

하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 평가와 증진 방안¹

이은혜² · 오충현^{3*}

Assessment and Enhancement of Ecosystem Service on Hasidong Anin Coastal Sand Dune of Ecological and Landscape Conservation Area¹

Eun-Hye Lee², Choong-Hyeon Oh^{3*}

요약

본 연구는 강원도 강릉시에 위치한 하시동·안인사구 생태경관보전지역에서의 생태계서비스 평가와 증진방안 마련을 위하여 시행되었다. 연구방법으로 신속평가 도구를 이용한 생태계서비스 평가를 바탕으로 환경지속성지수 분석하였고, SWOT 분석을 통하여 생태계서비스 증진방안을 마련하였다. 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 평가 결과를 바탕으로 분석한 환경지속성지수는 조절서비스, 문화서비스, 지지서비스 모두 50% 미만으로 낮게 평가되었다. 특히 문화서비스, 지지서비스가 부족한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 증진 방안을 마련하기 위하여 SWOT 분석을 시행하였다. 강점을 기회로 활용(SO전략), 강점을 이용한 위협요인 최소화(ST전략), 강점을 보완하기 위하여 기회를 활용(WO전략), 약점을 보완하고 위협을 최소화(WT전략)하는 생태계서비스 증진방안 6가지를 도출하였다. 향후 하시동·안인사구 생태경관보전지역에서 생태계서비스 증진사업을 추진할 때 현재 훼손된 지역의 복원과 향후 침식 등으로 인한 피해 방지 등 제시한 문제를 극복하고 이를 통하여 생태계서비스를 증진시켜 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 가치를 높일 필요가 있다.

주요어: 신속평가도구, 환경지속성평가지수(ESI), SWOT

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the ecosystem services and environmental sustainability index(ESI) of the Hasidong-Anin coastal sand dune ecological and landscapes conservation area using rapid assessment tools. As a result, the analysis of the environmental sustainability index, derived from the evaluation of ecosystem services in the Hasidong-Anin coastal sand dune ecological and landscapes conservation area, revealed that regulating services, cultural services, and supporting services were all rated below 50%. Especially, cultural and supporting services were identified as lacking. With these results, a SWOT analysis was conducted to develop strategies for enhancing ecosystem services in the Hasidong-Anin coastal sand dune ecological and landscapes

1 접수 2023년 8월 17일, 수정 (1차: 2023년 9월 12일), 게재확정 2023년 9월 14일

Received 17 August 2023; Revised (1st: 12 September 2023); Accepted 14 September 2023

2 동국대학교 대학원 바이오환경과학과 박사과정 Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., Dongguk-ro 32, ilsan-dongu, Gyeonggi-do 10326, Korea (ehlee84@hanmail.net)

3 동국대학교 대학원 바이오환경과학과 교수 Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., Dongguk-ro 32, ilsan-dongu, Gyeonggi-do 10326, Korea (ecology@dongguk.edu)

* 교신저자 Corresponding author: ecology@dongguk.edu

conservation area. Six approaches were formulated, involving leveraging strengths as opportunities (SO strategy), minimizing threats using strengths (ST strategy), utilizing opportunities to address weaknesses (WO strategy), and mitigating weaknesses and threats (WT strategy). In the future, when promoting projects to enhance ecosystem services in the Hasidong-Anin coastal sand dune ecological and landscapes conservation area, it will be essential to address issues such as the restoration of currently damaged areas and prevention of future erosion-related damages. This will lead to an elevation of the value of the Hasidong-Anin coastal sand dune ecological and landscape conservation area.

KEY WORDS: RAPID ASSESSMENT TOOLS, ESI, SWOT

서론

해안사구는 해안지역과 육상지역의 생태적 특성이 공통으로 나타나는 전이대로 다양한 물리 및 생물적 상호작용을 통하여 형성 또는 소멸된다. 이러한 과정을 통하여 해안사구에는 독특한 서식처를 필요로 하는 다양하고 희귀한 생물종들이 서식하고 있다(Han *et al.* 2013; De Giglio *et al.*, 2019). 이 때문에 국제적으로 다양한 측면에서의 연구와 관심이 집중되고 있다(Kim and Hong, 2009; Ettritch *et al.*, 2018).

생태계서비스는 인간이 생태계로부터 제공받는 다양한 혜택을 의미하며 공급, 조절, 문화, 지지서비스의 4가지 유형으로 구분된다(MA: Millenium Ecosystem Assessment, 2005). 생태계서비스는 다양한 요인의 영향을 받으며, 생태계서비스 변화는 인간의 생활과도 밀접한 연관이 있어 최근 자연환경 관리를 위한 수단으로써 생태계서비스를 평가하는 것은 다양한 분야의 의사결정과정에 필요한 정보를 제공하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2019).

새천년생태계평가(MA)와 생물다양성경제학(The Economics of ecosystems and Biodiversity, TEEB)의 보고서 발간은 생태계서비스 관련 연구 활성화의 계기가 되어 국내에서도 생태계서비스에 대한 연구가 증가하고 있다. 국내 생태계서비스 연구는 주로 산림(Won *et al.*, 2015; Jeon *et al.*, 2015; Shin *et al.*, 2016), 논습지(Kong *et al.*, 2014), 농촌(Park *et al.*, 2017), 도서(Roh *et al.*, 2016), 간척지(Lee *et al.*, 2022) 등을 대상으로 생태계서비스 평가가 이루어져 왔다. 그러나 해안사구를 대상으로 한 생태계서비스 연구는 매우 제한적이다.

하시동·안인사구 생태경관보전지역은 동해안 해안사구 중 최초로 생태경관보전지역으로 지정된 곳으로서 생태 및 경관의 우수성과 높은 학술 가치가 인정되고 있다(Lee and Oh, 2021). 하시동·안인사구 생태경관보전지역은 멸종위기생물인 수달, 하늘다람쥐, 삿 등이가 서식하고 있는 것으로 조사되어 경관과 더불어 다양한 생물들의 서식지 보전이 우선시 되어야 하는 곳이다. 그러나 주변 개발, 쓰레기 방치, 해안침식, 곰솔림 확장 등과 같은 다양한 환경 위협요인에 노출되어 사구의 훼손

이 빈번해지고 있다.(Choi *et al.*, 2016; Choi and Cho, 2019; Park, 2018; Lee and Oh, 2021). 특히 최근 발표된 보도자료에 의하면 안인 화력발전소 건설 등의 주변 개발로 인한 하시동·안인사구 생태경관보전지역 해안의 급격한 침식으로 보전지역 내 해안 및 탐방로 진입 도로 등의 유실이 발생하게 되었다(KangwonNews, 2023.08.03.). 이를 해결하기 위하여 해당 개발 관련 업체 주도의 인공방파제 조성, 해양수산부의 하시동·안인사구 연안정비 사업 등이 시행되고 있으나 해안침식은 빠른 속도로 진행되고 있어 이에 대한 적극적이고 실질적인 대책 마련이 절실히 필요한 실정이다.

자연 및 인위적 요인에 의한 환경 변화는 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계 구조 및 기능, 생물다양성 등에 부정적인 영향을 미치고, 결과적으로 생태계서비스가 감소할 가능성이 있다. 그러므로 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 효율적인 보전, 이용 및 관리를 위해 객관적이고 과학적인 해안사구 생태계서비스 관련 연구가 필요하다.

하시동·안인사구 생태경관보전지역의 선행연구는 주로 생태계 변화관찰보고서(Ministry of Environment, 2014), 생태경관보전지역 정밀 조사(National Institute of Ecology, 2017; 2022) 등 생물상 모니터링이었다. 최근에는 지형 명소로서의 가치평가, 핵심종을 중심으로 한 복원방안 등 하시동·안인사구의 가치와 복원에 관한 연구가 일부 진행되었으나(Choi *et al.*, 2019; Seok *et al.*, 2014), 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 평가에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

신속평가 도구(RAWES; Rapid Assessment of Wetlands Ecosystem Services)는 국립생태원이 제안한 생태계서비스 평가법으로 제13차 람사르습지 당사국 총회에서 국제표준 방법론으로 승인되었다. 기존의 평가 방식에 비해 간편하면서 평가의 신뢰성은 유지하고, 다양한 이해당사자의 관점을 반영하여 평가하는 방법으로 사용되고 있다(Lee *et al.*, 2022). 신속평가 도구는 기존의 생태계서비스 평가방법들과 다르게 간단한 체크리스트로 이루어져 있기 때문에 교육을 통하여 누구나 생태계서비스를 파악할 수 있는 이점이 있는 것으로 평가되고 있다(Ministry of Environment, 2018).

Kim *et al.*(2019)은 안산을 대상으로 한 생태계서비스 평가 연구에서 신속평가가 여러 이해당사자의 의견을 수렴하여 환경 계획 설계가 가능한 점을 신속평가 활용의 이점으로 언급하였다. Park(2021)은 신속평가 도구를 수정하여 일반인도 평가가 가능한 지표 및 항목을 개발하여 평가를 수행할 수 있도록 하였다. Lee *et al.*(2022)은 신속평가 도구를 활용하여 새만금지역의 농경지, 산림 등 5가지 생태계 유형을 대상으로 생태계서비스를 진행하였다. 이 연구에서 신속평가 도구를 이용한 생태계서비스 평가는 시간, 비용 면에서 효율적이어서 여러 이해관계자와 정책결정자들의 환경 계획 구상에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 또한 신속평가 도구를 활용한 생태계서비스 평가 연구는 다양한 이해당사자들의 관점에서 연구 대상지의 가치를 효율적으로 빠르게 평가하여 대상지 관리에 활용될 것으로 보였다.

본 연구는 신속평가 도구를 활용하여 다양한 이해당사자의 그룹을 대상으로 하시동-안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 평가항목 선정 및 평가를 진행하였다. 이를 바탕으로 생태계서비스 평가 결과가 높은 항목에 대해서는 지속적으로 유지 및 관리되도록 하고 낮은 항목에 대해서는 생태계서비스를 증진 시킬 수 있도록 SWOT 분석으로 증진 방안을 제시하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상지

하시동-안인사구 생태경관보전지역은 동해안에 위치한 해안사구로 강릉시 강동면 하시동리 일원에 위치하고 있다(Figure 1). 식물은 초본에서 목본까지 다양한 종들이 자생하고 있으며, 멸종위기종 수달, 하늘다람쥐, 삿 등의 서식이 확인되어 자연성과 생태적 가치가 있는 것으로 평가받고 있다(Ministry of

Environment, 2011). 사구와 전사구가 약 1km에 걸쳐 발달하고 있으며, 최소한 2,400년 이전에 형성된 것으로 추정되고, 사구시대 서쪽으로 약 8,000년 전의 고사구가 존재하고 있어 사구형성과 변화 과정을 파악할 수 있는 곳으로 평가되고 있다(Ministry of Environment, 2009). 이러한 이유로 환경부에서는 하시동-안인사구를 2008년 12월에 동해안 해안사구로서는 처음으로 생태경관보전지역으로 지정하였다. 전체 면적은 약 0.235km²으로 전 지역이 핵심보전구역으로 지정되었다(Ministry of Environment, 2009).

하시동-안인사구 생태경관보전지역은 1960년대 초까지 다양한 사구 지형이 나타났으나 1970년대 이후의 개발로 인하여 지형의 다양성이 낮아졌다(National Institute of Environment, 2017). 생물군집 유지와 사구 경관을 위하여 보전되어야 하는 곳임에도 불구하고, 장기간 군사 훈련장으로서의 이용, 군부대 이전 후 군 시설 및 쓰레기 방치로 인한 경관 훼손, 곰솔림 확장으로 인한 사구 역동성 감소 등이 우려되고 있다(Ministry of Environment, 2017). 또한 최근 인근 화력발전소 건설로 접안시설 공사가 대규모로 진행됨에 따라 지형변화와 해안침식에 따른 대상지 훼손이 발생하여 이에 대한 대책 마련이 시급한 지역으로 평가되어 있다.

대상지 내 고르게 식재된 곰솔림(*Pinus thunbergii*)은 1970년대 국가 산림사업 목적에 따라 정부와 주민들에 의해 조성된 방풍림으로 그 면적이 점차 늘어나고 있으며, 2002년 대비 2014년에는 약 7.2%가량 면적이 증가하였다. 이러한 곰솔림 면적 증가는 모래의 이동을 방해하여 사구의 역동성을 저하시키고, 사구의 생태계 및 지형변화에 영향을 줄 것으로 예상되어 문제가 제기되고 있다(Seok *et al.*, 2014; Lee and Oh, 2021). 생태경관보전지역 이외에도 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의한 자연환경보전지역, 「문화재보호법」에 의한 문화재보호구역(지방기념물 제18호 하시동고분군) 등으로 지정되어 있다(Ministry of Environment, 2017).

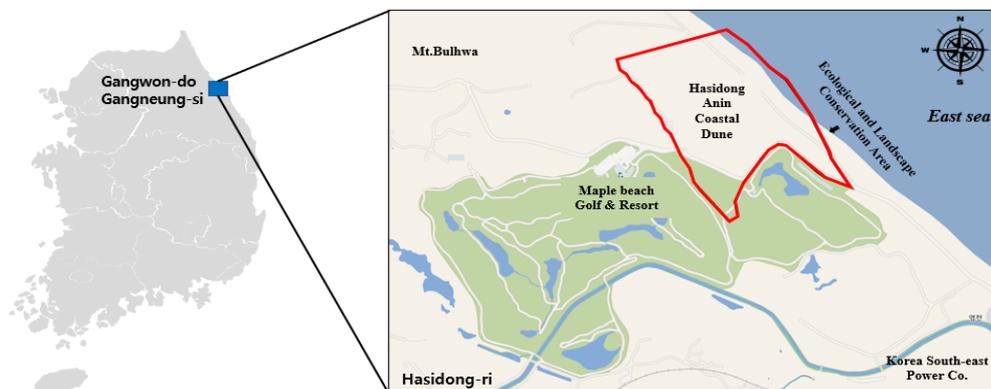


Figure 1. Location of Hasidong Anin coastal dune.

결과 및 고찰

1. 하시동·안인사구 생태계서비스 평가항목 선정

생태계서비스 평가항목 선정은 총 2차에 걸쳐 진행되었다. 1차는 2010년~2023년에 발표된 해안사구 생태계서비스 평가 관련 국외 논문, 보고서, 서적 등을 분석하여 평가항목을 선정하였다. 아직 국내에서는 해안사구 생태계서비스 평가에 관한 연구가 이루어지지 않아 국외에서 발표된 관련 논문 10편을 대상으로 분석하였다. 평가항목 선정은 국외 문헌 10편에서 제시된 평가항목 중 5편 이상 공통으로 제시된 항목을 선택하였다(Table 1). 공급서비스 4항목(담수, 식량, 유전자원, 자원(진흙, 미네랄, 골재)), 조절서비스 7항목(대기질 조절, 지역적 기후조절, 세계적 기후조절, 수질 정화, 홍수 재해 조절, 폭풍 재해 조절, 침식 조절, 꽃가루반이), 문화서비스 3항목(여가 및 관광, 심미적 가치, 교육 및 연구), 지지서비스 3항목(토양 형성, 물순환, 서식처 형성)이 생태계서비스 평가항목으로 1차 선정되었다.

1차에서 선정된 평가항목을 바탕으로 하시동·안인사구 생태경관보전지역 현장 상황 및 전문가 자문을 통하여 평가항목의 추가, 삭제 후 2차 선정하였다. 추가된 항목은 조절서비스 2항목(염분, 소음차단), 문화서비스 2항목(문화유산, 정신 및 종교적 가치), 지지서비스 1항목(1차 생산)이며, 제외된 항목은 공급서비스 4항목(담수, 식량, 유전자원, 자원), 조절서비스 1항목(수질 정화), 문화서비스 1항목(여가 및 관광)이다.

추가된 조절서비스 2항목은 염분, 소음차단으로, 해안사구가 염수(해수)에 대한 장벽의 역할로 해안사구 토양 내 염분을 조절하는 기능을 가지고, 대상지 내 방풍림 또한 염해방지 역할을 하며, 소음차단의 기능을 하는 것으로 판단되어 추가되었다(Seok *et al.*, 2014). 문화서비스에서 추가된 2항목은 문화유산, 정신 및 종교적 가치이다. 대상지 내 존재하는 하시동 고분은 삼국시대에 만들어진 것으로 추정되는 문화유산으로, 하시동 고분이 만들어진 의미 등 문화적 중요성을 지니고 있다고 판단되어 추가되었다. 또한 지지서비스에서 추가된 1항목은 1차 생산으로 대상지의 50% 이상 분포하고 있는 식생에 의한 1차 생산이 평가 가능하다고 판단되어 추가되었다.

대상지는 생태경관보전지역으로 지정되어 있을 뿐 아니라, 문화재보호지역, 자연환경보전지역 등으로 지정되어 있어 대상지 특성상 공급서비스 항목은 해당하지 않아 전 항목을 평가에서 제외하였다. 조절서비스에서 제외된 1항목은 수질 정화이다. 대상지에 여름철 일시적으로 사구저지가 형성되나 수질 정화를 할 만큼의 담수 형성이 되지 않기 때문에 평가항목에서 제외하였다. 또한 문화서비스의 여가 및 관광 항목 역시 대상지 특성상 낚시, 수상스포츠, 수영 등 레크레이션 자원으로서의 가치를 제공하는 것은 불가능하다고 판단되어 제외하였다. 사구 생태계를 이용한 생태관광, 지오투어리즘 등의 프로그램은 생태경관보전지역의 특성상 교육의 성격이 강조되는 활동이므로 문화서비스의 교육·연구 항목에서 포함하여 평가하였다.

1차, 2차에 거쳐 최종 선정된 평가항목은 조절서비스 9가지(대기질, 지역적 기후, 세계적 기후, 홍수조절, 폭풍 재해, 침식,

Table 1. 1st extraction of assessment items based on literature review

	Assessment Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Select
Provisioning Services	Fresh water		○				○	○	○	○		◎
	Food			○		○	○	○	○	○	○	◎
	Fuel						○	○				
	Fibre		○				○	○				
	Genetic resources	○	○			○	○		○			◎
	Natural medicines		○						○	○		
	Ornamental resources								○	○		
	Clay, mineral etc		○	○					○	○	○	◎
	Waste disposal											
Energy harvesting from natural air and water flows												
Regulating Services	Air quality regulation	○	○	○		○			○	○	○	◎
	Local climate regulation	○	○	○		○	○		○	○	○	◎
	Global climate regulation	○		○		○	○		○	○	○	◎
	Water purification	○	○	○			○	○	○			◎

	Assessment Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Select	
	Flood hazard regulation		○	○	○			○			○	◎	
	Storm hazard regulation		○	○	○			○			○	◎	
	Pest regulation												
	Regulation of human diseases		○				○						
	Regulation of diseases affecting livestock											◎	
	Erosion regulation		○	○				○		○	○		
	Pollination	○	○	○			○	○		○			◎
	Salinity regulation												
	Fire regulation												
	Noise and visual buffering							○					
Cultural Services	Cultural heritage		○					○					
	Recreation and tourism	○	○	○	○		○	○	○	○	○	◎	
	Aesthetic value	○	○						○	○	○	◎	
	Spiritual and religious value	○						○	○				
	Inspirational value		○				○		○				
	Social relations		○	○									
	Educational and research		○	○			○	○	○	○	○	◎	
Supporting Services	Soil formation	○	○	○			○			○		◎	
	Primary production		○	○			○						
	Nutrient cycling	○	○	○			○						
	Water recycling	○	○	○			○				○	◎	
	Provision of habitat	○	○				○		○	○	○	◎	

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Brenner <i>et al.</i> 2010 | 5. Christie <i>et al.</i> 2012 | 9. Gabriela Mendoza. 2021 |
| 2. Mark Everard <i>et al.</i> 2011 | 6. BCA, FORES, FORWET. 2013 | 10. Pablo <i>et al</i> 2021 |
| 3. Barbier <i>et al.</i> 2011. | 7. Renaud <i>et al.</i> 2016 | |
| 4. Gonzalez <i>et al.</i> 2012 | 8. Beach Management Tools 2017 | |

수분, 염분, 소음차단), 문화서비스 4가지(문화유산, 심미적 가치, 정신적·종교적 가치, 교육·연구), 지지서비스 4가지(토양 형성, 1차 생산, 물순환, 서식처 제공)로 총 17개이다.

2. 신속평가 도구를 활용한 하시동 · 안인사구 생태계서비스 평가 결과

신속평가 도구를 활용하여 대상지의 생태계서비스를 평가한 결과는 다음과 같다(Table 2).

조절서비스에서는 대기질, 지역적 및 세계적 기후조절, 홍수조절, 폭풍 재해, 침식, 꽃가루받이, 염분, 소음차단을 평가하였다. 해안사구 내 다양한 식생은 대기 중의 미세먼지를 제거하는 역할을 한다. 국립산림과학원에서 발표한 ‘미세먼

지 저감 수준’ 목록 중 우수, 양호 그룹에 속한 소나무, 곰솔, 해당화 등이 대상지 내 우점 군락으로 생육하고 있어 미세먼지 제거를 통한 대기질 개선이 긍정적으로 평가되었다. 또한 지역 미기후 조절에 영향을 주어 지역적 기후 조절서비스를 제공하고, 식생과 토양에 저장되는 이산화탄소는 온실가스 저감을 통한 기후조절에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 평가되었다. 여름철 또는 태풍 통과 시에 습지 형태로 형성되는 사구 저지는 유지 기간은 길지 않으나 홍수조절을 하며, 또한 곰솔 등 비사구성 식물군락은 해일, 바람 등의 폭풍 피해 예방 및 침식으로 인한 토양 유실 완화 기능, 염수 침투 차단, 나비, 벌 등 매개자에 의한 식물 수분 작용, 소음차단 등 다양한 기능이 긍정적으로 평가되었다. 조절서비스의 최종 평가 점수는 지역 수준 8.13점, 국가 수준 4.25점, 지구 수준 1.17점으

로 평가되었다.

문화서비스에서는 문화유산, 심미적 가치, 정신적·종교적 가치, 교육 및 연구를 평가하였다. 대상지 내 지방기념물 제18호인 하시동고분군이 있어 문화재보호구역으로 지정되어 있다. 하시동고분군의 문화유산으로서의 가치와 정신적·종교적 가치가 평가되었다. 우수한 경관으로 생태경관보전지역으로 지정됨에 따라 심미적 가치와 주기적으로 모니터링 및 정밀조사가 이루어지고 있다는 것이 긍정적으로 평가되었다. 문화서비스의 최종 평가 점수는 지역 수준 3.67점, 국가 수준 2.46점, 지구 수준 1.33점으로 평가되었다.

지시서비스에서는 토양 형성, 1차 생산, 물순환, 서식처 제공을 평가하였다. 토양을 통해 양분을 받거나 양분을 형성하는 환경이 제공되고, 식물의 생육에 도움을 주어 다양한 식생 군락이 형성된 것과 광합성을 통한 유기물질 생산 등의 1차 생산이 평가되었다. 또한 야생 동식물의 서식처 제공, 해안사구 및 해안에서의 물순환이 긍정적으로 평가되었다. 지시서비스의 최종 평가 점수는 지역 수준 3.88점, 국가 수준 2.46점, 지구 수준 0.83점으로 평가되었다.

지역 수준의 평가 결과를 보면 전체 항목이 매우 긍정적인 기여 혹은 긍정적인 기여를 하는 것으로 평가되었다. 특히 조절서비스의 지역적 기후조절, 침식 조절, 염분 차단, 문화서비스의 문화유산, 지시서비스의 서식처 제공 항목의 점수는 1.00으로 모든 응답자가 매우 긍정적인 기여를 한다고 평가하였다. 한편 지구 수준의 평가 결과는 긍정적 기여, 무시할만한 기여로 평가되었다. 조절서비스의 수분, 염분 조절, 소음차단 항목의 점수는 대부분의 응답자가 거의 무시할만한 기여로 평가하였다. 지역 수준에 비하여 지구 수준이 낮게 평가된 것은 대상지의 면적이 작아 생태계서비스 기능이 지구 수준까지 기여하지 않고, 지역 수준에서 긍정적인 영향을 줄 것으로 예상되어 평가된 것으로 사료된다.

조절서비스 및 지시서비스가 긍정적으로 평가된 결과를 통하여 하시동·안인사구 생태경관보전지역이 해안 침식과 침수 위험을 줄이는 자연 방파제 역할, 다양한 생물의 서식처 제공, 폭풍, 홍수 등의 재해 위험성으로부터의 방어 등 해안사구로서의 다양한 기능(Choi and Kim, 2015)을 적절하게 수행하고 있는 것으로 판단된다. 다만 앞서 언급한 것과 같이 대상지의 면적이 크지 않아 생태계서비스 대부분이 하시동·안인사구 생태경관보전지역과 그 주변 지역 수준에서 긍정적으로 기여할 것으로 보인다.

Table 2. Final score of ecosystem services for Hasidong Anin coastal sand dune

Ecosystem Services		Scale		
		Local	Region	Global
Regulating	Air quality regulation	0.88	0.54	0.21
	Local climate regulation	1.00	0.50	0.17
	Global climate regulation	0.88	0.54	0.25
	Water regulation	0.83	0.54	0.08
	Flood hazard regulation	0.92	0.42	0.17
	Erosion regulation	1.00	0.58	0.21
	Pollination	0.83	0.42	0.00
	Salinity regulation	1.00	0.50	0.08
	Noise and visual buffering	0.79	0.21	0.00
	Total	8.13	4.25	1.17
Cultural	Cultural heritage	1.00	0.71	0.42
	Aesthetic value	0.96	0.75	0.42
	Spiritual and religious value	0.79	0.38	0.21
	Educational and research	0.92	0.50	0.29
	Total	3.67	2.33	1.33
Supporting	Soil formation	0.96	0.54	0.21
	Primary production	0.96	0.50	0.13
	Water recycling	0.96	0.63	0.17
	Provision of habitat	1.00	0.79	0.33
	Total	3.88	2.46	0.83

응답 그룹별 하시동·안인사구 생태경관보전지역 생태계서비스 평가 결과는 다음과 같다(Table 3).

전문가들은 조절서비스 지역 수준 8.67점, 국가 수준 4.50점, 지구 수준 1.17점, 문화서비스 지역 수준 3.67점, 국가 수준 2.67점, 지구 수준 1.83점, 지시서비스 지역 수준 4.00점, 국가 수준 2.83점, 지구 수준 1.00점으로 평가하였다. 공공기관 관계자의 경우 조절서비스 지역 수준 7.00점, 국가 수준 4.00점, 지구 수준 1.00점, 문화서비스 지역 수준 3.50점, 국가 수준 2.50점, 지구 수준 1.00점, 지시서비스 지역 수준 3.67점, 국가 수준 2.67점, 지구 수준 0.83점으로 평가하였다. 시민단체 활동가들은 조절서비스 지역 수준 8.50점, 국가 수준 4.33점, 지구 수준 0.33점, 문화서비스 지역 수준 3.83점, 국가 수준 2.00점,

Table 3. Result of ecosystem services for Hasidong Anin coastal dune

Group	Scale	Ecosystem Services			Total	Average
		Regulating	Cultural	Supporting		
Expert	Local	8.67	3.67	4.00	16.33	5.44
	Region	4.50	2.67	2.83	10.00	3.33
	Global	1.17	1.83	1.00	4.00	1.33
	Average	4.78	2.72	2.61	10.11	
Public Institutions	Local	7.00	3.50	3.67	14.17	4.72
	Region	4.00	2.50	2.67	9.17	3.06
	Global	1.00	1.00	0.83	2.83	0.94
	Average	4.00	2.33	2.39	8.72	
Civil Organizations	Local	8.50	3.83	3.83	16.17	5.39
	Region	4.33	2.00	1.67	8.00	2.67
	Global	0.33	1.67	0.83	2.83	0.94
	Average	4.39	2.50	2.11	9.00	
Local Resident	Local	8.33	3.67	4.00	16.00	5.33
	Region	4.17	2.17	2.67	9.00	3.00
	Global	1.20	0.83	0.67	2.67	0.89
	Average	4.57	2.22	2.44	9.23	

지구 수준 1.67점, 지지서비스 지역 수준 3.83점, 국가 수준 1.67점, 지구 수준 0.83점으로 평가하였다. 지역주민들은 조절 서비스 지역 수준 8.33점, 국가 수준 4.17점, 지구 수준 1.20점, 문화서비스 지역 수준 3.67점, 국가 수준 2.17점, 지구 수준 0.83점, 지지서비스 지역 수준 4.00점, 국가 수준 2.67점, 지구 수준 0.67점으로 평가하였다. 응답자 모든 그룹에서 지역 수준의 생태계서비스 평가 점수가 국가 수준 및 지구 수준의 점수보다 높게 나타났다. 전문가 그룹과 지역주민 그룹이 비슷한 결과가 도출되었으며, 공공기관 그룹이 비교적 낮게 평가되었다. 항목에 따른 점수는 조금씩 차이가 있지만, 네 그룹 간 응답 결과 경향은 비슷하였으며, 그룹 간 항목별 오차범위는 0.13~0.65로 나타났다.

3. 하시동·안인사구의 환경지속성지수(ESI) 분석

신속평가 도구를 활용한 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 생태계서비스 평가 결과를 바탕으로 환경지속성지수(ESI)를 분석하였다(Table 4). 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 ESI는 지역 수준에서 조절서비스 ESI 45.14%, 문화서비스 ESI 20.37%, 지지서비스 ESI 21.53%로 평균 29.01%, 국가 수준에서 조절서비스 ESI 23.61%, 문화서비스 ESI 12.96%, 지지서비스 ESI 13.66%로 평균 16.74%, 지구 수준에서 조절서비스 ESI 6.48%, 문화서비스 ESI 7.41%, 문화서비스 ESI

4.63%로 평균 6.17%로 분석되었다. 각 수준에서의 생태계서비스 ESI 추세는 비슷한 경향을 보였다. 조절서비스가 가장 높고, 문화서비스, 지지서비스는 비슷한 수치로 낮게 나타났다. 지역 수준에서의 조절서비스 ESI가 45.14%로 가장 높았고, 지구 수준에서의 지지서비스가 4.63%로 가장 낮았다.

신속평가 도구를 활용한 해안사구 생태계서비스 평가 선행 연구가 없어 다른 해안사구와 비교가 불가하였다. 다른 유형의 생태계의 생태계서비스 평가 점수로 직접적인 비교는 어려울 것으로 판단되어 점수를 비례화하여 도출한 ESI 결과를 참고하여 비교하였다. 지역 수준의 ESI를 비교한 결과 새만금지역(Lee *et al.*, 2022)에서 평가된 ESI(조절서비스 58.76%, 문화서비스 65.30%, 지지서비스 44.00%)와 두용습지(Park *et al.*, 2021)에서 평가된 ESI(조절서비스 54.81%, 문화서비스 60.94%, 지지서비스 75.00%), 간월호(Park *et al.*, 2021)에서 평가된 ESI(조절서비스 61.54%, 문화서비스 65.63%, 지지서비스 25.00%)에 비하여 하시동·안인사구 생태경관보전지역의 조절서비스, 문화서비스, 지지서비스가 낮은 수치로 나타났다. 다른 연구에 비하여 ESI가 낮은 것은 대상지의 규모가 작고, 평가할 수 있는 항목이 비교적 적었기 때문으로 판단된다. 향후 대상지의 생태계서비스 증진을 위해 평가항목별 기능을 강화하거나, 새로운 영역의 생태계서비스 평가항목을 추가할 수 있도록 방안을 마련하는 것이 필요하다.

Table 4. ESI of Hasidong Anin coastal sand dune

Scale	Ecosystem Services			Average
	Regulating	Cultural	Supporting	
Local	45.14	20.37	21.53	29.01
Region	23.61	12.96	13.66	16.74
Global	6.48	7.41	4.63	6.17

본 연구에서 이용한 신속평가 도구는 다른 생태계서비스 평가 방법에 비하여 빠르게 정보를 얻을 수 있고, 선정된 세부 항목을 통해 대상지 현 상태의 정보를 적용한 평가가 가능하다. 다양한 이해당사자 그룹이 참여하여 생태계서비스를 평가하고, 그 결과를 바탕으로 대상지의 관리전략 수립을 위한 기초자료로써 활용할 수 있다는 장점이 있다. 한편 신속평가 도구를 이용한 생태계서비스 평가 시, 평가항목별 구체적인 평가 기준 제시, 등급화, 세분화 등의 보완이 필요하다. Lee *et al.*(2022)은 신속평가 도구의 한계를 제시하며 평가의 객관성을 높이는 것도 고려해야 할 것을 제안하였고, Park(2018)은 대상지의 유형, 규모와 생태계서비스 평가항목의 중요도에 따라 가중치를 부여하여 평가하는 것을 제안하였다. 신속평가 도구를 이용한 평가는 정량적인 평가보다는 질적 평가로 구분되기 때문에 Kim(2019)에서 제안한 것처럼 신속평가 도구 사용과 함께 통계자료를 이용한 정량 평가로 상호보완적인 생태계서비스 평가가 수행된다면, 보다 면밀하고 효율적인 생태계서비스 평가를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

4. SWOT 분석을 통한 하시동·안인사구의 생태계서비스 증진 방안 도출

신속평가 도구를 활용한 생태계서비스 평가 결과, 전반적인 생태계서비스 증진이 필요할 것으로 평가되었다. 대상지는 생태경관보전지역으로 지정되어 있어 자연환경 보호 시설물 설치 및 보전협의회 운영, 탐방시설 및 체험학습장, 생태교육, 홍보물 제작 등을 통해 보호지역의 가치를 상승시킬 수 있다. 반면, 자연환경보전법 제15조 및 16조에 따라 행위 제한, 금지행위, 허용행위 등의 규제사항이 있어 이러한 사항을 바탕으로 SWOT 분석 통해 대상지에 적용할 수 있는 생태계서비스 증진 방안을 아래와 같이 제시하였다(Table 5).

하시동·안인사구 생태경관보전지역 내의 강점(Strengths)은 다른 동해안 사구에 비하여 연구와 관리가 용이하다는 것이다. 5년마다 관리기본계획이 수립되고 있으며, 상시 관리가 이루어지고 있어 사구 훼손 시 복원에 관한 대책 마련이 용이하다. 또한 해안사구를 활용한 생태탐방과 지오투어리즘 프로그램 운영을 통하여 해안생태계 교육 및 홍보가 가능한 것이 강점으로 나타났다. 약점(Weakness)으로는 생태경관보전지역으로 지정

되어 있음에도 불구하고 충분한 연구가 이루어지지 않아 대상지의 가치와 중요성이 낮게 평가되고, 인지도가 낮다는 점이다. 또한 면적이 작아 대상지 전체가 핵심보전구역으로 지정되어 주변 이용 및 개발압력에 따른 경계부 훼손 및 소실 등의 직접적인 피해를 받는 것이 약점으로 작용한다. 인근 화력발전소 개발 등 인위적 요인으로 인하여 지속적인 교란과 훼손, 곰솔림 확장으로 사구의 생태적 역동성이 감소 등 역시 약점으로 나타났다. 외부적인 기회 요인(Opportunities)으로는 국내외적으로 해안사구 관리 및 복원에 관한 관심의 증가 등 해안사구의 학술 가치가 높아지고 있다는 점이다. 강릉시가 관광도시 조성사업을 계획하고 있고, 강원-서울간 교통개선을 통해 수도권과의 접근성 증가로 관광 활성화를 기대해 볼 수 있다는 점도 기회 요인이다. 외부 위협요인(Threats)으로는 강원특별자치도법이 시행되면서 환경영향평가 협의 권한이 강원특별자치도로 이양됨에 따라 하시동·안인사구 생태경관보전지역이 위치한 강릉을 비롯한 강원도의 개발이 활성화될 가능성이 커졌다는 점이다. 기후변화 및 주변 개발로 인하여 동해안의 침식 빈도가 증가하고 이에 따른 피해도 증가하고 있다는 점 역시 위협요인이다.

SWOT 분석을 바탕으로 대상지의 생태계서비스 증진 방안을 다음과 같이 6가지로 제시하였다.

강점을 기회로 활용하고 외부 환경의 기회 요인을 최대한 활용하여 생태계서비스를 증진시킬 수 있는 SO 전략은 다음과 같다. 첫째, 조절서비스, 문화서비스, 지지서비스 증진을 위한 방안으로 국제적으로 해안사구의 학술 가치가 높아지고 있으므로 대상지의 가치 증진을 위하여 해안사구 복원, 시계열 연구, 해안침식, 보호지역 유지관리 등 다양한 주제의 연구 수행으로 기초자료를 마련하는 것이다. 대상지는 생태 및 경관적 가치가 인정되어 생태경관보전지역으로 지정되어 있음에도 불구하고, 학술 가치와 인지도가 낮은 편이다. 또한 축적된 연구자료의 유형(Lee and Oh, 2021)은 대부분 정밀조사, 모니터링으로 실질적으로 문제가 발생했을 때 대응할 만한 다양한 연구가 이루어지지 않았다. 대상지 인근의 개발이 시작되기 전부터 전문가들은 새로운 화력발전소 건설, 항만시설 및 운영으로 인한 향후 수년간 해안지역의 대기오염, 자연자산 손실, 생태계 교란 등의 문제를 제기했다(Park, 2018). 그럼에도 불구하고 예상되는 피해에 대한 대비가 부족하여 현재 가속화되는 해안침식을 해결할 수 있는 실질적인 대안 마련이 어려운 상황이다. 그러므로 위협요인에 대비할 과학적 근거로 사용할 수 있도록 연구를 통한 다양한 유형의 기초자료 축적이 필요하다. 둘째, 문화서비스 증진을 위한 방안으로 강원도 및 강릉시 관광 활성화와 서울-강원간 교통개선, 인근 골프장 운영 등의 기회를 활용하여 생태탐방 및 지오투어리즘 프로그램을 개발하는 것이다. 사구 생태계를 활용한 생태탐방 및 지오투어리즘 프로그램을 개발하여 운영한다면 하시동·안인사구 생태경관보전지역 가치 홍보 및 인지도 상승에 효과가 있을 것으로 기대된다. 다만 대상지 전체

가 핵심보전구역으로 지정되어 있어, 일반적인 생태탐방 및 지오투어리즘과는 차별화된 교육 및 보전을 기반으로 하는 프로그램의 개발이 필요하며, 대상지 훼손을 최소화하기 위하여 해설사 필수 동반, 새로운 탐방로 개설, 1일 개방 횟수 제한, 탐방 인원 제한 등의 기준 마련이 필요하다.

강점으로 외부 환경의 위협을 최소화하여 생태계서비스를 증진시킬 수 있는 ST 전략은 다음과 같다. 조절서비스, 문화서비스, 지지서비스 증진을 위한 방안으로 인근 지역에서의 개발이 활성화되는 것을 억제할 수 있는 제도적 장치를 마련하는 것이다. 대상지는 생태경관보전지역으로 지정되어 있을 뿐만 아니라 문화재보호구역 및 자연환경보전지역으로도 지정되어 있다. 또한 대상지 전체가 핵심보전구역으로 지정되어 있음에도 불구하고 인근 개발로 인한 피해 및 훼손이 지속적으로 발생하고 있다. 대상지의 피해 및 훼손의 최소화를 위하여 문화재보호법, 자연환경보전법 등에 근거하여 보호를 위한 적극적인 제도적 장치 마련이 필요하다.

약점을 보완하기 위하여 외부 환경의 기회 요인을 최대한

활용함으로써 생태계서비스를 증진시킬 수 있는 WO 전략은 다음과 같다. 첫째, 강원도 및 강릉시 관광 활성화를 기회로 활용하는 전략으로 지역 행사와 연계하여 하시동·안인사구 생태경관보전지역 홍보를 통해 낮은 인지도를 개선하는 것이다. 대상지 인근의 풍호마을에서는 매년 여름 ‘연꽃축제’가 시행된다. 홍보 리플렛, 핵심종이나 깃대종을 이용한 캐릭터 굿즈 등의 홍보 매체를 제작하고, 지역 행사와 연계하여 하시동·안인사구 생태경관보전지역을 홍보하면 대상지의 인지도 개선과 더불어 문화서비스도 증진될 것이다. 둘째, 조절서비스, 지지서비스, 문화서비스 증진이 가능한 방안으로 해안사구의 학술 가치와 보전 필요성을 부각하여 대상지 일부를 완충보전구역, 전이보전구역으로 지정하는 것이다. 생태경관보전지역은 자연환경보전법 제12조에 근거하여 핵심보전구역, 완충보전구역, 전이보전구역으로 관리구역을 구분하여 지정·관리할 수 있는데, 현재 대상지는 전 지역이 핵심보전구역으로 지정되어 있어 외부 개발 압력 발생 시 직접적인 피해에 노출되어 있다. Lee(2018)은 핵심보전구역으로만 지정된 생태경관보전구역은 주변 이용

Table 5. SWOT analysis of improvement plan for Hasidong Anin coastal dune

Internal environment		External environment
Strengths		Opportunities
<ul style="list-style-type: none"> • Suitable as a coastal dune time-series research site • Designated as an ecological landscape conservation area for easier management • Potential for eco-tourism and geotourism activities utilizing the dune 		<ul style="list-style-type: none"> • Increasing recognition of the academic value for coastal sand dune • Planned development of Gangneung as a tourist city • Improved transportation between Gangwon and Seoul to boost tourism
Weakness		Threats
<ul style="list-style-type: none"> • Low awareness and limited attractions due to small scale • Designate the entire area as a core zone • Lack of relevant research materials • Accelerated coastal erosion due to nearby area development • Reduced dynamism of the dune due to pine forest expansion. 		<ul style="list-style-type: none"> • Development activation led by enforcement of the Gangwon State Act. • Rising coastal erosion in the East Sea region due to climate change and development

Strategies	Ecosystem Services	Contents
SO (Strengths-Opportunities)	Regulating, Cultural, Supporting	Preparation of basic data through research on various topics
	Cultural	Development of ecological exploration and geotourism program using coastal sand dunes ecosystem
ST (Strengths-Threat)	Regulating, Cultural, Supporting	Establishment of a system to limit development activation
	Cultural	Promoting the Hasidong-anin coastal sand dune ecological landscape conservation area linking local events
WO (Weakness-Opportunities)	Regulating, Cultural, Supporting	Distinction between core and buffer zone
	Regulating, Supporting	Restoration of dune topography through pine forest management
WT (Weakness-Threat)	Regulating, Supporting	Restoration of dune topography through pine forest management

과 개발에 따른 훼손 및 소실에 노출되어 있다고 지적하며 완충보전구역, 전이보전구역 지정이 필요하다고 하였다. 대상지 내 핵심보전구역과 완충보전구역의 구분은 대상지 보호와 더불어 지속가능한 유지관리 측면에서 반드시 필요하다.

약점을 보완하고 외부 환경의 위협을 최소화하여 생태계서비스를 증진시킬 수 있는 WT 전략은 다음과 같다. 조절서비스, 지지서비스 증진 방안으로 대상지의 곱솔림 관리를 통하여 사구 지형을 복원하는 것이다. 현재 대상지는 주변 개발 및 기후변화로 인한 급속한 해안침식이 가장 큰 위협요인으로 작용하고 있으며, 대상지 내 곱솔림 확장으로 인한 사구의 역동성 감소가 사구 기능을 저해하는 약점으로 작용하고 있다 (Ministry of Environment, 2017). 이러한 내외부 위협으로 인한 사구의 기능 저해 방지 일환으로 곱솔림 관리가 필요하다. Lee and Oh(2021)는 대상지의 인위적 훼손 요인 중 하나가 확장되고 있는 곱솔림에 의한 것이라 지적하였다. 곱솔의 수고가 4m 이상일 때 해안사구의 모래순환이 원활하게 이루어지지 못하도록 방해하고, 모래의 유실을 가져와 사구를 훼손시킨다 (Ministry of Environment, 2011). 이는 해안사구 생태계에 영향을 미칠 수도 있으므로(Seok, 2014) 곱솔림에 대한 적극적인 관리가 필요하다. 활동 사구 지역 확대를 위해 곱솔군락 밀도를 조절하거나 일정 수고 이상의 곱솔 개체를 제거하는 등의 관리를 통하여 사구 지형을 복원하는 것이 바람직하다 (National Institute of Ecology, 2022).

REFERENCES

- Ansoff, H.I.(1987) The emerging paradigm of strategic behavior. *Strategic Management Journal* 8: 501-515.
- Barbier, E., S. Hacker, C. Kennedy, E.W. Koch, A.C. Stier and B.R. Silliman(2011) The value of estuary and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81(2): 169-193.
- BCA, FORES, FORWET(2013) Ecosystem services assessment in Mui Ca Mau National Park, Stockholm, Sweden. 29pp.
- Beach Management Tools-Concepts, Methodologies and Case Studies(2017) Methodologies and case studies, Coastal research library 24. Springer, pp.75-100.
- Brenner, J., J.A. Jimé'nez, R. Sarda' and A. Garola(2010) An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain. *Ocean & Coastal Management* 53: 27-38.
- Choi, G.H. and D.H. Cho(2019) Distribution of natural landforms and their values as geomorphosites in Hasidong Area, Gangneung-si, South Korea. *Journal of the Association of Korean Photo-Geographers* 29(2): 41-52. (in Korean with English abstract)
- Choi, G.H. and Y.M. Kim(2015) Distribution of coastal dunes and their conservation status in South Korea. *Journal of the Korean Geomorphological Association* 22(3): 123-137.
- Choi, G.H., K.H. Yang, S.H. Jung, S.M. Park and S.Y. Lee(2016) Coastal changes detected using drone-based mapping in Hashidong Beach, Gangneung, South Korea. *Journal of the Korean Geomorphological Association* 23(4): 101-112. (in Korean with English abstract)
- Christie, M. and M. Rayment(2012) An economic assessment of the ecosystem service benefits derived from the SSSI biodiversity conservation policy in England and Wales. *Ecosystem Services* 1(1): 70-84.
- De Giglio, M., N. Greggio, F. Goffo, N. Merloni, M. Dubbini and M. Barbarella(2019) Comparison of pixel-and object-based classification methods of unmanned aerial vehicle data applied to coastal dune vegetation communities: Casal borsetti case study. *Remote Sensing* 11(12): 1416.
- Ettritch, G., P. Bunting, G. Jones and A. Hardy(2018) Monitoring the coastal zone using earth observation: Application of linear spectral unmixing to coastal dune systems in Wales. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 4(4): 303-319.
- Everard, M.L. and J.B. Watts(2010) Have we neglected the societal importance of sand dunes? An ecosystem services perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem* 20: 476-487.
- Gabriela, M.G., P.C. Arely, M.F. Dalia, M. Giraldo, T.I. Edgar, E. Arancibia and R.N. Rodolfo(2021) Perceptions and social values regarding the ecosystem services of beaches and coastal dunes in Yucatán, Mexico. *Sustainability* 13: 3592.
- González, G.M., M.L. Martínez, D. Lithgow, O. Pérez-Maqueo and P. Simonin(2012) Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics* 82: 23-32.
- Han, Y.H., Y.H. Lee, J.B. Kim and K.J. Cho(2013) Vegetation characteristics of coastal sand dune in the east coast. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* 16(1): 55-69. (in Korean with English abstract)
- Jeon, S.W., J.U. Kim, Y.H. Kim, H.C. Jung, W.K. Lee and J.S. Kim(2015) Improvement of forest boundary in land-cover classification map(Level-II) for functional assessment of ecosystem services. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 18(1): 127-133. (in Korean with English abstract)
- Kang, Y.M., S.H. Son and K.J. Jung(2021) Special education teachers' experiences and support needs regarding Positive Behavior Interventions and Supports (PBIS) in special schools: A Focus Group Interview(FGI). *The Journal of Special Education: Theory and Practice* 22(4): 69-98. (in Korean with English abstract)
- KangWon News(2023) <https://www.kwnews.co.kr/page/view/202>

3080215373591985

- Kim, B.R., J.H. Lee, I.G. Kim, S.H. Kim and H.S. Kwon(2019) Rapid assessment of ecosystem services apply to local stakeholders. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 22(1): 1-11. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.K., S.H. Kim, J.E. Lee and H.S. Kwon(2019) Categorization of cities in Gyeonggi-do using ecosystem service bundles. *Journal of Environment Impact Assess* 28(3): 201-214. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.E. and S.K. Hong(2009) Landscape ecological analysis of coastal sand dune ecosystem in Korea. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* 12(3): 21-32. (in Korean with English abstract)
- Kong, M.J., B.M. Lee, N.C. Kim and J.K. Son(2014) The analysis of function and factors for the value assessment of ecosystem services at rice paddy wetland. *Journal of Wetlands Research* 16(2): 251-259. (in Korean with English abstract)
- Lee, E.H. and C.H. Oh(2021) A study on the threat factors of biodiversity on Hasidong Anin coastal dune. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 24(3): 99-114. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H.(2018) A study on the buffer zone setting for sustainable management of ecological and landscape conservation area. Danguk University. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.J., J.W. Choi and C.H. Oh(2022) Assessment and enhancement of ecosystem services of Saemangeum Area. *Korean Journal of Environment and Ecology* 36(6): 684-692. (in Korean with English abstract)
- MA(Millennium Ecosystem Assessment)(2005) Ecosystem and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC.
- Ministry of Environment(2009) The 1st basic management plan for Hasidong·Anin coastal dune of ecological and landscape conservation area. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- Ministry of Environment(2014) Report of change and observation of ecosystem from 2012 to 2013. Ministry of Environment, Sejong, Korea, pp.359-385.
- Ministry of Environment(2017) The 2nd basic management plan for Hasidong·Anin coastal dune of ecological and landscape conservation area. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- Ministry of Environment(2018) 13th Ramsar conference in Dubai-The official adopt of wetland simple assessment proposed by Korea. Natural Ecology Policy Division of Ministry of Environment.
- National Institute of Ecology(2017) Investigation of ecology landscape conservation area(Hasidong anin sand dune). Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- National Institute of Ecology(2021) Investigation of ecology landscape conservation area(Hasidong anin sand dune). Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- Pablo, A.V., P.C. Fernando and P.U. Jimmy(2021) Ecosystem services and uses of dune systems of the coast of the Araucania Region, Chile: A perception study. *Ocean and Coastal Management* 200: 105-450.
- Park, J.H.(2018) A study on improvement of law and policy on coal power in Korea-Analysis of the Samcheok coal power. *Environmental Law and Policy* 21: 101-130. (in Korean with English abstract)
- Park, M.J., D.D. Jang, J.B. Jeon, J.A. Choi, C.S. Lim and E.J. Kim(2017) 7. Development of rural ecological landscape management indicator considering ecosystem services value. *Journal of the Korean Society of Rural Planning* 23(4): 127-141. (in Korean with English abstract)
- Park, M.O.(2021) A study on the evaluation of wetland ecosystem services using RAWES. *Korea Institute of Garden Design* 7(2): 131-143. (in Korean with English abstract)
- Rabiee, F.(2004) Focus-group interview and data analysis. *Proceedings of the Nutrition Society* 63: 655-660.
- Ramsar COP13 Doc.18.18 Rec.1. Draft resolution on the rapid assessment of wetland ecosystem.
- Renaud, F.G. et al.(eds.)(2016) Ecosystem-Based disaster risk reduction and adaptation in practice, advances in natural and technological hazards research 42.
- Roh, Y.H., C.K. Kim and H.J. Hong(2016) Time-series changes to ecosystem regulating services in Jeju. *Journal of Environmental Policy and Administration* 24(2): 29-44. (in Korean with English abstract)
- Seok, Y.S., K.H. Song and J.H. Chon(2014) The application of the systems thinking approach in suggesting the restoration direction of the ecological landscape protected area-Focused on the relationship between the damage causes of Hasidong·Anin coastal dune and keystone species. *Journal of East Asian Landscape Studies* 8(2): 43-55. (in Korean with English abstract)
- Shin, Y.J., S.J. Park and C.R. Park(2016) Valuation of cultural ecosystem services using the choice experiment method(CE). *Journal of Korean Institute of Forest Recreation and Welfare* 20(2): 65-77. (in Korean with English abstract)
- Won, H.Y., C.H. Shin and H.T. Mun(2014) Valuation of ecosystem services through organic carbon distribution and cycling in the Quercus mongolica Forest at Mt. Worak National Park. *Journal of Wetlands Research* 16(3): 315-325. (in Korean with English abstract)