

습지생태계 분류체계의 검토 및 적용방안 연구

Classification System of Wetland Ecosystem and Its Application

전 승 훈* / 이 병 희** / 이 상 돈*** / 이 용 태****

Chun, Seung Hoon / Lee, Byung Hee / Lee, Sang Don / Lee, Yong Tae

:: Abstract ::

The wetland ecosystem is a complex products of various erosion force, accumulation as water flows, hydrogeomorphic units, seasonal changes, the amount of rainfalls, and other essential element. There is no single, correct, ecologically sound definition for wetlands because of the diversity of wetlands and the demarcation between dry and wet environments occurs along a continuum, but wetland plays various ecosystem functions. Despite comprehensive integration through classification and impact factors there is still lacking in systematic management of wetlands.

Classification system developed by the USFWS(1979) is hierarchical progresses from systems and subsystems at general levels to classes, subclasses, dominance types, and habitat modifiers. Systems and subsystems are delineated according to major physical attributes such as tidal flushing, ocean-derived salts, and the energy of flowing water or waves. Classes and subclasses describe the type of substrate and habitat or the physiognomy of the vegetation or faunal assemblage. Wetland classes are divided into physical types and biotic types.

For the wise management of wetlands in Korea, this study was carried out to examine methodology of USFWS classification system and discuss its application for Korean wetland hydrogeomorphic units already known. Seven wetland types were chosen as study sites in Korea divided into some different types based on USFWS system. Three wetland types belonging to palustrine system showed no difference between Wangdungjae wetland and Mujechi wetland, but Youngnup of Mt. Daeam was different from the former two types at the level of dominant types. This fact means that setting of classification system for management of wetland is needed. Although

* 정회원·경원대학교·공과대학·도시계획조경학부·chunsh@kyungwon.ac.kr

** 비회원·경원대학교·공과대학·도시계획조경학부

*** 정회원·교신저자·이화여자대학교·공과대학·환경학과·lsd@ewha.ac.kr

**** 비회원·서울시·청계천복원추진본부·ltlee@seoul.go.kr

we may never know much about the wetland resources that have been lost, there are opportunities to conserve the riches that remain. Extensive inventory of all wetland types and documentation of their ecosystem functions are vital. Unique and vulnerable examples in particular need to be identified and protected. Furthermore, a framework with which to demonstrate wetland characteristics and relationships is needed that is sufficiently detailed to achieve the identification of the integrity and salient features of an enormous range of wetland types.

Keywords: Wetland Classification, Ecosystem, USFWS, Inventory, Korea

.....

:: 요 지 ::

습지생태계는 유수에 의한 침식과 퇴적활동, 수력에 의해 형성된 수문지형 단위, 계절적 변화 등 다양한 요소의 상호작용의 산물이다. 습지생태계는 복합적이고 다양한 생태적 기능을 발휘하면서, 더욱이 습지생태계 유형 자체의 다양성이 있을뿐 아니라, 유역과 같은 다른 생태계와의 경계선이 불명확한 것이 특징이다.

습지생태계에 영향을 미치는 요소의 분류와 통합적 이해가 필요함에도 불구하고 적절하고 체계적인 관리가 미흡하다. 과거 미국 야생동물 관리청(1979)에서 개발된 체계는 계와 아계, 강과 아강, 수영역 및 화학, 수문지형 단위, 우점 유형 등의 계층적 위계로 습지생태계를 분류하였다.

본 연구는 우리나라 습지생태계의 체계적이고 현명한 관리 체계 수립의 일환으로 미국 야생동물 관리청의 분류체계를 심층 검토, 분석하여 기 조사된 국내의 습지생태계에 적용함으로써 국내 습지생태계에 적합한 분류체계 개발의 가능성을 검증하고자 수행되었다.

분류 대상지로 선정된 우리나라 7개 습지생태계는 상위계급의 습지생태계 유형을 포함하였으며, 표본지점 중심의 제한적인 적용에도 불구하고 다양한 습지생태계 유형으로 분류되었다. 또한 3개의 소호소 습지생태계의 적용 결과에서는 무제치늪과 왕등재늪의 두 습지생태계가 수문지형 단위 체계까지는 동일한 유형으로 분류되었으나 우점/특정 유형이 다른 습지생태계로 분류되었다. 이에 비해 대암산 용늪의 경우 강(綱)수준에서 다른 유형으로 분류되어, 앞서의 두 습지생태계와는 다른 유형으로 분류되었다. 이러한 결과는 관리 및 보전 체계 정립에 있어서, 무제치늪과 왕등재늪은 동일한 수준에서 관리되어야 함을 의미한다.

지금까지 훼손되어 사라져버린 습지생태계의 정확한 양은 알 수 없으나, 남아있는 습지생태계를 보전할 수 있는 기회는 아직도 우리에게 있다. 무엇보다 시급한 일은 모든 습지생태계 유형의 정확한 분류와 목록 작성, 생태적 기능에 체계적인 조사 및 연구가 필요하다.

.....

1. 서 론

습지생태계는 지형학, 수문학, 식물학, 수화학, 수영역의 모든 생물리화학 및 지형학적

특징을 가지는 경관 단위이다. 습지생태계의 형성 요인은 매우 다양한데, 표고, 토양, 침식과 침전의 비율, 강수, 염류의 축적, 해안과의 거리, 조수 간만에 의한 수위변동, 유수, 인위

적인 교란 등이 주요 요인으로 알려져 있다 (이창복, 1980).

한편 유사 이전부터 인간활동의 중심지가 되어왔던 습지생태계는 인간 활동으로 인한 지속적인 교란을 받아왔다. 19세기 이전에는 어류 및 수생식물의 채취로 인한 간섭이 주가 되었으나, 20세기에 들어서면서 농업의 발달, 빠른 도시화, 범람 조절, 천연자원의 연속적인 개발, 오염물질의 방류 등 습지생태계 서식처에 치명적인 영향을 주는 요소가 급증하고 있다(권영식 외 1988, 권오길 1990).

습지생태계에 대한 인위적 위협이 가속화되는 가운데, 1975년 발효된 람사협약은 전 세계적으로 습지생태계의 중요성과 가치에 대한 인식의 전환점이 되었다. 미국 등 주요 선진국은 람사협약 발표 시기에 이미 습지생태계에 관한 분류와 가치평가의 작업이 체계적으로 진행되었으나, 우리나라의 습지연구는 그동안 생태계 기초조사차원에 머물러 있고, 최근에서야 습지의 구조와 기능에 대한 연구가 부분적으로 수행되고 있다(정영호 1989).

국가차원의 습지생태계의 관리체계 수립은 기준자료의 수집과 분석, 그리고 데이터베이스화를 위한 매우 선행적인 작업으로써 습지생태계의 물리적, 생물학적 단위에 기초한 습지생태계 구성 요소의 체계적인 분류를 통하여 이루어져야 한다.

습지생태계 분류 및 관리에 있어 가장 앞선 나라로 평가받고 있는 미국은 최초로 1927년부터 1941년까지 미국 산림청(US Forests Service)의 식생유형 도면 조사를 실시한 이래, 미국의 야생동물 관리청에 의해 비생물적·생물적 기준과 화학적 기준을 적용하여 습지생태계 관리를 위한 기본자료 작성목적으로 국가표준의 분류체계가 개발되었다(US Fish and Wildlife Service, 1979).

COWARDIN(Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States)으로 알려진 국가표준분류체계는 습지생태계의 수문학, 수생 식생, 그리고 습윤한 토양을 강조하면서 습지생태계의 정의에 있어 본격적으로 생태학적 접근을 최초로 시도하였으며, 현재 미국 전역을 대상으로 적용되고 있으며 약 80% 정도의 습지생태계가 분류된 것으로 발표되고 있다.

본 연구에서는 미국의 국가표준 습지분류체계를 검토하고 우리나라 습지생태계에 적용하여 그 타당성을 확인하고자 시도되었다.

2. 미국의 습지생태계 표준분류체계

2.1 습지생태계의 개념

람사협약의 개념정의는 '습지생태계는 자연적인 것과 인위적인 것을 포함하며, 영구적이거나 일시적인 것, 물이 고여 있거나 흐르고 있는 곳, 담수이거나 기수, 혹은 염수이건 상관없이 습원이나 소택지, 이탄지, 혹은 하천이나 호소 등의 수역으로 해역을 포함하여 수심이 간조시 6m를 넘지 않는 곳을 포함한다.'는 것으로 하천의 집수지역 전체를 대상으로 한 것이며, 습지생태계의 유형은 범람원, 호수, 호소, 습원의 경관단위로 분류되는 매우 포괄적인 특성을 보여준다.

이에 반해, Cowardin의 개념정의는 「습지생태계는 수위가 항상 육상에 접하거나 육상 근처에 있거나, 얇은 물로 덮여진 땅이 있는 육상역(Terrestrial System)과 수계역(Aquatic System)사이에 있는 과도기적인 땅으로서 다음의 3가지 속성 중 한가지 이상이 있어야만 한다. ① 토양은 적어도 주기적

으로 우점하는 습지식물을 부양한다. ② 저질(底質)은 배수가 불량한 습윤한 토양이 우점적이다. ③ 저질은 토양이 아니고, 매년 생육 기간에는 얼마간의 얇은 물로 덮여지거나 습윤한 상태이다. 미국 야생동물 관리청은 Cowardin의 개념을 명확히 하기 위해 수역 서식처(Deep-water Habitat)를 '수역 서식처는 습지생태계의 수중 경계선보다 하부에 있는 영구히 침수된 지역이다. 수역 서식처는 표면수가 영구적으로 나타나고 수심이 깊기 때문에 공기보다는 물이 우점 생물체의 생존에 중요한 매개체가 되는 환경을 포함한다. 습지생태계의 우점식생은 습지식물이다. 수심이 깊기 때문에, 정수식물을 부양하기 어렵고 저질은 토양이 아닌 것으로 고려된다' 라고 정의하였다.

습지생태계의 개념정의가 다양함에도 불구하고, Cowardin은 유역과 같은 다른 생태계와의 경계선이 불명확하기 때문에 습지생태계의 획일적이고, 명확하며, 생태학적으로 완전한 습지생태계의 정의는 불가능하다는 생각을 지니고 있었다.

2.2 분류체계의 특징

2.2.1 기본속성

① 목표

만약 습지생태계 분류의 목표가 지도를 작성하고 단지 식생을 분류하기 위해서라면 식물종 명칭과 분류체계가 필요할 것이다. 이러한 습지생태계 분류에서는 식생이 없는 습지생태계 서식처는 일반적으로 무시된다. 만약 목표가 수문지형 단위를 동정하고 수문지형 단위를 물리적 과정과 관련시키는 것이라면 보다 정밀한 분석과 명칭이 요구된다. Co-

wardin의 분류체계는 다양하고 폭이 넓은 습지생태계의 분류 목표를 만족시키기 위해 다양한 수준의 세부 항목이 고려되었다.

② 생태계 환경

분류되어야 하는 독특한 구성요소가 발생하는 환경을 결정하기 위해 대부분의 습지생태계 분류체계에 있어 생태계 환경은 필수적이다. 습지생태계 분류체계의 목적을 위해 습지생태계가 속하거나(예, 해안 습지생태계, 하구 습지생태계, 강변 습지생태계, 대호소 습지생태계, 소호소 습지생태계), 습지생태계와 관련된 수역 서식처 체계(예, 강변 습지생태계내의 수로톱에서 나타나는 소호소 습지생태계의 숲 습지생태계)의 동정은 매우 중요하다.

③ 범위

습지생태계 분류체계에서 습지생태계의 범위는 중요한 전달 요소이기 때문에 분류체계의 목표뿐만 아니라, 무엇이 동정되어졌고, 지도화 되어졌는지, 그리고 습지생태계와 환경과의 관계가 명확하게 밝혀져야 하기 때문에 매우 중요하다. 공간적인 규모를 고려하여, Cowardin의 체계는 대규모 범위의 수문지형 단위(예, 산악 알카리성 호소)와 구체적 범위의 수문지형 단위(간헐적으로 침수되는 비응집성 호안)뿐만 아니라 습지생태계와 관련된 저질, 우점 유형(예, 비영속형의 정수식물 습지생태계)까지 동정할 수 있는 기준을 제시하고 있다.

시간의 범위는 특히 기후와 관련해서 혼란을 야기할 수 있다. 많은 습지생태계 유형은 년중 일정 기간 동안 침수되고 그 외의 기간에는 건조되거나 간헐적으로 침수된다. 각각의 습지생

태계는 다른 기간 동안 다른 범람체계와 우점 유형에 의해 특징이 나타나기 때문에 단일 습지생태계 지역일지라도, 분류되어진 년도, 프로젝트 목적, 또는 분류를 행하는 분류자의 주관에 따라 다르게 분류될 수 있다.

따라서 공간적 범위와 함께 시간적 범위는 습지생태계 분류체계와 습지생태계 유형의 다양성, 복잡성 추가에 있어서 중요한 요소라 할 수 있다.

④ 강(Class)과 아강(Subclass)

많은 습지생태계는 자연적이거나 인공적인 교란에 의해 특징이 나타날 수 있기 때문에 습지생태계는 서로 다른 비생물적 강(예, 비응집성 호안)과 생물적 강(예, 정수식물, 관목, 산림 습지생태계)로부터 구성요소 사이의 모자이크로 나타날 수 있다. 즉, 다수의 지역이나 습지생태계 유형은 확실치 않거나 혼합된 것으로 나타나는 경우가 있다. 따라서 강과 아강의 속성을 포함한 관련 습지생태계 환경의 분류체계와 생태계의 유형이나 범위의 선택은 쉬운 일이 아니다. 습지생태계 분류체계의 목표를 미리 결정하고 적절한 범위의 인식과 필요한 분류체계의 세부항목을 이해함으로써 분류과정에서 발생할 수 있는 오류를 감소시킬 수 있다.

⑤ 물리적 요소

습지생태계 유형분류는 대개 습지생태계나 생태계의 지구화학과 수문지형을 반영하는 생태계 천이과정의 지식에 의존한다. 수영역과 화학적 체계의 서로 관련성이 많지만, 기능적으로 서로 다른 습지생태계 분류에서는 구별되어야 한다. 물리적 요소의 동정은 전문적 기술과 많은 단서가 요구되는 사항이다.

⑥ 우점 저질과 우점종

습지생태계의 기재 용어는 일반적으로 습지생태계를 우점하고 특성을 나타내는 저질의 유형과 우점종, 또는 특정종을 포함한다. 저질과 우점종에 관한 정보는 습지생태계의 분류체계에 필수적이고, 상세항목 수준의 동정시에 중요한 요소로 작용한다.

⑦ 생태적 기능

습지생태계 분류체계에서 중요한 목표의 하나는 서로 다른 생태계 기능이나 기능의 그룹화(예, 먹이사슬, 서식처, 수문학/수질의 유지)를 수행하는 습지생태계의 유형을 구별하는 것이다. 습지생태계의 4대 기능은 첫째, 먹이 사슬 부양과 영양물질의 순환 기능, 둘째 서식처 기능, 셋째 수문학적 기능, 넷째 수질기능이다.

따라서, 다양한 습지생태계 분류와 습지생태계 유형의 생태적 기능을 밝혀내는 일은 독특한 습지생태계 자원과 습지생태계의 분류에 유용한 기준인 경관미의 보존에 중요하다고 할 수 있으며, 지구상의 다른 지역으로부터 습지생태계를 구별하는데 적절한 지침이 될 것이다.

2.2.2 상위 분류체계

Cowardin의 분류체계는 습지생태계 분류체계의 목록 작성과 관리의 목적을 위해서 자연의 체계위에 습지생태계의 경계선을 명확히 하기 위한 정보를 제공하고자 하는 것이다. 따라서, 계와 아계에서부터 강, 아강, 우세 유형, 서식지 개조까지의 진행과 계층적인 분류체계이다.

계와 아계는 주요한 조수 간만, 해안에서 유래된 염도, 그리고 유수(流水)나 파도 에너

표 1. 미국 습지생태계와 수중 서식처의 계와 하부 분류체계

대분류	특성과 기준
해안 습지생태계 (Marine System)	<ul style="list-style-type: none"> · 대륙의 평층(平層)과 인접 해안선에 겹쳐진 개방해안 · 해안에서 발생한 조수와 30 ppt이상의 염도(NaCl)에 의해 결정 · 아계는 조간대 습지생태계와 조수하부 수역서식처 포함
하구 습지생태계 (Estuarine System)	<ul style="list-style-type: none"> · 하구 습지생태계는 적어도 수시로 해안으로 접근하는 근해의 만으로 해안에서 발생한 염분을 가진 염수는 조수와 함께 들어오고 해안의 물은 인접한 육지로부터 발생하는 담수에 의해 가끔씩 희석됨 · 아계는 조간대 습지생태계와 조수하부 수역서식처 포함
강변 습지생태계 (Riverine System)	<ul style="list-style-type: none"> · 유수에 의해 강하게 영향을 받는 수로 사이의 습지생태계와 수역 서식처. 강변 습지생태계에서 다음 사항은 제외됨 ① 나무나 관목, 영속형 식물의 임목(立木)과 정수식물이 우점하는 지역, ② 해안에서 유래된 염도가 0.5 ppt를 초과하는 수로 · 아계는 조수의 영향을 받는 상류, 중류, 하류의 영구적인 습지생태계와 상류, 중류, 하류의 간헐적인 습지생태계, 조수의 영향을 받는 습지생태계, limnetic 범주 포함
대호소 습지생태계 (Lacustrine System)	<ul style="list-style-type: none"> · 대호소 습지생태계와 수역 서식처는 대규모이고, 적어도 간헐적으로 침수되는 함몰지 또는 독으로 막아 놓은 깊은 협곡, 강의 계곡, 산악 계곡을 포함 · 해안선의 형태와 식생은 물결 에너지에 의해 영향을 받고 수목, 관목, 영속형 정수 식물, 정수성 이끼의 피도가 30% 미만인 지역임. 전체 면적은 대개 8ha 초과함 · 아계는 연안역(습지생태계)과 limnetic(수역서식처)유형 포함
소호소 습지생태계 (Palustrine System)	<ul style="list-style-type: none"> · 소호소 습지생태계는 나무, 관목, 영속형이거나 비영속형 정수식물, 이끼, 지의류에 의해 우점되는, 조수의 영향을 받지 않는 습지생태계와 해안에서 발생한 염도가 0.5 ppt 미만인 조수 지역 · 또한 식생이 결여된 습지생태계이지만, ① 8 ha 미만인 곳, ② 파도에 의해 형성된 해안선이 결여된 곳, ③ 저수위에서 수심이 2m미만인 곳, ④해안에서 유래된 염도가 0.5 ppt 미만인 곳 포함 · 소호소 습지생태계는 아계가 부족하고, 따라서 모든 소호소 습지생태계 유형은 강과 아강으로 직접 분류됨

지와 같은 물리적 특성에 의해 형성되고, 구별된다. 강과 아강은 저질과 서식처, 또는 동식물상의 특징에 의해 결정된다. 강(class)은 비생물적 유형(즉, 암반, 비응집성 기저, 하상, 암석으로 된 호안)과 비응집성 호안, 그리고 생물적 유형(즉, 수중 하상, 암초, 이끼/지류류 습지생태계, 정수 습지생태계, 관목 습지

생태계, 산림 습지생태계)이 기준이 된다.

2.2.3 습지생태계 유형별 분류단위

① 해안 습지생태계

해안 습지생태계의 상위계급의 분류단위는 2아계와 4강, 12아강으로 구분되며(표 2),

표 2. 해안 습지생태계의 상위 분류단위

아계	강	아강
· 조수하부 습지생태계	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙/생물체 · 식생이 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물
	· 암초	· 산호암초/연체동물/벌레
· 조간대 습지생태계	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙
	· 수생 하상	· 부착성 조류/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물
	· 암초	· 산호/연체 동물/벌레

하위계급은 4수영역과 이에 따른 각 47, 50, 51개의 수문지형단위로 구분된다(표 3).

적 위치, 수원, 그리고 수력학적 특징으로 구분된다(표 5).

② 하구 습지생태계

하구 습지생태계의 상위계급의 분류단위는 2아계와 10강, 23아강으로 구분되며(표 4), 하위계급은 4수영역과 이에 따른 각 47, 50, 51개의 수문지형단위로 명확한 기원, 지형학

③ 강변 습지생태계

강변 습지생태계의 상위계급의 분류단위는 7아계와 7강, 13아강으로 구분되며(표 6), 하위계급은 6수영역과 이에 따른 각 41에서 104개의 수문지형단위로 구분된다(표 7).

표 3. 해안 습지생태계의 하위 분류단위

수영역	수문지형 단위
· 불규칙적으로 노출되는 수영역	· 51가지 단위
· 규칙적으로 침수되는 수영역	· 50가지 단위
· 불규칙적으로 침수되는 수영역	· 47가지 단위
· 영구적으로 침수되는 수영역	

표 4. 하구 습지생태계의 상위 분류단위

아계	강	아강
· 조수하부 습지생태계	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석-자갈/모래 · 진흙/식생이 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 뿌리를 내리고 있는 유관속식물 · 부엽성 유관속 식물
	· 암초	· 연체동물
· 조간대 습지생태계	· 비응집성 기저	· 율석-자갈/모래 · 진흙/식생이 있음
	· 하천 하상	· 반암/쇄석/표석 · 율석/자갈/모래 · 진흙/유기체
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래 · 진흙/유기체
	· 수생 하상	· 조류
		· 뿌리를 내리고 있는 유관속식물 · 부유성 유관속 식물
	· 암초	· 연체동물
	· 정수 습지 생태계	· 비영속형/영속형
	· 관목 습지 생태계	· 낙엽활엽수/낙엽침엽수 · 상록활엽수/상록침엽수 · 낙엽혼효림/상록혼효림 · 상록수, 낙엽수 혼효림/고목(枯木)
· 숲 습지 생태계	· 낙엽활엽수/낙엽침엽수 · 상록활엽수/상록침엽수 · 낙엽혼효림/상록혼효림 · 상록수, 낙엽수 혼효림/고목(枯木)	

표 5. 하구 습지생태계의 하위 분류단위

수영역	수문지형 단위
· 불규칙적으로 노출되는 수영역	· 62가지 단위
· 규칙적으로 침수되는 수영역	· 55가지 단위
· 불규칙적으로 침수되는 수영역	· 64가지 단위
· 주기적으로 침수되는 수영역	· 61가지 단위
· 영구적으로 침수되는 수영역	

표 6. 강변 습지생태계의 상위 분류단위

아계	강	아강
· 조수의 영향을 받음	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙/생물체 · 식생 있음
	· 하천 하상	· 반암/쇄석/표석/율석/자갈 · 모래/진흙/생물체/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물/부유성 유관속 식물
· 상류의 간헐적인 습지생태계	· 하천 하상	· 반암/쇄석/표석/율석/자갈 · 모래/생물체/식생 있음
· 중류의 간헐적인 습지생태계	· 하천 하상	· 반암/쇄석/표석/율석/자갈 · 모래/진흙/생물체/식생 있음
· 하류의 간헐적인 습지생태계	· 하천 하상	· 반암/쇄석/표석/율석/자갈 · 모래/진흙/생물체/식생 있음
· 상류의 영구적인 습지생태계	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속식물/부유성 유관속 식물
	· 정수 습지생태계	· 비영속형
· 중류의 영구적인 습지생태계	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래 · 진흙/생물체/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물/부유성 유관속 식물
	· 정수 습지생태계	· 비영속형
· 하류의 영구적인 습지생태계	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물/부유성 유관속 식물
	· 정수 습지생태계	· 비영속형

표 7. 강변 습지생태계의 하위 분류단위

수영역	수문지형 단위	비고
· 영구적으로 침수되는 수영역	· 75가지 단위	
· 불규칙적으로 노출되는 수영역	· 41가지 단위	
· 반영구적으로 침수되는 수영역	· 63가지 단위	
· 주기적으로 침수되는 수영역	· 80가지 단위	
· 일시적으로 침수되는 수영역	· 48가지 단위	
· 간헐적으로 침수되는 수영역	· 104가지 단위	

④ 대호소 습지생태계

대호소 습지생태계의 상위계급의 분류단위는 2아계와 6강, 12아강으로 구분되며(표 8), 하위계급은 6수영역과 이에 따른 각 7에서 36개의 수문지형단위로 구분된다(표 9).

⑤ 소호소 습지생태계

소호소 습지생태계의 상위계급의 분류단위는 9강, 24아강으로 구분되며(표 10), 하위계급은 9수영역과 이에 따른 각 48에서 197개의 수문지형단위로 구분된다(표 11).

표 8. 대호소 습지생태계의 상위 분류단위

아계	강	아강
· Limnetic	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙/생물체
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류/수생 이끼 · 뿌리를 내리고 있는 유관속식물 · 부유성 유관속 식물
· 연안역 (Littoral)	· 암석 기저	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물/부유성 유관속 식물
	· 정수 습지생태계	· 비영속형

표 9. 대호소 습지생태계의 하위 분류단위

수영역	수문지형 단위	비고
· 영구적으로 침수되는 수영역	· 33가지 단위	
· 불규칙적으로 노출되는 수영역	· 34가지 단위	
· 반영구적으로 침수되는 수영역	· 21가지 단위	
· 주기적으로 침수되는 수영역	· 36가지 단위	
· 일시적으로 침수되는 수영역	· 7가지 단위	
· 간헐적으로 침수되는 수영역	· 36가지 단위	

표 10. 소호소 습지생태계의 상위 분류단위

계/아계	강	아강
소호소 습지생태계	· 암석 기저	· 반암 /쇄석/표석
	· 비응집성 기저	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 암석으로 된 호안	· 반암/쇄석/표석
	· 비응집성 호안	· 율석/자갈/모래/진흙 · 생물체/식생 있음
	· 수생 하상	· 부착성 조류/부유성 조류 · 수생 이끼/뿌리를 내리고 있는 유관속 식물/부유성 유관속 식물
	· 이끼/지의류 습지생태계	· 이끼/지의류
	· 정수 습지생태계	· 영속형/비영속형
	· 관목 습지생태계	· 낙엽활엽수/낙엽침엽수 · 상록활엽수/상록침엽수 · 낙엽수 혼효림/상록수 혼효림 · 낙엽수, 상록수 혼효림/고목(枯木)
· 소림자·숲 습지생태계	· 낙엽활엽수/낙엽침엽수 · 상록활엽수/상록침엽수 · 낙엽수 혼효림/상록수 혼효림 · 낙엽수, 상록수 혼효림/고목(枯木)	

표 11. 소호소 습지생태계의 하위 분류단위

수영역	수문지형 단위	비고
· 영구적으로 침수되는 수영역	· 125가지 단위	
· 간헐적으로 노출되는 수영역	· 114가지 단위	
· 반영구적으로 침수되는 수영역	· 147가지 단위	
· 주기적으로 침수되는 수영역	· 193가지 단위	
· 영구적으로 습윤한 수영역	· 61가지 단위	
· 주기적으로 습윤한 수영역	· 78가지 단위	
· 일시적으로 침수되는 수영역	· 78가지 단위	
· 간헐적으로 침수되는 수영역	· 111가지 단위	
· Phreatophytic 수영역	· 48가지 단위	

3. 우리나라 습지생태계의 적용

3.1 해안 습지생태계

① 대상 습지생태계의 선정

해안 습지생태계의 분류 대상지로 정한 지역은 경기도 용진군 백령면 남포리 송화동의 콩돌 해변이다(농어촌진흥공사 1996, 1997, 1999, 환경청 1990).

해변의 대부분은 크고 작은 자갈(5mm 이상)로 이루어진 곳으로 해안근처에 있는 암석이 파도의 영향에 의해 침식 및 마식작용을

일으켜 형성되었다. 특히 규암이나 사암이 오랜 기간동안 침식작용을 받아 원마도(원형도)가 거의 1에 가까울 정도로 둥근 형태를 보인다(환경부, 1997).

② 분류체계의 적용

콩돌해변 습지생태계는 분류체계의 적용결과 표 12와 같이 구분되었으며, 습지생태계의 명칭은 해안습지 생태계의 조간대 지역으로 비응집성 기저의 율석/자갈(자갈)로 덮여있는 규칙적으로 침수되는 염수(Haline) 해안의 해변 습지 생태계라 할 수 있다.

표 12. Cowardin의 분류법에 의한 각종 습지생태계의 분류체계 및 특징

계	아계	강	아강	수영역	수화학	수문지형 단위	저질/우점우형	비고
해안 습지생태계	조간대 아계	비응집성 기저강	울석/ 자갈	규칙적으로 침수되는 수영역	Haline	해안해변	자갈	경기도 웅진군 백령면 남포리 송화동 공돌해변
하구 습지생태계	조간대 아계	비응집성 강	식생이 있는 아강	규칙적으로 침수되는 수영역	범중성 (Circum neutral)	사주(톱)	모래저질, 갈대우점	낙동강 하구의 삼각주 사주중 옥류동
강변 습지생태계	상류의 영구적인 습지 생태계	하천 하상 습지 생태계	쇄석/ 표석	영구적으로 침수되는 수영역		산악하천	표석저질	경기도 남양주군 수입천 수입2리 하천수로
대호소 습지생태계	limnetic	비응집성 기저강	모래아강	영구적으로 침수되는 수영역	알카리성	평탄지호 소	개방수역, 미세한 입자의 혼합저질	경남 창원군 우포늪
소호소 습지생태계		이끼/ 지의류강	이끼	영구적으로 습윤한 수영역	산성	산악의 영구적인 낮은 초원	유기체 저질/물이끼 우점, 혼합된 유관속 식물 특정종	대암산 용늪,
		정수 습지 생태계	영속형 정수식물 습지 생태계	영구적으로 습윤한 수영역	범중성	산악의 영구적인 낮은 초원	유형/사초과, 고령이속 우점 특정종, 이삭귀개, 끈끈이주걱	지리산 왕등재늪, 정족산 무채치늪

3.2 하구 습지생태계

① 대상 습지생태계의 선정

하구 습지생태계의 분류 대상으로 정한 지역은 낙동강 하구에 형성된 삼각주와 사주중 옥류동이다.

옥류동은 낙동강 하구에 형성된 모래 사주(모래 톱)로 강물의 유속이 약화되고 바다의 파랑과 연안류의 영향을 받으며 육지에 의해 다소 둘러싸인 위치에 있다. 옥류동의 저질은 모래가 80%이상을 차지하고 있으며 우점 식생은 갈대와 띠이고 토양 pH 범위는 5.5 - 7.0이다. 옥류동 중심부에 소규모의 진흙 평탄지가 존재하고, 진흙 평탄지의 우점 식생은 갈대로 나타난다(문, 1984).

대상지역은 염도에 대한 내용이 포함되어있지 않고 토양의 pH 측정치만 언급되었으므로, 수 화학 특성은 범중성으로 구분하였다.

② 분류체계의 적용

옥류동 하구 습지생태계는 분류체계의 적용 결과 표 11과 같이 구분되었으며, 습지생태계의 명칭은 하구 습지생태계 조간대 지역의 비응집성 기저로 식생이 있는(모래, 갈대속) 규칙적으로 침수되는 범중성(Circumneutral) 사주(모래 톱) 습지 생태계로 기재할 수 있었다.

옥류동 하구 습지생태계는 크게 두 가지 방법의 습지생태계의 분류체계가 논의될 수 있다. 첫째는 대규모 분류체계를 적용할 경우, 옥류동 하구 습지생태계는 분류체계상 비응집

성 기저로 분류되고, 식생이 있는 아강으로 분류되지만, 소규모 분류체계를 적용할 경우, 모래가 우점하는 지역과 진흙이 우점하는 지역으로 분리되어 모래가 우점하는 지역은 비응집성 기저 강의 식생이 있는 아강으로 분류되는 반면, 진흙 평탄지는 비응집성 기저 강의 진흙 아강으로 분류된다. 비록 정밀한 분류체계에서 두 가지의 분류체계가 나타나지만, 진흙 평탄지의 경우, 단지 사주(모래 톱)에 포함되어 나타나는 부분적인 요소이므로 수문지형 단위의 분류에서는 진흙 평탄지로 분류되지 않고 사주(모래 톱)로 분류되는 것이 보다 타당하다고 판단되었다. 본 연구에서는 대규모 분류체계를 적용하였다(표 12).

3.3 강변 습지생태계

① 대상 습지생태계의 선정

강변습지 생태계의 분류 대상지로 정한 지역은 경기도 남양주군 수입천의 수입 2리에서 북동쪽으로 650m 지점의 하천수로이다. 이 지역은 상류하천으로 경사가 급하고 폭이 좁아 범람원의 발달이 빈약하다. 유속은 0.5m/s 이며, 기부는 60cm 이상의 표석으로 구성되어 있다. 하천호안과 범람원은 갯버들과 달뿌리풀이 우점한다(현, 1998). 수 화학에 관한 내용은 조사되어 있지 않았기 때문에 분류체계에 적용하지 못하였다.

② 분류체계의 적용

수입천의 강변 습지생태계는 분류체계의 적용결과 표 12와 같이 구분되었으며, 습지생태계의 명칭은 강변 습지생태계 상류의 영구적인 하천하상의 쇄석/표석(표석)지역으로 영구적으로 침수되는 산악 하천 습지생태계로 기

재할 수 있었다.

대상지에서 강변 습지생태계로 분류할 수 있는 지역은 식생이 생육하지 않는 장소로만 한정된다. 하천 기슭(물가)를 따라서 나타나는 달뿌리풀 우점 지역은 영속형 정수식물 유형에 포함되므로 소호소 습지생태계의 정수 습지생태계로 주기적으로 침수되는 하천 범람원 습지생태계로 분류되고, 갯버들이 우점하는 지역은 하천호안과와 범람원으로 소호소 습지생태계의 관목 습지생태계로 주기적으로 침수되는 산악 하천호안 습지생태계와 소호소 습지 생태계의 관목 습지생태계로 주기적으로 침수되는 하천 범람원 습지생태계의 2가지 분류 유형으로 분류될 수 있다. 따라서 천변 습지생태계로 분류되는 본 대상지는 강변 습지생태계 계, 소호소 습지생태계 계의 2가지 습지생태계 계로 나타나며, 4가지 유형으로 분류되었다.

3.4 대호소 습지생태계

① 대상 습지생태계의 선정

대호소 습지생태계 분류 대상지로 정한 지역은 경상남도 창녕군의 우포늪이다. 우포 늪 중 창녕군 이방면 주매리의 대대마을에서 북서쪽으로 500m 떨어진 지점이다.

우포 늪의 면적은 1.81km²에 달하고, pH 측정치는 평균 8.0으로 알칼리성을 나타내며, 식생은 어리연꽃, 개구리밥, 노랑어리연꽃, 마름, 자라풀이 부엽, 부유 식물의 우점 종이며, 정수식물의 우점 종은 부들, 줄이다(경남개발연구원, 1997; 환경부, 1997).

② 분류체계의 적용

우포늪의 대호소 습지생태계는 분류체계의

적용결과 표 12와 같이 구분되었으며, 대상지에서 대호소 습지 생태계 분류에 포함되는 지역은 limnetic 지역과 부엽 및 부유 식물이 우점하는 지역이다. 이 습지 생태계의 저질은 알 수 없지만, 일반적으로 우포늪에서 우점적으로 나타나는 진흙으로 분류한다.

우포늪 limnetic 지역의 습지생태계 명칭은 대호소 습지생태계의 limnetic 지역으로 견고하지 않은 기부의 모래(개방수역, 미세한 입자의 혼합)로 영구적으로 침수되는 알카리성 평탄지 호소 습지생태계로 분류되었다.

또한, 우포늪의 부엽성, 부유성 식물이 우점하는 지역의 습지생태계 명칭은 대호소 습지 생태계의 littoral 지역으로 수생하상의 뿌리를 내리고 있는 유관속 식물(미세한 입자의 혼합, 노랑어리연꽃, 마름 우점, 특정종 자라풀)이 우점하는 반영구적으로 침수되는 알카리성 평탄지 평탄지 호소 습지생태계라 할 수 있었다.

본 대상지의 경우 limnetic 지역과 어리연꽃, 개구리밥, 노랑어리연꽃, 마름이 우점하는 littoral 지역만이 대호소 습지 생태계에 포함되며, 만약 정수 습지 생태계에 비영속형 정수식물이 우점하여 발생한다면, 대호소 습지 생태계에 포함되나, 본 대상지의 경우, 비영속형 정수식물의 발생은 드물고 영속형 정수식물이 우점하고 있으므로 부들 우점 지역과 은수원 사시, 갯버들 우점 지역은 소호소 습지 생태계로 분류될 수 있다.

3.5 소호소 습지생태계

① 대상 습지생태계의 선정

소호소 습지 생태계의 분류 대상지로 정한 지역은 대암산 용늪, 지리산 왕등재 늪, 정족

산 무제치 늪의 3곳이다.

대암산 용늪은 해발 고도 1280m에 위치하는 차별침식에 의해 형성된 분지지형으로 사초과 식물과 물이끼가 우점하며, pH는 평균 4.7의 산성을 나타낸다. 저질은 토탄이 우점적이며, 수위는 아주 낮거나 지표면하에 있어 습윤하며 토양함수량은 평균 196%로 나타났으며, 특정종은 비로용담과 끈끈이주걱 등 2종이 분포한다(이영노 1969, 환경부 1997, 조규송 1987).

지리산 왕등재 늪은 해발 960m의 고갯마루 분지지형에 위치한 면적 4,000m²의 습지 생태계로 수위는 평균 -2cm이며, 토양함수량은 85%이며 수 화학은 pH 6.1의 범중성(Circumneutral)으로 나타났으며, 우점종은 사초과와 고랭이속이며 특정종은 난초과 식물이 다소 분포하고 있다(국립공원관리공단, 1998).

울산 정족산 무제치늪은 정족산 능선 안쪽과 상부계곡에 위치하며, 염도는 0.02ppt, 수위는 최대 5.7cm로 측정되었다. pH는 5월 평균 6.36, 10월 평균 6.39로 범중성(Circumneutral)이며, 토양함수량은 평균 256%이다. 우점종은 진피리새로 전체 63%이상을 덮고 있었다(환경부, 1997, 1998).

② 분류체계의 적용

대암산 용늪의 소호소 습지생태계는 물이끼가 우점하는 지역을 대상으로 분류하였으며, 명칭은 소호소 습지생태계의 이끼/지의류 지대의 이끼(유기체 유형, 물이끼, 혼합된 유관속 식물 특정 종)가 우점하는 영구적으로 습윤한 산성을 나타내는 산악의 영구적인 낮은 초원 습지생태계로 분류·기재되었다(표 12).

지리산 왕등재 늪의 소호소 습지생태계는 소호소 습지생태계의 영속형 정수식물(유기체

유형, 사초과와 고랭이속 우점, 특정종 난초 4과)이 우점하는 범중성(Circumneutral) 산악의 영구적인 낮은 초원 습지생태계로 분류·기재되었다. 한편, 울산 정족산 무제치 늪의 소호소 습지생태계는 소호소 습지생태계의 영속형 정수식물(유기체 유형, 사초과 식물 우점, 혼합된 유관속 식물 특정종)이 우점하는 범중성(Circumneutral) 산악의 영구적인 낮은 초원 습지 생태계로 분류·기재되었다.

이들 3지역의 소호소 습지생태계는 서로 유사한 입지 환경을 갖추고 있으며, 모두 수영역과 수문지형 단위가 동일한 것으로 나타났다. 특히 분류체계를 통해서 나타난 결과로는 대암산 용늪에 비해 울산 무제치늪과 지리산 왕등재 늪이 유사점이 더욱 높은 것으로 나타났으며, 이 두 습지 생태계는 우점 식생 유형을 제외하고는 동일한 체계로 분류되었다. 이 두 습지 생태계는 구성 환경이 유사하나 서로 다른 우점 유형, 생태계 기능을 가지는 대표적인 습지 생태계로 다루어 질 수 있다.

4. 결론 및 제언

습지생태계 관리를 위해서는 우선적으로 습지생태계의 정의와 정의에 따른 적합한 습지생태계의 분류체계의 정립이 필요하다. 현재 국내에서는 습지생태계 유형의 기준이 수립되어 있지 않고, 기 조사된 습지생태계의 유형에 관한 환경정보가 부족한 실정에서 습지생태계의 모든 구성요소를 체계적으로 분류한다는 것은 현실적으로 한계가 있다(Brinson 1993). 하지만, Co-wardin의 분류체계를 수정한 미국 야생동물 관리청(U.S Fish and Wildlife Service)의 분류체계를 활용하여 국내의 일부 습지 생태계에 적용하였다.

분류 대상지로 선정된 전체 7개의 습지생태계는 상위계급의 습지생태계 유형을 포함하였으며, 표본지점 중심의 제한적인 적용에도 불구하고 여러 가지 습지생태계 유형으로 분류되었다. 또한 3개의 소호소 습지생태계의 적용 결과에서는 무제치늪과 왕등재늪의 두 습지생태계가 수문지형 단위 체계까지는 동일한 유형으로 분류되었으나, 우점/특정 유형이 서로다른 습지생태계로 분류되었다. 이에 비해 대암산 용늪의 경우 강(Class)수준에서 다른 유형으로 분류되어, 앞서의 두 습지생태계와는 다른 유형으로 분류되었다. 이러한 결과는 관리 및 보전 체계 정립에 있어서, 무제치늪과 왕등재늪은 동일한 수준에서 관리되어야 함을 의미한다.

대호소 습지생태계의 분류체계 대상지로 선정한 우포늪의 경우, 소호소 습지생태계의 강배후사주 수로로 분류되었어야 했으나, 습지생태계의 계 수준에서 평가오류로 인하여 적절하지 못한 분류체계로 적용되었다. 이러한 문제점은 많은 야외 경험과 수문지형에 관한 지식의 축적이 선행되어야 해결될 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 분류체계의 적용과정에서 고려되어야 할 필수적인 요인은 다음과 같이 파악되었다. 첫째, 유형 판단이 매우 중요하다. 따라서, 습지생태계의 체계의 판단을 위해서 수문지형 단위와 수 화학, 식생학 등에 관한 지식이 필수적이다. 대부분의 경우 각 습지 생태계 체계간의 경계가 불명확하게 나타나는 경우가 많으므로 많은 야외 경험을 통하여 개략적인 범위의 판단이 요구된다. 또한, 식생에 있어서의 비영속형과 영속형 식물의 구분이 필요한 것으로 나타났다. 물론 본 논문에서 여러 사례를 들었으나 그 목록이 모든 식생

유형을 포함하지는 못할 것이기 때문에 각 식물 중에 대한 충분한 사전 지식이 요구된다 하겠다.

둘째, 분류체계 실행의 공간적 범위의 설정이 명확해야 한다. 습지생태계 분류체계가 대규모의 경우에 적용될 경우와 정밀하게 적용되는 경우는 같은 습지생태계의 분류에 있어서 서로 다른 결과를 가져올 수 있다. 예를 들어 서울 여의도 셋강 생태공원의 경우 대규모 분류체계에 있어서는 갈대, 물억새가 우점하는 소호소 습지생태계의 영속형 정수 습지생태계로 분류되지만, 소규모 분류체계의 경우 갈대, 물억새가 우점하는 지역과 버드나무가 우점하는 지역이 구분되고, 버드나무 우점 지역도 수고에 따라서 서로 다르게 나타날 수 있다. 즉, 수고 5m이상의 버드나무가 우점하는 지역은 소호소 습지생태계의 소림지 습지생태계로 분류되는 반면, 수고 5m미만의 버드나무가 우점하는 지역은 소호소 습지생태계의 관목 습지생태계로 분류된다. 이런 예에서 습지생태계 분류체계의 범위가 대규모 분류체계를 위해서 수행되는지, 소규모 분류체계가 수행되는지에 대한 분류 목적에 따라 달라질 수 있음을 충분히 고려해야 할 것이다.

셋째, 분류체계 실행의 시간적 범위가 설정되어야 한다. 습지생태계의 분류체계 실행의 공간적 범위와 함께 시간적 범위의 설정이 필요하다. 물론 모든 습지 생태계를 일정한 시간에 분류한다는 것을 불가능하다. 다소의 습지생태계의 경우 짧은 기간 동안에 다른 계, 강, 아강으로 변할 수 있는 특징이 있기 때문에 동일인이 분류할 지라도 분류 시기에 따라서 다소간의 차이가 발생할 수 있다. 예를 들어, 여의도 셋강 생태공원의 제방과 하천 하상이 만나는 곳은 일반적인 경우 강의 범람원으로 분

류되고, 많은 비가 온 후 분류를 수행하면 일시적인 물웅덩이로 분류되어질 수 있다. 단기간에 습지생태계의 분류가 변하는 경우도 있지만, 계절적으로 변화하는 경우는 특히 수 체계와 깊은 관련이 있다. 따라서, 계절적인 변화를 가지는 습지생태계는 1년의 평균적인 측정치(예, 염도, pH 등)가 필요할 것이다.

한편, 본 연구에서 얻어진 결과를 토대로 향후 추진되어야 할 연구의 방향을 제언해 본다. 첫째, 습지생태계 분류체계의 지속적인 적용으로 자료의 축적이 요구된다. 우리나라 전역의 습지생태계에 대한 현지 조사를 진행하여 습지생태계와 관련된 요소들의 체배열과 모든 습지생태계의 단위를 포함할 수 있는 기초 정보를 확보하여야 될 것이다(Ferren 1989).

둘째, 분류된 습지생태계에 따라 생태적 기능과 서식처 기능의 파악에 대한 연구가 진행되어야 한다. 유사한 유형으로 나타난 습지생태계의 경우에도 발생하는 위치나 기후, 고도에 따라서 서로 다른 생태계 기능과 속성을 나타낸다. 소호소 습지생태계에서 유사한 습지생태계로 분류된 울산 무제치늪과 지리산 왕등재늪은 수문지형 단위까지는 유사한 습지생태계 생태계로 분류되었으나, 울산 무제치늪의 경우 끈끈이주걱, 땅귀개, 이삭귀개의 특정종이 나타나고 곤충상에 있어서도 큰물자라가 서식하였다. 한편, 왕등재늪에는 식충식물이 나타나지 않으며 특정종으로 잠자리난초, 창포 등이 나타났다. 이러한 유사한 습지 생태계에서 별개의 생태적 기능과 속성은 분류될 모든 습지 생태계에 나타나야 정확한 정보로써의 가치를 인정받을 수 있다.

셋째, 습지생태계에 관한 지속적인 모니터링이 실시되어야 한다. 분류체계 실행의 시간적 범위 설정에서도 나타나듯 대부분의 습지

생태계는 짧은 기간, 혹은 오랜 기간 동안 그 형상을 달리함과 동시에 생태적 기능과 서식처의 기능이 변하게 된다. 이러한 변화에 대한 연속적인 모니터링의 결과로 습지생태계의 천이과정에 관한 정보를 얻을 수 있으며, 이러한 정보에 기초하여 보다 적절한 습지생태계 관리의 실행이 가능할 것이다.

인용 및 참고문헌

국립공원관리공단. 1998, 지리산 왕등재습지 생태계(모니터링 결과 보고서(2차))
 권영식 외, 1988, 지형분석, 교학연구사
 권오길, 1990, 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I). 문교부
 농어촌진흥공사, 1999, 습지의 특성분석 및 관리대책 연구(Ⅲ)
 농어촌진흥공사, 1997, 습지의 특성분석 및 관리대책 연구(Ⅱ)
 농어촌진흥공사, 1996, 습지의 특성분석 및 관리대책 연구(Ⅰ)
 이창복, 1980, 대한식물도감, 향문사
 조규송, 1987, 대암산 고층습원(high moor)의 육수생태학적 고찰, 조규송 외 공저 : 휴전선 일대의 자연연구, 강원대학교 출판부
 환경청, 1990, '90자연생태계전국조사(I-1) 서울·경기의 녹지자연도(웅진군 등)
 환경부, 1998, 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서(2차년도)
 환경부, 1997, 대암산 용늪 복원 타당성 조사(1차년도)
 환경부, 1997, 백령도연평도(5-13,15)의 자연환경
 환경부, 1997, 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서(1차년도)

환경부, 1987, 우포늪, 주남저수지 생태계 조사
 이영노, 1969, 대암산의 습원식물, 식물분류학 회지 1 : 7-14
 정영호, 1989, 우리나라 자연늪의 현환과 보호, 자연보존 65:12-15
 Brinson, M.M. 1993, A Hydrogeomorphic Classification for Wetlands. Vicksburg: U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Wetlands Research Program Technical Report WRP-DE-4.
 Ferren, W.R., Jr. 1989. A preliminary and partial classification of wetlands in southern and central California with emphasis on the Santa Barbara region. Wetland Plants and Vegetation of Coastal Southern California. A workshop organized for the California Department of Fish and Game and the U.S. Fish and Wildlife Service.
 CLASSIFICATION OF WETLANDS AND DEEPWATER HABITATS OF THE UNITED STATES, http://www.nwi.fws.gov/KEY_DOCUMENTS_OF_THE_RAMSAR_CONVENTION_CLASSIFICATION_SYSTEM_FOT_WETLAND_TYPE, http://www.iucn.org/themes/ramsar/key_ris_types.htm
 WETLANDS OF THE CENTRAL AND SOUTHERN CALIFORNIA COAST AND COASTAL WATERSHEDS, <http://lily.mip.berkeley.edu/wetlands/>
 WETLAND PLANTS AND PLANT COMMUNITIES OF MINNESOTA AND WISCONSIN, <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/1998/mnplant/mnplant.htm>