

우포늪의 교란된 제방에서 식생 구조의 계절적 변화와 1차생산

강 은 영* / 김 태 근** / 오 경 환***+

Seasonal Changes of the Vegetation Structure and the Primary Production in the Disturbed Banks of the Upo Wetland

Eun-yeong Kang* / Tae-Geun Kim** / Oh Kyung-hwan***+

요약 : 우포늪의 제방 보강공사로 식생이 교란된 대대제에서 2005년 10월부터 2006년 10월까지 구조물을 설치한 지역과 설치하지 않은 지역의 식물상과 식생 구조의 계절적 변화 및 1차생산량을 조사, 비교하였다. 조사지역에 분포하는 관속식물은 78 종류로 구조물 지역과 비구조물 지역에서 각각 72 종류 및 75 종류가 각각 확인되었다. 관속식물을 생활형별로 구분하면 수생식물 3 종류, 습생식물 33 종류, 중생식물 42 종류 등이었으며, 귀화식물은 20종으로 전체의 25.6%로서 구조물 지역 17 종류(23.6%) 및 비구조물 지역 18 종류(24.0%)로 두 지역 사이에 큰 차이가 없었다. 구조물 지역은 쇠뜨기가, 비구조물 지역은 토끼풀이 각각 우점하는데, 두 지역 모두 개망초, 환삼덩굴, 자운영, 돼지풀 등 귀화식물의 중요치가 비교적 높았다. 종다양성지수는 1.010~1.450으로 구조물 지역 및 비구조물 지역 모두 10월에 높고 3월에 가장 낮았으며, 조사기간 중 비구조물 지역이 구조물 지역에 비해 높은 값을 나타내었다. 두 지역간의 군집유사도는 0.359~0.456으로서 3월에 가장 낮고 식물의 최대 번성기인 8월에 가장 높았다. 구조물 지역에서 관속식물의 단위면적당 순1차생산량은 417.1 g/m²로서 갈대 179.5, 달맞이꽃 84.0, 물억새 66.1 g/m² 등의 순이었으며, 비구조물 지역의 순1차생산량은 392.7 g/m²로서 망초 102.5, 물억새 87.4, 갈대 81.6 g/m² 등의 순이었다.

핵심용어 : 귀화식물, 식생구조, 우포늪, 일차생산

Abstract : Seasonal changes of flora, vegetation structure, and primary production for the vascular plants were investigated in the disturbed bank, Daedaejae, one of the reinforced bank of Upo wetland, in Changnyeong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea from October 2005 to October 2006. The flora of the whole study area, the fabricated and the non-fabricated bank area were composed of 78, 72, 75 taxa, respectively. Among all of them, hydrophytes, hygrophytes, and mesophytes were 3, 33, and 42 taxa, respectively. The naturalized plants were 20 taxa, which was 25.6% of 78 taxa distributed in the study area. Dominant species of the fabricated and the non-fabricated bank area was Equisetum arvense and Trifolium repens, respectively. Importance values of the naturalized plants such as Erigeron annuus, Humulus japonicus, Astragalus sinicus and Ambrosia artemisiifolia var. elatior were relatively high in both area. The species diversity indices(H') were 1.010~1.450, and those were relatively high in October and low in March in both area. Those of the non-fabricated bank area was higher than the fabricated bank area during the whole study period. The similarity indices(CCS) between two kinds of banks were 0.359~0.456, and was lowest in March and highest in August, the culmination period of the vascular plants. Net primary production in the fabricated bank area was 417.1 g/m², and those of Phragmites communis, Oenothera odorata, Miscanthus sacchariflorus were 179.5, 84.0, and 66.1 g/m², respectively. Net primary production in the nonfabricated bank area was 392.7 g/m², and those of Erigeron canadensis, Miscanthus sacchariflorus, and Phragmites communis were 102.5, 87.4, and 81.6 g/m², respectively.

Keywords : naturalized plant, primary production, Upo wetland, vegetation structure

+ Corresponding author : ohkh@gnu.ac.kr

* 정희원 . 경상대학교 사범대학 생물교육과 석사과정

** 정희원 . 경상대학교 사범대학 생물교육과 석사과정

*** 정희원 . 경상대학교 사범대학 생물교육과 교수 및 경상대학교 환경 및 지역발전연구소

1. 서 론

습지는 각종 물질의 전환을 비롯하여 생물상의 종조성 측면에서 고도의 다양성을 지니며 지구상에서 가장 생명 부양력이 높은 생태계로서 생물적, 수리학적 그리고 경제학적 가치가 높이 인정되고 있는데, 우포늪은 습지, 하천 그리고 제방 중심의 습지 주변부로 이루어져 있다(김한순, 2001). 우리나라 최대의 내륙습지인 우포늪은 낙동강 수계에서 범람시 지류 입구가 먼저 막혀 형성된 자연제방의 배후에 생기는 배후습지이다(손일, 1985).

천이는 환경 변화에 따른 결과이며, 방향성이 있어서 예측 가능하고 마침내는 안정된 생태계(극상)를 형성하기 때문에 기존의 식물 군집에 의한 물리적 환경의 변화에서 비롯되며(Odum, 1969, 1983; Connell and Slatyer, 1977), 시간 경과에 따라 군집의 구조와 기능이 점진적으로 변화하기 때문에 천이의 진행 과정은 지역마다 특수성이 있다(김창기 등, 2006).

우포늪은 1998년 3월에 우리나라 습지로는 두 번째로 랍사르 습지로 등록되었고(경상남도, 2006), 1998년에 습지보호지역으로 지정되었다. 이후 정부 부처와 환경단체 등에 의해 습지생태계에 대한 인식과 소실된 습지의 복원에 관한 관심이 증대되어 서식처의 생물 다양성 유지, 관리 및 복원을 위한 연구가 다양하게 이루어지고 있다(강민정 등, 20007; 김구연 등, 2004; 김태근 등, 2007; 오경환 등, 2004). 그리고 2003년에 발생한 태풍 「매미」의 피해로 제방의 일부가 붕괴되어 주변 경작지가 침수되었고, 그 후 제방 복구를 위한 토목공사가 대대적으로 시행되었다.

본 연구의 목적은 최근 들어 생태적으로 중요성이 부각되는 우포늪에서 태풍 피해로 붕괴된 후 복구된 제방 사면을 대상으로 식생 구조의 계절적 변화와 일차생산을 조사하여 2차 천이 초기 군락의 구조 변화를 밝히고, 제방 복구에 사용된 호안블록 구조물의 설치 여부가 식생의 안정화에 미치

는 영향을 규명함으로써 우포늪 생태계의 생물 다양성 유지와 보전계획 수립을 위한 기초 자료를 제공하는데 있다.

2. 조사 장소 및 방법

2.1 조사 장소

본 연구의 조사 대상 지역은 낙동강 수계의 배후 습지성 호소 중 하나인 우포늪의 우포와 토평천 사이에 축조된 인공제방인 대대제이다(Fig. 1). 우포늪은 경남 창원군 이방면, 대합면 및 유어면 일대에 걸쳐 있는데, 우포, 목포, 사지포, 쪽지벌 등 네 개의 습지로 구성되어 있다 (35° 32' 30" N~35° 33' 30" N, 128° 24' 00" E~128° 26' 30" E). 우포를 거쳐 낙동강으로 유출되는 토평천은 낙동강의 제 1지류로 지방2급 하천으로서 유역 면적은 123.17km²이고, 하천 연장 길이는 30.0 km이다(낙동강유역환경청, 2004).

2003년 9월 태풍 「매미」로 인해 홍수 범람 및 내수 배제 불량으로 인한 침수가 발생하였는데, 우포늪 일대에 위치한 인공 제방인 모곡제, 대대제, 창산제, 주매제 및 소야제의 범람, 붕괴, 농경지 침수 등의 재해가 일어나, 재해 예방을 위한 목적으로 기존의 제방보다 더 높고 더 넓게 보완하는 보강공사가 2004년에 시행되었다.

조사 대상 지역인 대대제의 전체 면적 47,000 m² 중 제방 보강 공사 길이는 3,610m이고, Fig. 2와 같은 규격으로 식생 호안블록 70,547m² 및 필터매트 85,266m²를 설치하며, 사면은 완만한 경사를 적용하여 소단은 연직고 3~5m 간격, 독마루 4.0m, 여유고 1.0m, 법면경사 1:2.0 등으로 설계되었다(낙동강유역환경청, 2004). 제방 보강 공사에서 사면의 안정을 위하여 사용된 호안블록은 콘크리트 구조물로서, 본 조사에서는 호안블록이 설치된 제방을 구조물 지역, 호안블록을 설치하지 않고 대신 코스모스와 유채 등의 종자를 파종한 지역을 비구조물 지역으로 각각 구분하였다.

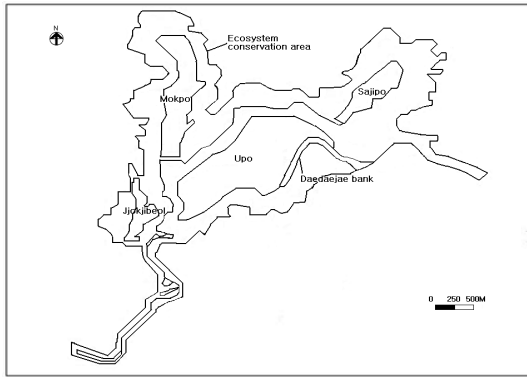


Fig. 1. Map showing the study area in the Upo wetland

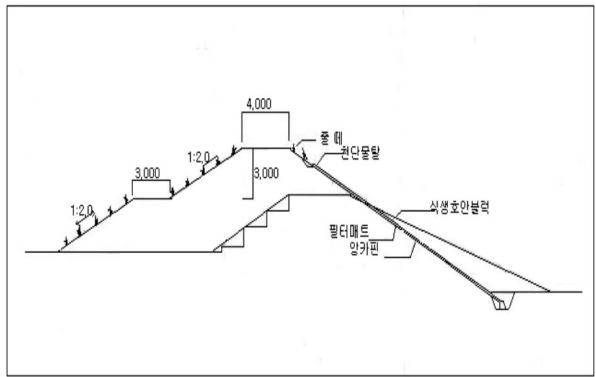


Fig. 2. The cross section diagram of the Daedaejae bank in the Upo wetland

2.2 조사 기간

조사지역에 분포하는 관속식물을 대상으로 식물상과 식생 구조의 계절적 변화 및 일차생산을 조사하기 위하여 2005년 10월에서 2006년 10월 까지 계절별로 현지조사를 실시하였다.

2.3 조사 방법

2.3.1 식물상 및 식생구조 조사

조사 시기와 조사 지점별로 발견되는 관속식물의 목록을 작성하고, 현장에서 동정이 어려운 종은 채집하여 표본으로 제작한 후 박수현(1995, 2001), 이우철(1996), 이창복(1980), 이창복(2003) 등을 참고하여 동정하였다. 각 조사 지점에서 출현하는 관속식물을 대상으로 종별 피도와 빈도를 조사하여 상대 피도와 상대 빈도 및 중요치를 산정하였으며 각 조사 시기별로 구한 중요치를 이용하여 다양성 지수(H') 및 균집의 유사도(CCS)를 산정하였다.

2.3.2 1차 생산량 조사

생물량 조사는 관속식물의 최번성기인 2006년 8월 마지막 주에 중요치가 비교적 높은 14종을 대상으로 실시하였다. 식생이 균질하게 잘 발달한 곳에 방형구 (1x1m)를 설치하고 종별 밀도를

측정하였고 식물체 시료의 일부를 실험실로 운반하여 80℃의 Drying oven에서 향량이 될 때까지 건조시킨 후 건조중량을 측정하여 개체당 건조중량으로부터 단위면적(m²)당 1차생산량을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 식물상

우포늪에 분포하는 관속식물에 대하여 환경청(1987)의 60 종류, 오경환(1990)의 100 종류, 창녕군(1997)의 168 종류, 오경환 등(2004)의 256 종류, 강민정 등(2007)의 333 종류 등이 각각 보고되었다. 본 조사에서는 78 종류가 확인되었고, 구조물 지역 및 비구조물 지역에서 각각 72 종류 및 75 종류가 분포하였다. 생활형별로 구분하면 중생식물 42 종류(53.8%), 습생식물 33 종류(42.4%), 수생식물 3 종류(3.8%) 등인데, 구조물 지역은 중생식물 52.7%, 습생식물 43.1%, 수생식물 4.2% 등이고, 비구조물 지역은 중생식물 50.7%, 습생식물 45.3%, 수생식물 4.0% 등으로서 두 지역 간에 큰 차이가 없었다(Table 1).

최근 우포늪 전체에서 조사된 강민정 등(2007)의 결과와 비교하면 중생식물은 187 종류의 22.5%, 습생식물은 108 종류의 30.6%, 수생식물은 38 종류의 7.9%이며, 전체 종수는 333 종류의 23.4%에 해당한다. 그리고 전체 분포 식물 중

Table 1. The number of species on the life form of the vascular plants in the bank area of the Upo wetland

Study site	Life form	Sampling date						Total (%)
		Oct. 16 2005	Mar. 19 2006	May 14 2006	Jun. 18 2006	Aug. 3 2006	Oct. 29 2006	
Fabricated bank area	Hydrophytes	3	1	1	1	1	3	3 (4.2)
	Hygrophytes	24	5	12	15	14	19	31 (43.1)
	Mesophytes	26	9	16	21	18	22	38 (52.7)
	Subtotal	53	15	29	37	33	44	72 (100.0)
Non-fabricated bank area	Hydrophytes	3	1	3	3	2	3	3 (4.0)
	Hygrophytes	25	7	13	14	19	21	34 (45.3)
	Mesophytes	28	16	20	26	21	22	38 (50.7)
	SubTotal	56	24	36	43	42	46	75 (100.0)
All total	Hydrophytes	3	1	2	3	2	3	3 (3.8)
	Hygrophytes	26	10	15	24	22	22	33 (42.4)
	Mesophytes	34	14	22	28	27	25	42 (53.8)
	All total	63	25	39	55	50	50	78 (100.0)

Table 2. Seasonal changes in the number of the species numbers for the naturalized plants and the native plants of the Upo wetland

Study site	Life form	Sampling date						Total (%)
		Oct. 16 2005	Mar. 19 2006	May 14 2006	Jun. 18 2006	Aug. 3 2006	Oct. 29 2006	
Fabricated bank area	Naturalized plants	14	7	8	10	10	13	17 (23.6)
	Native plants	38	8	21	27	27	43	55 (76.4)
	Subtotal	52	15	29	36	37	56	72 (100.0)
Non-fabricated bank area	Naturalized plants	16	9	13	15	11	11	18 (24.0)
	Native plants	39	15	22	42	32	35	57 (76.0)
	Subtotal	55	24	35	57	43	46	75 (100.0)
Total	Naturalized plants	18	10	13	16	12	13	20 (25.6)
	Native plants	45	15	26	39	35	37	58 (74.4)
	Total	63	25	39	55	50	50	78 (100.0)

중생 및 습생식물이 차지하는 비율은 30% 및 12.4% 높고 수생식물의 비율은 4.1% 낮았다.

이와 같이 수생식물의 비율이 낮고 중생식물과 습생식물의 비율이 높은 것은 조사지역이 우포늪의 개방수면보다 지하수위가 높고 인간의 간섭이 가해진 인공제방이기 때문으로 사료된다. 그리고 2005년 10월 및 2006년 10월에 조사된 관속식물의 종수가 각각 63종류 및 50종류로 다른 것은 조사 시기가 다르고 습생식물의 비율이 습지 주변의 보존 상태나 교란 정도에 따라 분포하는 양상이 다르며(이정아, 1997), 제방이 습지의 주변부로서 천이 초기 과정을 통해 육상화가 부분적으로 진행되었기 때문인 것으로 사료된다(김구연 등, 2004).

3.2 귀화식물의 분포

조사지역에서 확인된 귀화식물은 20 종류로 우리나라 귀화식물 261 종류(박수현, 2000)의 7.7%, 남강 연안대 26 종류(강선희 등, 2001)의 77% 및 남해안 연안습지 40 종류(유주한 등, 2009)의 50%에 달하며, 조사지역 전체의 78 종류 중 25.6%에 해당한다. 각 조사지역에서 출현한 귀화식물의 종수는 구조물 지역 72 종류 중 17 종류(23.6%)이고 비구조물 지역은 75 종류 중 18 종류(24.0%)로서 두 지역 사이에 큰 차이가 없으나 5월(D) 및 6월(E)에 비구조물지역에서 귀화식물의 종류와 전체 식물 종수 모두 구조물 지역에 비해 크게 증가하였다(Table 2).

3.3 관속식물의 식생구조

3.3.1 관속식물의 중요치

구조물 지역에서 출현한 관속식물에 대하여 계절별 상대빈도와 상대피도로부터 중요치를 산정하였으며, 그 중 중요치가 3.0 이상인 20종의 중요치를 Table 3에 나타내었다. 이 지역의 우점종은 중요치가 26.8인 쇠뜨기(*Equisetum arvense* L.)였고, 별사상자(*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), 토끼풀(*Trifolium repens* L.), 갈대(*Phragmites*

communis Trin.), 왕포아풀(*Poa spratensis* L.) 등의 순으로 중요치가 낮아졌다.

조사 시기별로 살펴보면 3월부터 10월까지 지속적으로 출현한 종은 토끼풀, 개망초, 왕포아풀, 배암차즈기, 소리쟁이, 망초, 쇠별꽃 등이며, 쇠뜨기, 갈대, 환삼덩굴 등은 4~5월경에 출현하여 10월까지 출현하였다. 홍수기인 8월에는 물억새의 중요치가 높아지면서 물억새, 쇠뜨기, 토끼풀, 갈대 등이 군락을 형성하였다. 물억새 군락은 하천변 농경지와 폐경지 주변에서 주로 형성되는데, 이는 중생식물 식생 천이의 첫 단계 위치를 갖고 있어 하천의 식생 변화를 예측할 수 있는 군락이다(강상준과 락애경, 1998). 우포늪에서는 우포목포사지포쪽지벌 등에서 수변이나 수로를 따라 나타나며, 대대제에서는 갈대와 혼생하여 분포한다. 갈대 군락은 정수식물의 대표적 군락으로서 6월과 홍수기인 8월에 우점하는데, 수계와 습지에 우점하여 생산량을 높이고 수계의 영양염류를 제거하는 것으로 알려져 있다(송종석과 송승달, 1996).

비구조물 지역에서 출현한 관속식물 중 중요치가 3.0 이상인 22종의 중요치를 Table 4에 나타내었다. 이 지역의 우점종은 중요치가 25.8인 토끼풀(*Trifolium repens* L.)이며, 망초(*Erigeron canadensis* L.), 갈대(*Phragmites communis* Trin.), 환삼덩굴(*Humulus japonicus* S. et Z.), 자운영(*Astragalus sinicus* L.) 등의 순으로 낮아졌다. 조사 시기별로 살펴보면 3월부터 10월까지 지속적으로 출현한 종은 토끼풀, 망초, 갈대, 환삼덩굴 등이며 구조물 지역에 비해 식물상이 다양하였다. 비구조물 지역에 인위적으로 파종한 코스모스와 유채는 2005년 10월에 중요치가 각각 27.0 및 9.4로 비교적 높았으나, 2006년에는 출현빈도가 감소하여 다른 종보다 중요치가 현저하게 낮아졌다.

귀화식물의 중요치를 경남지역 자연늪의 귀화식물 중요치인 0.3~3.3(오경환, 2003)과 비교하면 구조물 지역과 비구조물 지역 모두 귀화식물의 중요치가 비교적 높은데, 이는 제방의 육상화와 2004년 수해 복구공사로 가중된 교란 및 이차천

이의 진행으로 귀화식물과 중생식물의 중요치가 높아진 결과 때문으로 판단된다.

3.3.2 종다양성지수와 군집유사도

수생 및 습생 관속식물의 식생조사 자료로부터 종다양도지수(H')를 산정한 결과 1.010~1.450로서(Table 5), 조사지역별 종다양성지수는 구조물 지역 및 비구조물 지역 모두 2005년 10월(A) 및 2006년 10월(F)에 비교적 높고 3월(B)에 가장 낮았으며, 조사기간 중 비구조물 지역이 구조물 지역에 비해 높은 값을 나타내었다. 또한 종수와 종다양성지수의 값이 양의 상관관계를 나타내었는

데 이는 낙동강 하구에서 생육하는 종수에 일치하여 종다양도지수(H')가 증가하였다는 결과와 일치한다(정영호와 최홍근, 1983).

두 지역 간의 군집유사도(CCS)는 0.359~0.456으로서 3월에 가장 낮고 식물의 최대 번성기인 8월에 가장 높았다(Table 6). 이와 같은 결과로서 두 지역의 교란의 시기가 일치하고 습지로부터 이격된 거리가 같을 뿐만 아니라 사면의 방향과 경사도가 같은 환경적 특성이 유사하며 침수기의 수위 변동에 적응된 종들로 식물군집이 형성되었기 때문에 공통으로 출현하는 종이 많은 것으로 보인다.

Table 3. Seasonal changes of the importance values (>3.0) for the vascular plants in the fabricated bank area of the Upo wetland

Scientific name	Korean name	Sampling date						Mean
		Oct. 16 2005	Mar. 19 2006	May 14 2006	Jun. 18 2006	Aug. 3 2006	Oct. 29 2006	
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	26.0	0	42.3	41.1	27.9	23.6	26.8
<i>Cnidium monnieri</i> (L.) Cusson	별사상자	8.8	42.6	20.4	23.6	0	1.5	16.2
<i>Trifolium repens</i> L.+	토끼풀	15.1	14.1	13.0	19.2	20.2	14.6	16.0
<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대	11.4	0	11.0	18.5	20.2	16.3	12.9
<i>Poa spratensis</i> L.+	왕포아풀	7.7	33.8	6.7	8.8	7.8	7.8	12.1
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.+	개망초	4.9	12.5	10.4	12.9	6.7	0.4	8.0
<i>Astragalus sinicus</i> L.+	자운영	3.3	15.5	7.9	1.2	0	17.4	7.6
<i>Salvia plebeia</i> R. Br.	배암차즈기	1.6	19.3	5.0	7.8	2.3	6.3	7.1
<i>Rumex crispus</i> L.+	소리쟁이	8.7	14.4	5.1	5.2	5.4	3.7	7.1
<i>Erigeron canadensis</i> L.+	망초	0.3	21.7	7.5	5.5	1.4	4.3	6.8
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	강아지풀	7.1	0	12.3	0	12.4	6.2	6.3
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Max.) Benth.	물억새	3.8	0	0	0	12.3	13.3	4.9
<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴	8.7	0	2.1	4.1	7.3	5.3	4.6
<i>Stellaria aquatica</i> Scop.	쇠별꽃	5.6	1.1	6.0	5.7	5.8	2.2	4.4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> Descourtils+	돼지풀	0.4	0	0	2.4	3.1	16.3	3.7
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> Ohwi	벼룩나물	0.3	0	19.2	0	1.4	0	3.5
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	개기장	15.4	0	0	0	0	3.0	3.1
<i>Persicaria perfoliata</i> Gross	머느리배꼽	5.4	0	1.5	3.7	7.3	0.7	3.1
<i>Hemistepha lyrata</i> Bunge	지칭개	0	11.7	5.0	1.0	0.9	0	3.1
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	여뀌	9.5	0	0	0	5.2	3.9	3.1

Table 4. Seasonal changes of the importance values (>3.0) for the vascular plants in the non-fabricated bank area of the Upo wetland

Scientific name	Korean name	Sampling date						Mean
		Oct. 16 2005	Mar. 19 2006	May 14 2006	Jun. 18 2006	Aug. 3 2006	Oct. 29 2006	
<i>Trifolium repens</i> L.+	토끼풀	20.6	27.1	34.5	45.6	28.9	20.6	29.6
<i>Erigeron canadensis</i> L.+	망초	0.0	21.8	17.1	21.7	19.3	10.7	15.1
<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대	1.8	6.2	9.8	9.5	12.9	13.4	8.9
<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴	24.3	5.9	7.3	3.4	4.5	5.2	8.4
<i>Astragalus sinicus</i> L.+	자운영	6.8	20.3	9.1	4.0	0.0	7.2	7.9
<i>Geranium krameri</i> Franchet et Savatier	선이질풀	5.2	16.0	12.3	5.3	0.5	7.4	7.8
<i>Cnidium monnieri</i> (L.) Cusson	별사상자	2.1	17.2	14.1	9.8	0.0	2.1	7.6
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Max.) Benth.	물억새	3.5	0.0	0.0	0.4	14.6	20.1	6.4
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.+	코스모스	27.0	0.0	0.0	4.8	3.2	1.3	6.1
<i>Stellaria aquatica</i> Scop.	쇠별꽃	3.7	6.7	2.8	15.2	3.4	2.3	5.7
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	강아지풀	6.0	0.6	7.3	0.0	11.4	7.9	5.5
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.+	개망초	1.4	7.2	7.9	9.5	5.9	0.0	5.3
<i>Glycine soja</i> S. et Z.	들콩	2.6	0.0	2.3	4.9	10.5	9.9	5.0
<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	지칭개	0.0	15.7	9.1	3.0	1.1	0.0	4.8
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> Descourtils+	돼지풀	0.4	0.0	0.0	3.0	7.4	17.6	4.7
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	6.7	0.0	5.9	3.6	7.9	3.9	4.7
<i>Carex dimorpholepis</i> Steud.	이삭사초	1.8	2.3	1.9	1.0	9.7	9.4	4.4
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> Ohwi	벼룩나물	2.1	15.4	6.6	0.0	0.0	0.0	4.0
<i>Rumex crispus</i> L.+	소리쟁이	2.5	5.1	2.6	2.7	5.3	6.0	4.0
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i> Makino	유채	9.4	0.0	0.0	3.6	5.3	1.6	3.3
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.+	달맞이꽃	1.9	6.8	0.5	3.5	4.5	1.1	3.1
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	여뀌	9.5	0.0	0.0	0.0	5.2	3.9	3.1

+ : naturalized plants

Table 5. Seasonal changes of the Shannon–Wiener diversity indices(H') and the similarity indices(CCS) in the bank area of the Upo wetland

Indices		Sampling date					
		Oct. 16 2005	Mar. 19 2006	May 14 2006	Jun. 18 2006	Aug. 3 2006	Oct. 29 2006
H'	Fabricated bank area	1.450	1.010	1.223	1.251	1.337	1.416
	Non-fabricated bank area	1.442	1.162	1.343	1.305	1.385	1.433
Similarity indices		0.394	0.359	0.400	0.382	0.456	0.433

3.4 관속식물의 1차 생산량

구조물 지역의 단위면적당 1차생산량은 총 417.1 g/m²이며, 종별 생산량은 갈대가 179.5 g/m²으로 가장 높고 달맞이꽃 84.0, 물억새 66.1, 개망초 20.5 g/m² 등의 순이었다(Table 6). 비구조물 지역은 총 392.7 g/m²이며, 망초가 102.5 g/m²으로 가장 높고 물억새 87.4, 갈대 81.6, 돌콩 22.2 g/m² 등의 순이었다(Table 7). 조사 지역의 1차생산량은 우포늪 전체 면적(207.98 ha)과 1차생산량(1,383.3 ton)을 조사한 강민정 등(2007)이 보고한 665 g/m²의 60%에 해당하고, 정양호에서 오경환(1987)이 조사한 줄(*Zizania latifolia*)의 1차생산량인 1,045 g/m²의 39%에 해당한다.

습지에서 식물의 1차생산량을 증가시킬 수 있는 환경요인은 적당한 수분 공급, 긴 생육기간, 적당한 기온, 비옥한 토양 등을 들 수 있는데(강민정 등, 2007), 본 조사대상지역인 대대제의 경우 개방된 수계와 인접하여 수분과 영양 염류의 영향을 간접적으로 받는 생태계이므로 1차생산량이 비교적 많으나, 수분과 영양염류의 영향을 충분히 받는 습지의 39~60%에 불과하다.

3.5 우포늪의 보전과 식생구조

우포늪의 제방 보강공사로 식생이 교란된 대대제는 콘크리트 구조물을 설치한 지역과 설치하지 않은 지역 모두 귀화식물의 비율이 높는데 특히 토끼풀, 개망초, 환삼덩굴, 자운영, 돼지풀 등의 중요치가 높다. 이는 습지 주변의 식생이 교란될 경우 필연적으로 수반되는 결과라고 판단되며, 우포늪의 자연식생을 보전하기 위해서는 각종 토목공사 시행시 설계 및 시공 단계에서 습지 및 그 주변의 식생을 교란시키지 않도록 대책 마련이 필요하다.

조사기간 중 종다양성지수는 비구조물 지역이 구조물 지역에 비해 높고 관속식물의 순1차생산량은 구조물 지역이 417.1 g/m²이고 비구조물 지역은 392.7 g/m²로서 유의한 차이가 없으므로 구조물 설치가 종다양성지수와 순1차생산량에 특별한 효과를 나타내었다고 볼 수 없다. 따라서 식생보전의 측면에서 고려해 볼 때 습지 주변에서 시행되는 제방보강 공사시 불필요한 구조물 설치를 억제할 필요가 있다고 판단된다.

Table 6. Primary productivity of the vascular plants in the fabricated bank area of the Upo wetland

Scientific name	Korean name	Density/m ²	DW(g)/ individual	DW(g)/m ²
<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대	10.6	17.0	179.5
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	2.3	36.2	84.0
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Max.) Benth.	물억새	7.0	9.5	66.1
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	1.8	11.7	20.5
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	25.4	0.8	19.3
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	20.3	0.6	12.2
<i>Glycine soja</i> S. et Z.	돌콩	1.4	6.0	8.4
<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴	1.6	3.9	6.2
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	0.4	15.3	6.1
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	1.5	3.5	5.3
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> Descourtils	돼지풀	0.9	4.8	4.3
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	강아지풀	3.4	0.8	2.8
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	여뀌	0.2	6.6	1.3
<i>Artemisia selengensis</i> Turcz.	물쭈	0.1	14.3	1.1
Total				417.1

Table 7. Primary productivity of the vascular plants in the non-fabricated bank area of the Upo wetland

Scientific name	Korean name	Density/m ²	DW(g)/ individual	DW(g)/ m ²
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	6.7	15.3	102.5
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Max.) Benth.	물억새	9.2	9.5	87.4
<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대	4.8	17.0	81.6
<i>Glycine soja</i> S. et Z.	돌콩	3.7	6.0	22.2
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	32.8	0.6	19.7
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	1.6	11.7	18.7
<i>Artemisia selengensis</i> Turcz.	물쭈	1.2	14.3	17.2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> Descourtils	돼지풀	2.1	4.8	10.1
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	여뀌	0.4	6.6	9.2
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	강아지풀	8.2	0.8	6.6
<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴	1.0	3.9	6.2
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	1.4	3.5	4.8
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	1.1	36.2	4.1
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	3.1	0.8	2.4
Total				392.7

참 고 문 헌

강민정, 김철수, 오경환, 우포늪에서 수생 및 습생 관속식물의 식물상, 현존식생도 및 1차 생산, 한국습지학회지, 제9권, 제2호, pp. 45-55, 2007.

강상준, 곽애경, 청주 무심천의 교란에 따른 식생 분포의 변화, 한국생태학회지, 제21권, 제5-1호, pp. 435-448, 1998.

강선희, 이팔홍, 손성근, 김철수, 오경환, 남강의 연안대 습지에서 교란지와 비교란지의 식생 구조와 환경 요인의 비교, 한국습지학회지, 제3권, 제1호, pp. 1-17, 2001.

경상남도, 경상남도 습지로드맵, 254p, 2006.

김구연, 이찬우, 주기재, 우포늪 물억새 군락에서 성장초기에 잘라주기와 태워주기에 따른 성장 변화, 한옥수지, 제37권, 제2호, pp. 255-262, 2004.

김창기, 정연숙, 주광영, 이규송, 산불 피해 산림의

식생 발달과 토양 보존을 위한 사면 처리 효과, J. Ecol. Field Biol., 제29권, 제3호, pp. 295-303, 2006.

김태근, 이팔홍, 오경환, 우포늪 지역에서 버드나무류 군집의 현존식생도, 현존량 및 1차 생산성, 한국습지학회지, 제9권, 제2호, pp. 33-43, 2007.

김한순, 우포늪과 목포늪의 식물플랑크톤 군집의 계절적 변동, 한국육수학회지, 제34권, 제2호, pp. 90-97, 2001.

낙동강유역환경청, 생태계보전지역에서의 행위허가 신청서, 낙동강환경관리청, 73p, 2004.

박수현, 한국 귀화식물의 현황, 자생식물, 제51권, pp. 12-19, 2000.

박수현, 한국귀화식물원색도감 (보유편), 일조각, 서울, 178p, 2001.

박수현, 한국귀화식물원색도감, 일조각, 서울, 371p, 1995.

송종석, 송승달, 낙동강 상류 한천 일대의 하천변 식생의 식물사회학적 연구, 한국생태학회지, 제

19권, 제5호, pp. 431-451, 1996.

오경환, 정양호 생태계에 있어서 수생관속식물의 군집구조와 생산성 및 영양염류의 순환, 이학박사 학위논문, 서울대학교, 141p, 1987.

오경환, 수생관속식물이 호소 생태계의 부영양화에 미치는 영향, 경상대 기초과학연구소보, 제6권, pp. 91- 108, 1990.

오경환, 김철수, 이팔홍, 손성근, 우포늪과 토평천의 식물상, 한국습지학회지, 제6권, 제3호, pp. 107-118, 2004.

오경환, 경남지역 내 습지생태계 기본 현황 조사 (Ⅲ): 식물생태 분야, 경남지역환경기술개발센터, 2003.

유주한, 박경훈, 윤영철, 송봉근, 경상남도 연안습지에 분포하는 관속식물상, 한국습지학회지, 제11권, 제2호, pp. 29-38, 2009.

이우철, 원색한국기준식물도감. 서울, 아카데미서적, 624p, 1996.

이정아, 진양호 습지의 식생 구조와 환경요인. 석사학위논문, 경상대학교, 68p, 1997.

이창복, 대한식물도감. 향문사, p. 990, 1980.

이창복, 원색대한식물도감. 향문사, p. 914 + 910, 2003.

정영호, 최홍근, 낙동강 하구의 습생식물 및 수중 식물구계의 분포, 한국생태학회지, 제26권, 제4호, pp. 197-206, 1983.

창녕군, 우포 . 목포늪 생태계 보전 방향, 경남개발연구원, 396p, 1997.

환경청, 우포늪, 주남저수지 생태계 조사, 212p, 1987.

Braun-Blanquet, J., Plant sociology: The study of plant communities (Translated by G. D. Fuller and H. S. Conard, 1965). Mcgraw-Hill Book Company Inc., London, 377p, 1932.

Clements, F.E., Plants succession: An analysis of the development of vegetation. Camegie Institution of Washington Publication No. 242, 1916.

Connell, J.H. and Slatyer, R.O., Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. Am. Nat. 111, pp. 1119-1124, 1977.

Odum, E.P., The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270. 1969.

Odum, E.P., Basic ecology. CBS College Pub, Philadelphia. pp. 543-547, 1983.

- 논문접수일 : 09년 09월 16일
- 심사의뢰일 : 09년 09월 20일
- 심사완료일 : 09년 11월 17일