한국해양환경·에너지학회지
J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy
Vol. 20, No. 1, 12-17, February 2017

https://doi.org/10.7846/JKOSMEE.2017.20.1.12
ISSN 2288-0089(Print) / ISSN 2288-081X(Online)

Original Article

생태복원사업의 생태적 목표 및 성공 판단기준 항목 설정 : 연안복원사업을 중심으로

이석모† · 이동주 · 서진형
부경대학교 생태공학과

Setting Ecological Goals and Success Criteria Items for Ecological Restoration Projects : Focusing on the Coastal Restoration Projects

Sukmo Lee†, Dongjoo Lee and Jinhyeong Seo
Department of Ecological Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

요 약

해양생태계 복원 대상지 수요조사 결과를 대상지역으로 연안복원사업의 생태적 목표 및 성공 판단기준 항목을 설정하였다. 생태적 목표와 성공 판단기준 설정을 통하여 연안복원 사업이 기술공학적 목표와 친수공간 조성이라는 사회적 목표에 따라 단순이 반복되는 일회성 사업으로 그치는 현상을 억제할 수 있다. 또한, 전국 연안이 자연생태계에 의존하여 자연설계(Self-design)되고 스스로 조성(Self-organization)될 수 있는 생태공학적 접근법이라는 점에서 연안 생태계의 지속적인 이용이 가능하게 될 것이다. 생태적 목표는 연안 생태계의 유형별로 생물종 다양성, 물흐름 조절, 정화능력 개선, 침식 방지와 서식처 제공으로 설정하였다. 성공기준 항목은 갯벌 조사지침의 조사항목 중에서 생태적 목표별로 대상 생물의 출현종수와 군집특성, 그리고 수리, 수질, 지질 환경의 해당 항목으로 설정하였다.

Abstract – This study established ecological goals and success criteria by using results of the coastal ecosystem restoration demand survey. The ecological goals are set for species diversity, regulation of seawater flow, improvement of purification, erosion prevention and habitat provision by ecosystem types. The indicators of success criteria are chosen the number of emergence species and community characteristics of target organism and pertinent items of hydrologic, water quality and sediment environment by ecological goals among the investigation items of tidal flat investigation guideline.

Keywords: Coastal restoration(연안복원), Ecological goals(생태적 목표), Success criteria items (성공기준 항목), Ecosystem types(생태계 유형), Ecological services(생태계 서비스)

1. 서 론

연안생태계 중 해안선에 인접하여 훼손되기 쉬운 생태계 유형에는 갯벌, 백사장, 암반조간대, 하구, 염습지, 해조장 등이 있다(Odum *et al.*.[1988]). 이러한 연안생태계는 육상환경과 해양환경의 전이지대로 해양생물의 서식 및 생산기능, 정화기능, 조절기능 그리고 친수기능 등을 가지고 있는 등 아주 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 최근 산업화와 개발에 따른 매립과 간척으로 인해 1987년 이후 2005년까지 연안습지의 약 20.4%가 소멸되었고, 각종 오염원의 유입으로 인한 생태계 교란 및 파괴 등의 문제가 나타나고 있다. 이에 연안생태계의 중요성을 인식한 정부는 연안복원 사업을 지속적으로 추진하고 있으며 이 사업은 주로 연안침식 복원과 백사장 복원 그리고 친수공간 조성을 목적으로 하고 있다(국토해양부[2008]). 그러나 연안복원사업의 목적은 Cairns[2000]이 생태공학회지 15권 연안서식처 복원을 위한 목표설정과 성공기준이라는 특집호의 특별기고에서 분류한 것처럼 기술공학적이고 사회적 목표에 주로 치중되어 있을 뿐 연안생태계의 생태계 서비스 복원이라는 과학적 목표는 결여되어 있다. 국토해양부[2010]의 갯벌복원을 위한 기술지침 및 계획수립 연구에서는 갯벌복원의 5가지 기본목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 실천계획 및 주요시책을 추진하도록 하고 있다. 5가지 기본목표는 바다와 육지의 연속성 회복, 생물다양성 회복, 지속가능한 이용, 어장생산력의 회복 그리고 인간과 자연의

†Corresponding author: leesm@pknu.ac.kr

조화 등으로 기술공학적 목표와 과학적 목표 그리고 사회적 목표를 모두 포괄하고 있다. 최근 해양수산부에서는 갯벌 복원을 통한 자원화 종합계획을 통하여 갯벌복원으로 생태계 건강성 회복, 지속가능한 생태관광 및 지역경제 활성화, 그리고 친환경 갯벌어업을 통한 어가소득 증대의 3 가지 목표를 설정하여 갯벌 자원화를 추진할 계획을 발표하였다. 이러한 목표들은 국가적 차원에서 추진하고자하는 일반적인 방향성을 제시한 것으로 각 복원 대상지의 실정과는 다소 맞지 않는 한계점을 가지고 있다. 따라서 복원사업의 목표는 성공대상지역의 특성과 사회경제적 수요 등을 고려하여 개별적으로 설정하여야 한다. 특히 과학적 목표로서 연안복원사업의 생태학적인 관점을 고려한 분명한 목표를 설정하고 목표에 알맞은 성공기준을 설정하여 연안복원사업이 자연을 위한 자연에 의한 자연의 복원사업이 되도록 하여야한다(Hackney[2000]). 또한 연안복원 대상지역을 생태계 유형별로 분류하여 각 형태에 알맞은 생태계 복원 목표를 설정하고 분명한 목표에 따라 성공기준의 항목과 인근 훼손되지 않은 자연 연안을 참조지역으로 하여 그 수준에 맞는 기준을 설정해야한다(Short *et al.*[2000]). 성공기준은 연안생태계의 구성요소인 무생물 환경과 생물종 그리고 이들의 상호작용으로 이루어지는 생산 작용, 서식지 및 산란장 제공, 오염물질 정화, 퇴적 및 침식방지, 교육 및 정보 제공 등 생태계의 각종 서비스를 선택하여 항목별로 설정한다. 이러한 생태적 목표와 성공기준 설정은 연안복원 사업이 기술공학적 목표와 친수공간 조성이라는 사회적 목표에 따라 단순이 반복되는 일회성 사업으로 그치는 현상을 억제할 수 있다. 또한 전국 연안이 자연생태계에 의존하여 자연설계(Self-design)되고 스스로 조성(Self-organization)될 수 있는 생태공학적 접근법을 통하여 생태적으로 복원될 때 연안 생태계의 지속적인 이용이 가능하게 될 것이다.

2. 본 론

2.1 대상 연안복원사업

국토해양부[2008]의 갯벌복원을 위한 현황조사 및 중장기 연구에 의하면 해양생태계 복원 대상지 현황조사 결과 Table 1과 같이 17개 시·군·구에서 복원대상지로 81개소(32.12 km^2)가 조사되었으며 전남이 총42건(22 km^2)으로 가장 많은 갯벌복원 소요가 존재함을 일 수 있다. 본 연구에서는 Table 1의 복원 대상지 81개소를 생태계 유형별로 분류하여 생태계 복원 목표와 성공기준 항목을 설정하고자 하였다.

2.2 생태적 복원 목표 설정 방법

생태계 복원에서 가장 중요한 것은 분명한 목표의 설정이다(NRC[1992]). 목표가 설정될 때 그에 맞는 성공기준을 설정할 수 있고 복원사업의 성공 여부를 판단할 수 있으며 지속적인 모니터링을 통한 적응관리도 가능해진다. 본 연구에서는 생태계 유형별 목표설정을 위해 구체적인 목표가 설정되지 않은 국토해양부[2008]의 해양생태계 복원 대상지 81개소의 사업계획서 내용을 바탕으로 갯벌, 백사장, 암반조간대, 하구, 염습지, 해조장 등으로 분류하고 각 생태계의 형태에 따라 복원 목표를 설정한다. 생태계 복원 목표는 기술공학적, 과학적 그리고 사회적 목표로 분류하며(Hackney[2000]) 이중 과학적 목표는 참조지역의 수준을 고려하여 구체적인 성공기준을 설정한다. 과학적 목표는 크게 생물종 복원과 생태계 서비스의 회복으로 분류하며 이중 생태계 서비스는 Table 2와 같이 TEEB(The economics of ecosystems and biodiversity[2010])의 분류 체계인 공급(provisioning), 조절(regulating), 지원(supporting), 문화(cultural) 서비스의 4가지 서비스로 분류하고 Costanza *et al.*[1997]과 MA[2005]의 항목을 이용하여 세부목표를 설정한다. 또한 UNEP[2006]의 해양 및 연안 생태계의 서비스 분류에 따라 연안 생태계 복원 목표로 적절한 항목을 선정한다.

Table 1. Demand of coastal ecosystem restoration (MLTM[2008])

Metropolitan city · Province	City·County·District	Places	Area (km^2)
Total	17	81	32.12
Incheon	Kanghwa	1	0.20
	Ongjin	6	0.75
Busan	Saha	1	0.14
Kyeongnam	Geoje	3	0.13
	Sacheon	1	0.56
Jeonnam	Goheung	1	3.69
	Muan	8	3.87
	Suncheon	4	2.60
	Sinan	19	8.61
	Wando	10	1.69
	Jindo	2	1.05
	Mokpo	1	0.49
Jeonbuk	Buan	4	0.48
	Gochang	9	0.79
Chungnam	Taean	1	6.68
	Socheon	1	0.06
Jeju	Jeju	9	0.33

2.3 성공기준 항목 설정 방법

복원사업의 성공여부를 판단하기 위해서는 성공기준 항목과 참조지역의 기준치 설정이 필요하며 참조지역과 복원지역의 정량적 조사결과의 비교를 통해 판단됨에 따라 충분한 자료의 축적이 요구된다. Short *et al.*[2000]은 잘피장, 염습지 그리고 갯벌 서식지 복원을 위한 성공기준 설정 연구에서 참조지역의 성공기준 항목에 대한 조사 자료의 통계적 신뢰성 때문에 성공기준 항목이 제한될 수 밖에 없음을 지적하였다. 우리나라의 경우 국토해양부[2010]에서 제시한 연안습지 조사지침 필수항목은 정기적인 조사로 인해 조사자료가 축적되어 있다. 따라서 연안습지 조사 시 필수적으로 측정, 분석하는 연안습지 조사지침 필수항목은 참조지역에 대한 축적된 자료를 이용할 수 있기 때문에 복원사업의 성공기준으로 선정하기에 적합하다. 따라서 본 연구에서는 생태계 복원 목표에 따라 Table 3과 같이 국토해양부[2010]의 연안습지 조사지침의 필수항목 중 목표에 부합하는 항목을 성공기준 항목으로 선정한다.

Table 2. Ecosystem services classification system

Costanza *et al.* [1997]	MA [2005]	TEEB [2010]
	Provisioning Services	Provisioning Services
Food production	Food	Food
Water supply	Fresh water	Water
Raw materials	Fiber	Raw materials
Genetic resources	Genetic resource	Genetic resources
	Biochemicals, natural medicines & pharmaceuticals	Medical Resources
	Ornamental resources	Ornamental resources
	Regulating Services	Regulating Services
Gas regulation	Air quality regulation	Air quality regulation
Climate regulation	Climate regulation	Climate regulation
Disturbance regulation	Natural hazard regulation	Moderation of extreme events
Water regulation	Water regulation	Regulation of water flows
Waste treatment	Water purification and waste treatment	Waste treatment
Erosion control and sediment retention	Erosion regulation	Erosion prevention
Soil formation		Maintenance of soil fertility
Pollination	Pollination	Pollination
Biological control	Disease regulation, Pest regulation	Biological control
	Supporting Services	Habitat Services
Nutrient cycling	Nutrient cycling	Life cycle maintenance
	Primary production	
Refugia	Photosynthesis	Maintenance of genetic diversity
	Water cycling	
	Soil formation	
	Cultural Services	Cultural&Amenity Services
	Aesthetic values	Aesthetic information
Recreation	Recreation and ecotourism	Recreation & tourism
Cultural	Cultural diversity, Inspiration, Social relations, Sense of place, Cultural heritage values	Inspiration for culture, art and design
	Spiritual and religious values	Spiritual experience
	Knowledge systems, Educational values	Information for cognitive development

Table 3. Investigation areas and items of tidal flat (MLTM[2010])

Areas		Items
Natural environment		- land and submarine topography, geology, tide, shoreline modification history - air temp., rainfall, wind speed, storm, typhoon
Sediment environment		- size and distribution characteristics, topography - sediment monitering, sedimentation rate
Hydrologic environment		- ocean and tidal current, wave, bottom elevation changes, suspended solid changes
Tidal flat pollution	Sea water	- water temp, salinity, pH, DO, SS - COD, DIN, DIP, TN, TP - chlorophyll a
	Sediment	- AVS, COD - IL - Al, Fe, Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, As
Benthos, Waterfowl, Halophytes, Seaweed, Fisheries		- species and community characteristics - distribution characteristics
Social and economic environment		- status of region, humanities, industry, and tourism - survey of resident consciousness, SWOT analysis

3. 결과 및 고찰

3.1 연안복원사업의 생태계 복원 목표 설정

Table 1의 복원 대상지 81개소를 대상으로 생태계 유형별로 분류한 결과 Table 4와 같이 갯벌 44개소, 백사장 11개소, 암반조간대 2개소, 하구 3개소, 염습지 21개소였으며 해조장 복원사업은 없었다.

UNEP[2006]은 연안 생태계 서비스를 공급, 지원, 조절 문화 서비스의 4가지로 분류하였다. 연안생태계는 식량자원 제공, 원료물

Table 4. Ecosystem types classification of restoration target areas

Region \ Types	Tidal flat	Beaches	Intertidal bedrock	Estuary	Salt marsh	Seaweed beds
Incheon	3	4				
Busan					1	
Kyeongnam	4					
Jeonnam	33			2	10	
Jeonbuk	4				9	
Chungnam				1	1	
Jeju		7	2			
Total	44	11	2	3	21	0

Table 5. Scientific goals of coastal ecosystem restoration (UNEP [2006])

Provisioning Services	Supporting Services
Food	Nutrient cycling
Raw materials	Primary productivity
Medical resources	Habitat provision
Regulating Services	Cultural Services
Biological control	Recreation
Hydrological balance	Tourism
Climate regulation	
Water purification	
Natural hazard regulation	
Erosion regulation and prevention	

질 제공, 의료자원 제공 공급서비스를 제공하며, 영양염 순환, 일차생산, 서식처 제공 등의 지원서비스를 제공한다. 또한 연안생태계는 생물학적 조절, 수문학적 균형 조절, 탄소포집을 통한 기후조절, 수질정화, 자연재해 완화, 침식방지 등의 조절 서비스를 제공하며 여과와 관광 등의 문화적 서비스도 제공한다. 따라서 본 연구에서는 Table 2의 일반 생태계의 서비스 중에서 Table 5의 UNEP[2006] 연안생태계의 서비스를 이용하여 연안생태계 복원의 과학적 목표를 4 영역의 14 목표로 분류하여 설정하였다.

연안생태계의 유형에 따라 제공하는 서비스의 종류는 달라진다. Short *et a.l*[2000]에 따르면 갯벌은 식량제공, 생물학적 조절, 기후조절, 자연재해 감소, 영양염 순환, 서식처 제공, 여과 및 관광 등의 서비스를 제공한다. Barbier *et al.*[2011]에 의하면 백사장은 식량, 원료물질 등을 제공하고, 수문학적 균형, 기후조절, 수질정화, 침식방지, 서식처 제공, 여과 및 관광 등의 서비스를 제공한다. UNEP [2006]에 따르면 암반 조간대화 하구의 경우 각각 식량제공, 생물학적 조절, 자연재해 감소, 영양염 순환, 일차생산, 서식처 제공, 여과 및 관광등의 서비스와 식량제공, 원료물질 제공, 의학물질 제공, 생물학적 조절, 수문학적 균형, 기후조절, 수질정화, 자연재해 감소, 침식방지, 영양염 순환, 일차생산, 서식처 제공, 여과 및 관광 등의 서비스를 제공한다. 또한 UNEP[2006], Barbier *et al.*[2011]에 의하면 염습지는 식량제공, 원료물질 제공, 의학물질 제공, 생물학적 조절, 수문학적 균형, 기후조절, 수질정화, 자연재해 감소, 침식방지, 영양염 순환, 일차생산, 서식처 제공, 여과 및 관광 등의 서비스를 제공하고, 해조장의 경우 식량제공, 기후조절, 수질정화, 자연재해 감소, 침식방지, 영양염 순환, 일차생산, 서식처 제공 등의 서비스를 제공한다. 이러한 생태계의 서비스를 복원목표 중 과학적 목표로 선정하였다. 그 외 갯벌의 경우 기술공학적 목표인 물길복원을 통한 해수유통 개선, 백사장의 경우 물흐름 조절을 통한 침식방지, 암반조간대 생태계의 경우 석축 쌓기 등의 침식 방지 등이 있으며, 생태교육장 조성, 생태 관광 요소의 복원 산책로 등의 친수공간 조성 등이 일반적인 사회적 목표로 나타났다. 이상을 종합하면 기술공학적 목표는 해수유통과 침식방지로 대별되며 과학적 목표는 생물종 복원과 생태계 기능개선이며 사회적 목표는 휴양과 관광지 조성으로 나눌 수 있다. 또한 해조장을 제외한 모든 생태계 유형에서 관광요소의 복원을 목표에 포함 하고 있어 모든 지자체의 연안 생태계 복원사업이 지역의 관광 활성화와 연계되어 있음을 알 수 있다. 생태계 복원사업이 주민의 참여와 동의 없이 활성화될 수 없음(Cairns[2000])을 고려할 때 연안 생태계 복원사업의 지속적인 추진을 위해 반드시 고려해야 한다. 이렇게 선정된 기술적 목표, 과학적 목표, 사회적 목표를 생태계 유형별로 분류하여 정리하면 Table 6과 같다.

3.2 생태계 복원 목표별 성공기준 항목 설정

생태계 유형별 복원 목표가 설정되면 목표에 따른 성공기준을 설정할 수 있다. 기술공학적 목표는 대부분이 시행계획에 포함되기 때문에 기계적으로 판단이 가능하며 교량 등의 시설물 설계에 따라 확인하면 된다. 과학적 목표의 경우는 생태계 유형별 목표에 따라 성공기준 항목이 다양하게 설정될 수 있으므로 세부 기능별로 구분하여 설정하여야 하며 참조지역과 복원지역의 비교를 통한 성공여부 판단을 위해 다양한 조사자료가 축적되어 있는 기준을 평가항목으로 설정하여야 한다. 따라서 국토해양부의 연안습지 조사지침 필수항목 중 Table 5와 같이 분류된 성공기준 항목에 적절한 성공기준 평가 항목을 선정하면 Table 7과 같다. 공급 기능으로서 식량제공, 원료물질 제공, 의학물질 제공 등의 항목의 경우 자원 생물의 출현수와 군집 특성의 변화를 성공 기준 항목으로 설정하였다. 해수유통과 수문학적 균형 항목의 경우 조류, 파도, 기수지역은 염분 변화를 포함하였다. 정화 능력, 영양염 순환, 일차생산, 기후조절 항목의 경우 해수 수질 11개 항목의 변화와 퇴적물 환경 11개 항목을, 침식 방지와 자연재해 감소 항목의 경우는 조류, 파랑, 해저지형,

Table 6. Restoration goals of each coastal ecosystem types

Goals \ Types	Tidal flat	Beaches	Intertidal bedrock	Estuary	Salt marsh	Seaweed beds
Technical						
Seawater circulation	○					
Erosion prevention		○	○			
Scientific						
Provisioning						
Food	○	○	○	○	○	○
Raw materials		○		○	○	
Medical resources				○	○	
Regulating						
Biological control	○		○	○	○	
Hydrological balance		○		○	○	
Climate	○	○		○	○	○
Water purification		○		○	○	○
Natural hazard	○		○	○	○	○
Erosion		○		○	○	○
Supporting						
Nutrient cycling	○		○	○	○	○
Primary productivity			○	○	○	○
Habitat provision	○	○	○	○	○	○
Social						
Recreation	○	○	○	○	○	
Tourism	○	○	○	○	○	

Table 7. Success criteria for coastal ecosystem restoration

Ecosystem services	Success criteria
Food, Raw materials, Medical resources	Species and community characteristics
Seawater circulation, Hydrological balance	Ocean and tidal current, wave, salinity
Purification, Nutrient Cycling, Primary productivity, Climate control	Sea water and sediment quality
Erosion prevention, Natural Hazard	Land and submarine topography, geology, tide, shoreline modification history, wave Sediment monitering, sedimentation rate.
Habitat provision, Biological control	Species and community characteristics Distribution characteristics of benthos, waterfowl, halophytes, seaweeds
Recreation, Tourism	Status of region, humanities, industry, and tourism Survey of resident consciousness, SWOT analysis

해안선 변경, 퇴적물 변화 등을 성공 기준 항목으로 설정하였다. 서식지 제공과 생물학적 조절의 경우 저서생물, 그물새, 염생식물, 해조류 등의 출현종과 군집 특성을 성공 기준 항목으로 하였다. 문화적 기능인 여가와 관광 항목에 대해서는 주변 인문환경, 산업, 관광 등에 대한 조사와, 주민의식에 대한 설문조사 등을 성공 기준 항목으로 하였다.

3.3 생태계 복원 목표 성공기준 항목별 기준치 설정

성공기준치의 설정은 다음 단계의 연구로서 대조지역의 성공기준 항목에 대한 자료를 통계처리하여 성공여부를 판단하고(Short, *et al.*[2000]), 특히 적응관리 개념에 따라 성공과 실패로 판단할 것이 아니라 목표를 향하여 진행되는 정도(progress)를 판단하여 지속적인 복원이 이루어 져야한다(Thom[2000]).

4. 결 론

복원 목표와 성공기준이 설정되지 않은 국토해양부[2008] 해양생태계 복원 대상지 81개소를 대상으로 생태계 형태별로 분류하여 생태계 복원 목표와 성공기준을 설정하였다. 생태계 복원 목표 중 기술적 목표로는 해수 유통과 경성공법에 의한 침식 방지이었으며 과학적 목표로 생태계의 서비스인 공급 기능, 조절 기능, 지원기능의 복원과 개선 그리고 사회적 목표로 휴양과 관광을 들 수 있었다. 생태계 복원 목표별 성공기준 항목은 국토해양부[2010]의 연안습지 조사지침의 필수항목을 기준으로 목표에 따라 대상 생물의 출현수 및 군집 특성 등 생물상, 조류, 파랑, 해저지형, 해안선 변형 등 물리환경, 염분, 해수수질, 퇴적물 환경 등 화학환경을 기준 항목으로 설정하였다. 이러한 생태계 복원 목표와 성공기준의 설정은 연안복

원사업을 보다 계획적이고 지속적으로 수행할 수 있는 계기를 마련할 것으로 판단된다. 한편 성공의 여부는 기준항목을 중심으로 대조지역의 수준을 고려하여 판단하게 되며, 생태계의 복원에 필요한 시간을 충분히 고려하여 성공의 정도보다는 목표를 향해 점차적으로 발전(progress)해 가는 정도에 따라(Zedler and Callaway[2000]) 복원 목표나 설계 및 시공을 수정할 수 있는 적응관리(Thom[2000])를 수행하여야 한다.

후 기

이 논문은 부경대학교 자율창의연구비(2014)에 의해 연구 되었음.

References

[1] Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., Silliman, B. R., 2011, Ecological Monographs, 81(2), 2011, 169-193.

[2] Cairns Jr, J., 2000, “Setting ecological restoration goals for technical feasibility and scientific validity”, Journal of Ecological Engineering, Vol. 15, 171-180.

[3] Costanza, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, R., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Pruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and Van den Belt, M., 1997, “The value of the world’s ecosystem services and natural capital”, Nature, 387, 253-260.

[4] Hackney, C.T., 2000, “Restoration of coastal habitat: expectation and reality”, Journal of Ecological Engineering, Vol. 15, 165-175.

[5] MA, 2005,“ Millennium ecosystem assessment, ecosystems and human wellbeing”, Island press Washington DC, USA.

[6] MLTM (Ministry of Land, Transport, and Maritime Affairs, 국토해양부), 2008, “Korea coastal wetland restoration program”, 878.

[7] MLTM (Ministry of Land, Transport, and Maritime Affairs, 국토해양부), 2010, “Technical guidelines for the tidal flat restoration”, 123.

[8] NRC (National Research Council), 1992, “Restoration of aquatic ecosystems : science, technology, and public policy”, National Academic Press, Washington DC, USA.

[9] Odum, H.T., Odum, E.C., Brown, M.T., LaHart, D., Bersok, C. and Sendzimit, J., 1988, “Environmental systems and public policy”, University of Florida, Gainesville, USA.

[10] Short, F.T., Burdick, D.M., Short, C.A., Davis R.C. and Morgan, P.A., 2000, “Developing success criteria for restored eelgrass, salt marsh and mud flat habitats”, Journal of Ecological Engineering, Vol. 15, 239-252.

[11] TEEB (The economics of ecosystems and biodiversity), 2010, “A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB”, Progress press, Malta.

[12] Thom, R.M., 2000, “Adaptive management of coastal ecosystem restoration projects”, Journal of Ecological Engineering, Vol. 15, 365-372.

[13] UNEP, 2006, Marine and Coastal Ecosystems and Human Wellbeing, 80.

[14] Zedler, J.B. and Callaway, J.C., 2000, “Evaluating the progress of engineered tidal wetlands”, Journal of Ecological Engineering, Vol. 15, 171-180.

Received 4 October 2016
1st Revised 25 October 2016, 2nd Revised 2 January 2017
Accepted 18 January 2017