

해양환경복원관련 사업에 따른 해역이용협의·영향평가의 문제점 및 개선방안

이용민* · 전은주** · 이대인**† · 김귀영**

*, ** 국립수산과학원 해역이용영향평가센터

The Problems and its Improvement of Sea Area Utilization Consultation and Impact Assessment for Projects Related to Marine Environment Restoration

Yong Min Yi* · Eun Ju Jun** · Dae In Lee**† · Gui Young Kim**

*, ** Marine Environmental Impact Assessment Center, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

요 약 : 해양에서의 이용행위가 최근 사회발전에 따라 점차 대형화, 다양화되고 있으며 이에 따라 해양생태계가 가지는 환경용량을 넘어서 해양생태계의 복원력 및 저항성, 항성상 등이 훼손 또는 저하되고 있다. 이로 인해서 생태계가 가지는 본연의 기능을 발휘하지 못하게 되고 이는 생태계의 서비스와 가치 하락으로 이어진다. 이에 따라 훼손된 생태계를 다시 건강한 생태계로 회복하고자 하는 인식이 증가하고 있으며 그 수단으로써 복원이 관심을 받고 있다. 복원사업이 점차 확대되는 시점에서, 복원사업의 해역이용협의 및 영향평가를 시행함에 있어 발생할 수 있는 다양한 문제점과 앞으로 나아가야 할 방향에 대해서 점검할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 복원과 관련된 용어를 연구논문 및 보고서를 통해서 복원의 개념을 정리하였고 복원사업과 관련된 해역이용협의의 검토 상황 및 복원사업의 현황을 살펴보았다. 또한, 복원사업을 성공적으로 이끌어 갈 수 있도록 해역이용협의서 상의 문제점을 사례조사를 통해서 고찰하였다. 이를 토대로 복원사업의 해역이용협의 및 영향평가에 있어 개선방안을 제시하고자 하였다. 이는 향후 정책 및 계획 수립 등에 있어 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 해양환경복원, 해역이용협의 및 영향평가, 평가항목, 목표설정, 사회경제적 항목

Abstract : Marine activities are becoming more diverse and extensive due to recent social developments, exceeding the environmental capacity of the marine ecosystem. The resilience, resistance, and constancy of marine ecosystems are being damaged or degraded. This prevents the ecosystem from functioning properly, leading to a decline in ecosystem services and value. As a means of returning the damaged ecosystem to health, more and more people are interested in restoration. At a time when restoration projects are gradually expanding, various problems that may arise when implementing the Sea Area Utilization Consultation and Impact Assessment for restoration projects need to be checked, in addition to confirming the direction to be pursued. Therefore, in this study terms related to restoration from research papers and reports were summarized, and the status of the Sea Area Utilization Consultation related to restoration projects and the status of the restoration project were reviewed. In addition, problems with Sea Area Utilization Consultations were considered through a case study to ensure the successful execution of restoration projects. Based on this, we intend to present improvement measures for Sea Area Utilization Consultations and Impact Assessments for restoration projects. This will provide effective information for future policies and plans.

Key Words : Marine environmental restoration, Sea Area Utilization Consultation and Impact Assessment, Assessment items, Setting objective, Socioeconomic item

* First Author : freestyle2m@gmail.com, 051-720-2966

† Corresponding Author : dilee70@korea.kr, 051-720-2961

1. 서론

오랫동안 해양은 무한한 포용력과 자정 및 자기회복능력을 가진 것으로 믿어져 왔으며, 해양이 품고 있는 각종 생물 및 무생물 자원은 무한한 것으로 여겨져 왔다. 즉, 해양은 소유권이 없는 공유자원으로 무주물 선점의 원리가 적용되어 해양에 서식하는 생물을 식량자원으로 이용하거나 운송로를 개척하거나 투기의 장소로 이용함에 있어서 아무런 대가를 지불하지 않아도 무방하였다(Chae, 2009).

해양에서는 전통적으로 어업, 양식, 해운, 관광 등과 같은 다양한 사회경제활동이 이루어져왔으며 최근에는 재생가능한 에너지생산, 해저광물 추출 등을 포함하는 새로운 활동이 개발되거나 증가하고 있다. 따라서 전통적인 공간과 경쟁하여 많은 공간적 충돌과 해양생태계에 대한 인간의 영향이 점차 확대되고 있는 실정이다(Ban and Alder, 2008; Halpern et al., 2008).

이러한 해양에서의 이용행위는 최근 사회발전에 따라 점차 대형화, 복잡화, 다양화 되고 있으며 이는 해양생태계가 가지는 환경용량을 넘어 해양생태계가 가지는 복원력(resilience) 및 저항성(resistance), 항상성(constancy) 등이 훼손 또는 저하됨으로써 생태계가 가지는 본연의 기능을 발휘하지 못하게 된다. 이는 생태계의 서비스와 연결되며 생태계의 가치 하락으로 이어진다.

최근 공유수면매립에 따라 갯벌이 훼손되고 연안침식이 가속되어 서식지 복원 및 연안정비에 대한 많은 연구와 예산투자가 진행되고 있고, 특히 바다모래채취에 따라서 해저지형요철이 쉽게 복원되지 않고 저서환경 및 수산생태계에 미치는 영향이 대두됨에 따라 해역이용개발에 따른 복원문제가 큰 관심을 받고 있다.

이에 따라 훼손된 생태계를 다시 건강한 생태계로 회복하고자 하는 인식이 증가하고 있으며 그 수단으로서 복원이 관심을 받고 있다(Sudding, 2011). 현재 해양생태계 중에서 인간의 활동이 가장 원활하게 발생하는 갯벌을 중심으로 복원하고자 노력을 시행 중에 있으며 이에 복원에 대한 관련 법률의 정비와 더불어 복원사업의 구체적인 내용, 사업의 절차, 이행을 위한 하위법령과 지침의 정비 등이 필요한 시점이라고 할 수 있다(KMI, 2017).

특히, 우리나라에서는 다양한 연안이용 및 개발행위를 시행함에 앞서 해양환경에 미치는 영향을 사전 예방하고 효율적으로 관리하기 위해 해양환경관리법에 의거한 해역이용협의제도와 해역이용영향평가제도가 2008년 1월부터 본격 시행되고 있다(Lee et al., 2011). 이와 관련하여 복원사업의 해역이용협의 및 영향평가를 시행함에 있어 발생할 수 있는 다양한 문제점과 앞으로 나아가야 할 방향에 대해서 점검할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 우선, 복원과 관련된 용어를 연구 논문 및 보고서를 통해서 복원의 개념을 정리하였고 복원사업과 관련된 해역이용협의 검토 상황 및 복원사업의 현황을 살펴보았다. 또한, 복원사업을 성공적으로 이끌어 갈 수 있도록 해역이용협의서 상의 문제점을 사례조사를 통해서 고찰하였다. 이를 토대로 복원사업의 해역이용협의 및 영향평가에 있어 개선방안을 제시하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 복원의 개념 및 범위설정

연구범위의 설정에 있어 복원의 개념 및 범위를 우선적으로 설정할 필요가 있다. ‘복원’의 개념을 어떻게 정의하느냐에 따라 복원을 위한 기술수준 및 재원의 규모, 제도정비의 방향, 복원을 위한 정책결정체계의 구축방식도 달라질 수 있기 때문이다(Nam et al., 2015).

복원은 엄격한 의미에서는 이전의 상태나 위치(state or position)로 되돌리는 것 혹은 훼손되지 않거나 완전한 상태로 되돌리는 것으로 정의내릴 수 있으나 실제로 우리의 자연 생태계에서는 좀처럼 쉽지 않은 일이다. 원래의 상태를 과학적으로 기술 할 수 없을 뿐만 아니라 과학적 기술에도 불구하고 원래 상태로 되돌릴 수 있는 기술이 가용하지 않다(Nam et al., 2015) 또한, 엄격한 의미에서의 복원은 매우 오랜 시간과 재정, 많은 노력을 필요로 한다.

이와 같이 훼손되기 이전의 상태로 완전하게 복원할 수 없기 때문에 유사한 상태로 복원하기 위한 노력이 필요하다. 이를 복원과 구분하여, 원래의 상태는 아니지만, 원래의 상태에 가깝도록 회복시켜 주는 것으로서 복구라고 한다. 개선 혹은 대체는 원래의 생태계 구조로 돌아 갈 수는 없지만 기능적인 측면에서는 원래의 상태와 유사하거나 향상시켜 주는 것을 말한다. 이 외에 훼손된 생태계의 궤도를 따라 원래의 모습 또는 유사한 수준으로 되돌리는 것은 아니지만 생태계의 질적 향상을 의도한다는 측면에서 조성(creation)과 보상(compensation)이 있다. 넓은 의미에서의 복원에는 앞선 원형복원(복원), 대체복원, 유사복원(복구) 등을 모두 포함한다고 할 수 있다(Lee and Noh, 2006).

최근에는 복원의 개념에 사회경제적 측면을 고려하고자 하는 노력이 지속적으로 나타나고 있다(Abelson et al., 2016). 복원사업에 있어서 사회경제적인 측면, 즉 지역주민의 관심 및 지원 없이는 복원사업을 성공적으로 이끌어내기 어렵기 때문이다. Martin(2017)은 이러한 측면을 고려하여 복원을 “생태계 고유의 가치를 반영하고 사람들이 소중히 여기는 재화와 서비스를 제공하기 위해 성능 저하, 손상 또는 파괴된 생태계의 회복을 지원하는 과정”으로 개념을 정립했다.

이는 일반적으로 가장 흔하게 이용되고 있는 복원의 개념에 사회경제적인 측면과 생태와 인간의 측면을 모두 고려했다는 측면에서 시사하는 바가 크며 복원과 관련된 사업을 성공적으로 이끌어내기 위해서는 이러한 측면에서 접근할 필요가 있다.

본 연구에서는 넓은 의미에서의 복원, 즉, 생태계의 건강성을 회복하는 모든 행위를 포함하는 것으로 연구범위를 설정하였다.

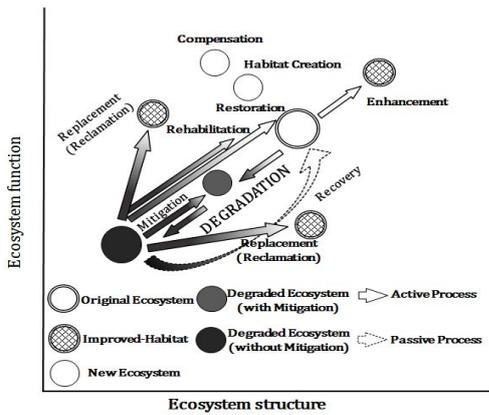


Fig. 1. A conceptual model illustrating the nature of natural recovery (revised from Elliott et al., 2007; Abelson et al., 2016).

2.2 복원사업의 현황 파악

해양에서 이루어지는 개발계획, 정책 및 개발사업은 미리 환경성 측면을 평가하기 위해 관련 평가·협의제도를 거치게 되고 있고, 해양환경과 직·간접적으로 관련된 경우에는 해양수산부와 협의하게 되어 있다. 즉, 전략환경영향평가, 해역이용협의·영향평가, 환경영향평가가 대표적인 제도이다 (MOF, 2015). 따라서 해양에서 일어나는 복원사업의 현황을 파악하기 위해서 해역이용영향검토기관에서 평가한 2010년~2017년 사이의 해역이용협의서를 대상으로 복원관련사업의 검토현황을 연도별, 해역별, 유형별로 파악하였다. 또한, 해양에서 진행되고 있는 복원사업의 현황을 문헌자료를 통해 파악하였다.

2.3 사례분석

복원과 관련된 사업의 유형은 크게 해수욕장복원사업, 조류서식처 조성사업, 해양오염퇴적물 정화·복원사업, 갯벌복원사업, 하천복원사업 등으로 5개 사업으로 분류되었다. 이 중에서 가장 많이 검토된 해수욕장복원사업 2개소를 포함하여 각 유형별로 하나의 사례를 선정하였다. 선정된 사례를 바탕으로 평가서 상의 계획의 적절성 및 해양환경영향조사

계획의 평가항목 및 조사기간을 검토하여 문제점 및 개선방안을 제시하였다.

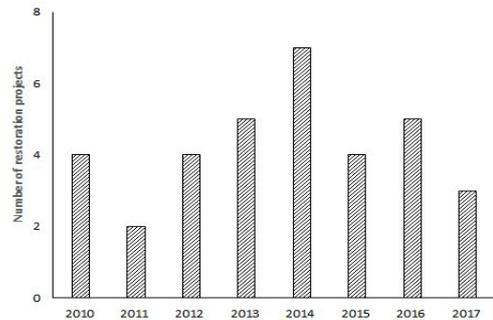
3. 결 과

3.1 복원사업의 검토현황 및 복원사업 추진현황

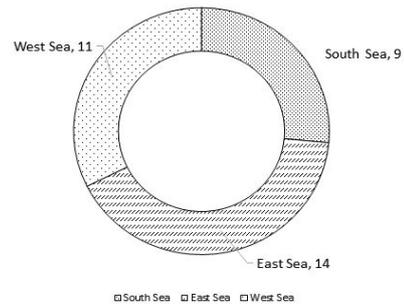
3.1.1 해역이용협의에 따른 복원사업의 검토현황 및 유형분석

복원과 관련된 사업의 검토현황을 연도별, 해역별, 유형별로 살펴보았다. 2010년~2017년 동안 검토된 복원사업 관련 검토건수는 2~7건으로 연도별 증감 경향은 나타나고 있지 않았다(Fig. 2). 공유수면 점·사용과 매립 등 해양공간에서 이루어지고 있는 개발행위는 해역이용협의와 해역이용영향평가를 실시하여 해양수산부와 협의하도록 되어 있는데, 2010년~2017년 기간 동안 해양에서 발생하는 사업에 대한 평가서의 전체 검토건수가 연간 190~452건임을 감안할 때, 복원과 같은 해양생태계의 질적 향상을 위한 사업은 많지 않은 것으로 나타났다.

해역별로는 서해에서 11건, 남해에서 9건, 동해에서 14건으로, 동해에서 가장 높은 값을 보였다(Fig. 2). 이는 해수면상승을 포함하는 기후변화의 영향으로 최근 동해에서 침식피해가 많이 발생함에 따라 해수욕장의 복원 사업이 활발하게 진행됨에 따른 것으로 판단된다.



(a)



(b)

Fig. 2. Status of review of restoration project by (a) year and (b) coastal area.

해양환경복원관련 사업에 따른 해역이용협의·영향평가의 문제점 및 개선방안

검토된 총 34건의 사업을 복원대상 유형별로 살펴보았다 (Fig. 3). 검토결과, 전체 복원사업 중에서 양빈 등을 통한 해수욕장에 대한 복원사업이 24건으로 가장 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났다. 다음으로는 조류서식처 조성사업이 4건, 항만구역 내 오염된 퇴적물의 정화·복원이 3건, 육역화 개선 및 물골조성을 통한 갯벌복원사업이 1건, 수질 개선을 위한 유지용수 공급을 포함하는 하천복원사업이 1건 순으로 나타났다.

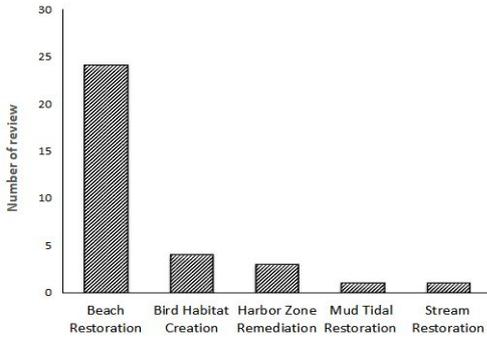


Fig. 3. Type of review of restoration project.

3.1.2 우리나라 갯벌복원사업 추진현황

해양생태계는 갯벌, 백사장, 암반조간대, 하구, 염습지, 해조장 등으로 분류되며 현재 우리나라에서는 복원사업과 관련하여 대부분 갯벌의 복원에 초점이 맞춰 있다. 지난 2010년부터 시작한 갯벌생태계 복원사업은 매년 평균 1개소씩 9년간 9개소(면적 1.08 km², 물길회복 3.4 km)를 완료한 바 있으며, 최근에는 갯벌생태계 복원사업 중기 추진계획(2019~2023년)을 수립하였다. 이를 통해서 갯벌 3km² 복원하여 연간 195억 원 갯벌가치를 되살릴 계획을 하고 있다. 완료 및 수립된 계획을 살펴보면, 지역별로는 전남이 17건으로 가장 많았으며 충남 6건, 인천 4건, 전북 3건, 경기 1건, 경남 1건으로 나타났다(Table 1). 갯벌복원의 유형은 적용하는 방식에 따라 갯벌재생형, 갯벌환경개선, 해수소통형으로 구분되어진다. 갯벌재생형은 폐염전, 폐양식장, 농지 등을 자연갯벌화하는 사업이 해당되며, 갯벌환경개선은 갯벌에 방치된 폐말목을 제거하는 등의 사업을 포함하고 있다. 해수소통형A는 노둑길 또는 연륙교로 갯벌이 단절되어 있는 지역을 복원하는 형태이며 해수소통형B는 폐방조제 등 구조물에 의해 갯벌 내 해수소통이 저해되는 지역을 복원하는 형태이다. 갯벌복원의 유형별로 살펴보면, 갯벌재생형과 해수소통 A형이 각각 11건으로 가장 많았고 다음으로 해수소통 B형, 갯벌환경개선 순으로 나타났다.

추가적으로, 전국 연안의 갯녹음 발생해역과 바다숲 조성 가능한 해역에 대규모 바다숲을 조성하고 체계적인 관리

Table 1. Regional and type of tidal flat restoration projects

	Sum	In cheon	Gyeong gi	Chung nam	Jeon buk	Jeon nam	Gyeong nam
Sum	32	4	1	6	3	17	1
Mudflat Rehabilitation	11	1		4	2	4	
Mudflat Reclamation	2					2	
Seawater circulation A	11	2		2		6	1
Seawater circulation B	7	1	1		1	4	
Circulation B + Rehabilitation	1					1	

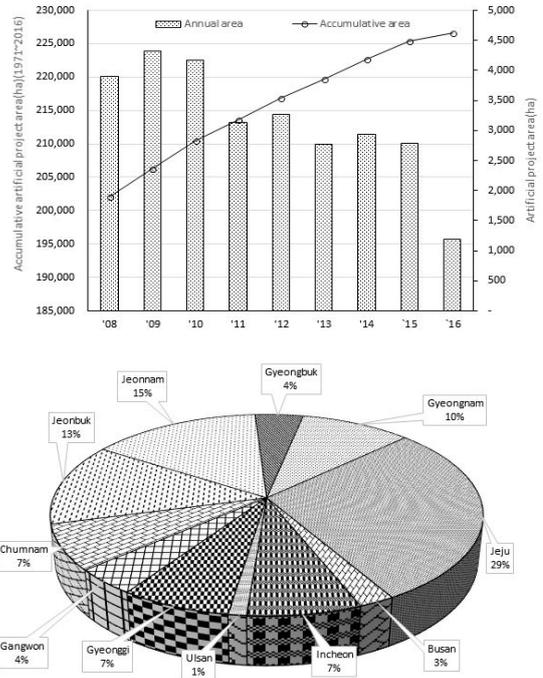


Fig. 4. Status of artificial reefs project by year and region.

를 통한 연안 생태계 및 수산자원 서식처 복원사업도 진행되고 있다.

2008년~2016년에 설치된 인공어초의 면적을 연도별, 지역별로 살펴보았다(Fig. 4) 연도별로는 2009년에 4,319 ha에 이르는 인공어초를 설치한 이래 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으나, 매년 1000 ha 이상의 인공어초를 지속적으로 설치하고 있다. 지역별로는 제주(29%), 전남(15%), 전북(13%), 경남(10%) 순으로 인공어초가 설치된 것으로 나타났다. 최근 4개년 바다숲 조성면적은 11,917 ha에 이르고 있으며 매년 3,000 ha 이상의 바다숲 조성하여 2030년까지 54,000 ha

바다숲 조성을 목표로 하고 있어(MOF, 2018), 해양에서 인공 어초와 같은 구조물 설치 사업은 지속적으로 발생할 것으로 예상된다.

이와 같이, 우리나라에서는 해양에서의 개발행위로 인해서 훼손된 해양생태계의 기능을 개선하고 복원하여 해양생물 다양성을 회복하고 건강한 해양생태계를 만들기 위해서 다양한 복원사업이 이미 진행되고 있다. 복원 및 복구, 회복 등 복원과 관련된 사업을 평가함에 있어 문제점 및 개선방안에 대한 검토가 요구되는 시점이다.

3.2 복원사업의 사례분석

3.2.1 사업의 개요

복원과 관련된 사업을 바탕으로 조사된 각 사업의 주요 내용은 다음과 같다(Table 2, Fig. 5). A 사업은 지속적으로 해안침식이 발생함에 따라 해수욕장을 복원하는 사업으로, 인

공적으로 설치된 직립호안을 제거하고 양빈(278,451 m³) 및 표사차단공(5기) 설치사업을 포함하고 있다. B 사업은 파랑 및 해빈류 등에 의한 표사이동으로 해수욕장 모래유실 및 지역주민의 재산피해가 심각한 지구의 해안침식원인을 분석하고, 연안침식 방지대책을 수립하여 연안재해방지 및 해수욕장 기능 개선을 통한 지역발전에 기여를 목적으로 하고 있다. 이를 위해서 잠제 4기(L=490 m: 150 m×3, 40 m×1) 및 돌제 1기(L=40 m)를 조성하고 해수욕장은 양빈(50,000 m³)을 통해서 복원하고자 하였다. C 사업은 단지조성으로 인하여 조류서식지가 불가피하게 소멸됨에 따라 조류서식처 확보를 위해서 공유수면을 매립하여(매립면적: 14,835.9 m²) 소멸된 조류의 서식처 및 휴식처의 대체 공간으로 활용함을 위한 사업이다. 매립고는 조류서식지의 특성 및 기준부지 매립고 등을 고려하여 EL.(+) 6.0~7.0m로 계획하였다. 갯벌과 갯골 원형의 최대한 보전을 통한 조류서식처 복원지로서 생

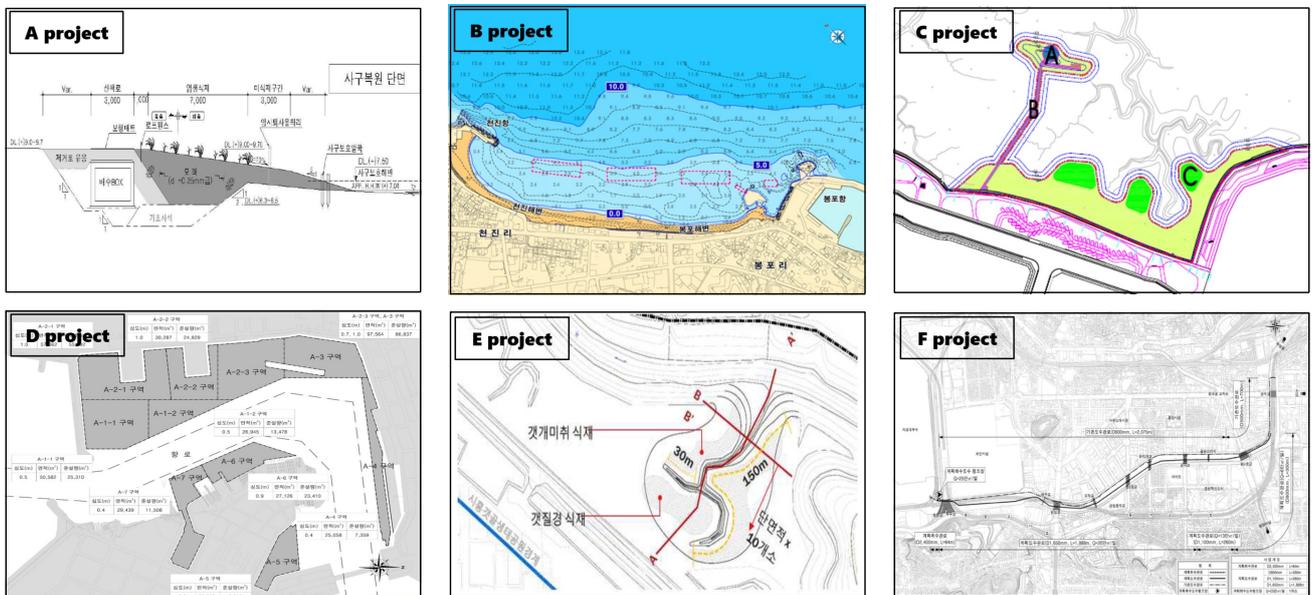


Fig. 5. Map of project of case studies.

Table 2. Outlines of restoration project case studies

	A	B	C	D	E	F
Year	2015	2015	2015	2010	2016	2016
Region	Chungnam	Gangwon	Incheon	Busan	Gyeonggi	Busan
Type	Beach Restoration	Beach Restoration	Bird Replacement Habitat Creation	Polluted Sediment Restoration	Flat Tidal Restoration	Stream Restoration
Project	<ul style="list-style-type: none"> Area: 368,753 m² Filling sand: 278,457 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Submerged dike: L= 490 m Groin: L= 40 m Filling sand: 50,000 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Bird habitat Area: 14,835 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Dredged area: 367,415 m² Dredged volume: 255,038 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Ocean occupied Area: 7,635 m² Improvement of terrestrialization: 4,770 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Ocean water intake pipe: L= 0.06 km Ocean water conduct pipe: L= 2.45 km

해양환경복원관련 사업에 따른 해역이용협의·영향평가의 문제점 및 개선방안

태공원을 조성하고 조류의 생태적 특성(접근거리)을 감안하여 경계부에 녹지를 배치하고 설치 시설물을 최소화하여 인공적인 간섭을 최대한 배제하고자 하였다. 대체서식지와 충분히 이격된 해안탐방데크 설치로 도시민에게 조류 및 갯벌 관찰, 체험의 기회를 제공하고자 하였다. 사업기간은 2015년~2016년으로 계획하였으며 사업예산은 약 100억 원으로 추산하였다. D 사업은 항만의 수질 및 저질개선을 위하여 해저에 퇴적된 오염퇴적물을 경제적이고 효과적으로 제거, 처리 및 처분하여 항내 해역의 정화 및 복원을 시행하는데 그 목적이 있다. 오염해역의 준설면적은 367,415 m²에 해당하며 그 양은 255,038 m³에 이른다. 사업기간은 약 5년이다. E 사업은 국내 유일 내만 갯벌 생태계인 시흥갯벌습지를 보전·보존하고 현명한 이용방안 제시를 통한 보전의식을 제하고, 생태복원을 실현하는데 그 목적이 있다. 이를 위해서 육역화 개선 및 물결조성을 통해서 습지생태계를 복원하고 그 외에 습지관찰로 및 교량 등의 사업을 포함하고 있다. 마지막으로, F 사업은 유지용수 확보를 통해 하천 주변 시민 및 내방객의 악취 등 생활불편 해소와 생태하천복원으로 시민 삶의 질을 향상시키며 하천 수질 개선을 통해 하천 하류의 수질 개선에 기여하고자, 해수도수펌프장, 유입수문, 해수취수 관로, 해수도수 관로를 설치하는 사업이다. 이를 통해서 하루 약 20만 톤의 유지용수를 확보할 계획이다.

3.2.2 사례분석을 통한 해역이용협의 및 영향평가의 문제점

현재 이루어지고 있는 복원사업의 해역이용협의와 관련된 협의서 상의 문제점은 다음으로 요약할 수 있다.

첫째, 사업의 목적 및 목표설정과 관련하여 구체적인 사업의 목적 설정과 그 목적에 부합하는 정량화된 목표 설정이 미흡하다.

생태계 복원에서 무엇보다 중요한 것은 분명한 목표의 설정이다(NRC, 1992). 목적과 부합하는 목표가 설정될 때 그에 맞는 성공기준의 설정이 가능하며 이를 통한 사업의 성공여부를 판단할 수 있으며 지속적인 모니터링을 통한 적응관리도 가능해진다(Lee et al., 2017).

앞서 사업의 개요에서 제시된 바와 같이, A, B, E, F 사업의 경우, 사업의 목적으로 지역주민의 소득증대와 지역경제 활성화, 생태복지, 삶의 질 등과 같은 사회경제적인 부분을 제시하고 있으나 본 사업과의 실제적인 연계성과 이와 관련된 목표는 제시하지 않고 있었다. C 사업은 영종도 주변의 개발로 인하여 소멸된 조류의 서식처 및 휴식처의 대체공간을 제공하기 위한 사업임에도 불구하고 대체서식처의 목표 대상종의 서식특성, 먹이원, 관리계획 등 사업의 목적에 부합하는 내용이 부족한 것으로 나타났다.

이와 같이 복원사업을 성공적으로 이끌어가기 위해서 사

업의 목적과 그에 부합하여 정량적으로 성공여부를 판단할 수 있는 목표의 설정이 중요하나 평가서 상에는 이 부분을 다소 간과하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 훼손된 생태계에 대한 원인과악 규명을 위한 조사가 충분하지 못하는 것이다. 복원사업의 경우에는 자연적인 요인과 다양한 인위적인 요인으로 생태계를 구성하고 있는 물리적, 화학적, 생물학적 요인의 변화가 발생하게 됨에 따라 생태계가 가지는 본연의 기능을 제대로 발휘하지 못하게 된다. 이에 따라 훼손되기 이전, 즉 생태계가 가지는 본연의 기능을 충분히 발휘하는 모습으로 되돌리는데 복원의 궁극적인 목적이 있다. 그러므로 생태계의 훼손을 가져오는 요인을 해소하거나 이에 대한 방지대책을 세움으로서 생태계 건강성의 회복이 이루어질 수 있을 것이다. A와 B 사업의 경우, 대상지역에 침식이 가속화됨에 따라 훼손된 해수욕장을 복원하기 위해 이루어지는 사업임에도 불구하고 침식의 원인에 대한 충분한 분석이 이루어지지 않고 있었다. D 사업의 경우에는 오염퇴적물에 대해서 정화복원의 목적으로 준설을 실시하나 퇴적물 오염에 대한 원인 분석은 제시하지 않고 있었다. E 사업은 대상지역의 육역화에 따라 예전의 물길을 재조성하는 사업임에도 육역화의 원인에 대한 분석은 제시하지 않고 있어 사업이후에 효과적으로 생태복원이 성공적으로 이루어질지에 대해서는 확신하기 어렵다.

셋째, 목표생물종을 위한 대체서식지의 조성이 추가적인 생태계의 훼손을 수반할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

C 사업은 단지개발에 따른 조류서식지의 소실로 인해서 대체서식지를 조성하는 사업으로, 공유수면을 매립(매립면적: 14,835 m²)하여 소멸된 서식처의 역할을 할 수 있도록 새로운 서식처를 조성하는 사업이다. 개발사업으로 인해서 조류의 서식처가 소멸됨에 따라 이를 대체 할 수 있는 공간을 조성하는 취지는 바람직하지만 매립을 통한 대체서식지의 조성은 또 다른 생태계의 소멸을 수반한다. 연안생태계는 무생물환경과 생물종 그리고 이들의 상호작용을 통한 해양생물 생산활동의 중심지일 뿐만 아니라 오염물질 정화, 퇴적 및 침식방지, 교육 및 정보 제공 등 생태계의 각종 서비스를 제공하는 곳으로 그 가치가 높다(Lee et al., 2017; Kim et al., 2007). 따라서 연안생태계의 훼손 및 소실 등을 가져오는 공유수면의 매립을 통한 조류서식처의 조성은 보다 보수적이고 합리적인 접근이 요구된다.

넷째, 해양환경영향조사계획 수립시 조사항목 및 조사기간의 설정에 있어 복원사업이라는 사업의 특성을 반영하지 못하고 있다.

사례조사에서 나타난 해양환경영향조사계획은 다음 표와 같다(Table 3). A와 B 사업의 경우, 해양물리 중에서 파랑관측과 해빈류를 포함하고 있으며 조사기간을 사업완료 후 2

Table 3. Evaluation items for Post-project marine environmental impact assessment of case studies

Evaluation items		A	B	C	D	E	F
Ocean Physics	Wave, littoral current	○	○				
Ocean Chemical	Temp., pH, COD, SS, DO, Sal., Coliform count, T-N, T-P, Transparency, Cr ⁺⁶ , Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Hg, Chl-a etc.	○	○	○	○	○	○
Ocean Sediment	IL, T-N, T-P, Ni, Organic phosphorus, Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Sulfides, Cr, PCB, COD, Al, Mn, Organic Carbon etc.	○	○	○	○	○	○
Suspended Ecosystem	Phytoplankton, Zooplankton	○	○	○		○	○
Benthic Ecosystem	Intertidal zone benthos, Subtidal zone benthos		○	○	○	○	○
Fish	Fish eggs, larva, Fishery resources	○	○	○		○	○
Goal Completeness		○	○		○		
Duration		post-project 2years	post-project 2years	During project	post-project 5years	During project	During project

년까지로 설정하고 있었다. 사업의 성공여부를 판단하기 위해서 사업이 완료된 후 2년까지 지형 및 지질분야에서 해안선과 수심항목을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 해양오염퇴적물의 정화복원사업인 D 사업의 경우, 퇴적물 생태계의 회복정도를 평가하기 위해서 단각류의 치사율 및 Micortox의 발광율, 성계의 수정율 등의 수중생물독성평가를 포함하여 사업종료 후 5년까지 지속적으로 모니터링계획을 수립하고 있는 것으로 나타났다. 다만, A와 B 사업의 경우, 사업의 목적에서 지역주민의 소득증대와 함께 지역경제 활성화 및 삶의 질을 향상을 제시함으로써 사회·경제적인 측면을 고려하고 있으나 실질적으로는 해당사업으로 인해서 사업의 목적으로 제시된 지역주민의 소득증대, 지역경제활성화, 삶의 질 향상 등과 관련된 목적의 달성여부를 평가할 수 있는 항목은 제시하고 않아 사회·경제적인 측면에서의 평가가 미흡한 것으로 판단된다. 나머지 C, E, F 사업의 경우에는 사업의 목표달성을 위한 평가항목을 포함하고 있지 않으며 조사기간도 사업완료시로 설정하고 있어 종합적으로 복원사업의 특성을 반영하지 못한 체계 수립한 것으로 나타났다.

이와 같이 평가항목 설정에 있어 사업으로 인한 해양환경의 영향과악에 초점이 맞춰져 있어 복원사업으로 인한 목적달성여부, 사업으로 인한 사회·경제적 효과 과악에 있어 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 사항을 종합적으로 고려하여 평가항목설정의 보완이 필요하리라 판단된다.

4. 해역이용협의 및 영향평가의 개선방안

4.1 해역이용협의 및 영향평가지 복원사업의 접근방향

복원과 관련된 사업의 경우, 현황과악단계에서 가장 중요한 것은 해양생태계의 훼손정도를 정량화하고 훼손의 원인을 파악하는 것이 필수적이다. 이러한 현황과악 자료를 근거로 해서 복원의 목표 설정이 요구된다.

복원사업의 경우, 복원목표의 설정은 복원계획을 수립하는데 가장 중요한 요소이며 본 사업으로 인하여 목표된 방향으로 가고 있는지 판단하기 위한 모니터링은 필수요소이다. 사례조사에서 나타난 바와 같이, 복원사업의 경우에는 해양을 이용하기 위한 개발사업이 아니라 생태계의 질적 향상을 목적으로 하기 때문에 더 넓은 시각으로 접근할 필요가 있다. 개발사업의 경우에는 사업으로 인한 영향최소화를 통해서 개발과 보전의 조화를 궁극적인 목표로 설정하고 있지만 복원사업의 경우에는 훼손된 생태계를 건강한 상태로 돌리거나 소실된 서식처를 제공하는데 목적이 있어 사업으로 인한 영향예측 및 저감대책 수립을 포함하여 생태계의 구조와 기능을 기본으로 하는 해양생태계의 복원에 초점이 맞춰져야 한다.

훼손된 생태계의 질적 향상을 위해서는 생태계 훼손에 대한 적절한 원인 분석이 필수적이다. 원인분석이 제대로 이루어지지 않을 경우에는 복원을 위한 사업이 진행된 이후에 지속적으로 생태계가 건강한 방향으로 회복되거나 유지되

는 것이 아니라 다시 생태계의 질이 악화되는 방향으로 갈 가능성이 높다. 따라서 현 생태계에서 이루어지는 압력 (pressure)을 파악하고 이를 해소함으로써 건강한 생태계로 회복할 수 있도록 복원사업의 계획을 수립할 필요가 있다.

대체서식지 조성시에는 연안생태계의 훼손 및 소실을 야기하는 공유수면의 매립을 통한 조류서식지의 조성은 지양할 필요가 있으며 불가피한 경우에는 해양환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 입지선정을 위한 다각적인 검토가 요구된다. 또한, 조성되는 대체서식지가 조류서식처로서의 역할을 원활하게 수행할 수 있도록 목표대상종에 대한 서식 특성, 먹이원, 관리계획 등에 대한 충분한 검토가 요구된다.

4.2 해양환경영향조사계획 수립

복원사업을 성공적으로 이끌어가기 위해서는 사업의 효과, 복원 성공여부를 평가하는 것이 무엇보다 중요하다. 모니터링은 복원 사업의 성공에 매우 핵심적인 역할을 담당하며, 순응적 관리의 틀 안에서 사업의 성과를 측정하고 사업이 목표로의 진행에 영향을 미치는 문제점을 파악할 수 있게 해준다(MLTMA, 2008). 따라서 사업의 특성을 고려한 평가항목의 설정은 해역이용협의 및 영향평가의 핵심이라 할 수 있다.

현재, 복원사업의 성공여부를 판단하기 위한 평가항목 설정에 있어서 전문가적인 합의는 이루어진 바 없다(Marchetti et al., 2010). 복원과 관련된 사업의 평가방법은 연구자에 따라 다양하게 나타날 수 있다. 다시 말해서, 생물·물리적 구조 또는 과정, 기능, 서비스, 혜택, 가치 등 초점을 어디에 두느냐에 따라 사업의 평가항목은 달라질 수 있다(Fig. 6).

Duarte et al.(2015)에 따르면, 복원의 정도를 평가한 문헌을 바탕으로 평가방법을 조사한 결과, 해양생태계의 구조(예, 종 풍부도, 36%), 생태계의 기능(예, 성장, 28%), 또는 서비

스(예, 영양염 순환, 8%)의 항목을 선정하였다고 보고한 바 있다. 또한 Wortley et al.(2013)는 복원사업과 관련된 평가항목을 관련논문을 통해서 검토한 결과, 생태학적인 항목을 이용한 평가가 94%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 사회·경제적인 항목을 이용하여 평가한 연구는 약 3.5%를 차지하였다고 보고하였다(Wortley et al., 2013). 생태학적인 항목을 보다 세부적으로 살펴보면, 다양성/풍부도와 영양염 순환과 같은 생태학적 과정을 평가한 연구가 각각 29%, 14%를 차지하였다. 이렇듯, 그동안 복원과 관련된 사업의 평가에 있어서는 생태학적 항목을 통한 사업의 평가가 주를 이루는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 생태학적 항목이 복원의 성공과 직접적인 연관이 없을 수 있어 생태계의 기능적인 측면, 사회·경제적인 측면이 강화될 필요가 있다. 가령, 동·식물 플랑크톤이나 미생물 등을 대상으로 정량적 매개 변수를 측정하는 것은 중요하다고 할 수 있으나 주의해야 할 것은 생태계의 매개변수, 예를 들면, 복원의 효과나 기능과는 독립적인 양상을 나타내는 경우도 있어 복원 평가의 잣대로 활용하기에는 애매모호한 경우도 발생한다(MLTMA, 2008).

따라서 현 제도상에 정해져 있는 항목에 복원사업의 특성을 반영하여 사업의 성공여부 판단여부를 판단할 수 있는 항목과 앞서 목표 설정에서 강조한 구조 및 기능 뿐만 아니라 사회·경제적인 항목을 반드시 포함한 평가항목의 설정이 요구된다.

환경부에서는 생태복원사업의 사업목적 달성 여부와 환경요량의 정성적, 정량적 변화를 측정함과 동시에 실질적인 유지관리를 위한 방향설정의 필요성에 따라 ‘생태복원 모니터링 및 유지관리 가이드라인’을 제시한 바 있다(MOE, 2017). 그 내용을 살펴보면, 생태기반환경항목으로 대기, 토양환경, 수환경에 관한 상태를 파악하고 식물상 및 식생에 있어서 식생 구조, 특별종 또는 목표종의 출현여부, 식물상

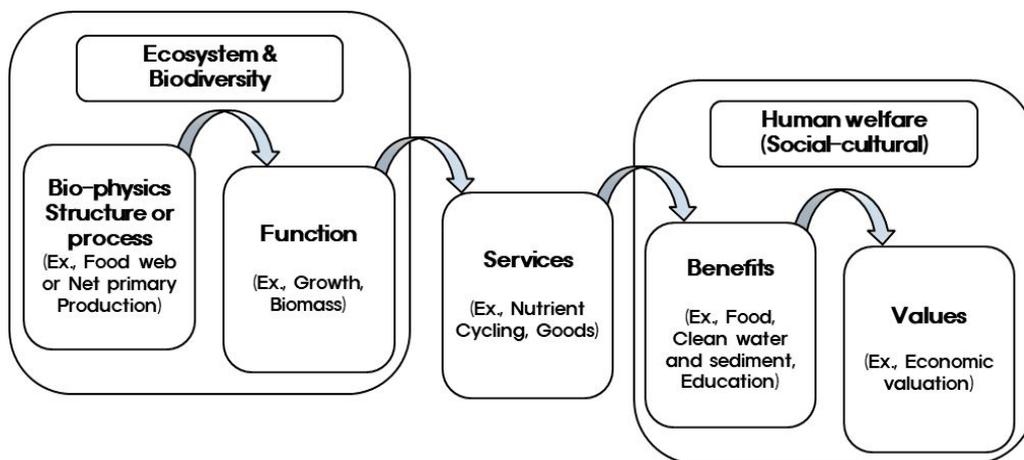


Fig. 6. Relationship of ecosystem/biodiversity and human welfare (revised from Koo et al., 2012).

생육이상여부, 고사율 등을 파악하도록 하고 있다. 특히, 사회적 항목과 관련하여 주민만족도를 포함시킴으로써 이용객이나 방문자의 대상지 이용만족도를 설문을 통해서 파악하도록 제시하고 있다. 이는 복원사업에 있어서 사회적인 항목도 고려하도록 했다는 측면에서 시사하는 바가 크다. 따라서, 복원사업의 해역이용협의 및 영향평가 항목 설정에 있어 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

갯벌생태계 복원사업 지침에서는 갯벌생태계 모니터링 항목 및 방법을 제시하고 있다. 모니터링은 시기별로는 복원공사 시행전, 시행중, 시행후로 구분되며, 조사내용은 기본조사와 정밀조사로 구분된다. 또한 조사항목은 생태항목과 환경항목으로 구분된다. 기본조사의 경우, 생태적 항목으로 생태계구조(대형저서동물, 저서미세조류, 염생식물)을 파악하고 환경항목으로 퇴적물의 일반항목을 파악한다. 정밀조사의 경우에는 생태항목으로 생태계 기능(일차생산, 유기물기원, 먹이망 구조 등)을 파악하고 환경적인 항목으로 갯벌지형 및 퇴적상, 퇴적물 오염도 등을 파악한다. 이와 같이 본 지침에는 수질 및 퇴적물과 같은 환경적인 측면 뿐만 아니라 생태적인 측면에서 생태계 구조 및 기능적인 측면을 모두 고려하고 있다. 뿐만 아니라 갯벌생태계 상태 및 훼손원인을 파악토록하고 있으며 복원목표의 경우에는 생태적 목표, 사회적 목표, 경제적 목표를 각각 구분하여 제시토록 하고 있다.

앞서 문헌 및 지침의 검토를 통한 결과를 반영하여 복원사업에 있어서 해역이용협의 및 영향평가지 평가항목으로 다음과 같이 제시하였다(Table 4). 사업에 따른 영향 예측 및 저감대책을 수립하기에 앞서 복원사업에 대한 목표를 생태적, 사회적, 경제적 목표로 구분하여 명확하게 제시할 필요가 있다. 자연환경분야에 있어서는 서식생물의 현상태를 나타내는 출현종수, 출현개체수를 포함하여 복원의 효과나 기능을 직접적으로 평가할 수 있는 항목의 선정이 요구된다. 또한 사회·경제적인 측면에서 주민만족도와 같은 복원사업과 지역주민의 삶을 연관시킬 수 있는 항목의 선정이 반드시 필요하리라 판단된다.

복원의 성공여부를 판단함에 있어 모니터링 기간은 중요하다. 복원은 시간이 많이 걸리는 과정으로 제한된 시간은 복원사업을 평가하는데 있어 방해 요인으로 작용할 수 있다. 그러므로 훼손된 생태계를 복원하고 그 과정을 평가하기 위해서는 충분한 시간을 두어야 한다. 갯벌생태계 복원사업 지침에 따르면 조사주기는 2~4회/년 주기로 복원사업을 시행한 때부터 사업 완료 후 최소한 3년 동안 연속적으로 모니터링을 수행하도록 명시하고 있다.

환경부의 생태복원사업 모니터링 및 유지관리 가이드라인에 따르면, 모니터링의 경우 사업 연 단위가 아닌 사업 기

Table 4. Improved evaluation items for marine environmental impact assessment of restoration project

Field	Evaluation items	Details
Common	Status of creation	
	Objective of project	Environmental or ecological Socioeconomic
Natural Environment	Ocean physics	
	Ocean chemical	
	Ocean topography, lipid	
	Ocean sediment	
	Suspended ecosystem	Structure/Function
	Benthic ecosystem	Structure/Function
Socioeconomic Environment	Fish	Structure/Function
	Landscape and amusement	
	Protected species and area	
	Resident satisfaction	
	Socioeconomic goal Completeness	

간 단위로 구분하여 사업 기간 내 3회 실시하고 사업이 완료된 이후에는 연 2~4회 주기로 2년 동안 모니터링을 실시하고 복원 목표 달성 여부를 파악하기 위해서는 지속적인 모니터링이 바람직하므로 시행여부는 관리주체와 협의하도록 제시하고 있다(MOE, 2017).

관련연구로서 Bayraktarov et al.(2016)에 따르면, 연안생태계 복원사업의 모니터링 기간을 조사한 결과, 약 47%에 해당하는 연구사업이 1년 미만의 모니터링을 실시한 것으로 나타났다. Jacob et al.(2018)은 환경적 특성의 회복을 결정하기 위해서는 5년 동안 모니터링을 실시하는 것이 적절하다고 제시한 바 있다. 따라서 복원과 관련된 사업의 경우에는 사업이 완료된 이후에도 사업의 성공여부를 판단하기 위한 조사기간의 연장이 요구된다.

이와 같이 본 논문에서는 관련연구 및 지침, 사례조사 등의 검토를 통해서 해역이용협의·영향평가의 문제점 및 개선방안을 제시하였다. 앞서 살펴본 바와 같이 복원사업과 관련하여 다양한 유형이 존재하고 이에 따라 해양의 이용행위도 달라진다. 이들 행위는 각각의 행위에 따라 해양환경에 미치는 잠재적 영향요소를 내포하고 있으며 이러한 영향은 우리나라 해역의 특성에 따라 다양하게 나타날 수 있다. 따라서 복원사업의 유형을 세부적으로 구분하고 각각의 유형별로 적절한 평가항목 및 방법에 대한 연구가 향후 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

5. 결 론

복원사업과 관련하여 해역이용협의 및 영향평가 시 고려 사항을 관련지침 및 연구논문, 관련 법령의 다각적인 검토를 통해서 아래의 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 복원사업이 효과적으로 지속되기 위해서 무엇보다도 사업의 목적에 부합하는 생태학적, 사회·경제학적 목표로 구분하여 명확하게 제시할 필요가 있으며 제시된 목적을 달성하기 위한 정량적인 목표치를 설정하여 해양환경영향조사시 그 달성여부를 모니터링을 통해서 지속적으로 확인할 필요가 있다.

둘째, 훼손된 생태계의 질적 향상을 위해서는 생태계 훼손에 대한 적절한 원인 분석이 필수적이다. 현 생태계에서 이루어지는 압력(pressure)을 파악하고 이를 해소함으로써 건강한 생태계로 회복할 수 있도록 복원사업의 계획을 수립할 필요가 있다.

셋째, 대체서식지 조성시에는 연안생태계의 훼손 및 소실을 야기하는 공유수면의 매립을 통한 조류서식처의 조성은 지양할 필요가 있으며 불가피한 경우에는 해양환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 입지선정을 위한 다각적인 검토가 요구된다. 또한, 조성되는 대체서식지가 조류서식처로서의 역할을 원활하게 수행할 수 있도록 목표대상종에 대한 서식특성, 먹이원, 관리계획 등에 대한 충분한 검토가 요구된다.

넷째, 해양환경영향조사계획 수립시, 사회·경제적인 측면에서 주민만족도와 같은 복원사업과 지역주민의 삶을 연관시킬 수 있는 항목의 선정이 필요하다.

다섯째, 복원사업의 경우, 사업으로 인한 영향 뿐만 아니라 사업으로 인한 목적달성여부를 반드시 평가하여야하기 때문에 복원사업의 내용을 고려하여 복원과 관련된 사업의 경우에는 사업이 완료된 이후에도 사업의 성공여부를 판단하기 위한 조사기간을 연장할 필요가 있다.

사 사

본 논문은 2018년도 국립수산과학원 수산과학연구사업(R2018051)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- [1] Abelson, A., B. S. Halpern, D. C. Reed, R. J. Orth, G. A. Kendrick, M. W. Beck and P. A. Nelson(2016), Upgrading Marine Ecosystem Restoration Using Ecological-Social Concepts, *BioScience*, Vol. 66, No. 2, pp. 156-163.
- [2] Bayraktarov, E., M. I. Saunders, S. Abdullah, M. Mills, J. Beher, H. P. Possingham, P. J. Mumby and C. E. Lovelock(2016), The Cost and Feasibility of Marine Coastal Restoration. *Ecological Applications*, Vol. 26, No. 4, pp. 1055-1074.
- [3] Chae, D. R.(2009). A Study on the Necessity of Introducing Marine Spatial Planning in Korea. *Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety*, Vol. 15, No. 3, pp. 237-242.
- [4] Duarte, C. M., A. Borja, J. Carstensen, M. Elliott, D. Krause-Jensen and N. Marbà(2015), Paradigms in the Recovery of Estuarine and Coastal Ecosystems, *Estuaries and Coasts*, Vol. 38, No. 4, pp. 1202-1212.
- [5] Elliott, M., D. Burdon, K. L. Hemingway and S. E. Apitz(2007), Estuarine, Coastal and Marine Ecosystem Restoration: Confusing Management and Science - A Revision of Concepts, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 74, No. 3, pp. 349-366.
- [6] Halpern, B. S., S. Walbridge, K. A. Selkoe, C. V. Kappel, F. Micheli, C. D'Agrosa, J. F. Bruno, K. S. Casey, C. Ebert, H. E. Fox, R. Fujita, D. Heinemann, H. S. Lenihan, E. M. P. Madin, M. T. Perry, E. R. Selig, M. Spalding, R. Steneck and R. Watson(2008), A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems, *Science*, Vol. 319, pp. 948-952.
- [7] Jacob, C., A. Buffard, S. Pioch and S. Thorin(2018), Marine Ecosystem Restoration and Biodiversity Offset, *Ecological Engineering*, Vol. 120, pp. 585-594.
- [8] Koo, M. H., D. K. Lee and T. Y. Jung(2012), A Study on the Contexts of Ecosystem Services in the Policymaking Process. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, Vol. 15, No. 5, pp. 85-102.
- [9] Lee, B. K. and T. H. Noh(2006), System Improvement Plan and Strategy for Restoration of Aquatic Ecosystem, pp. 1-134.
- [10] Lee, D., G. Kim, K. Jeon, K. Eom, J. Yu, Y. T. Kim, J. H. Moon and M. J. Kam(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, pp. 239-248.
- [11] Lee, S., D. Lee and J. Seo(2017), Setting Ecological Goals and Success Criteria Items for Ecological Restoration Projects: Focusing on the Coastal Restoration Projects., *Journal of the Korean Society for Marine Environment and Energy*, Vol. 20, No. 1, pp. 12-17.
- [12] Marchetti, M. P., M. Garr and A. N. H. Smith(2010),

- Evaluating Wetland Restoration Success Using Aquatic Macroinvertebrate Assemblages in the Sacramento Valley, California, *Restoration Ecology*, Vol. 18, No. 4, pp. 457-466.
- [13] Martin, D. M.(2017), Ecological Restoration Should be Redefined for the Twenty-first Century, *Restoration Ecology*, Vol. 25, No. 5, pp. 668-673.
- [14] MLTMA(2008), Ministry of Land, Transport and Marine Affairs, Mid and Long Term Promotion Plan for Restoration of Tidal Flat, pp. 1-878.
- [15] MOF(2015), Ministry of Oceans and Fisheries, The Manual Book for Marine Environmental Impact Assessment,
- [16] MOE(2017), Ministry of Environment, Ecological Restoration Project: Guideline for Monitoring and Management, pp. 1-86.
- [17] MOF(2018), Marine Fishery Business Implementation Guide II, pp. 1-1484.
- [18] Nam, J., K. H. Son and J. S. Khim(2015), Multiple Implications of the Restoration of Coastal Wetland Ecosystem and the Establishment of a Strategic Restoration Framework, *Ocean and Polar Research*, Vol. 37, No. 3, pp. 211-223.
- [19] NRC(1992), National Research Council, Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy, National Academic Press, Washington DC, USA.
- [20] Suding, K. N.(2011), Toward an Era of Restoration in Ecology: Successes, Failures, and Opportunities Ahead. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Vol. 42, No. 1, pp. 465-487.
- [21] Wortley, L., J. M. Hero and M. Howes(2013), Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature. *Restoration Ecology*, Vol. 21, No. 5, pp. 537-543.

Received : 2018. 10. 17.

Revised : 2018. 12. 11.

Accepted : 2019. 02. 25.