

우포늪에서 수생 및 습생 관속식물의 식물상, 현존식생도 및 1차 생산

강민정* / 김철수** / 오경환***

Flora, Actual Vegetation Map, and Primary Production of the Vascular Hydrophytes and Hygrophytes in the Upo Wetland

Min-jeong Kang* / Cheol-Soo Kim** / Oh Kyung-hwan***

요약 : 우포늪에서 2005년 5월부터 2006년 3월까지 수생 및 습생 관속식물을 대상으로 식물상과 생활형별 분포 현황, 현존식생도 및 생활형별 분포 면적, 생활형별 연순생산성 및 1차생산을 조사하였다. 조사지역에 분포하는 수생 및 습생 관속식물은 우포 263종류, 목포 233종류, 사지포 244종류, 쪽지벌 182종류, 토평천 상류 190종류, 토평천 하류 178종류 등으로 85과 224속 287종 42변종 4품종 등 총 333 종류가 확인되었다. 관속식물을 생활형별로 구분하면 수생식물 38종류, 습생식물 108종류, 육상식물 187종류 등이고, 수생식물을 생활형별로 구분하면 정수식물 20종류·부엽식물 6종류·부수식물 5종류·침수식물 7종류 등으로 구분되었다. 우포늪의 식물군락은 27개 군락으로 구분되었으며, 현존식생도에 나타난 군락별 분포 면적은 마름-붕어마름 군락이 60.64 ha로 가장 넓고, 다음으로 생이가래-붕어마름 군락 32.91 ha, 줄 군락 30.05 ha 등의 순이었으며 생활형별로는 부수식물이 차지하는 면적이 172.6 ha(47.9%)로 가장 넓었다. 수생 및 습생 관속식물의 1차 생산량은 총 1,383.3 ton이고, 그 중 수생식물은 정수식물 564.1 ton(40.8%), 부수식물 484.1 ton(34.9%), 부엽식물 146.7 ton(10.6%), 침수식물 1.3 ton(0.5%) 등의 순이었으며, 습생식물의 1차생산량은 182.1 ton(13.2%)이었다. 이들 수생 및 습생식물들은 대부분 현재의 늪 환경에 적응된 종이므로 늪의 육상화가 진행될 경우 종조성의 변화를 포함하여 생태계에 미치는 악영향이 예상되므로 늪의 보전 대책 및 보존 방안이 요망된다.

핵심용어 : 생활형, 수생식물, 습생식물, 우포늪, 1차생산, 현존식생도

Abstract : Flora, actual vegetation map, distribution area by the life form, primary productivity and annual primary production by the vascular hydrophytes and hygrophytes were investigated in the Upo wetland, Changnyeong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea from May 2005 to March 2006. The flora of Upo, Mokpo, Sajipo, Jokjibyeol, Topyeongcheon upstream, and Topyeongcheon downstream were composed of 263, 233, 244, 182, 190, and 178 taxa, respectively. The flora of total study area was 85 families, 224 genera, 287 species, 42 varieties, 4 form, or total 333 taxa. Among them, hydrophytes, hygrophytes, and others were 38, 108, and 187 taxa, respectively. The life form of the vascular hydrophytes was classified as 20 taxa of emergent plants, 6 taxa of floating-leaved plants, 5 taxa of free-floating plants, and 7 taxa of submersed plants, respectively. There were 27 plant communities including pure population, mixed population, and etc. It is also found that *Trapa japonica-Ceratophyllum demersum* community occupies 60.64 ha, the largest area, and *Salvinia natans-Ceratophyllum demersum* community 32.91 ha, *Zizania latifolia* community 30.05 ha, and that the area of free-floating plants was the largest as 172.6 ha(47.9%) on the basis of life form. Total annual primary production of the vascular hydrophytes and hygrophytes was 1,383.3

+ Corresponding author : ohkh@gnu.ac.kr

* 정회원·거제 거제제일고등학교 교사. 교육학석사

** 정회원·거제 중앙고등학교 교사. 이학박사

*** 정회원·경상대학교 사범대학 생물교육과 및 경상대학교 환경 및 지역발전연구소. 이학박사

※ 본 연구는 환경부의 "국가장기생태연구사업"으로 지원받은 과제의 일부임.

ton. That of the emergent hydrophytes was the most as 564.1 ton(40.8%), and those of the free-floating, floating-leaved, and the submersed were 484.1 ton(34.9%), 146.7 ton(10.6%), and 1.3 ton(0.5%), respectively, and the hygrophytes was 182.1 ton(13.2%). Since most plant species are fairly adapted to the present marsh environment, bad influences and change of species composition are expected by the artificial influences on the wetland such as fragmentation, reclamation, and introduction of the exotic species. Therefore, schemes and counterplans for the conservation and preservation of the marsh are demanded.

Keywords : actual vegetation map, annual primary production, hydrophytes, hygrophytes, life form, primary productivity, Upo wetland

1. 서 론

낙동강 수계에는 지형적 특색으로서 배후습지성 호소(vally blocked lake)가 발달하는데 이는 후빙기(post glacial period)의 해면 상승과 더불어 본류에서의 운반퇴적물이 지류에 비해 많아 범람 시 지류입구가 먼저 막혀 자연제방(natural levee)이 형성되면서 그 배후에 생기는 습지성호소이며, 우포, 주남저수지, 함안군의 여러 작은 늪 등이 이에 속한다(손, 1985).

낙동강 하류에는 이러한 배후습지성 호소가 발달되었는데, 대부분 매몰되거나 간척되어 없어지고 현재는 19개 밖에 남아 있지 않다(조, 1987). 낙동강 수계의 배후습지성 호소들은 배수가 불량하고 수심이 얕아서 수생 관속식물들의 종조성이 다양하고 생산성이 높으며 무기염류가 풍부하다(오, 1988).

수생 관속식물은 환경의 영향을 받을 뿐만 아니라 호소의 환경을 변화시킬 수 있으며(주, 2002; Carpenter *et al.*, 1983; Chale, 1985; Gaudet and Muthuri, 1981; Jaynes and Carpenter, 1986; O'Neill and Kimball, 1983; Simpson and Whigham, 1978; Tsuchiya and Iwaki, 1979; Wetzel, 1983), 수질을 정화하는데 이용할 수 있다(조, 1992).

최근에는 인간에 의한 교란과 자연적 퇴적에 따라 자연늪의 감소가 가속화되고 있는 낙동강 수계의 자연늪 보전을 위하여 자연늪에 분포하는 식물상과 환경 변화가 식물 군집에 미치는 영향에 대한 조사가 절실히 요구되고 있다.

본 연구의 목적은 최근 들어 생태적으로 중요

성이 부각되는 내륙습지 중에서 낙동강 수계의 대표적인 배후습지성 호소인 우포늪 및 우포늪과 수문학적으로 연관된 토평천에서 수생 및 습생 관속식물을 대상으로 식물상과 생활형별 분포 현황을 조사하고, 현존식생도로부터 생활형별 분포 면적을 밝히며, 각 생활형별 연순생산성을 측정하여 조사지역 전체의 1차생산을 밝힘으로서 그 결과를 우포늪 생태계 보전 계획 수립을 위한 기초 자료로 활용하는데 있다.

2. 조사 장소 및 방법

2.1 조사 장소

본 연구의 조사 대상 지역은 낙동강 수계의 배후습지성 호소 중 하나인 우포늪과 우포늪 상류(Site E) 및 하류(Site F)의 토평천이다(Fig. 1). 우포늪은 경남 창원군 이방면, 대합면 및 유어면 일대에 걸쳐 있다(35° 32' 30" N ~ 35° 33' 30" N, 128° 24' 00" E ~ 128° 26' 30" E). 우포늪은 우포(Site A), 목포(Site B), 사지포(Site C), 쪽지벌(Site D) 등 4개의 배후습지성 호소로 구성되어 있는데 주변의 배수 구역에서 집수된 농업용수와 생활하수는 서남쪽으로 4 km 떨어진 낙동강으로 유출된다.

2.2 조사 기간

조사지역에 분포하는 관속식물을 대상으로 식생구조 및 현존식생도를 파악하기 위하여 2005년 5월에서 2006년 3월까지 현지조사를 실시하였다.

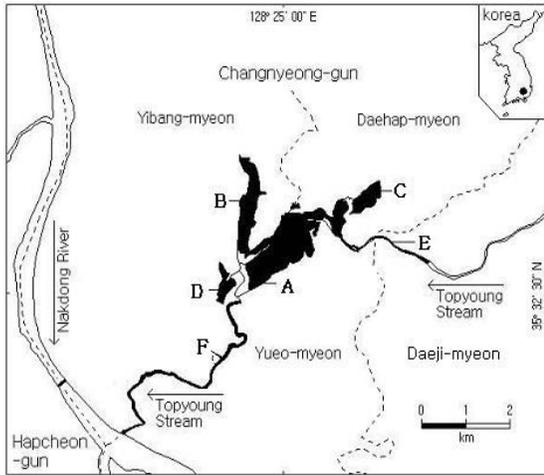


Fig. 1. Map showing the study area in the Upo wetland: A; Upo, B; Mokpo, C; Sajipo, D; Jokjibyeol, E; Topyeongcheon Upstream, F; Topyeongcheon Downstream. A dotted line indicates the township boundary of Changnyeong County.

2.3 조사 방법

2.3.1 식물상 조사

조사대상 지역을 우포, 사지포, 목포, 쪽지벌 등 4개 자연늪과 토평천 상류 및 하류부 지역 등 6개 지소로 구분하여 각 지역별로 출현하는 식물상을 조사하여 작성하였다. 조사시기별로 각 조사지소에서 발견되는 관속식물의 목록을 작성하고 현장에서 동정이 어려운 종은 채집하여 표본으로 제작한 후 오(1984), 이(1980), 이(1996) 등을 참고하여 동정하였다. 그리고 현재까지 우포늪을 대상으로 기존에 발표된 참고문헌을 대상으로 식물상에 대한 문헌 조사를 수행하여 본 조사 결과와 비교하였다.

2.3.2 현존식생도 작성

전체 조사지역의 식물군락별 분포 상황을 조사하여 각 식물군락의 위치를 1:5,000 지형도 상에 묘사한 후 현존식생도를 작성하였다. 완성된 현존식생도 위에 트레싱 종이를 올려놓고 군락별 분포

경계선의 윤곽을 그린 후 군락별 면적을 구적하여 생활형별로 구분한 각 식물군락의 분포 면적을 산정하였다.

2.3.3 수생 및 습생 관속식물의 일차 생산 조사

수생식물의 생물량 조사는 2005년 8월 마지막 주에 실시하였다. 주요 수생식물 군집 중에서 분포지가 넓은 식물을 선정하고, 각 생육지에서 식생이 균질하게 잘 발달한 곳에 방형구를 설치하고 밀도와 지상부의 생중량을 측정하였다.

생중량을 측정한 종별 시료의 일부를 실험실로 운반하여 80°C의 Drying oven에서 향량이 될 때까지 건조시킨 후 건조중량을 측정하여 단위면적당 생물량을 계산하여 연순생산성을 추정하였다. 생물량(biomass) 산정시 초식동물에 의해 제거된 식물량과 일시적으로 존재하는 식물체의 특정 부위 생물량 및 지하부는 제외하였다. 종별 연순생산성 자료를 바탕으로 조사지역의 식물군락별 분포 면적을 고려하여 조사지역 전체의 일차생산을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 식물상

조사지역에서 확인된 식물상을 종합한 결과 85과, 224속, 287종, 42변종, 4품종 등으로서 모두 333종류에 달하고 문헌조사에서 밝혀진 우포늪의 식물상은 환경청(1987) 60종류, 오(1990) 100종류, 창녕군(1997) 168종류, 오 등(2004) 350종류 등이었다(Table 1).

이와 같이 조사 시기와 연구자에 따라 수생 및 습생 관속식물에 대한 분포 종수에 차이가 많은 이유는 조사가 행해진 계절, 조사 면적, 조사 횟수 등에 차이가 있을 뿐만 아니라, 기존 조사에서는 늪 주변에 분포하는 육상식물을 조사하지 않았으며, 특히 습생식물의 경우에는 습지 주변의 보존 상태나 교란 정도에 따라 분포하는 양상이 다르기 때문이다.

Table 1. The number of taxa for the vascular hydrophytes and hygrophytes collected in the Upo wetland

Item	Study site	Family	Genus	Species	Var.	For.	Taxa	Remarks
This study	Upo	78	190	228	31	4	263	
	Mokpo	71	175	202	29	2	233	
	Sajipo	69	179	214	27	3	244	
	Jokjibyeol	58	137	160	20	2	182	
	Topyeongcheon upstream	60	148	164	24	2	190	
	Topyeongcheon downstream	56	140	155	21	2	178	
	Total	85	224	287	42	4	333	
References	Upo wetland	23	60	53	6	1	60	Ministry of Environment (1987)
	"	41	99	88	12	0	100	Oh(1990)
	"	60	168	148	17	3	168	Changnyeonggun(1997)
	"	86	232	302	42	6	350	Oh <i>et al</i> (2004)

조사 대상 지소 중 관속식물의 분포 종수는 우포가 263종류로 가장 많고, 사지포 244종류, 목포 233종류, 토평천 상류 190종류, 쪽지벌 182종류, 토평천 하류 178종류 등의 순이었는데, 분포 종수가 비교적 적은 쪽지벌과 토평천 하류의 경우 식물의 분포면적이 좁고 제방 축조, 경작, 도로 건설 등과 같은 인간의 간섭으로 인하여 식물상이 빈약한 것으로 추정되었다. 그러나 우리나라의 주요 하천 및 습지에서 행해진 수생 및 습생 관속식물에 대한 조사보고(강 등, 2001; 길 등 1989; 김 1996; 김과 오, 2002; 김 등 1993; 윤 등 1994; 이 1997; 이 등 1995; 이와 백 1988; 임 등 1989; 임 등 1994; 정과 최 1983; 정과 최

1987; 조, 1992; 최 1986; 최와 이 1986; 환경청, 1984)와 비교해볼 때 우포를 지역에는 다양한 수생 및 습생 관속식물이 분포하고 있음을 알 수 있다.

3.2 수생 및 습생 관속식물의 생활형별 분포 상황

우포를 지역에 대한 현지조사에서 확인된 관속식물을 생활형별로 구분하면 Table 2와 같이 수생식물 38종류, 습생식물 108종류 및 육상식물 187종류 등으로 구분되었다. 조사지역의 수생식물을 Sculthorpe(1967)의 생활형별로 구분한 결과 정수식물(emergent plants) 20종류, 부엽식물(floating-leaved plants) 6종류, 부수식물(free-

Table 2. The number of taxa for the vascular plants classified by the life form in the Upo wetland

Study site	Hydrophytes*					Hygrophytes	Others	Total
	E	Fl	Ff	S	Subtotal			
Upo	15	4	5	6	30	87	146	263
Mokpo	9	3	5	1	18	76	139	233
Sajipo	11	4	5	3	23	78	143	244
Jokjibyeol	6	2	5	1	14	67	101	182
Topyeongcheon upstream	9	4	5	5	23	68	99	190
Topyeongcheon downstream	8	2	5	5	20	61	97	178
Total	20	6	5	7	38	108	187	333

* Life form of the hydrophytes: E; emergent plants, Fl; floating-leaved plants, Ff; free-floating plants, S; submersed plants

floating plants) 5종류, 침수식물(submersed plants) 7종류 등으로 총 38종류의 수생 관속식물이 다양하게 분포하는 것으로 조사되었다.

3.3 식물군락별 분포 면적 및 현존식생도

조사대상 지역의 현존식생도는 Fig. 2~Fig. 8과 같은데, 그 중 Fig. 2는 조사지역 전체의 소구역별 경계를 나타낸 Index map이고 Fig. 3~Fig. 8은 소구역별 현존식생도이다. 조사지역의 식물군락은 총 27개 군락으로 구분되었는데, 현존식생도로부터 산정한 수생 관속식물의 생활형별 분포 면적은 부수식물이 172.60 ha로 전체 조사대상 면적 360.11 ha의 47.93%를 차지하여 가장 넓고 정수식물 46.81 ha(13.00%), 부엽식물 23.40 ha(6.50%), 침수식물 21.12 ha(5.86%) 등의 순이었고, 습생식물은 24.73 ha(6.87%)였으며, 기

타 목본식물의 분포면적은 47.36 ha(13.15%)였다(Table 3).

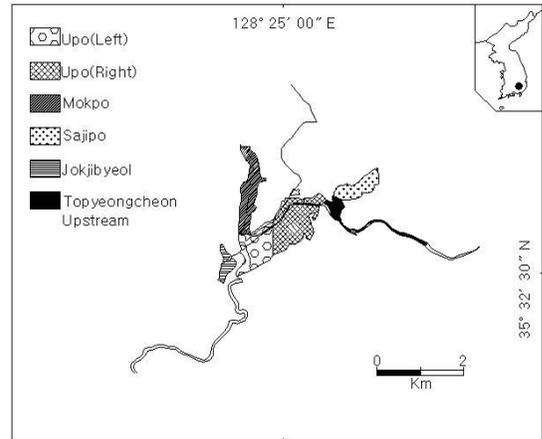


Fig. 2. Index map for the actual vegetation map showing six study sites(Fig. 3~Fig. 8) in the Upo wetland.

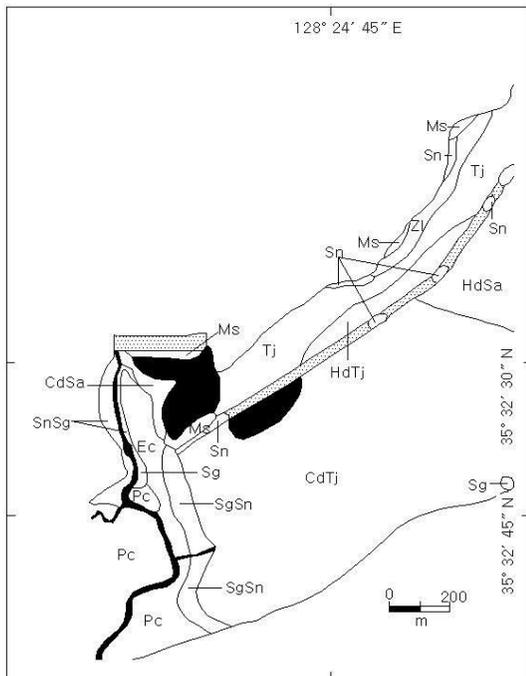


Fig. 3. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Upo(left) wetland. Community symbols are same as Table 3.

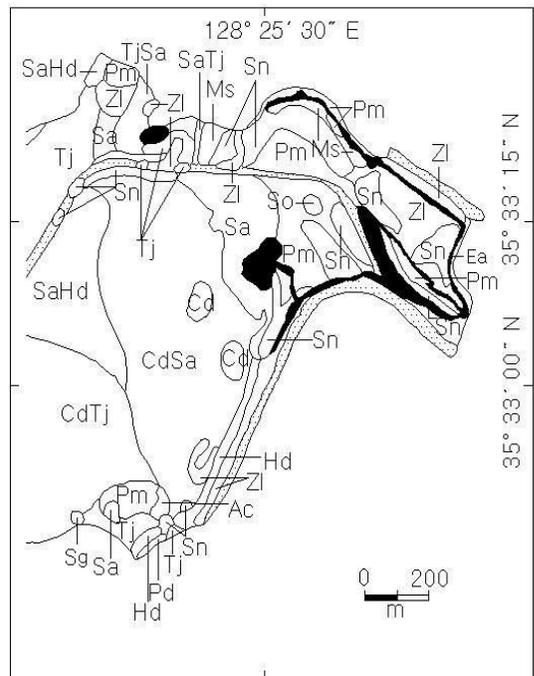


Fig. 4. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Upo(right) wetland. Community symbols are same as Table 3.

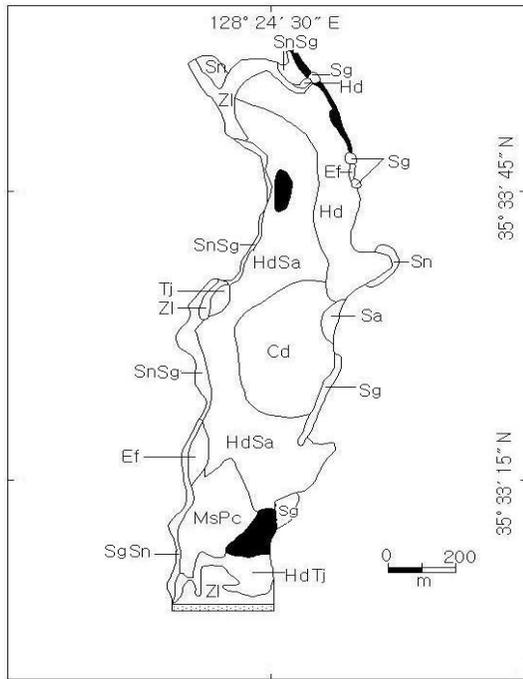


Fig. 5. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Mokpo wetland. Community symbols are same as Table 3.

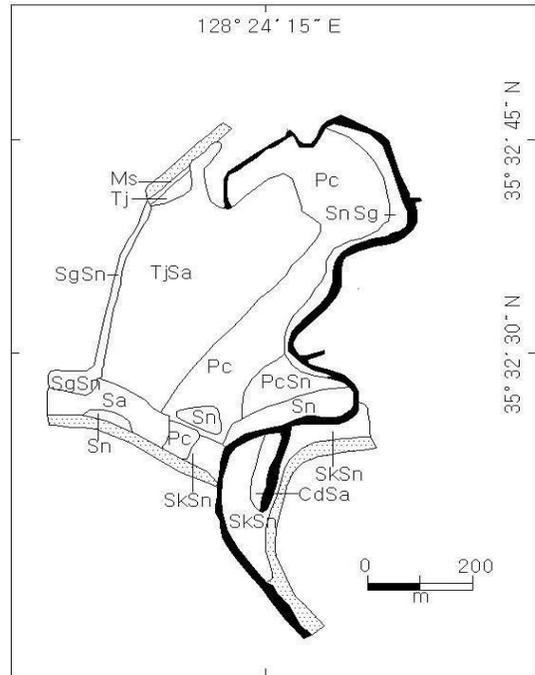


Fig. 7. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Jokjibyeol wetland. Community symbols are same as Table 3.

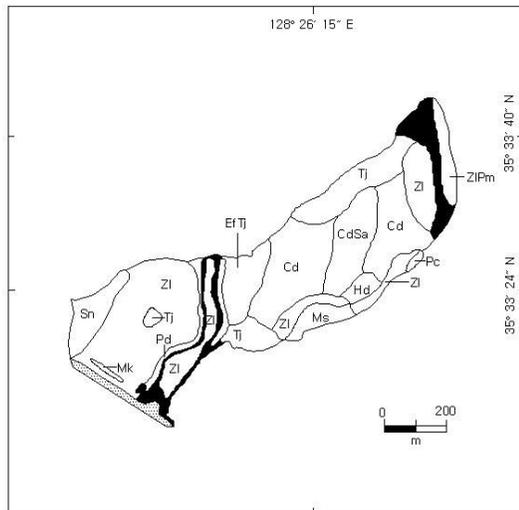


Fig. 6. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Sajipo wetland. Community symbols are same as Table 3.

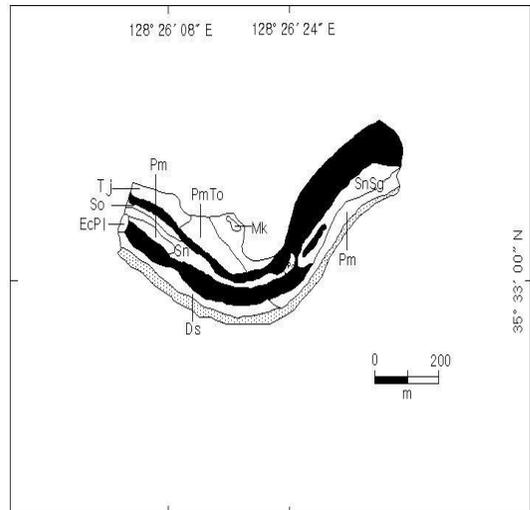


Fig. 8. Actual vegetation map at the culmination for the vascular hydrophytes and hygrophytes in Topyeongcheon Upstream wetland. Community symbols are same as Table 3.

Table 3. Distribution area(ha) and its ratio(%) occupied by the vascular hydrophytes and hygrophytes in the Upo wetland

Life form	Community***	Study site**					Total	
		A	B	C	D	E		
Hydro- phytes*	E	Zl	10.90	5.32	13.83	-	-	30.05
		Pc	4.52	3.99	0.27	0.79	0.80	10.37
		MsPc	-	4.52	-	-	-	4.52
		PmTo	-	-	-	-	1.06	1.06
		Mk	-	-	0.27	-	0.27	0.54
		Ac	0.27	-	-	-	-	0.27
	Total	15.69 (7.54%)	13.83 (19.05%)	14.37 (33.98%)	0.79 (3.67%)	2.13 (13.57%)	46.81 (13.00%)	
	S	Cd	3.03	9.31	8.78	-	-	21.12
		Total	3.03 (1.46%)	9.31 (12.83%)	8.78 (20.76%)	-	-	21.12 (5.86%)
	Fl	Hd	1.86	9.57	0.53	-	-	11.96
		SaHd	10.64	-	-	-	-	10.64
		Ef	-	0.80	-	-	-	0.80
		Total	12.50 (6.01%)	10.37 (14.28%)	0.53 (1.25%)	-	-	23.40 (6.50%)
	Ff	CdTj	60.64	-	-	-	-	60.64
		CdSa	29.12	-	3.46	0.33	-	32.91
		Tj	20.21	0.53	4.79	-	0.80	26.33
		HdSa	-	19.68	-	-	-	19.68
		Sa	9.71	0.53	-	1.00	-	14.70
		TjSa	1.86	-	-	11.7	-	13.56
		HdTj	3.19	2.13	-	-	-	5.32
		EfTj	-	-	2.39	-	-	2.39
	Total	125.26 (60.23%)	22.87 (31.50%)	10.64 (25.16%)	13.03 (60.49%)	0.80 (5.09%)	172.60 (47.93%)	
	Hygrophytes	Pm	11.70	-	-	-	1.86	13.56
		Ms	2.93	-	1.06	0.27	-	4.26
		Ec	3.46	-	-	-	-	3.46
		Ds	-	-	-	-	1.06	1.06
		ZlPm	-	-	1.06	-	-	1.06
		Ea	0.53	-	-	-	-	0.53
PcMs		0.53	-	-	-	-	0.53	
EcPl		-	-	-	-	0.27	0.27	
Total	19.15 (9.21%)	-	2.12 (5.01%)	0.27 (1.25%)	3.19 (20.32%)	24.73 (6.87%)		
Other tree		20.22 (9.72%)	14.36 (19.78%)	2.93 (6.93%)	6.92 (32.13%)	2.93 (18.66%)	47.36 (13.15%)	
Water area		12.13 (5.83%)	1.86 (2.56%)	2.92 (6.91%)	0.53 (2.46%)	6.65 (42.36%)	24.09 (6.69%)	
Total		207.98 (100%)	72.60 (100%)	42.29 (100%)	21.54 (100%)	15.70 (100%)	360.11 (100%)	

* Life form of the hydrophytes: E; emergent plants, Fl; floating-leaved plants, Ff; free-floating plants,

S; submersed plants

** Study sites: A; Upo, B; Mokpo, C; Sajipo, D; Jokjibeol, E; Topyeongcheon Upstream

*** Community: Ac; Acorus calamus var. angustatus Bess, Cd; Ceratophyllum demersum L, CdSa; Salvinia natans (L.) All- Ceratophyllum demersum L, CdTj; Trapa japonica Flerov-Ceratophyllum demersum L, Ds; Digitaria sanguinalis (L.) Scop, Ea; Erigeron canadensis L, EcPl; Persicaria lapathifolia S.F. Gray-Echinochloa crus-galli var. frumentacea (Roxb.) Wight, Ef; Euryale ferox Salisb, Ec; Echinochloa crus-galli var. frumentacea (Roxb.) Wight, Hd; Hydrocharis dubia (Bl.) Backer, HdSa; Salvinia natans (L.) All.-Hydrocharis dubia (Bl.) Backer, Mk; Monochoria korsakowi Regel et Maack, Ms; Miscanthus sacchariflorus (Max.) Benth, Pc; Phragmites communis Trin, Pl; Persicaria lapathifolia S.F. Gray, Pm; Persicaria maackiana Nakai, Sa; Salvinia natans (L.) All, To; Typha orientalis Presl, Tj; Trapa japonica Flerov, Zl; Zizania latifolia Turcz.

부수식물의 분포면적은 마름-붕어마름 군락이 60.64 ha로 가장 넓고 생이가래-붕어마름 군락, 마름 군락, 생이가래-자라풀 군락, 생이가래 군락, 생이가래-마름 군락, 마름-자라풀 군락, 마름-가시연꽃 군락, 생이가래-가시연꽃 군락 등의 순이었다. 정수식물의 분포면적은 줄 군락이 30.05 ha로 가장 넓고 갈대 군락, 갈대-물억새, 부들-나도미꾸리납시 군락, 물옥잠 군락, 창포 군락 등의 순이었다. 부엽식물은 자라풀 군락(11.96 ha), 자라풀-생이가래 군락, 가시연꽃 군락 등의 순이었으며, 침수식물은 붕어마름 군락(21.12 ha)이 대부분이었다.

이와 같은 결과는 우포늪의 생활형별 분포면적은 정수식물의 줄 군락, 부수식물의 마름 군락, 침수식물의 붕어마름 군락 등이 각각 가장 넓고 (오, 1990), 식물군락별 분포면적은 줄 군락이 가장 넓고 물억새 군락, 개구리밥 군락, 생이가래 군락, 세모고랭이 군락 등의 순이며(창녕군, 1997) 마름 군락이 가장 넓고 줄 군락, 물억새 군락, 여뀌 군락, 갈대 군락 등의 순이라는 건교부(2004)의 조사 결과와 비교할 때 전체적인 경향은 유사하지만 세부적인 식물군락별 분포면적은 차이가 있음을 알 수 있다.

이와 같이 조사 시기와 연구자에 따라 식물군

Table 4. Primary productivity($g\ m^{-2}\ yr^{-1}$) by the vascular hydrophytes and hygrophytes in the Upo wetland

Life form	Species	Primary productivity ($g\ m^{-2}\ yr^{-1}$)	
Hydrophytes*	E	<i>Zizania latifolia</i>	1,329.9
		<i>Phragmites communis</i>	1,065.6
		<i>Typha orientalis</i>	39.6
		<i>Monochoria korsakowi</i>	1,329.9
		<i>Acorus calamus</i>	39.6
	S	<i>Ceratophyllum demersum</i>	14.0
	Fl	<i>Hydrocharis dubia</i>	530.0
		<i>Euryale ferox</i>	530.0
	Ff	<i>Trapa japonica</i>	530.0
		<i>Salvinia natans</i>	91.2
Hygrophytes	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	2,643.6	
	<i>Persicaria maackiana</i>	183.6	
	<i>Echinochloa crus-galli var. frumentacea</i>	39.6	
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	39.6	
	<i>Erigeron canadensis</i>	39.6	
	<i>Persicaria lapathifolia</i>	124.0	

* Life form of the hydrophytes: E; emergent plants, Fl; floating-leaved plants, Ff; free-floating plants, S; submersed plants

Table 5. Primary production(ton) occupied by the vascular hydrophytes and hygrophytes in the Upo wetland

Life form	Species***	Study site**					Total	
		A	B	C	D	E		
Hydro- phytes*	E	Zl	145.0	70.8	187.4	-	-	403.2
		Pc	49.6	78.6	2.9	8.4	8.5	148.0
		To	-	-	-	-	10.6	10.6
		Mk	-	-	1.1	-	1.1	2.2
		Ac	0.1	-	-	-	-	0.1
		Total	194.7 (25.6%)	149.4 (51.6%)	191.4 (72.1%)	8.4 (21.4%)	20.2 (69.9%)	564.1 (40.8%)
	S	Cd	3.6	1.3	1.4	0.01	-	6.3
		Total	3.6 (0.5%)	1.3 (0.5%)	1.4 (0.5%)	0.01 (0.03%)	-	6.3 (0.5%)
	Fl	Hd	56.3	79.6	2.8	-	-	138.7
		Ef	0.7	4.2	3.1	-	-	8.0
		Total	57.0 (7.5%)	83.8 (28.9%)	5.9 (2.2%)	-	-	146.7 (10.6%)
	Ff	Tj	360.9	11.3	34.9	15.5	4.2	426.8
		Sa	32.8	13.9	2.4	8.2	-	57.3
		Total	393.7 (51.8%)	25.2 (8.7%)	37.3 (14.1%)	23.7 (60.5%)	4.2 (14.5%)	484.1 (34.9%)
	Hygrophytes	Ms	88.0	29.9	28	7.1	-	153.0
Pm		21.5	-	1.5	-	3.9	26.9	
Ec		1.4	-	-	-	0.03	1.40	
Ds		-	-	-	-	0.4	0.4	
Ea		0.2	-	-	-	-	0.2	
Pl		-	-	-	-	0.2	0.2	
Total		111.1 (14.6%)	29.9 (10.3%)	29.5 (11.1%)	7.1 (18.1%)	4.5 (15.6%)	182.1 (13.2%)	
Total		760.1 (100%)	289.6 (100%)	265.5 (100%)	39.2 (100%)	28.9 (100%)	1,383.3 (100%)	

* Life form of the hydrophytes: E; emergent plants, Fl; floating-leaved plants, Ff; free-floating plants, S; submersed plants

** Study sites: A; Upo, B; Mokpo, C; Sajipo, D; Jokjibeol, E; Topyeongcheon Upstream

*** Species symbols: Same as Table 3.

락별 분포면적에 차이가 나는 이유는 조사가 행해진 계절, 조사 면적, 조사 횟수 등에 차이가 있을 뿐만 아니라, 조사 연도에 2~16년의 시차가 있고 각 연구자의 조사시 계절별 기상조건에 차이가 있었기 때문으로 추정된다.

3.4 생활형별 1차생산

우포지역에서 생활형별 주요 식물종의 단위면적당 지상부의 연순생산성은 물억새가 2,643.6 g m⁻² yr⁻¹로 가장 높았으며, 다음으로 줄 및 부들이 1,329.9 g m⁻² yr⁻¹, 갈대 1,065.6 g m⁻² yr⁻¹ 등의 순이었다(Table 4).

우포지역 전체에서 1차생산은 총 1,383.3 ton (100%)인데 마름이 426.8 ton으로 가장 많고, 그 다음으로 줄 403.2 ton, 물억새 153.0 ton, 갈대 148.0 ton, 자라풀 138.7 ton, 생이가래 57.3 ton, 나도미꾸리늪시 26.9 ton, 물옥잠 10.6 ton, 가시연꽃 8.0 ton, 붕어마름 6.3 ton, 부들 2.2 ton, 바랭이 0.4 ton, 망초 0.2 ton, 흰여뀌 0.2 ton 등의 순이었다(Table 5).

식물의 1차 생산을 증가시킬 수 있는 환경요인은 적당한 수분 공급, 긴 생육기간, 적당한 기온, 비옥한 토양 등을 들 수 있는데 우포늪의 경우 수분과 영양염류가 지속적으로 공급되는 환경이므로

1차생산이 많아 식물의 생장이 매우 왕성하게 이루어지는 생태계라 할 수 있다.

참고 문헌

- 강선희, 이팔홍, 손성곤, 김철수, 오경환 (2001). 남강의 연안대 습지에서 교란지와 비교란지의 식생구조와 환경 요인의 비교. 한국습지학회지, 제3권, 제1호, pp. 1-17,
- 건설교통부, 부산지방국토관리청 (2004). 토평천 종합치수대책 수립보고서(II): 생태계조사 보고서. p. 388
- 길봉섭, 윤경원, 노병진, 김창환 (1989). 전라남북도 수역의 관속식물상과 그 분포. 한국육수학회지, 제22권, 제2호, pp. 111-126
- 김인택, 오경환 (2002). 경남지역내 습지 생태계 기본현황 조사. 경남지역환경기술개발센터 : pp. 71-83
- 김인택, 이호원, 이상명 (1993). 함안군의 수생 및 습생 관속식물상. 창원대 환경문제연구소 논문집 2: pp. 47-71
- 김하송 (1996). 영산강 집수역에서 삼림과 수생식물의 분포 및 하천 수질과의 관계. 목포대 박사학위 논문. p. 166
- 손 일 (1985.) 경남의 지역구조와 그 특색. 국립지리, 국립지리원. p. 513
- 오경환, 정양호 (1988). 생태계에 있어서 수생관속식물의 군집구조와 생산성 및 영양염류의 순환. 서울대 이학박사 학위논문. p. 141
- 오경환 (1990). 수생관속식물이 호소생태계의 부영양화에 미치는 영향. 한국과학재단 연구보고서. p. 47
- 오경환, 김철수, 이팔홍, 손성곤 (2004). 우포늪과 토평천의 식물상. 한국습지학회지, 제6권, 제3호, pp. 107-118
- 오용자 (1984). 한국산 사초과식물 I~III. 성신여자대 출판부, 서울
- 윤성아, 이정환, 오경환 (1994). 남강 주변 습지의 식물군락 구조와 토양환경. 경상대 환경연보 2: pp. 85-98
- 이우철 (1996). 원색한국기준식물도감. 서울, 아카데미서적. p. 624
- 이우철, 백원기 (1988). 강원지역 수초의 연구. 한국식물분류지, 제18권, 제3호, pp. 191-199,
- 이정아 (1997). 진양호 습지의 식생 구조와 환경요인. 경상대 석사 학위 논문, p. 68
- 이창복 (1980). 대한식물도감. 향문사, 서울. p. 990
- 이팔홍, 김철수, 오경환 (1995). 함안지역 자연늪의 식생구조와 환경요인. 경상대 과교연보 15: pp. 105-124
- 임병선, 김하송, 이점숙, 임현빈, 김명화 (1994). 영산강 유역의 수생식물상과 분포에 관한 연구. 목포대 연안생물연구소보 11: pp. 1-14
- 임양재, 이은복, 전상린, 윤일병, 김훈수, 원병오 (1989). 한국의 습지 동식물 군집의 구조 및 동태에 관한 연구. 1987-1989년도 학술진흥재단 자유공모과제 최종보고서. pp. 2-34,
- 정영호, 최홍근 (1983). 낙동강 하구의 습생식물 및 수중식물구계의 분포. 한국생태학회지, 제26권, 제4호, pp. 197-206,
- 정영호, 최홍근 (1987). 함안 소재 자연늪의 수생관속식물상. 환경생물학회지, 제5권, 제1호, pp. 17-28
- 조강현 (1992). 팔당호에서 대형수생식물에 의한 물질생산과 질소와 인의 순환. 서울대 이학박사학위 논문. p. 233
- 조화룡 (1987). 한국의 총적평야. 서울, 교학연구사. pp. 58-68,
- 주기재 (2002). 우포의 하계 부수식물의 육수학적 영향 특성. 한옥수지. 35: pp. 273-284
- 창녕군 (1997). 우포 . 목포늪 생태계 보전 방향. 경남개발연구원. p. 396
- 최홍근 (1986). 한국산 수생관속식물지. 서울대 이학박사학위논문. p. 258
- 최홍근, 이상명 (1986). 김해군의 습생 및 수생식물의 구계와 분포. 경남대 부설 환경연구소보 8: pp. 83-104,

- 환경청 (1984). 함안 소재 자연늪의 환경과 생물상. 환경청. p. 267
- 환경청 (1987). 우포늪, 주남저수지 생태계 조사. 환경청. p. 212
- Carpenter, S. R., Elser, J. J., and Olson, K. M. (1983). Effects of roots of *Myriophyllum verticillatum* L. on sediment redox conditions. *Aquatic Botany* 17: pp. 243-249
- Chale, F. M. M. (1985). Effects of a *Cyperus papyrus* L. swamp on domestic waste water. *Aquatic Botany* 23: pp. 185-189
- Gaudet, J. J. and Muthuri, F. M. (1981). Nutrient relationships in shallow water in an African Lake, Lake Naivasha. *Oecologia* 49: pp. 109-118
- Jaynes, M. L. and Carpenter, S. R. (1986). Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics. *Ecol. Vol. 67, No. 4*, pp. 875-882
- O'Neill, M. J. A. and Kimball, K. D. (1983). Relationship of macrophyte-mediated changes in the water column to periphyton composition and abundance. *Freshwater Biology* 13: pp. 403-414
- Sculthorpe, C. D. (1967). *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold Ltd., London. p. 610
- Simpson, R. L. and Whigham, D. F. (1978). Seasonal patterns of nutrient movement in freshwater tidal marsh. In, *Freshwater wetlands: Ecological process and management potential*, R. E. Good et al. (ed.). Academic press, N. Y. pp. 243-257,
- Tsuchiya, T. and Iwaki, H. (1979). Impact of nutrient enrichment in a waterchestnut ecosystem at Takahama-Iri Bay of Lake Kasumigaura, Japan II. Role of waterchestnut in primary productivity and nutrient uptake. *Water, Air, and Soil Pollution* 12: pp. 503-510,
- Wetzel, R. G. *Limnology* (2nd ed.). (1983). Saunders College Pub., Philadelphia. p. 857