에는 저서생물에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 최소한 수심 15~20m 이상에 배수되도록 검토하고, 저서생물을 포함한 해양동·식물상의 결과를 고려하여 영향이 가장 적은 지점을 선정한다. 수중배수 외에도 사업지역과 바로 인접하여 LNG 생산기지가 입지하는 경우에는 LNG 생산기지의 냉배수를 발전소 냉각수로 사용하거나 발전소 온배수를 LNG 생산기지 냉각수로 이용하는 방안을 검토한다. 표층배수시는 대기와의 열교환율을 높이기 위하여 배수로를 최대한 연장하고, 배수로상에서 온도를 낮출 수 있는 방안을 검토하는 저감방안을 실시한다.

### (4) 해양환경 사후환경영향조사

사후환경영향조사는 환경영향평가 과정에서 예측된 영향의 비교, 저감방안의 저감효과 검증, 인과관계 규명 등의 기능을 담당하는 환경영향평가 핵심단계로서, 사후환경영향조사 과정에서 습득된 정보는 관련사업의 예측 및 저감방안 개선에 대한 정보를 제공할 수 있다. 기존 화력발전소 건설 및 운영에 따른 사후환경영향조사 보고서 항목 중 해양물리, 해양

동·식물상 분야의 조사항목, 조사주기, 조사시기, 조사방법, 결과제시 등에 대한 내용을 검토하고 문제점 분석에 따른 가이드라인을 제시하였다. 사후환경영향조사의 현황조사는 연안역의 시·공간 자연변동 및 인과관계에 대한 정보가 부족하므로 예측 시 포함된 영향범위에 대하여 사후검증이 가능하여야 하며, 현장조사 및 영향예측이 일관성을 갖도록 범위 및 정점 등 효과적인 모니터링 계획을 수립하여야 한다. 모니터링 결과, 영향범위가 환경기준 및 저감목표를 초과하는 경우 추가 저감대책을 수립·시행하여야 한다.

## IV. 결론

화력발전소 건설사업으로 인한 주변지역의 환경영향 문제들이 야기되고, 증가하는 전력수요 대응을 위한 화력발전소 건설이 확대됨에 따라 화력발전소 건설사업 시 환경적인 영향을 최소화하여 지속가능한 국토개발에 기여할 수 있는 환경영향평가 개선의 필요성이 꾸준히 제기되어왔다. 또한, 화력발전소 환경가이드라인 부재로 인해 발생하는 사업시행기관, 승인기관, 협의기관 및 검토기관의 혼란 문제를 해결하기 위해서 평가현장 및 실무자들을 위한 지침이 시급한 상황이다. 이에 본 연구는 이러한 필요성의 일환으로 화력발전소사업으로 인한 주요 환경영향인 해양환경을 중심으로 환경영향평가 개선방안 마련을 위하여 기존 화력발전소 환경영향평가서 및 사후환경영향조사서에 대한 항목별 현황 및 문제점을 분석하고 개선방안을 통하여 실무자들을 위한 가이드라인(안)을 마련하였다.

화력발전소 환경영향평가서 및 사후환경영향조사 보고서 분석을 통하여 분야별 문제점을 도출하고, 환경영향평가서 작성규정, 국내 및 국외 환경조사 가이드라인, 화력발전소 환경영향평가 검토의견, 관련전문가 자문의견 등 광범위한 정보 수집을 토대로 개선방안을 도출하였으며, 본 연구 결과로 제시된 가이드라인의 경우, 해양물리, 해양동·식물 전문가들로 구성된 포럼 운영을 통해 제시된 결과이다.

해양환경항목의 경우 기존의 환경영향평가서 및



사후환경영향조사보고서를 검토한 결과, 사업별 일관성이 부족하며, 영향평가의 주요단계(현황조사, 영향예측, 사후조사)에 대한 개선이 필요한 것으로 나타났다. 또한, 발전소 건설사업의 환경영향평가와 관련된 국외사례조사, 전문가의견 등을 토대로 사전조사 실시, 온배수 거동역학에 기초한 예측모델 구성, 온배수 확산범위에 근거한 조사지점 선정, 항목간 통합적 영향평가, 온배수·수질·생태계 영향의 정량적 평가 및 저감방안 마련 등 여러 부분에서 환경영향평가의 개선방안을 마련하였다. 특히, 해양물리, 해양동·식물의 현황조사 시 조사항목, 조사범위, 조사정점, 조사방법 등의 구체적인 방법들을 제시하여, 효율적이며 과학적인 조사방안을 개선하고자 하였다. 이러한 개선에 따른 가이드라인을 제시함으로써, 신규 화력발전소 건설이 주변 해양생태계에 미치는 부정적인 영향을 최소화함과 동시에, 보다 과학적이며 객관적인 영향예측과 저감방안을 설립하고자 하는데 일조할 수 있을 것이라고 판단된다. 또한, 본 연구에서는 과학적이고 객관적인 환경평가에 기반을 두고 있기 때문에 관련 기술은 발전해 나갈 것이며 본 가이드라인은 순응적인 자세로 관련 전문가의 전문성 및 새로운 방법론 등을 수용하여 지속적으로 보완·발전해 나갈 예정이다.

## 사 사

본 논문은 한국서부발전(주), 한국동서발전(주), 한국남동발전(주), 한국남부발전(주), 한국중부발전(주)(발전 5사)의 지원으로 수행한 「친환경 화력발전소 환경영향평가 지침마련연구」 연구사업의 지원에 의해 이루어진 것임을 밝히며, 업무지원에 감사드립니다.

## References

- Dongbu-Power Dangjin. 2015. Dongbu green Power generation Construction project EIA.
- Environmental Impact Assessment Support System(EIASS): <http://www.eiass.go.kr/>
- EWP. 2009. Dangjin Thermal power plant 9,10 Construction project EIA.
- Gangneungecopower. 2015. Gangneunganin Thermal power plant 1, 2 Construction project EIA.
- General Industrial Complex Development Project EIA.
- GS EPS. 2014. GS Dangjin Power plant 5 Construction project EIA.
- HG-Power. 2011. HyundaiGreenPower 5,6 power plant Construction Project EIA.
- KEI. 2002. A study on reasonable estimation and assessment method of environmental impact.
- Kim MW, Cho KW, Maeng JH, Kang TS, Kim JK. 2014. Improvement Plan of Ocean Physics Assessment Technique for Power Plant Thermal Effluent, Journal of Ocean Engineering and Technology. 28(3): 245-253. [Korean Literature]
- KOEN. 2011. Yeosu Thermal power plant 1 Construction project EIA.
- KOSPO. 2010. Samcheok comprehensive power generation
- KOSPO. 2015. Yeungnam Combined Cycle power plant Construction project EIA.
- KOWEPO. 2010. Taean IGCC Power plant Construction project EIA.
- KOWEPO. 2012. Pyeongtaek Combined Cycle power plant Phase 2 Construction project EIA.
- KOWEPO. 2012. Taean Thermal power plant 9, 10 Construction project EIA.
- Maeng JH, Kim TY, Suh DH. 2014. Minimizing Environmental Impact in Accordance with the Thermal Power Plant Ash Management (I). Korea Environment Institute. 24(5): 472-486. [Korean Literature]
- Meiya Power Company. 2012. MPC Yulchon LNG Combined Cycle power plan(2) EIA.

- Ministry of Trade, Industry & Energy. 2015. 2014 Yearbook of Energy Statistics.
- Ministry of Trade, Industry & Energy. 2015. the 7th Basic Plan for Long-term Electricity Supply and Demand.
- POSCO Energy. 2011. POSCO Power LNG Combined Cycle power plant 1, 2 Construction project EIA
- SKEC. 2015. Goseong high Thermal power project EIA.
- STX Corporation. 2012. Bukpyeong Thermal power plant Construction project EIA.