

## RAM(일반기능평가기법)을 이용한 내륙 습지 기능 평가

구본학<sup>1)</sup> · 김귀곤<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 서울대학교 박사과정 · <sup>2)</sup> 서울대학교 조경학과

### A Study on the Assessment for the Functions of Inland Wetlands Using RAM(Rapid Assessment Method)

**Bon-hak Koo<sup>1)</sup> and Kwi-Gon Kim<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Graduate School, Seoul National University, <sup>2)</sup> Seoul National University

#### ABSTRACT

A wetland is an ecosystem which is the most useful and highly-energetic transition area. This study has been carried out to develop the wetland function assessment methods and apply on the natural wetlands (Mul-young-ari wetland in Jeju-island and Bangdong wetland in Taejon Metropolitan city) using RAM (Rapid Assessment Method). The RAM is useful method for assessing the wetland functions in terms of general functions acquired by once or twice onsite surveying. Eight functions of 2-12 variables each are analyzed for assessing the wetland functions.

The results are as follows :

- 1) The conservation values of two wetlands are "High".
- 2) In Mul-young-ari wetland, such functions as groundwater discharge, floral diversity and wildlife habitat, shoreline/stream bank protection are relatively high, but some functions such as flood/storm water storage, aesthetics and recreation are "Moderate" - "High".
- 3) In Bangdong wetland, such functions as floral diversity and wildlife habitat, groundwater discharge, flood/storm water storage, aesthetics and recreation are high, and another functions are "Moderate" - "High".

The taxonomy of this study stems from assessing functions of inland wetlands using indices of RAM. So It is needed that consequent studies are to be performed with verifying the variables and indices.

Key words : *wetland function, rapid assessment method*

---

\* 본 논문은 환경부 2001 자연정책과제의 일부로 진행되었음.

## I. 서론

습지는 영구적으로 또는 계절적으로 습윤 상태를 유지하고 있고, 특별히 적응된 식생이 서식하고 있는 곳이며(Cylinder et al., 1995), 육지 특성을 지닌 내륙(Upland; terrestrial system)과 수생태계(deep water; aquatic system) 사이의 일종의 전이지대로서(Cowardin et al., 1979), 종다양도가 높은 생태계이다(Mitsch & Gosselink, 1993). 또한 습지는 지구상에서 가장 영양물질이 풍부하고 생산성이 높은 생태계로 인식되고 있으며, 여러가지 생태적 기능을 제공한다(Mulamooti et al., 1996).

미국의 경우 습지는 국토 전체 면적의 5% 정도이나 위협 동식물종의 33%가 습지에 서식하고 있으며, 미국을 거쳐가는 철새의 50% 이상이 습지지역에서 머물거나 동지를 틀고 있고, 20%의 생물이 그 일생의 일정 기간동안 습지에 의존해 생활한다(Tilton et al., 2001; USFWS, 1996). USFWS의 보고서에 따르면 지난 200년 동안 50% 이상의 습지가 훼손된 주가 22개 주에 이르며, 특히 캘리포니아, 아이오와, 오하이오 등 3개 주는 90% 이상의 습지가 소멸되었다. 따라서 습지 생태계의 중요성을 강조하고 보전, 복원하기 위한 노력이 절실하며 그 이론적인 바탕으로 습지의 기능과 중요성을 평가할 수 있는 방법의 개발이 요구된다. 이와 관련하여 선행연구에서 자연환경에 대한 습지의 모델을 구성한 사례가 있으며(구분학과 김귀곤, 1999), 국내외의 습지 기능평가를 위한 평가 모델에 대한 고찰이 이루어진 바 있다(구분학과 김귀곤, 2001).

이러한 시각에 따라 본 연구는 습지를 대상으로 단위생태계로서의 습지의 기능을 분석하고 평가하기 위한 방법론 고찰 및 사례연구를 통한 모델 검증에 주된 목적이 있다. 이러한 연구는 기존의 습지내 생물상 등 기초 자료 및 지식 습득에서 탈피하여, 도시공간이나 전원공간에 인공 습지를 조성할 때 환경 조건에 따라 적절한 형태 및 기능을 지니는 습지를 도입하기 위한 이론적 근거로 유용하며, 도시공간에 조성되는 인공 습지 생태계의 천이를 예측하고 설명하며 구조와 기능을 설명하는데 도움이 될 수 있으리라 판단된다.

## II. 연구방법

본 연구는 여러 가지 평가모델 중 기초적인 조사 자료를 바탕으로 습지의 기능별 중요성을 파악할 수 있는 RAM(Rapid Assessment Method)을 적용하여 국내 주요 내륙습지에 대한 평가와 보전가치를 설정하였다.

사례연구로서 화산지대에 생성된 독특한 형태의 자연 습지인 제주도 물영아리 오름과 하천범람지에 인위적으로 조성된 이후 50여년 간 관리가 이루어지지 않은 채 방치되어 자연습지화된 반자연형 습지인 방동소택지를 대상으로 평가모델을 적용하였다.

평가를 위한 자료는 환경부(1998), 서울대학교(1998)의 생태조사 결과 및 연구자가 직접 현장에서 조사(2001년 7월, 8월)한 자료를 바탕으로 분석하였다.

## 1. 기능 평가를 위한 변수 및 지표

## 1) 습지의 기능과 현명한 이용

도시공간에 인공습지를 도입할 때 중요한 결정요인의 하나는 어떤 기능을 갖는 습지를 조성할 것인가에 있다(Kentula et al., 1993). 습지의 기능이란 습지 내에서 발생하는 일련의 과정으로 정의될 수 있으며, 그 과정에는 수문 저장, 영양물질의 변형, 생명체의 성장, 습지 식생의 다양성 등을 포함한다(USGS, 1999). 60년대 이르러서야 비로소 홍수조절, 수질정화 및 야생동물 서식지 등 탁월한 환경보전기능을 갖는 습지에 대한 중요성이 재평가되면서 미 공병단 등 연방정부 차원에서 습지의 보호에 대한 제도적 장치들이 마련되었다. 습지의 기능은 습지의 위치, 규모 등에 따라 달라지며, 본 연구에서는 Cylinder et al.(1995), Kusler et al.(1996), Admiraal et al.(1997), Ramsar Convention(1997), USGS(1999), CERES(1998) 등에 의하여 표 1과 같이 습지의 기능을 설정하였다.

한편으로 습지는 생태적, 사회적, 경제적 가치를 지닌다(USGS, 1999). 습지와 같은 자연계의 가치를 금전적인 가치로 나타내는 것은 매우 어려운 일이나, 여러 측면에서 정량화된 또

는 정성적인 측면에서 습지의 경제적 가치를 표현하려는 노력이 진행되고 있다. 습지의 기능은 가치를 배제한 습지의 자연 과정 그 자체를 의미하며 가치는 사람의 기준에서 일정한 의미를 부여하는 행위를 말한다. 따라서 습지의 가치는 절대적인 것이 될 수 없다. 이러한 가치 평가는 평가자의 가치관에 따라 매우 다르며, 시대상을 반영하고 있기도 하다.<sup>1)</sup>

또한 습지의 이용 또는 보전 전략의 하나로써 습지의 현명한 이용(the wise use of wetlands)에 대한 논의와 구체적인 방법론에 대한 연구가 진행되고 있는데, 각 나라마다 랍사습지로 등록된 습지를 중심으로 현명한 이용을 위한 전략이 마련되고 있으며(Davis, 1993), 법적, 제도적 장치를 마련하여 습지를 관리하고 보호하고 있다.<sup>2)</sup> 습지의 현명한 이용이란 ‘인류의 이익을 위해 습지를 생태계의 자연 요소로서 관리하고 지속적으로 이용하는 것’으로서(Davis, 1993), 습지 훼손이 불가피한 경우 총체적인 사업의 효과가 습지보전에 순이익이 될 수 있도록 대체 조치가 필요하다(no net loss of wetlands)는 데서 출발한다. 단순한 습지면적의 불변이 아닌 습지의 기능과 가치의 불변을 목표로 한다.

미국의 경우 습지를 효율적으로 관리하고 현명하게 이용하기 위하여 국가 및 연방정부 차원의 법제와 아울러 주정부 차원의 제도가 수립되어 있다. 대표적인 예로써 the Clean Water Act의 Section 404에서는 미국 내 물자원을 여러 가지 유형으로 구분하고 관리하기 위한 기준을 제시하고 있다. 우리나라에서도 습지보전법(1999)의 제정과 아울러 정부 차원에서 습지

의 생태조사, 보호지역지정, 보전관리 대책 수립 등의 정책을 추진하고 있다(한기선, 2001).

## 2) RAM 변수 및 지표

습지를 평가하기 위한 여러 가지 기법은 1-2회 정도의 현장답사와 실내작업으로 일반적 수준의 기능을 평가하기 위한 일반기능평가(Rapid Assessment)와 장기간에 걸친 정밀한 조사 분석을 통해 각 기능에 대한 수행정도를 평가하는 정밀평가로 구분할 수 있다. 본 연구에서 적용하고자 하는 RAM 기법은 이중 일반기능평가의 대표적인 평가 기법으로서 미국의 경우 습지관리 전략 수립을 위한 기초 평가에서 RAM을 적용하고 있다(Tilton et al., 2001).

Hruby et al.(1999)은 습지 평가 모델은 “· 습지가 수행하는 기능의 수준(가치가 아님) 평가, · 과학적인 조사 연구에 근거하여 과학적으로 받아들여질 수 있어야 함, · 실천가능하고, 신속하며, 경제적이여야 함, · 계량 지표에 의하여 평가, · 습지 관리 전략 수립을 위한 개별 습지 평가, · 지역별 또는 습지 유형별 차이를 민감하게 구별, · 새로운 지식 및 정보에 의해 손쉽게 개량, · 숙련된 평가자에게 친숙함, · 사용자가 평가 결과 도출과정을 따라 반복 수행할 수 있는 투명성, · 일반적 수준에서 재현 가능한 결과, · 작은 변화로 인해 결과가 크게 바뀌지 않아야 함” 등의 요소를 만족해야 한다고 주장하였다.

RAM은 이러한 기준을 만족시키는 대표적인 평가기법으로서, 습지의 기능을 8가지로 분류하며 각각의 기능에 대해 이익을 제공하는 능력을 평가 결정하게 되는데, 각각 수행정도에 따라 “높음”, “보통”, “낮음” 등 3단계로 평가한다. 구체적인 평가항목 및 지표는 표 2와 같다.

표에 나타난 바와 같이 RAM은 식물다양성 및 야생동물 서식처, 어류 및 양서류충류 서식처, 홍수 조절, 유출량 저감, 수질 보전 및 개선, 호안 및 제방 보호, 미적 레크레이션, 지하수 보충 등 8가지 기능과 기능평가를 위한 참고 지표로서 유역의 유출 및 물질 운반 능력 기능으로 구분하며, 각각의 기능은 2-12개의 변수로 구성된다.

1) 예를 들어 전통적으로 단순히 토지 이용측면에서 토지자원으로서의 평가가 이루어졌으며, 이 경우 습지의 경제적 가치는 매우 낮게 평가되는 경향이 있다. 즉, 물새 서식처 기능이 사냥군이나 조류관찰자, 생태학자 등에게는 매우 중요하나 토지 소유자나 농민에게는 무의미한 것이 될 수 있다.

2) 이러한 현명한 이용에 대한 사례를 국제, 국가, 지역 차원에서 예를들면, 국제적 사례로는 지중해의 통합적 해안습지 관리와 Wadden Sea의 현명한 이용을 들 수 있다. 국가적 사례로는 Canada의 The Federal Policy on Wetland Conservation, Guinea-Bissau의 Coastal wetland planning and management, Uganda의 The National Wetlands Programme 등이 있다.

표 1. 습지의 기능 (Admiraal et al., 1997; California Resources Agency, 1999; Cylinder et al., 1995; Kusler et al., 1996; Ramsar, 1997; Tilton et al., 2001; USACE, 1998; USGS, 1999)

습지의 기능		일반적 성격	기능의 중요도를 결정하는 요인	위협적 요소
홍수 조절	홍수 유도 Flood conveyance	하천 인접 습지들은 홍수가 나서 강물이 범람했을 때 갑작스레 불어난 물의 배수로(floodway area) 구실을 한다.	습지의 지형, 규모, 식생, 하천과의 관련성, 홍수 흐름 억제 지형지물	제방 등에 의해 홍수의 흐름이 저해되는 경우 홍수위가 높아지고 흐름이 빨라지며 인근의 지역에 피해 초래
	홍수 저장 Flood / Stormwater storage Flood flow alteration	홍수시 물을 저장하고 천천히 흘러 내림으로써 하류의 침투홍수량을 저감시키고 농작물이나 거주지 등에 미치는 홍수 피해 가능성 저감	유역과의 상대적 위치, 관련성, 지형, 토양 흡수능, 습지의 규모 및 깊이, 하천 규모 및 특성, 배출부 규모 및 깊이, 식생형, 토양형	습지 매립으로 홍수 저장 능력 감소
토양안정	침식 방지 조절 표면유수 감소 Erosion Control Runoff Attenuation	습지 식생의 뿌리권(massive roots), 뿌리줄기 등이 유속을 저하시키고 토양을 결속 보호하여 유실 방지	습지식생(유형, 밀도, 성장패턴 등), 토양형과 구조, 흐름, 식생 완충대와 관련된 습지 위치	식생을 제거하면 유속이 증가되어 침식 증대 습지지형이나 식생파괴는 습지의 표면유출에 대한 필터 기능 저하
	제방 및 호안 보호 Shoreline/Stream Bank Protection	유수나 파도의 침식력으로 부터 토양 보호	해안이나 호수, 하천에 관련한 위치, 파도의 강도, 식생 유형, 토양 유형	식생을 제거하면 침식이 증가되고 파도에 저항하는 능력 저하
	퇴적조절 Sediment control	습지식생이 토양입자를 뿌리로 결속하고 침전속도를 늦춤	습지 깊이 범위, 습지식생(유형, 밀도, 성장 패턴 등), 토양형과 구조, 흐름, 식생 완충대와 관련된 습지 위치	습지지형이나 식생파괴는 습지의 표면유출에 대한 필터기능 저하. 하류 저수지 등에 대한 탁도 및 퇴적 증가
오염조절	오염조절 및 수질개선 Pollution control Water quality Protection & improvement	침전물을 여과하고 과일 영양물질 등 오염물질을 제거하는 등 여과와 분해과정을 통하여 수질개선	습지의 유형과 규모, 습지식생, 오염원 및 유형, 물길 및 규모, 수체크기, 미생물, streamflow rate.	습지지형이나 식생파괴는 습지의 자연 정화능 저하. 하류호수나 하천에 대한 수질 저하초래.
종다양성유지	어류, 양서파충류, 기타 야생동물의 서식처 Fish & wildlife habitat	식생과 물이 어우러져 어류, 양서파충류, 조류, 기타 야생동물의 물, 먹이, 번식처, 휴식처 등을 제공. 해안습지는 어패류에 필요한 암설 제공	습지유형 규모, 우점종식생, 다양도, 유역내 습지위치, 주변 서식처 유형, 여러 습지 위치, 수질, 물의 화학성, 깊이, 이용도	식생 및 동물상에 대한 여러 형태의 파괴 행위는 생산성 저하. 맹추조는 물고기 이동을 저해
	중보전 support species	멸종위기 및 희귀종에 대한 보전	습지유형 규모, 우점종식생, 다양도, 유역내 습지위치, 주변 서식처 유형, 여러 습지 위치	식생 및 동물상에 대한 여러 형태의 파괴 행위는 생산성 저하.
상업레크레이션	레크레이션 recreation (aesthetic)	레크레이션으로 이용되는 야생생물과 물 공급 자연사친촬영, 야생동물 관찰 사냥, 어로, 보트타기	습지식생, 야생동물, 수질, 접근성, 규모, 희귀도, 지원시설, 주변 지형, 식생, 토지이용, 교란 정도, 유사한 습지유용, 분포	습지에 대한 여러 형태의 교란은 보트, 수영, 조류 관찰, 사냥, 낚시 등에 대한 기회 감소
	상업적 이용 commercial	상업적 이용, 스포츠 낚시 등	습지식생, 야생동물, 접근성, 규모, 지원시설, 주변 지형, 식생, 토지이용, 교란 정도	습지에 대한 여러 형태의 교란은 보트, 수영, 조류 관찰, 사냥, 낚시, 열매 생산 등 기회 감소
수문안정	표면수 공급 Water supply (surface)	홍수시 물을 저장하여 침투홍수량과 시간을 조절. 오염원에 대한 필터. 수자원 공급원.	침전, 유역 유출특성, 습지 유형 및 규모, 배출구 특성, 수체에 관련된 습지의 위치	매립 등은 유출을 가속시키고 오염을 증대시키는 원인이 됨
	지하수 저장보충 Aquifer(groundwater) recharge	지하수를 저장하고 천천히 흘러보냄. 많은 경우 연중 대부분의 시기에 물을 공급	지하수위와 관련된 습지 위치, 지하수위의 증감, 지질(유형, 깊이, 투수성), 습지 규모, 지하수 저장능, 지하수흐름, 유출억제	매립은 지하수 저장능 저감되므로 하천과 지하수의 가정용, 상업용, 기타 용도의 용수 공급량 저하
물질순환	물질 생산 production export	먹이연쇄에 중요한 유기물질을 생산하여 수중서식처 (deepwater habitat) 등으로 전송	유기물질 종류, 어류, 양서파충류 등 생물상	식생 및 동물상에 대한 여러 형태의 파괴 행위는 생산성 저하.

표 2. 기능 평가 항목 및 지표 (Tilton et al.,(2001)에서 수정)

평가항목	평가 요소	평가 지표
식생 다양성 및 야생동물 서식처 Floral Diversity and Wildlife Habitat.	다른 습지까지의 거리	높음 = <0.4km, 보통 = 0.4-1.0km, 낮음 = >1.0km.
	식물 군집의 수	높음 = 3 or more types present 보통 = 2 types present, 낮음 = 1 type present
	식물 군집의 혼재도	높음 = 높음, 보통 = 보통, 낮음 = 낮음
	습지의 규모	높음 = >8ha, 보통 = 8-0.4acre, 낮음 = < 0.4ha
	주변 토지 이용*	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
	야생동물의 이동 통로	높음 = Yes, 낮음 = No
어류 및 양서류·충류 서식처 Fishery and Herpetile Habitat	영구적인 수체와의 관련성	높음 = Lake edge or riverine 보통 = Seasonal connection or Floodplain 낮음 = No connection
	개방수면의 비율	높음 = 26-75% open water 보통 = 5 - 26% open water 낮음 = 0-5% open water or 75 - 100% open water
	개방수면과 식생 피복과의 혼재도	높음 = e, c, d, 보통 = b, g, f, 낮음 = a, h
	수문 침수 정도	높음 = Permanent inundation 보통 = Seasonal Inundation 낮음 = Saturated, Intermittent
	식생형*	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
유역내 유출, 영양물질, 침전물의 이동** Ability Watershed to Deliver Runoff, Nutrients, Sediments**	경사도 토지이용	높음 = Steep, 보통 = 보통, 낮음 = Slight 높음 = 3.0 - 2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
홍수 저장 Flood/Storm Water Storage	유역의 표면 유출	높음 = Yes, 낮음 = No
	다른 지표수와의 연결 관계	높음 = Floodplain, 보통 = Lake fringe/riverine 낮음 = Not connected
	유입 형태	높음 = Direct storm water inlet 보통 = Direct surface water connection 낮음 = No direct surface water connection / no inlet/constricted inlet
	유출 형태	높음 = No outlet, 보통 = Constricted/controlled outlet, 낮음 = Unimpeded outlet
	습지 규모	높음 = >8ha, 보통 = 8-0.4acre, 낮음 = < 0.4ha
	유역에 대한 습지의 면적비***	높음 = > 0.02, 보통 = 0.02 - 0.01, 낮음 = < 0.01
표면 유하 저감 Runoff Attenuation	유역권의 표면 유출	높음 = Yes, 낮음 = No
	유입 형태	높음 = Direct storm water inlet, 보통 = Direct surface water connection, 낮음 = No direct surface water connection / no inlet/constricted inlet
	유출 형태	높음 = No outlet, 보통 = Constricted/controlled outlet, 낮음 = Unimpeded outlet
	육역과 수역의 혼재도	높음 = e, c, d, 보통 = b, g, f, 낮음 = a, h
	수문 침수 정도	높음 = Permanent inundation, 보통 = Seasonal Inundation, 낮음 = Saturated, Intermittent
	수로 또는 넓은 지표면 유출	높음 = Sheet flow, 보통 = Combination of sheet and channel, 낮음 = Channel flow
	식생형*	높음 = 3.0 - 2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
	습지 규모	높음 = >8ha, 보통 = 8-0.4acre, 낮음 = < 0.4ha

\* Surrounding land use, Degree of interspersions 및 Vegetation type은 별도기준 필요

\*\* 기능평가를 위한 참고 지표로서 평가 결과에는 반영되지 않음

\*\*\* Divide : (Wetland Size)/(Watershed Size) to get a simple ratio.

표 2. (계속) 기능 평가 항목 및 지표

평가항목	평가 요소	평가 지표
수질 보호 및 개선 Water Quality Protection	유역의 유출능	높음 = Yes, 낮음 = No
	유입원 형태	높음 = Direct storm water inlet, 보통 = Direct surface water connection, 낮음 = No direct surface water connection/no inlet/constricted inlet
	유출구 형태	높음 = No outlet, 보통 = Constricted/controlled outlet, 낮음 = Unimpeded outlet
	개방수면의 면적비	높음 = 0 - 29% open water, 보통 = 30 - 74% open water, 낮음 = 75-100% open water
	최대수심	높음 = 15cm 이하, 낮음 = 15cm 이상
	수문 주기	높음 = 지속적으로 침수 범람, 보통 = 계절적 침수 범람, 낮음 = 침윤 또는 단속적 침수
	지표수 흐름 유형(선형수로, 넓게 분산)	높음 = 분산, 보통 = 선형 수로와 분산 혼합, 낮음 = 선형 수로
	습지 규모	높음 = 8ha이상, 보통 = 8-0.4ha, 낮음 = 0.4ha미만
제방 및 호안 안정 Shoreline/Stream Bank Protection	습지와 유역의 면적비	높음 = > 0.02, 보통 = 0.02 - 0.01, 낮음 = < 0.01
	지표수 흐름 유형(선형수로, 넓게 분산)	높음 = 분산, 보통 = 선형 수로와 분산 혼합, 낮음 = 선형 수로
	식생형*	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
	식생대 폭	높음 = 3m 이상, 보통 = 1.5-3m, 낮음 = 1.5m이하
	침식의 흔적	높음 = Yes, 낮음 = No
	토지이용*	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3-1.7, 낮음 = 1.6-1
	바람방향에 대한 수체의 형상**	높음 = 길다, 보통 = 보통, 낮음 = 짧음, N/A
	인근 수체의 위치**	높음 = 북쪽, 보통 = 동쪽, 낮음 = 남쪽 또는 서쪽
	빙하 및 얼음 덩이의 흔적**	높음 = 있음, 낮음 = 없음
	보트 통행의 흔적**	높음 = 있음, 낮음 = 없음
미적, 레크레이션 Aesthetics and Recreation	현존 식생의 종류	높음 = 3종(class) 이상, 보통 = 2 종, 낮음 = 1 종
	식생의 혼재도	높음 = 높음, 보통 = 보통, 낮음 = 낮음
	규모	높음 = 8ha이상, 보통 = 8-0.4ha, 낮음 = 0.4ha미만
	주변 토지 이용	높음 = 주로 숲, 전원, 수면, 습지, 개방공간 보통 = 주로 주거지, 농경지 낮음 = 주로 공업지, 상업지, 도로
	접근성	높음 = 자유롭게 접근, 보통 = 도로, 낮음 = 접근성 불량
	시각적 개방성	높음 = 완전 개방, 보통 = 대체로 개방되어 잘 보임 낮음 = 대체로 폐쇄되어 잘 보이지 않음
	폐기물 등의 흔적	높음 = 없음, 보통 = 약간 있음, 낮음 = 많음
	야생동물 서식처***	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3 - 1.7, 낮음 = 1.6-1
지하수 유지 및 보충 Groundwater Recharge	어류 서식처***	높음 = 3.0-2.4, 보통 = 2.3 - 1.7, 낮음 = 1.6-1
	토양 특성	높음 = sand or sandy loam, 보통 = silt loam, loam 낮음 = clay loam, peat, clay, muck
	습지와 유역의 면적비	높음 = > 0.02, 보통 = 0.02-0.01, 낮음 = < 0.01
	인근 유역의 유출능	높음 = Yes, 낮음 = No
	유출구 형태	높음 = None, 보통 = Constricted/controlled, 낮음 = Unimpeded

\* 별도 기준 필요.

\*\* Questions related to shorelines only.

\*\*\* 서식처 기능의 평가 결과를 적용

2. 보전가치 설정을 위한 기준

습지의 기능을 평가한 결과를 토대로 습지의 중요성과 보전 가치를 설정할 수 있다. 습지의 보전가치에 대하여 경기개발연구원(1999)에서는 경기도내 습지 목록 작성을 위한 기초조사에서 습지를 일반습지, 양호한 습지, 매우 양호한 습지 등으로 구분하였다. 이 분류 기준은 식물군락의 발달 상태, 분포 면적, 훼손 정도를 고려하여 연구자들의 주관적 판단에 의한 것으로서 매우 양호한 습지는 강 배후습지, 습지화 상태가 뚜렷한 곳, 복원 가치가 높은 곳 등 식물군락 발달 상태가 상대적으로 우수한 지역, 양호한 습지는 습지 기능이 뚜렷하나 식물군락의 발달 상태가 상대적으로 덜한 곳으로서, 육지화가 다소 진전된 습지, 수변 식생대가 다소 발달한 저수지, 식물군락이 비교적 잘 발달된 하천과 하천변 등을 각각 설정하였다.

본 연구에서는 앞에서 제시한 평가 항목 및

지표에 따라 평가가 진행된 후 표 4에 제시된 보전가치 판단 기준과 같이 판단하였다.<sup>3)</sup> 보전가치 판단 기준은 우선 습지 내에서 보호종이나 서식처가 발견된 경우는 보전가치 “높음”으로 판단하였고, 각 기능별 평가 결과에 따라 “높음”으로 판정된 수가 1/3이상인 경우, 전체 평가 변수에 대한 평가 결과에 따라 “높음”으로 판정된 수가 전체 변수의 1/3 이상인 경우 등은 보전가치 “높음”으로 판정하였다. 또한 평가 변수 중 “높음”으로 판정된 수는 1/3에 못 미치지만 1/5이상이며 “낮음”으로 판정된 경우가 1/5미만인 경우도 포괄적으로 보전 가치가 있는 것으로 판단하여 “높음”으로 판정하였다. 이러한 판단 기준은 RAM의 각 변수의 판정 기준에서도 유사하게 제시되었고, 하천 자연도, 야생동물 서식처 등의 판정에서도 유사한 기준이 제시된 바 있다(조용현, 1997). 그 외의 판단 기준은 다음 표 3과 같다.

표 3. RAM 평가 결과에 따른 습지 보전 가치 판단 기준

구분	판단 기준	보전 복원 전략
높음	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가적 또는 세계적 가치가 있는 보호종이나 서식처가 발견된 경우</li> <li>• 전체 가치 평균이 2.4이상인 경우</li> <li>• 개별 기능 평가 가치가 “높음”으로 나타난 기능이 전체 기능의 1/3 이상인 경우</li> <li>• 평가 변수 중 “높음”으로 나타난 변수가 전체 평가 변수의 1/3 이상인 경우</li> <li>• 평가 변수 중 “높음”으로 나타난 변수가 전체 평가 변수의 1/5이상이며, “낮음”으로 나타난 변수가 전체 평가 변수의 1/5 미만인 경우</li> </ul>	보 전
보통	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 가치 평균이 1.7 - 2.3 인 경우</li> <li>• 개별 기능 평가 가치가 “높음”으로 나타난 기능이 1개 이상이며 전체 기능의 1/3 미만인 경우</li> <li>• 개별 기능 평가 가치가 “높음”으로 나타난 기능이 없으나 “보통”으로 나타난 기능이 전체 기능의 1/2 이상인 경우</li> <li>• 평가 변수 중 “높음”으로 나타난 변수가 전체 평가 변수의 1/3 이상인 경우</li> <li>• 평가 변수 중 “높음”으로 나타난 변수가 1개 이상이며 전체 평가 변수의 1/3 미만인 경우</li> <li>• 평가 변수 중 “높음”으로 나타난 변수가 없으나 “보통”으로 나타난 변수가 전체 평가 변수의 1/2 이상인 경우</li> </ul>	향 상
낮음	위의 경우 외의 모든 경우	복원 또는 개발

3) 기존의 습지 평가는 개별 습지의 절대적인 가치를 판단하기보다는 유사한 유형의 습지를 상대적으로 비교하고 각각의 기능 수행 정도를 파악하기 위한

목적이지만, 본 연구에서는 이를 확대하여 습지의 기능별 수행정도 및 보전 가치 설정을 시도하였다.

3. 연구 대상지

1) 물영아리 오름

물영아리 오름은 제주도와 같은 화산지대에 형성되는 화구호에 발생하는 독특한 형태의 자연습지이다. 일반적으로 화산지역은 수분침투성이 매우 높아 건조한 초지가 형성되는 경우가 많으며 제주도의 경우 약 300-400개의 오름(기생화산)이 대부분 초지로 형성되어 있으나 물영아리를 비롯한 10개가 습지로 발달되었다.

그중에서도 특히 물영아리 오름은 2000년 환경부에 의해 습지보전법에 의한 최초의 습지보호지역으로 지정된 바 있으며, 산정상에 위치한 특성상 일반인의 출입이 거의 없어 자연상태가 유지된 보존가치가 높은 습지로 알려져 있다.

특히 물영아리 오름은 산정상부에 발달된 Depression 형의 습지로서 지표수나 지하수가 아닌 강수에 의존하는 독특한 형태의 수문 특성과 화산암 위에 형성된 이끼층에 의해 유지되는 토양 특성 등 다른 유형의 습지와 구별되는 특성을 지니고 있으므로 대표성을 인정하여 연구대상지로 선정하였다.

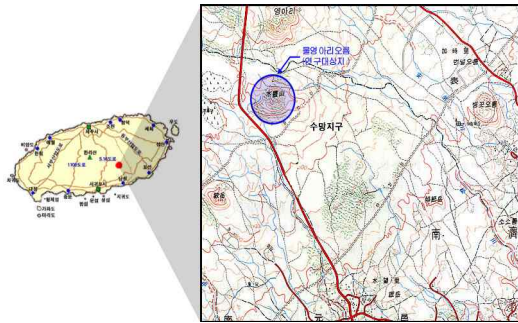


그림 1. 제주도 물영아리 오름 습지 위치도

2) 방동소택지

대전광역시 교외에 위치한 방동소택지는 하천 범람지에 인위적으로 조성한 연못이 관리가 되지 않고 50여년간 방치되어, 자연의 식생이 침입하여 형성된 반자연형 습지이다. 이 지역은 1996년부터 도시내 생물서식공간 조성을 위한 사례지로서 생태적 지식 축적을 위한 생태조사가 이루어진 바 있다(서울대학교, 1998).

특히 이 습지는 산림지대로부터 유입되는 지

하수와 농경지로부터 유입되는 지표수 및 하천 범람에 의해 수원이 확보되며 배수시설로 인해 우기를 제외하고는 수위가 낮게 유지되는 등 수위변동이 심한 수문 특성을 지니고 있고, 하천 범람지로서 사질토가 발달한 토양특성을 지니고 있다. 이러한 점에서 물영아리 오름 및 다른 유형의 습지와 구별되는 특성을 인정하여 연구대상지로 선정하였다.



그림 2. 방동소택지 평면도



그림 3. 방동소택지 위치도

III. 결과 및 고찰

1. 평가 결과

1) 물영아리 오름

물영아리 오름의 생태조사 결과를 바탕으로 앞에서 제시한 평가기준을 적용한 결과 다음 표와 같이 나타났다.



표 5. 물영아리 오름 기능 평가 결과

FUNCTION	높음	보통	낮음	계 (평가점수)	평균	등급
Floral Diversity and Wildlife Habitat	3	2	1	14	2.33	보통
Fishery and Herpetile Habitat	1	-	4	7	1.4	낮음
Flood/Storm Water Storage	2	2	2	12	2	보통
Runoff Attenuation	3	3	2	17	2.13	보통
Water Quality Protection	5	1	3	20	2.2	보통
Shoreline/Stream Bank Protection	2	1	1	9	2.25	보통
Aesthetics and Recreation	3	3	3	18	2	보통
Groundwater Recharge	3	1	-	11	2.75	높음
Total	22	13	16	108	2.13	

물영아리 오름의 경우 산정상에 위치하여 폐쇄된 수문 조건을 갖추고 있는 반면 주변의 산림과 생태적으로 연결되어 있는 특성을 지니고 있다. 따라서 평가 결과에 나타난 바와 같이 지하수 보충, 식생 및 야생동물 서식처, 침식방지 등의 기능은 비교적 높게 나타난 반면, 어류 서식처, 지표수 흐름 조절, 레크레이션 기능 등은 보통인 것으로 나타났다.

지하수 보충능이 높게 나타난 것은 별도의 유출시스템이 형성되어 있지 않고 물을 저장하거나 지하로 침투시키는 구조로 인한 결과로 해석되며, 주변 육상 생태계와 기능적으로 연결되어 있는 점은 종다양성이나 생물서식공간으로서의 기능에 매우 큰 영향을 주고 있는 것으로 볼 수 있다.

미적/레크레이션 기능이 보통으로 나타난 것은 시각적으로 차단되어 있고 접근성이 불량한 결과이며, 이는 오히려 습지의 보전에 유리한 방향으로 해석이 가능하다. 이점은 후속 연구를 통해 별도의 기준 마련이 요구된다.

전체적으로 기능의 평균치는 2.1이고 각 기능 중 ‘높음’으로 나타난 기능이 1개인 점은 ‘보통’에 해당되나 각 기능별 ‘높음’으로 나타난 항목이 21항목으로서 전체 항목(51항목)의 1/3이상 이므로 보전가치는 ‘높음’으로 나타났다.

2) 방동소택지

방동소택지에 대한 기능 평가 결과는 다음 표와 같이 나타났다.

표 6. 방동소택지 기능 평가 결과

FUNCTION	높음	보통	낮음	계 (평가점수)	평균	등급
Floral Diversity and Wildlife Habitat	4	1	1	15	2.5	높음
Fishery and Herpetile Habitat	1	4	-	11	2.2	보통
Flood/Storm Water Storage	2	3	1	13	2.17	보통
Runoff Attenuation	2	5	1	17	2.13	보통
Water Quality Protection	4	3	2	20	2.2	보통
Shoreline/Stream Bank Protection	2	2	1	11	2.25	보통
Aesthetics and Recreation	6	2	1	23	2.56	높음
Groundwater Recharge	2	2	-	10	2.5	높음
Total	23	22	7	120	2.31	

방동소택지의 경우 하천 범람지와 농경지에 인접한 입지적 조건으로 인해 상대적으로 기능이 높게 나타났다.4)

식물다양성 및 야생동물 서식처 기능과 지하수 보충, 레크레이션 기능이 높게 나타났으며, 다른 기능도 최소 2.1 이상의 점수로 나타나 습지가 제공하는 여러 가지 기능이 양호한 것으로 나타났다.

이는 주변의 하천, 농경지, 산림에 의해 생태적으로 네트워크를 형성함으로써 서로 영향을 끼친 결과로 보인다. 즉, 물영아리의 경우에 비해 더 생태적으로 안정적인 위치에 있으며, 다만 사람들의 접근이 용이하다는 점에서 인위적인 훼손이 심하고 압력을 많이 받고 있다는 점에서 기능을 유지하기 위한 체계적인 유지관리 및 모니터링 전략을 수립할 필요가 있다.

2. 결 론

육상생태계나 하천생태계의 전이공간으로서의 습지생태계는 다른 생태계에 비해 다양하고 생산성이 뛰어난 생태계로 알려져 있다. 이러한 습지가 지난 60년대까지만 해도 버려진 땅으로서 매립에 의한 형질변경의 대상으로 인식되었고, 특히 국내에서는 90년대 초반까지 습지의 기능에 대해 주목하지 못했다. 새롭게 습지의 기능과 가치를 재평가하게 되어 습지의 보전 및 관리전략이 마련되는 단계에서, 본 연구는 습지를 대상으

4) 물영아리와 방동소택지의 입지적 조건과 유형이 다르므로 서로 직접적인 비교는 의미가 없다.

로 단위생태계로서의 습지의 기능을 분석하고 평가하기 위한 방법론 고찰 및 사례연구를 통한 모델 검증에 목적을 두고 수행되었다.

본 연구에서 습지 기능을 평가하기 위한 방법으로는 일반적 수준의 기능을 평가할 수 있는 RAM 기법을 적용하였고, 평가 대상 습지로는 산 정상에 발달된 자연습지로서 습지보호구역으로 지정된 제주도의 물영아리오름과 하천 범람지에 조성된 반자연형 습지인 대전광역시의 방동소택지를 선정하였다.

평가결과 두 습지 모두 보전가치는 “높음”으로서 비교적 높게 나타났는데, 물영아리 오름은 지하수 보충, 식생 및 야생동물 서식처, 침식방지 등의 기능은 비교적 높게 나타난 반면 어류 서식처, 지표수 흐름 조절, 레크레이션 기능 등은 보통으로 밝혀졌고, 방동소택지의 경우 식물다양성 및 야생동물 서식처 기능과 침식방지, 지하수 보충, 레크레이션 기능이 높게 나타났으며, 다른 기능도 비교적 높게 나타나 습지가 제공하는 여러 가지 기능이 양호한 것으로 밝혀졌다.

물영아리오름 습지에서 일부 기능이 상대적으로 낮게 나타난 것은 산정상에 고립된 습지라는 입지적 한계에 의한 것으로서, 이러한 근본적인 한계를 인식한다면 물영아리 오름의 양호한 다른 기능을 강화하고 생태적 가치를 높이는 관리 전략이 마련되어야 할 것이다. 방동소택지의 경우 다양한 생태계와 유기적으로 연결되어 있다는 입지적 장점으로 인해 대체적으로 모든 기능이 양호한 것으로 나타났으나 용이한 접근성으로 인한 인위적인 압력으로부터 습지의 기능을 유지하고 향상시키기 위한 관리 전략이 필요하다.

본 연구는 RAM 기법에서 제시된 각 변수 및 지표를 적용하여 내륙습지를 평가한 것으로서 이를 일반화하기 위해서는 각 변수 및 지표에 대한 검증과 아울러 다양한 유형의 습지에 대한 모델 적용을 통한 지표 수정이 요구된다.

## 인 용 문 헌

California Resources Agency, 1999. California's Valuable Wetlands.

Cowardin, L.M., V. Carter and E.T. LaRoe. 1979. CLASSIFICATION OF WETLANDS AND DEEPWATER HABITATS OF THE UNITED STATES. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service Office of Biological Services.

Cylinder, P.D., K.M. Bogdan, E.M. Davis and A.I. Herson. 1995. Wetlands Regulation : A Complete Guide to Federal and California Programs. Point Arena : Solano Press Books.

Hruby, T., T. Granger, K. Bruner, S. Cooke, K. Dublanica, R. Gersib, L. Reinelt, K. Richter, D. Sheldon, E. Teachout, A. Wald and F. Weinmann. 1999. Methods for Assessing Wetland Functions. Volume I : Riverine and Depressional Wetlands in the Lowlands of Western Washington. WA State Department Ecological Publication #99-115.

Kentula, M.E., R.P. Brooks, S.E. Gwin, C.C. Holland, A.D. Sherman, J.C. Sifneos. 1993. An Approach to Improving Decision Making in Wetland Restoration and Creation. Wetland's Research Program, U.S. Environmental Protection Agency. C.K. SMOLEY, INC.

Kusler, J. and T. Opheim. 1996. Our National Wetland Heritage : A Protection Guide (2nd. ed.). An Environmental Law Institute Publication.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands (2nd ed.). John Wiley & SONS, INC.

Mulamoottil, G., B.G. Warner and E.A. McBean. 1996. Wetlands : Environmental Gradients, Boundaries, and Buffers. Lewis Publishers.

Ramsar Convention. 1993. Towards the Wise Use of Wetlands : Report of the Ramsar convention Wise Use Project.

Ramsar Convention. 1997. The Ramsar Convention Manual : a Guide to the Convention on Wetlands. 2nd ed.

Ramsar Convention. 1998. The Criteria for Identifying Wetlands of International Importance.

Tilton, D.L., K. Shaw, B. Ballard, W. Thomas.

2001. A Wetland Protection Plan for the lower One Subwatershed of the Rouge River. RPO-NPS-SR28. Rouge River National Wet Weather Demonstration Project.
- US Army Corps of Engineers. 1998. Recognizing Wetlands. US Army Corps of Engineers.
- USGS. 1999. Restoration, Creation, and Recovery of Wetlands Wetland Functions, Values, and Assessment. National Water Summary on Wetland Resources. United States Geological Survey Water Supply Paper 2425.
- 구본학 · 김귀곤. 1999. 습지형 비오름 기능 모델 구성 : 방동소택지를 사례로. 한국환경복원녹화기술학회지 2(2) : 1-8.
- 구본학 · 김귀곤. 2001. 습지기능 및 가치 평가를 위한 방법론에 대한 고찰. 한국환경복원녹화기술학회 하계학술발표 논문집 : 42-46.
- 서울대학교. 1998. 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술 개발. 환경부 G7 보고서.
- 조용현. 1997. 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 한기선. 2001. 물생태계(호소, 하천, 습지)의 보전관리 정책 방향. 한국환경복원녹화기술학회 심포지움. 한국환경복원녹화기술학회 하계학술발표 논문집 : 1-2.
- 환경부. 1998. 제주도 물영아리 오름 습지.

接受 2001年 7月 26日