한국정원디자인학회지 7(3): 189~197, 2021. 9.
DOI https://doi.org/10.22849/jkigd.2021.7.3.004
JOURNAL OF THE KOREAN INSTITUTE OF GARDEN DESIGN

pISSN 2465-8146
eISSN 2713-637X

# 생활권습지 기반 생태계서비스 간편평가지표(RAWES) 개선 연구†

박미옥

나사렛대학교 스마트그린도시산업 융합전공 교수

# A Study on Improvement the 'Rapid Assessment Index of Ecosystem Services (RAWES)' based on Living Area Wetlands

Park, Miok

Professor, Smart Green City Industry Convergence Major, Korea Nazarene University

## ABSTRACT

This study was conducted to develop a Rapid Assessment Method of Wetland Ecosystem Services so that local residents can evaluate the ecosystem services of small wetlands in their living area after receiving a certain education. The evaluation method was verified through expert FGI verification and questionnaires, and the final evaluation method was proposed. The concept of ecosystem service was established and a total of 20 service items were set, 5 for each ecosystem service. For each of the 20 proposed service items, descriptions of service items along with evaluation indicators, matters to be considered in the field, and methods, procedures, and usage plans for evaluating ecosystem services and values were presented. The five core services for each ecosystem service are as follows. In the provisioning services, freshwater use, food supply, fuel and raw material supply, biological resource supply, energy production, etc. were found, and in the Regulating services, water resources and flood control, water purification, biological control, regional microclimate control, disaster erosion control, etc. were found. Cultural services include landscape and aesthetic values, recreation and tourism, eco-educational research, local communities and communities, and cultural heritage, and supporting services include soil formation, primary production, nutrient circulation, water circulation, and habitat provision. The evaluation scale is a 5-point scale, with 'very positive benefit (++: 5 points), positive benefit (+: 4 points), moderate (0: 3 points), marginal profit (−: 2 points), profit None or sometimes disadvantage (− −: 1 point), evaluation difficulty (?: 0 point)', etc. were set. A pilot evaluation was conducted on Du-ung Wetland, one of Ramsar Sites, to verify and evaluate its applicability as an indicator. Culture service > Supporting service > Control service > Provisioning service showed a similar trend to that of previous studies. Although it was more simple, the reliability and validity of the evaluation were maintained.

*Key Words: FGI, Function, Value, Village Wetland, Du-ung Wetland*

† 본 연구는 나사렛대학교 2021년 학술연구지원비로 수행되었음.
**Corresponding author:** Park, Miok, Professor, Dept. of Smart Green City Industry Convergence Major, Korea Nazarene University, South Korea, Phone: +82-10-3896-4661, E-mail: ecoflower@kornu.ac.kr

# 국문초록

본 연구는 지역주민들이 생활권 소규모 습지의 생태계서비스를 평가할 수 있도록 생태계서비스 간편평가법을 개발하기 위해 수행되었다. 전문가 FGI 검증 및 설문을 통해 검증하고 최종 평가법을 제안하고자 하였다. 생태계서비스의 개념을 정립하고, 각 생태계서비스의 서비스 항목을 5개씩 총 20개 서비스항목을 제시하였다. 제안된 20개 서비스항목별로 평가지표와 함께 서비스항목 해설, 현장에서 고려해야 할 사항, 생태계서비스와 가치를 평가하는 방법과 절차 및 활용 방안을 제시하였다. 각 생태계서비스별 5개 핵심 서비스는 다음과 같이 나타났다. 공급서비스에서는 담수이용, 음식식량공급, 연료 및 원료공급, 생물자원공급, 에너지생산 등이며, 조절서비스에서는 수자원 및 홍수조절, 수질정화, 생물학적조절, 지역미기후조절, 재해침식조절 등으로 나타났다. 문화서비스로는 경관 및 심미적 가치, 레크레이션 및 관광, 생태교육연구, 지역사회 및 공동체, 문화유산 등이며, 지원서비스는 토양형성, 1차 생산량, 영양물질 순환, 물순환, 서식처 제공 등으로 나타났다. 평가 척도는 5점 척도로서, '매우 긍정적 이익(++: 5점), 긍정적 이익(+: 4점), 보통(0: 3점), 이익이 미미함(−: 2점), 이익이 없거나 때로 불이익(−−: 1점), 평가 어려움(?: 0점)' 등으로 설정하였다. 람사르습지로 등록된 두웅습지를 대상으로 시범평가를 수행하여 지표로서의 적용가능성을 검증 평가한 바, 문화서비스 > 지원서비스 > 조절서비스 > 공급서비스의 순으로 나타나 선행연구와 유사한 경향을 보였으며, 기존의 평가지표에 비해 더욱 간편하면서도 평가의 신뢰성과 타당성이 유지되었다.


*주제어: FGI, 기능, 가치, 마을습지, 두웅습지*

## Ⅰ. 서론

습지 기능과 가치 및 생태계서비스를 평가하여 생태기능을 향상시키고 일상생활을 통해 인류에게 생태계서비스 혜택을 증진시키려는 정책들이 강조되고 있다. 습지 생태계의 본래적 기능과 습지가 인간에게 제공하는 혜택(생태계 서비스)을 실질적으로 반영하기 위해 습지가 지니는 생태계서비스 평가를 통해 기능과 가치가 정확하게 규명되어야 한다. 특히 생활권 습지를 대상으로 생태계서비스 평가에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 생활권 습지란 도시 및 마을에 산재되어 주민들이 일상생활을 통해 생태계서비스를 제공받을 수 있는 소규모 습지로서 생물다양성 증진, 탄소저감, 물질순환 및 지역주민들에게 문화적 혜택과 경제적 이익, 친수 레크레이션 기회를 제공하고 있다(박미옥과 구본학, 2019; 박미옥, 2021).

이러한 정책은 지자체 수준에서도 활성화되고 있는데, 충남도의 경우 습지보전실천계획(2019~2024)의 정책목표 1(습지제도 선진화 및 기반구축)의 주요 정책과제 및 실천과제로서 습지생태계서비스 평가 및 지불제를 설정하고 있으며, 평가도구로서 습지생태계서비스 간편평가법을 적용할 것을 제안하고 있다. 이와 같이 중앙정부는 물론 지자체 수준에서도 습지를 보전하고 현명하게 이용하기 위한 타당성을 확보하기 위해서 습지가 제공하는 생태계서비스 평가를 위한 표준화된 모델 구축 및 검증이 필요하다.

생태계서비스 방법론으로는 경제적 모델을 적용한 가치평가와 생태적 평가표를 적용한 기능평가 등이 가능하다. 경제적 평가 사례로서, Krantzberg and de Boer(2008)는 캐나다 해안습지의 생태계서비스를 평가하여 연간 $690억의 가치로 산출하였고, Sterrett-Isely et al.(2009)은 와이오밍 주와 미시시피 주의 내륙습지 생태계서비스를 평가하여 1에이커당 연간 $1,300로 산출히였다. 스리랑카 무스라자웰라(Muthurajawela) 습지의 홍수 저감 가치는 연간 약 500만 달러 이상, 수질정화 가치는 연간 160만 달러 이상(Emerton and Kekulandala, 2003)으로 알려졌다. 중국의 경우, 항저우 국가습지공원 습지생태계의 특징·구조·생태 과정 특성을 종합하여 습지생태계 서비스 가치 평가지표 체계를 구축하고, 습지유형별 직접가치와 간접가치 및 존재가치 등을 평가한 바 있다.

그러나 기존의 경제적 평가모델이 전문가가 아닌 지역 주민이 평가하기에는 지나치게 전문적이고 모델별, 투입변수별 차이가 발생하여, 습지의 고유한 생태적 기능을 토대로 RAM, HGM 등을 적용한 생태적 기능평가가 이루어지고 있으며, 최근에는 일반인이 일정한 교육을 통해 평가할 수 있는 생태적 기능 중심의 간편평가법이 강조되고 있다. 대표적으로 습지생태계서비스 간편평가법(Rapid Assessment Wetland Ecosystem Services; RAWES)을 적용한 습지 평가들이 수행되고 있다(박미옥 등, 2007; 박미옥 등, 2009; 문상균 등, 2014; 손진관 등, 2014; 국립생태원, 2017; 홍문기, 2017; 구본학, 2018; 박미

옥 등, 2018; 김벼리 등, 2019; 박미옥 등, 2021; 宁瀟 等, 2016; 全國濕地保護標准化技術委員會, 2017; 楊青等, 2018).

이러한 배경에서 본 연구는 생활권 소규모 습지에 적합한 습지생태계서비스 평가 방법(박미옥 등, 2021)을 토대로, 전문가 FGI 및 설문조사를 통해 지역주민 수준에서도 습지의 생태계서비스를 평가할 수 있는 개선된 평가모델을 개발하고자 수행되었다.

## II. 연구방법

### 1. 평가도구 검증 방법

본 연구는 2021년 3월부터 6월까지 진행하였으며, 습지생태계서비스 평가도구 검증을 위한 전문가 FGI 및 설문, 그리고 시범평가 등으로 수행되었다.

본 연구에서는 1) 람사르협약에 의한 습지생태계서비스 간편평가법(RAWES) 및 선행연구(박미옥 등, 2021)에서 적용한 지자체 및 지역주민을 위한 평가법을 토대로 전문가 FGI 및 설문 등 검증을 토대로 일정한 교육을 받은 일반인이 평가할 수 있는 수준의 항목과 지표를 개발하였다.

2) 전문가 FGI는 습지 정책, 평가 등의 연구자 및 업무담당자로 구성된 전문가 그룹에 의해 인터뷰 및 설문형식으로 진행되었다. 전문가 그룹은 습지정책 및 연구실적이 많은 탁월한 전문가로서, 습지평가와 관련된 주요 학회인 한국환경복원기술학회, 한국습지학회, 한국환경영향평가학회의 회장 및 부회장, 습지정책 주무부처인 환경부 공무원, 국립생태원 본부장 등 전·현직 6인으로 구성되었다. 인터뷰(실시간 화상회의) 5인 및 설문 6인으로 진행하였다.

3) 시범평가는 국내 유일의 사구배후습지로서 람사르습지이며 습지보호지역으로 지정된 두웅습지를 대상으로 전문가 검증을 통해 수정된 평가도구를 적용하여 지표를 검증하였다.

### 2. 연구과정

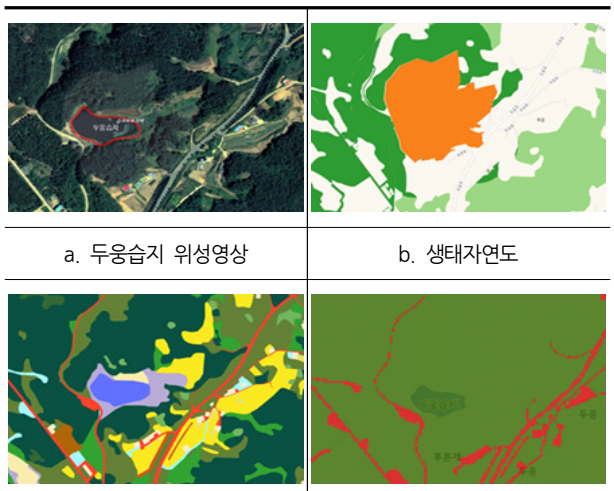
Ramsar Convention(2019)에 의하면 습지 생태계서비스는 습지의 기능과 가치, 문화적 측면으로서 물질적 및 비물질적 문화적 가치, 혜택 및 기능 등 확장된 범위의 산물, 기능 및 속성을 포함한다. 2019년 기준 람사르습지 2,186개가 제공하는 생태계서비스는 문화서비스 1,951개, 조절서비스 1,513개, 공급서비스 1,410개 등으로 나타나고 있다. 습지생태계서비스 평가는 정량적 및 정성적, 실천 가능성의 원칙, 과학적 평가방식에 따른 평가, 적정 평가 절차 및 동선에 따른 평가 대상 확정, 평가범위 명확화, 평가원칙 수립, 생태계서비스 구성 확정, 평가지표 및 방법 선택 순으로 진행되어야 한다.

본 연구에서는 먼저 FGI에서 서비스평가 항목의 적절성, 평가 항목 설명 및 예시, 현장에서 확인해야 할 사항 예시 등의 적절성 등을 검증하였다. 전문가 그룹 인터뷰는 실시간 화상회의를 통해 기존 평가법(RAWES)과 선행연구(박미옥 등, 2021)에서 수행한 주요 습지의 생태계서비스 평가 결과를 미리 제시하고, 연구자가 미리 작성하여 제안된 평가법의 평가항목, 평가방법 등 생태계서비스 지표의 타당성과 신뢰성을 토론을 통해 검증하였다.

전문가 FGI에서 제시된 의견에 따라 평가지표를 수정한 후, 현장답사에 적용할 평가표를 조정하기 위한 후속 설문을 진행하였다. 설문에서는 생태계서비스 평가 항목의 타당성과 구체적인 평가내용 및 평가지표 등의 적절성을 질문하였다. 설문은 각 생태계서비스별로 5개의 서비스 항목을 선정하기 위해 각 전문가들에게 미리 평가 항목을 배포한 후, 각 항목별 개념적 타당성, 내용적 타당성, 해설 및 현장확인사항 등의 타당성을 검증하고, 각 항목의 우선 순위를 제시하도록 하였다.

이러한 과정을 거쳐 4개 생태계서비스별 5개 서비스항목을 각각 선정하여 최종 20개 서비스항목으로 구성된 간편평가(수정)지표(modified RAWES)를 도출하였다. 도출된 평가지표를 적용하여 선행연구(박미옥 등, 2021) 대상지 중 람사르습지인 두웅습지를 대상으로 시범평가를 수행하여 지표로서의 적용가능성을 검증하였고, 각 생태계서비스별 점수와 ESI지수를 산정하여 습지의 생태계서비스 수준을 평가하였다(그림 1).

두웅습지 (소택형습지)



a. 두웅습지 위성영상 | b. 생태자연도

c. 토지피복지도 | d. 국토환경성평가도

그림 1. 두웅습지 생태적 현황 (박미옥 등, 2021).

# Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 평가지표 전문가 검증

### 1) 전문가 FGI 검증

전문가 FGI에서는 평가항목 및 지표 내용 및 수량의 적절성, 평가항목별 설명 및 예시, 현장 평가 시 확인해야 할 사항 예시 등을 각 항목 및 지표별로 검증하였다. 도출된 주요 의견은 다음과 같다.

첫째, 생태계서비스 항목과 관련하여, 검증을 위한 평가지표(박미옥 등, 2021)는 4개 서비스별로 36개 평가지표에 대해 5단계 척도로 평가하도록 구성되었고, 각 서비스별 평가항목 수도 각각 다르게 구성되어 있다. 학술적으로는 문제가 없으나, 지역주민이 평가하기에는 너무 많고 습지 유형별로도 평가가 다를 수 있으므로, 각 생태계서비스별로 5개 내외의 서비스 항목을 도출하여 총 20개 서비스 항목으로 설정하는 것이 바람직하다. 또한 각 항목별 생태적 의미를 고려하여 유사항목을 통합하고, 항목별 정의를 명확하게 정의하며, 아울러 생태계서비스 항목에 대한 설명, 현장에서 확인해야 할 사항 등이 혼재된 경우가 나타나므로 항목 설명은 생태적 기능을 중심으로 학술적으로 정리하고, 현장 확인 사항은 지역주민이 확인할 수 있는 수준으로 평이하게 정의한다.

둘째, 평가지표 및 기준과 관련하여, 지역주민이 평가할 수 있도록 지표를 쉽게 이해할 수 있는 용어와 설명이 필요하며, 평가기준이 명확하지 않아 주관적 평가가 있을 수 있으므로 설명과 예시 등을 구체적으로 제시하여 객관화 노력이 필요하다.

셋째, 평가등급과 관련하여 5점 척도가 바람직하다. 다만 평가점수를 기호로 나타내는 "++(+1점), +(+0.5점), 0, −(−0.5점), −−(−1점)" 등으로 구분된 기존의 등급은 긍정적 효과와 부정적 효과의 의미를 해석하여 절대적 서비스 수준을 평가할 수 있도록 설정되어 있으나, 실제 평가 시 상대적 평가로 진행될 수도 있어 평가자별로 또는 평가대상지별로 다른 의미로 평가될 수 있으므로 '++'는 5점, '+'는 4점, '0'은 3점, '−'는 2점 '−−'는 1점, '?'는 0점으로 변경한다. 이때 평가자 합의에 의해 등급 및 점수 부여 원칙이며, 습지 특성에 따라 통일된 값이 아닌 평균값 개념도 필요하다.

넷째, 그 외에도 평가자 그룹(전문가, 일반인 등)에 따라 차별화 필요하다는 의견과 항목별 가중치 설정이 필요하다는 의견 등이 있었다. 이 의견은 본 연구 목적과 거리가 있어 후속연구로 설정하였다.

### 2) 전문가 설문

전문가 설문은 전문가 FGI에서 제시된 바에 따라 평가표를 조정하기 위한 후속 절차로서, 평가 및 효율적인 정책 활용도를 높이기 위해 생태계서비스별로 각각 5개 항목, 총 20개 항목으로 정하였다.

공급서비스의 경우, 10개 서비스항목 중 담수이용(담수공급에서 명칭변경), 음식 식량 공급, 연료 및 원료공급(연료공급에서 명칭변경), 생물자원공급(장식용 자원공급에서 수정), 에너지생산(대기와 물 등 자연에너지에서 명칭변경) 등 5개 항목으로 도출되었다.

조절서비스의 경우, 14개 서비스항목 중 수자원 및 홍수조절, 수질정화, 생물학적 조절(해충조절, 질병조절 통합), 지역미기후 조절, 재해침식조절(침식조절, 폭풍우 재해 조절 통합) 등 5개 항목으로 도출되었다.

문화서비스의 경우, 8개 서비스항목 중 경관 및 심미적 가치(심미적 가치에서 명칭변경), 레크레이션 및 관광, 생태교육연구(교육연구에서 명칭변경), 지역사회 및 공동체(지역사회관계에서 명칭변경), 문화유산 등 5개 항목으로 선정되었다.

지원서비스의 경우, 5개 서비스항목에서 기타 지원작용 삭제되고 토양형성(추가), 1차 생산량, 영양물질 순환, 물순환, 서식처 제공 등 5개 항목으로 조정되었다(표 1).

### 3) 수정된 평가지표

전문가 검증을 통해 도출된 습지생태계서비스 간편평가 지표는 서비스 항목별 설명과 현장 확인 사항도 지역주민이 이해할 수 있는 범위에서 작성하고, 각 항목별로 해설과 설명을 포함하여 쉽게 이해할 수 있는 수준으로 작성하였다.

평가 척도는 5점 척도로서, 기존 평가방법에서는 '+1, +0.5, 0, −0.5, −1, 평가어려움' 등으로 나뉘었으나, 본 연구에서는 '매우 긍정적 이익(++: 5점), 긍정적 이익(+: 4점), 보통(0: 3점), 이익이 미미함(−: 2점), 이익이 없거나 때로 불이익(−−: 1점), 평가 어려움(?: 0점)' 등으로 설정하였다.

현장답사에서 적용할 평가 sheet는 조사개요와 더불어 20개 서비스항목별로 현장확인사항, 점수(5점 척도), 특기사항, 서비스 혜택 범위 등을 표기하도록 하였다(표 2).

## 2. 평가지표 적용

평가대상지인 두웅습지는 해안사구 배후습지로는 국내 유일하게 람사르습지 및 습지보호지역으로 지정되어 있는 소규모 소택형습지로서, 금개구리 등 멸종위기종이 서식하고 있고, 생태탐방 및 체험 등의 활동이 이루어지고 있다.

평가결과, 공급서비스는 16점, ESI 0.64로 나타났으며, (매우) 긍정적 이익으로 평가된 지표는 담수이용, 음식식량공급,

표 1. 생태계서비스 핵심 항목 및 해설

| 서비스 항목 | | 해설 |
|---|---|---|
| 공급서비스 | 담수이용 | • 담수 공급원(수원) 또는 오염원(부정적)<br>• 물을 저장하여 식수, 농업용수, 환경유지용수 등 습지가 담고 있는 물을 직간접적으로 이용.<br>• (부정적) 수질오염으로 용수공급 기능 훼손 |
| | 음식식량 공급 | • 습지에서 재배/양육되어 수확되거나 서식<br>• 습지에서 생산되는 어패류 등 인간 및 야생동물에게 먹거리 제공<br>• 습지에서 서식하는 식용가능한 동식물 |
| | 연료 및 원료 공급 | • 목재, 섬유, 건축용골재, 광물자원 등 연료용 재료나 원료로 사용<br>• 지역주민을 위한 연료용 자연재료<br>• 기타 생활을 위해 필요한 재료 |
| | 생물자원 공급 | • 동식물 개체 또는 일부분이 장식재(조개껍질, 마름열매, 창포, 꽃 등) 또는 약재로 사용<br>• 유전자 보존에 기여하는 동식물 등 멸종위기종이나 희귀종 등의 서식,<br>• 동식물 회복탄력성 향상, |
| | 에너지 생산 | • 습지의 물이나 구조에서 비롯되는 천연에너지원<br>• 바이오매스, 수차, 풍차 등이 자연에너지원으로 이용 |
| 조절서비스 | 수자원 및 홍수 조절 | • 지형, 투수성, 조도(표면의 거칠기) 등이 홍수기 물을 저장하여 서서히 배출하거나 지하수로 저장<br>• 홍수기 및 갈수기 물 흐름 조절, 지하수 조절 등<br>• 건조기에는 하류의 유량을 유지하기 위해 물의 배출을 조절<br>• 강우와 지표수를 저장하여 하류부 생태계와 재산에 미치는 영향과 홍수를 조절 |
| | 수질정화 | • 습지에 서식하는 생물과 습지에 있는 무생물 등에 의한 하천, 지하수 등을 정화<br>• 수질정화, 개선, 모래퇴적, 오염물질 및 오염원 포집 등<br>• 습지형성과정이 물질을 생화학적으로 전환(질화작용, 탈질작용 등)<br>• 습지 내 물리화학적(햇빛, 호기성 및 혐기성 미생물 등), 생물학적 과정이 유기물, 미생물 및 기타오염 물질을 분해 |
| | 생물학적 조절 | • 습지에 의한 자연적 포식 및 기타 생태적 과정에 의해 해충을 조절하고 통제<br>• 습지의 자연포식 및 기타 생태적 과정이 인간질병을 유발할 수 있는 유기체 조절<br>• 벌, 나비 등 농작물의 수분매개자 생물종의 생물학적 조절 기능<br>• (부정적) 습지가 쥐나 모기와 같은 질병매개체의 부정적인 확산에 기여<br>• (부정적) 대변, 박테리아 또는 잠재적 병원성 미생물의 습지에 고정 |
| | 지역 미기후 조절 | • 대기 중 미세먼지, 대기오염 물질 흡수<br>• 그늘, 기온 저하 등을 통해 습지 주변 및 지역 미기후 조절<br>• 증발산, 수분공급, 골바람 등<br>• 대기오염 물질을 흡착시키거나 차단할 수 있는 식물이나 물질 |
| | 재해침식 조절 | • 식생과 지형 등이 인근 생태계나 재산 등을 훼손시키는 폭우나 태풍, 파도 등의 재해 에너지 흡수<br>• 조수 변화, 폭우, 해일, 심한 바람, 화재방지 등의 재해 완화 및 방지<br>• 비바람으로 인한 토양 유실 완화<br>• 침식위험을 줄이기 위한 에너지 환경 규제, 토양을 보호하는 밀집된 식생 존재<br>• 화재의 확산을 억제할 수 있는 하천이나 수로<br>• 습지 내 이탄층 등이 건조되어 화재나 열기에 취약 |
| 지원서비스 | 토양형성 | • 토양형성작용(광물질퇴적, 유기물 축적 등 포함)으로 토양이 발달<br>• 흙을 통해 양분을 제공하여 식물 생육에 도움 |
| | 1차 생산량 | • 식물 등 1차 생산(광합성)에 의해 유기물질 생산, 에너지 축적 등 |
| | 영양물질 순환 | • 영양물질 공급원의 존재 (농업용지로부터 유입)<br>• 유기물을 분해하고 순환시키는 분해자(미생물, 소동물)<br>• 습지 형성과정이 물질을 생화학적으로 전환(질화작용, 탈질작용 등) |
| | 물 순환 | • 습지식생과 개방수면은 증발산이 이루어짐<br>• 습지 구조가 물을 순환체계에 저장(예: 증발산에 의한 수증기를 다시 포집)<br>• 물의 지역적 재활용과 상대적으로 닫힌 캐노피와 바람에 대한 적은 노출 등으로 지역적 순환체계에서 물을 유지<br>• 모래나 거친 기질 등으로 지하수 교환 가능 |

표 1. 계속

| 서비스 항목 | | 해설 |
|---|---|---|
| | 서식처 제공 | • 야생동식물의 살 곳을 제공하여 생물다양성 증진<br>• 지역적으로 중요하거나 보전가치가 높은 서식처와 종의 존재<br>• 지역을 대표하는 생물다양성을 제공<br>• 사람들에게 보전가치가 높고, 특별한 흥미를 주는 종의 서식지를 제공<br>• (부정적) 습지의 생태계서비스나 기능을 저해시키는 생태계교란종, 침입/외래종 동식물 |
| 문화서비스 | 경관 및 심미적 가치 | • 습지가 제공하는 시각적 경관과 심미적 안정감 등<br>• 경치를 보며 아름다움을 느끼고 마음 치유<br>• 자연미를 제공하며, 화가나 예술가들에게 주제를 제공<br>• 예술작품으로 묘사되거나, 디자인이나 건축물 등의 컨셉에 영향 |
| | 레크레이션 및 관광 | • 습지를 조직적인 또는 비정형적 레크레이션 목적으로 활용<br>• 여가 및 레크레이션 등 생태관광 장소 제공<br>• 낚시, 수상스포츠, 수영, 관광 등 레크레이션 자원으로서의 가치 제공 |
| | 생태교육 연구 | • 초중고 학습에서 대학의 학술적연구와 교육 등 다양한 형태의 정형적/ 비정형적 교육 활동<br>• 자연을 통해 생태교육이나 연구재료 제공<br>• 청소년 교육활동, 장기연구 및 모니터링, 생태탐방 학습 등 |
| | 지역사회 및 공동체 | • 습지 주변지역에 공동체가 구성되었거나, 어로행위(상업용 등), 농경활동, 산책이나 조깅, 조류탐사나 사진 촬영 등의 다양한 공동체 활동<br>• 지역 정체성을 형성하고 주민 간 교류 활성화<br>• 습지 기반 공동체 활동 등 사회적 가치 제공 |
| | 문화유산 | • 습지를 기반으로 하는 문화유산, 역사, 종교적/영적 체험 등<br>• 지역 내 전래동화, 신화, 전설, 역사기록, 동식물, 기타 여러 형태의 예술 활동의 대상 |

생물자원공급 등 3개 지표이며, 미미하거나 이익이 없는 지표로는 연료 및 원료공급, 에너지생산 등 2개 지표로 나타났다. 조절서비스는 20점, ESI 0.80으로 나타났으며, (매우) 긍정적 이익으로 평가된 지표는 수자원 및 홍수조절, 수질정화, 지역미기후조절, 재해침식 조절 등 4개 지표이며, 미미하거나 이익이 없는 지표로는 생물학적 조절 1개 지표로 나타났다.

문화서비스는 23점, ESI 0.92로 나타났으며, 5개 지표 모두 (매우) 긍정적 이익으로 평가되었다. 지원서비스는 22점, ESI 0.88로 나타났으며, (매우) 긍정적 이익으로 평가된 지표는 토양형성, 영양물질순환, 물순환, 서식지제공 등 4개 지표이며, 1개 지표는 보통으로 평가되었다.

종합평가로서 문화서비스 > 지원서비스 > 조절서비스 > 공급서비스의 순으로 나타났는데, 선행연구에서는 지원서비스 > 문화서비스 > 조절서비스 > 공급서비스의 순으로서 지원서비스가 가장 높게 평가되었으나, 본 연구에서는 문화서비스와 순서가 바뀌는 결과로 나타났다. 이는 선행연구(박미옥 등, 2021) 결과와 비교할 때 전체적인 경향은 유지되었으나, 지표의 개수가 생태계서비스별로 각각 5개로 조정되면서 일부 지표는 통합되거나 삭제되고 새로운 지표가 추가되면서 각 지표별 세부평가에서 차이가 나타난 것으로 판단된다. 특히 지원서비스(선행연구의 부양서비스)의 경우, 선행연구의 4개 지표에서 5개 지표로 조정되면서 추가된 지표에서 낮게 평가되어 서비스 평가등급이 다른 서비스에 비해 상대적으로 낮아진 것으로 판단된다.

## Ⅳ. 결론

본 연구는 생태계서비스(공급, 조절, 문화, 지원서비스) 별로 각각 5개씩 총 20개 서비스항목을 제시하였다. 제안된 20개 서비스항목별로 평가지표와 함께 서비스항목 해설, 현장에서 고려해야 할 사항, 생태계서비스와 가치를 평가하는 방법과 절차 및 활용 방안을 제시하였다.

각 생태계서비스별 5개 핵심 서비스는 다음과 같이 나타났다. 공급서비스에서는 담수이용, 음식식량공급, 연료 및 원료공급, 생물자원공급, 에너지생산 등이며, 조절서비스에서는 수자원 및 홍수조절, 수질정화, 생물학적조절, 지역미기후조절, 재해침식조절 등으로 나타났다. 문화서비스로는 경관 및 심미적 가치, 레크레이션 및 관광, 생태교육연구, 지역사회 및 공동체, 문화유산 등이며, 지원서비스는 토양형성, 1차 생산량, 영양물질 순환, 물순환, 서식처 제공 등으로 나타났다.

평가 척도는 5점 척도로서, '매우 긍정적 이익(++: 5점), 긍정적 이익(+: 4점), 보통(0: 3점), 이익이 미미함(−: 2점), 이익이 없거나 때로 불이익(−−: 1점), 평가 어려움(?: 0점)' 등

표 2. 현장평가를 위한 Field Sheet

| Field Sheet(습지생태계서비스 현장평가지) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 등급 | 점수 | 중요도 | 습지 특성 등 특기사항 | 습지명 | |
| ++ | 5 | 매우 긍정 이익 | | GPS 좌표 | |
| + | 4 | 긍정적 이익 | | 날짜 | |
| o | 3 | 보통 이익 | | 평가자 | |
| — | 2 | 미미한 이익 | | 항목별 서비스 점수 | 혜택 범위 |
| — — | 1 | 이익 없거나 때로 불이익 | | 해당 점수에 ○ ✓ 등 표기<br>예시 : (1) (2) ③ (4) ✓(5) | 1. 지역<br>(습지주변)<br>2. 광역<br>(지자체/국가) |
| ? | — | 모름 | | | |

| 지표 | | 현장 확인 사항 | 항목별 특기사항 | |
|---|---|---|---|---|
| 공급서비스 | 담수이용 | • 지역주민 생활용수, 공업용수, 농업용수 이용 가능<br>• 물을 저장하여 동, 식물들의 식수 제공<br>• 오염원이거나 용수공급이 훼손(부정적) | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 음식식량 공급 | • 습지에서 재배/양식하여 수확되는 어류, 과일, 농업 생산하여 먹거리 제공<br>• 인간과 동물이 음식물로 가능한 동식물 서식 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 연료 및 원료 공급 | • 연료림, 목재, 이탄, 섬유, 가죽 등 천연재료 생산<br>• 생활에 필요한 자연연료나 재료를 구할 수 있음 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 생물자원 공급 | • 동식물 개체 또는 일부분이 약재나 장식재로 사용(조개껍질, 마름열매, 창포, 꽃 등)<br>• 유전자 보존에 기여하는 동식물 희귀종, 재배종 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 에너지 생산 | • 습지의 물이나 습지구조에서 비롯되는 태양열이나 풍력, 수력 등 자연을 통해 에너지 생산 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| 조절서비스 | 수자원 및 홍수조절 | • 강우와 지표수를 저장하여 하류부 생태계와 재산에 미치는 영향과 홍수 조절 - 서서히 배출하거나 지하수로 저장<br>• 건조기에는 하류의 유량을 유지하위해 물의 배출을 조절<br>• 홍수기에는 물을 조절하고 저장 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 수질정화 | • 습지로 드나드는 물의 탁도가 눈에 띄게 변화<br>• 습지 내 물리화학적(햇빛, 호기성 및 혐기성 미생물 등), 생물학적 과정이 통과하는 물 속 유기물, 미생물 및 기타오염 물질을 분해<br>• 부유물질 퇴적 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 생물적 조절 | • 습지에 의한 자연적 포식 및 기타 생태적 과정에 의해 해충을 조절하고 통제<br>• 습지의 자연포식 및 기타 생태적 과정이 인간질병을 유발할 수 있는 유기체를 조절<br>• (부정적)<br>• 습지가 해충의 원천(더러운 물에서 번식하는 쥐 등)<br>• 대변, 박테리아 또는 잠재적 병원성 미생물이 있음<br>• 습지가 모기와 같은 질병매개체의 부정적인 확산에 기여 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 지역 미기후 조절 | • 주변 지역의 기온을 조절하는가?<br>• 수분 증발산으로 기온을 저감 시키는 식생에 의한 그늘이나 그 외의 그늘이 있는가?<br>• 습지에 대기오염 물질을 흡착시키거나 차단할 수 있는 식물이나 물질이 있는가? | (1) (2) (3) (4) (5) | |

표 2. 계속

| Field Sheet(습지생태계서비스 현장평가지) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 재해침식 조절 | • 나무, 갈대, 식생과 지형 등이 인근 생태계나 재산 등을 훼손시키는 폭우나 태풍, 파도 등의 재해 에너지를 흡수<br>• 습지식생으로 인해 토양이 침식되지 않고 보호<br>• 화재의 확산을 억제할 수 있는 하천이나 수로 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | | • (부정적) 습지 내 토양이 건조되어 화재나 열기에 취약 | | |
| 문화서비스 | 경관 및 심미적 가치 | • 주변의 주택이나 시설 등에게 미적 아름다움을 제공<br>• 예술작품으로 묘사되고 있음<br>• 습지가 디자인이나 건축물 등의 컨셉에 영향 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 레크레이션 및 관광 | • 습지가 조직적인 또는 비정형적 레크레이션 목적 이용<br>• 접근성을 높이거나 레크레이션을 위한 기반시설이 있음<br>• 관광 또는 생태관광으로서의 효과가 있음 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 생태교육 연구 | • 초중고 학습에서 대학의 학술적연구와 교육 등 여러가지 형태의 정형적/ 비정형적 교육 활동이 이루어짐<br>• 대중의 인식이나 교육의 재료가 있음<br>• 교육활동(생태교육 등)이 이루어짐 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 지역사회 공동체 | • 습지주변 지역에 공동체가 구성되었거나, 어로행위(상업용 등), 농경활동, 산책이나 조깅, 조류탐사나 사진촬영 등의 다양한 공동체 활동이 이루어지고 있음<br>• 습지를 중심으로 동아리나 공동체 활동이 형성되고 있음 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 문화유산 | • 습지와 관련된 특별한 신화나 고유의 이야기 전해옴<br>• 습지 주변 구전이나 신화에 습지동식물 이야기 있음<br>• 습지가 사람들에게 음악이나 미술, 기타예술 창작의 영감<br>• 습지가 영적 또는 종교적 의식의 대상임<br>• 종교나 전통신앙과 관련된 습지관리 행위가 진행 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| 지원서비스 | 토양 형성 | • 흙을 통해 양분을 제공하여 식물 생육에 도움을 줌<br>• 습지를 통해 유기물을 생성하여 주변 동식물 생육 도움<br>• 양분을 형성하는 환경제공 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 1차 생산량 | • 광합성 작용에 의해 유기물질 생산, 에너지 축적 등 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 영양물질 순환 | • 영양물질이 입자상으로 침전되어 습지생태계 내를 통과하는 물의 특성이 변화<br>• 유기물질을 분해하고 순환시키는 분해자가 풍부(미생물, 소동물 등) | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 물 순환 | • 습지 구조가 물을 순환체계에 저장할 수 있음(예: 증발산에 의한 수증기를 다시 포집)<br>• 습지가 지하수교환이 가능(방류 및 재충전) | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | 서식지 제공 | • 지역을 대표하는 생물다양성을 제공<br>• 사람들에게 보전가치가 높고 특별한 흥미를 주는 종의 서식지를 제공 | (1) (2) (3) (4) (5) | |
| | | • (부정적) 습지의 생태계서비스나 기능을 저해시키는 침입/외래종 동식물이 있음 | | |

으로 설정하였다.

람사르습지인 두웅습지를 대상으로 시범평가를 수행하여 지표로서의 적용가능성을 검증 평가한 바, 문화서비스 > 지원서비스 > 조절서비스 > 공급서비스의 순으로 나타나 선행연구와 유사한 경향을 보였으며, 기존의 평가지표에 비해 더욱 간편해졌으면서도 평가의 신뢰성과 타당성이 유지되었다.

본 연구 목적이 지자체 지역주민을 위한 평가방법론 정립이므로 지역주민이 일정한 워크샵 교육을 통해 평가할 수 있는 수준으로 개발하였으며, 전문가와 일반인용 평가지표 구분 및 생태계서비스 항목별 가중치는 습지 유형별로 달라질 수 있으므로 후속 연구 및 과제를 통해 연구 개발할 필요가 있다.

본 연구 성과는 습지관리 및 정책에 유용하게 활용될 수 있을 것이며, 습지의 생태계서비스를 평가하고, 나아가 생태계서비스 가치를 반영한 습지 관리 의사결정, 생태계서비스지불제 등 보전정책 수립 시 생태계서비스 가치를 반영할 수 있다. 그 외에도 습지 법령 및 조례, 습지생태계서비스 DB구축 및 도면화, 지불제 시행근거 등으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 실제 지역주민들이 습지생태계서비스를 평가할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## References


1. 구본학, 정진용, 박미옥(2011) 표준습지 분석을 통한 대체습지의 생태성능 기준 개발. 한국환경복원기술학회지 14(1): 11-22.
2. 국립생태원(2017) 전국 단위 생태계서비스 평가체계 수립을 위한 연구.
3. 국립생태원(2018) 핵심 생태자산과 생태계서비스 가치 평가 및 보전방안 연구.
4. 국립생태원(2019) 습지보호지역 생태자산·생태계서비스 평가를 위한 가이드라인.
5. 김벼리, 이재혁, 김일권, 김성훈, 권혁수(2019) 지역 이해당사자 참여 생태계서비스 간이평가. 한국환경복원기술학회지 22(1): 1-11.
6. 김예화, 이란, 문상균, 구본학(2013) HGM을 이용한 질날늪 기능평가 연구. 한국환경복원기술학회지 16(2): 13-22.
7. 문상균, 구본학(2014) AHP를 이용한 산지습지 가능지역 평가. 한국환경복원기술학회지 17(1): 27-43.
8. 박미옥(2021) 금산군 생활권 마을습지 기능평가 및 현명한 이용전략 연구. 한국환경복원기술학회지 24(1): 15-24.
9. 박미옥, 구본학(2019) 생활권 마을습지 정원문화 연구: 한산팔경을 사례로. 한국정원디자인학회지 5(1): 35-41.
10. 박미옥, 구본학, 김하나(2009) 충청남도 내륙습지 특성 및 기능평가. 한국환경복원기술학회지 12(5): 92-100.
11. 박미옥, 박미란, 구본학(2007) 생태네트워크 구축을 위한 해안습지 기능평가 연구: 충남 서해안을 대상으로. 한국환경복원기술학회지 10(6): 70-80.
12. 박미옥, 서주영, 박상희, 이상화, 구본학(2021) 간이평가법(RAWES)을 이용한 습지 생태계서비스 평가 연구: 충청남도 내 습지를 대상으로. 한국정원디자인학회지 7(2): 131-143.
13. 박미옥, 양승빈, 황유리, 서효선, 구본학(2018) 기능평가를 이용한 마을습지 생태계서비스 평가지표 기초연구. 한국환경복원기술학회지 21(1): 119-132.
14. 손진관, 신민지, 신지훈, 강동현, 강방훈(2014) 농업경관 내 연못형습지의 생태계서비스 평가를 위한 기능 설정 연구. 한국습지학회지 16(4): 319-325.
15. 홍문기, 김재근(2017) 습지 기능평가의 동향 분석 및 제언. 한국습지학회지 19(1): 1-15.
16. 楊青等(2018) 濕地生態系統服務价值能值評估. Acta Seientiae Circumstantiae 38(11): 4527-4538.
17. 楊青, 劉耕源(2018) 濕地生態系統服務价值能值評估 -以珠江三角洲城市群爲例. Acta Scientiae Circumstantiae, 38(11): 4527-4538.
18. 宁潇, 邵學新, 胡咪咪, 吳明(2016) 杭州湾國家濕地公園濕地生態系統服務价值評估. Wetland Science 14(5): 677-686.
19. LY/T 2899-2017. 濕地生態系統服務評估規范. ICS 65.020 B60/79. 國家林業局.



Received : 29 August, 2021
Revised : 9 September, 2021 (1st)
23 September, 2021 (2nd)
Accepted : 24 September, 2021
2인익명 심사필