

우포늪과 토평천의 식물상

Flora in Woopo Wetland and Topyeong Stream

오 경 환* / 김 철 수 / 이 팔 홍 / 손 성 곤

Oh, Kyung hwan / Kim, Cheol Soo / Lee, Pal Hong / Son, Sung Gon

:: Abstract ::

The flora of the vascular hydrophytes and hygrophytes and the change of flora according to the fluctuation of the water level before and after flooding were investigated from September 2002 to October 2003 in Woopo Wetland and Topyeong Stream, Changnyeong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea. The flora of the Woopo, Mokpo, Sajipo, Jokjibyeol, Topyeongcheon Upstream, and Topyeongcheon Downstream were composed of 256, 242, 265, 177, 201, and 180 taxa, respectively. The flora of total study area was 86 families, 232 genera, 302 species, 42 varieties, 6 form, or total 350 taxa. Among them, hydrophytes, hygrophytes, and others were 36, 96, and 218 taxa, respectively. The life form of the vascular hydrophytes was classified as 19 taxa of emergent plants, 6 taxa of floating-leaved plants, 4 taxa of free-floating plants, and 7 taxa of submersed plants. The specified wild plants designated by the Korean Association for Conservation of Nature, Ministry of Forest, and Ministry of Environment were *Euryale ferox*, *Hydrocharis dubia*, *Persicaria amphibia*, *Acorus calamus* var. *angustatus*. And *Aristolochia contorta* was distributed in the study area. The floras of the naturalized plants of the Woopo, Mokpo, Sajipo, Jokjibyeol, Topyeongcheon Upstream, and Topyeongcheon Downstream were composed of 27, 25, 35, 21, 26 and 24 taxa, respectively. The flora of the naturalized plants of total study area was 43 taxa, this equalled 12.3% of total vascular plants in the study area. And 165 ~ 244 taxa were surveyed in the each study area before flooding, total 299 taxa, and 86 ~ 212 taxa after flooding, total 299 taxa. Among them, hydrophytes, hygrophytes, and others were 33 and 29, 93 and 83, 183 and 187 taxa before and after flooding, respectively. Before and after flooding, the species number of emergent plants, floating-leaved plants, free-floating plants, and submersed plants was nearly the same. It was guessed that vascular hydrophytes and hygrophytes adapted to fluctuation of the water level in the study area.

* 정희원 · 경상대학교 생물교육과 교수 · E-mail: ohkh@gsnu.ac.kr

keywords: Woopo Wetland, Topyeong Stream, Hydrophytes, Hygrophytes, Naturalized plants, Flooding, Fluctuation of water level

:: 요 지 ::

우포늪 및 우포늪과 수문학적으로 연관된 토평천을 대상으로 관속식물상과 홍수시 유량 변화에 따른 식물종의 변화를 조사하였다. 본 조사에서는 우포 256종류, 목포 242종류, 사지포 265종류, 쪽지별 177종류, 토평천 상류 201종류, 토평천 하류 180종류 등으로서 모두 86과 232속 302종 42변종 6품종 등 총 350종류가 확인되었는데, 수생식물 36종류, 습생식물 96종류 및 육상식물 218종류였다. 수생식물을 생활형별로 분류한 결과는 정수식물 19종류, 부엽식물 6종류, 부수식물 4종류, 침수식물 7종류 등이었다. 우포늪에 분포하는 관속식물 중 법적 보호종 및 기타 보호 가치가 있는 식물로는 가시연꽃, 자라풀, 창포, 귀방울덩굴, 물여뀌 등이었다. 조사 지역에 분포하는 귀화식물은 우포늪 27종류, 목포 25종류, 사지포 35종류, 쪽지별 21종류, 토평천 상류 26종류 및 토평천 하류 24종류이며, 우포늪 전체로는 43종류였는데 이는 우포늪 전체에서 출현한 관속식물의 12.3%에 해당한다. 홍수시 유량 변화에 따른 식물종의 분포 변화 양상을 예측하기 위하여 장마 전·후를 중심으로 관속식물의 분포 현황을 조사한 결과 장마 전에는 165~244종으로서 총 299 종류였고, 장마 후에는 86~212종으로서 총 299 종류로서 6개 조사 지소 모두 장마 전의 분포 종수가 장마 후보다 많았으며, 전체 분포 종수는 장마 전 및 후 모두 299 종류로 같았다. 장마 전 및 장마 후를 기준으로 관속식물의 생활형별 분포 종수를 조사한 결과 수생식물, 습생식물 및 육상식물의 장마 전 분포 종수는 33, 83 및 183종류였고, 장마 후에는 29, 83 및 187종류였다. 그리고 수생식물의 경우 생활형별 분포 종수도 장마 전과 장마 후의 분포 상황에 큰 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 장마 전과 장마 후의 전체 분포 종수 및 생활형별 분포 종수에 큰 차이가 없는 것은 조사 지역에 분포하는 수생 및 습생식물들이 대부분 늪의 수위 변동에 적응된 종들이기 때문인 것으로 추정된다. 그러나 우포늪과 토평천의 습지가 훼손될 경우 각종 악영향이 예상된다.

핵심용어: 우포늪, 토평천, 수생식물, 습생식물, 귀화식물, 홍수, 수위 변동

1. 서 론

육수생태계는 호소·연못과 같은 정수생태계 (lentic ecosystem), 샘·계류·강과 같은 유수생태계 (lotic ecosystem), 소택지 (swamp)·늪 (marsh)과 같은 습지생태계 (wetland ecosystem)로 구분된다 (Odum, 1983). 고도가 높은 산지의 호소는 유역의 토양 발달이 불량하고 빈영양적이지만 유역이 넓고 비옥한 평

지의 호소는 부영양적 특성을 구비하고 있다. 낙동강 수계에는 지형적 특색으로서 배후습지성 호소 (valley 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

일, 1985). 낙동강 하류에는 이러한 배후습지성 호소가 발달되어 1918년 지도에는 98개가 나타나 있으나 대부분 매몰되거나 간척되어 없어지고 현재는 19개 밖에 남아 있지 않다(조화룡, 1987). 낙동강 수계의 배후습지성 호소들은 배수가 불량하고 수심이 얕아서 수생관속식물들의 종조성이 다양하고 생산성이 높으며 무기염류가 풍부하다(오경환, 1988).

수생관속식물들은 환경의 영향을 받을 뿐만 아니라 호소의 환경을 변화시킬 수 있다. 특히 정수식물은 생장기간 중 질소와 인을 많이 흡수하므로 호소연안대가 양분보유 기능을 수행하며(Simpson and Whigham, 1978), 염류 순환에 영향을 미친다(Gaudet and Muthuri, 1981). 그리고 수생관속식물은 가정폐수의 정화에 기여하며(Chale, 1985), 마름의 경우 저토와 수중의 양분을 흡수·제거시킬 수 있다(Tsuchiya and Iwaki, 1979). 물수세미(*Myriophyllum verticillatum*)는 저토의 산화-환원 전위차를 증가시키고(Carpenter *et al.*, 1983), 온도, 용존산소, pH, 광선, 부착조류의 종조성 등을 변화시키고(O'Neill and Kimball, 1983), 침수식물들도 호소의 물리·화학적 환경을 변화시키거나 미세성층구조(microstatification)를 형성한다(Jaynes and Carpenter, 1986). 그리고 대형수생식물은 자신이 유기물을 생산하여 저토에 퇴적시킬 뿐만 아니라 물의 유동을 억제하여 외부에서 유입되는 물질을 퇴적시키고, 또한 저토의 침식을 감소시킴으로써 퇴적 작용을 촉진하여 호소의 육상화를 촉진시킨다(Carpenter 1981, Wetzel 1983, James and Barko 1990). 대형수생식물의 공간적 분포는, 시간의 경과 즉 천이에 따른 호소의 육지화로 인하여 시간적으로 변하는데, 일반

적으로 차축조 식물과 침수식물, 부유식물, 부엽식물, 정수식물, 육상식물의 순으로 천이가 일어난다(Wetzel, 1983).

수생관속식물과 관련된 생태학적 연구로는 금호제와 척포체가 순채(*Brasenia purpurea*) 자생 저수지로서 비자생 저수지에 비해 수심이 얇고 저토유기물이 많으며 부영양화 상태임이 보고되었다(Ahn *et al.*, 1977). 그리고 오경환(1988)은 정양호에서 수생관속식물의 군집구조, 생활형별 생장과 연순생산성 및 수생관속식물을 통한 질소와 인의 순환을 조사한 바 있으며, 조강현(1992)은 수도권 상수도원인 팔당호에서 수생관속식물에 의한 수질의 정화 방안을 연구하였다.

인간에 의한 교란과 자연적 퇴적에 따라 자연늪의 감소가 가속화되고 있는 낙동강 수계의 자연늪 보존을 위하여 자연늪에 분포하는 식물상과 환경 변화가 식물 군집에 미치는 영향에 대한 조사가 절실히 요구된다. 본 연구의 목적은 최근 들어 생태적으로 중요성이 부각되는 내륙습지 중에서 낙동강 수계의 대표적인 배후습지성 호소인 우포늪 및 우포늪과 수문학적으로 연관된 토평천을 대상으로 관속식물상을 조사하고 홍수시 유량 변화에 따른 식물종의 변화 양상을 예측하여 우포늪 생태계 보전 계획 수립을 위한 기초 자료를 제공하는 데 있다.

2. 조사 장소 및 방법

2.1 조사 장소

본 연구의 조사 대상 지역은 낙동강 수계의 배후습지성 호소 중 하나인 우포늪과 우포늪 상·하류의 토평천이다(Fig. 1). 우포늪은 경남

창녕군 이방면, 대합면 및 유어면 일대(35° 32' 30" N ~ 35° 33' 30" N, 128° 24' 00" E ~ 128° 26' 30" E)에 걸쳐 있다. 우포늪은 우포, 사지포, 목포, 쪽지벌 등 4개의 배후 습지성 호소로 구성되어 있는데 주변의 배수 구역에서 집수된 농업용수와 생활하수는 서남쪽으로 4 km 떨어진 낙동강으로 유출된다. Hutchinson(1967)에 의한 대상 구조에 따르면 우포늪은 조하대(infralittoral zone)와 진연안대(eulittoral zone)로 구분되는데 이들의 면적은 각각 179.3 및 129.1 ha이며, 물꼬챙이골, 창포, 긴미꾸리납시, 여뀌, 세모고랭이 등이 우점하고 있다.

조사 지역의 기후는 우포늪에서 서쪽으로 약 15 km 떨어진 곳에 위치한 합천관측소의 기상자료(기상청, 2003) 및 Walter(1973)의 방법에 의해 Fig. 2와 같은 기후도로 나타내었는데, 연평균 기온 12.3°C, 연평균 강수량

1267.3 mm, 상대습도 68.5%, 무상일수 258일 등이다.

2.2 조사 기간

- 1차 조사: 2002. 9. 24~9. 27(추계-예비 조사)
- 2차 조사: 2003. 1. 10~1. 12(동계)
- 3차 조사: 2003. 4. 4~4. 6(춘계)
- 4차 조사: 2003. 5. 31~6. 1(하계-장마 전)
- 5차 조사: 2003. 7. 26~7. 27(하계-장마 후 1차)
- 6차 조사: 2003. 8. 2~8. 3(하계-장마 후 2차)

2.3 조사 방법

조사 대상 지역은 우포, 목포, 사지포, 쪽지벌 등 4개 자연늪과 토평천의 상류부 및 하류부 지역 등 6개 지역으로 구분하여 각 지역별로 출현하는 식물상을 조사하여 목록을 작성하였고 수생식물들의 생태 사진 및 경관

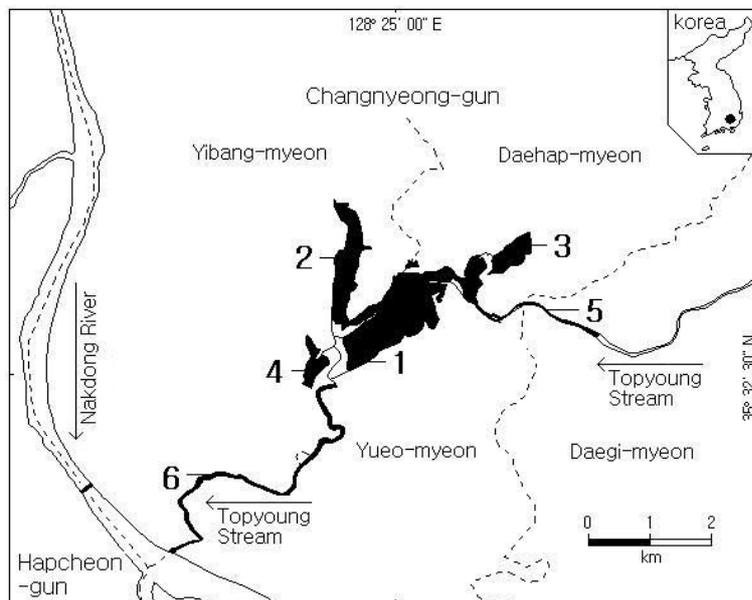


Fig. 1 Map of the study area: 1; Woopo, 2; Mokpo, 3; Sajipo, 4; Jokjibyeol, 5; Topyeongcheon Upstream, 6; Topyeongcheon Downstream. A dotted line indicates the boundary of district.

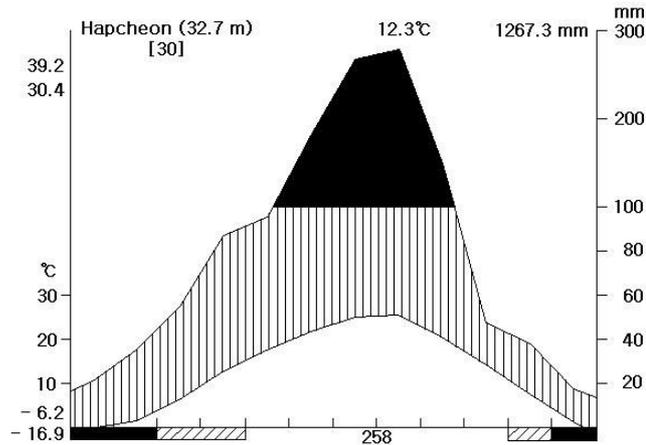


Fig. 2 Climate-diagram for the study area. Data are based on the climatic data of Hapcheon Meteorological Auxiliary Station located 15 km apart to the west of Woopo Wetland (1974 ~ 2003).

사진을 광학 및 디지털 사진기를 이용하여 촬영하였다.

계절별 식물상 조사를 수행하고 전 지역의 권역별 전체 식물상 목록을 작성하였으며, 법적 보호종, 희귀종, 고유종, 귀화종 등의 목록과 이들의 분포 상황을 조사하였다. 특히 장마 전(2003. 5. 31~6. 1) 및 장마 후(2003. 7. 26~7. 27 및 8. 2~8. 3)를 중심으로 중점 조사를 실시하여 홍수시 유량 변화에 따른 식물종의 변화 양상을 예측하였다. 아울러 경관 대표종들의 사진을 촬영하여 식물상의 변화 모습을 기록하였다.

아울러 현재까지 우포늪을 대상으로 기존에 발표된 참고문헌을 대상으로 식물상에 대한 문헌 조사를 수행하여 본 조사 결과와 비교 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 식물상의 개관

3.1.1 우포

조사 대상 지역 중 우포는 대대 제방에서 시작되어 토평 마을 남쪽 토평천 하류까지 연결된 인공 제방을 제외하고는 개방 수면과 연안대가 잘 발달되어 있어서 이들 지역을 중심으로 다양한 수생 및 습생 관속식물이 분포하고 있다. 그러나 인간의 간섭으로 훼손된 인공 제방과 경작지는 귀화식물을 포함한 각종 육상식물이 분포하여 늪의 고유한 경관을 해치고 있었다. 우포의 남단에 위치한 화석 출토지 주변 야산에는 소나무가 우점하고 상수리나무가 아우점하는데 우포쪽 연안대에는 왕버들, 버드나무, 선버들 등과 함께 물억새, 비수리, 여뀌, 쇠뜨기 등이 분포하고 있다. 우포와 사지포 사이에 축조된 인공 제방은 육상화 및 교란으로 기존 식물상 대신 달맞이꽃, 개망초, 까마중 등을 포함한 각종 육상 귀화식물들이 분포하고, 제방 이외의 각종 인공 구조물 설치로 자연 경관이 크게 훼손되어 있었다.

3.1.2 목포

목포는 동쪽과 서쪽 연안대에 설치된 도로로 인해 육상과 늪이 단절되어 있고 북쪽과 남쪽에는 인공 제방으로 인하여 역시 자연적인 연안대가 발달되어 있지 않으나, 장재골 마을 앞쪽 연안대에는 왕버들, 버드나무, 선버들 등으로 구성된 교목 및 아교목 군락이 분포하고 있으며 개방수면에는 마름이 주로 분포하고 있다. 목포의 남단 동쪽에 위치한 소목마을 쪽 야산의 소나무 군락은 산불로 인하여 훼손되었고 산딸기, 개망초, 개여뀌, 고삼, 그렁, 큰까치수영, 개솔새, 담배풀, 땃대이덩굴, 돼지풀, 돌콩, 등골나물, 망초, 멧석딸기, 세잎양지꽃, 쥐꼬리망초, 환삼덩굴 등이 분포하고 있었다.

3.1.3 사지포

사지포는 상류의 연안대에 줄이 우점하고 창포, 물억새, 갈대, 달뿌리풀, 물쭉 등이 산재하며, 개방 수면에는 마름이 우점하고 좁개구리밥이 아우점하며, 자라풀이 산재하였다. 육지와 습지대의 전이부에는 물억새가 대상으로 분포하는데, 습지 주변 연안대에는 상수리나무의 유묘가 침입하고 있다. 사지포의 중류에 위치한 개방 수면에는 마름이 우점하고 개구리밥, 좁개구리밥, 생이가래 등이 산재하며 연안대에는 물억새와 줄이 대상으로 분포한다. 사지포의 하류 지역은 줄이 우점하고 주매 마을 쪽 연안대에는 선버들이 대부분인 *Salix* 군락이 분포한다. 산재하는 개방 수면에는 개구리밥과 좁개구리밥이 우점하고, 자라풀과 마름이 산재한다. 사지포의 동쪽 연안대에는 식재된 미루나무(*Populus deltoides*)가 200여 주 분포하고 있다.

3.1.4 쪽지벌 및 토평천

쪽지벌은 남쪽 인공 제방 주변과 동쪽의 경작지를 중심으로 연안대가 일부 지역에 분포하고 대부분 개방수면으로 구성되어 있어서 식물상이 빈약하였다. 토평천의 상류 및 하류 지역은 전 지역이 양안을 인공 제방이 둘러싸고 있어서 수생식물의 분포 면적이 한정되어 있으며, 특히 토평천 하류는 제방 축조 및 경작과 같은 인간의 간섭으로 식물상이 빈약하였다.

3.2 식물상의 개요

우포늪에 대한 현지조사 및 문헌조사에서 확인된 식물상을 종합한 결과를 Table 1에 나타내었다. 우포늪에 대한 문헌조사에서 환경청(1987)의 60 종류, 오경환(1990)의 100 종류, 창녕군(1997)의 168 종류 등이 확인되었고 현지 조사 결과 권역별로 분포하는 관속식물은 우포 256종류, 목포 242종류, 사지포 265종류, 쪽지벌 177종류, 토평천 상류 201종류, 토평천 하류 180종류 등으로서 모두 86과 232속 302종 42변종 6품종 총 350 종류가 확인되었다. 이와 같이 연구자에 따라 분포 종수에 차이가 많은 이유는 조사가 행해진 시기, 조사 면적, 조사 범위, 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. 본 조사에서 순수한 수생식물은 36 종류로서 타 연구자의 보고 종수와 크게 차이가 없으나, 습생식물의 경우에 차이가 많은 이유도 마찬가지로 판단된다.

Table 1. The number of taxa for the vascular hydrophytes and hygrophytes collected in the littoral zone of Woopo Wetland and Topyeong Stream

Classification	Site	Family	Genus	Species	Var.	For.	Taxa	Remarks
This study	Woopo	77	190	222	30	4	256	
	Mokpo	70	179	209	29	4	242	
	Sajipo	69	186	230	31	4	265	
	Jokjibyeol	56	139	155	20	2	177	
	Topyeongcheon Upstream	60	152	174	25	2	201	
	Topyeongcheon Downstream	58	145	157	21	2	180	
	Total	86	232	302	42	6	350	
References	Woopo 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	Changnyeong-gun (1997)

조사 대상 6개 지소 중 관속식물의 분포 종수는 사지포가 가장 많고 우포, 목포, 토평천 상류, 토평천 하류, 쪽지벌 등의 순이었는데, 분포 종수가 적은 토평천 상류 및 하류와 쪽지벌의 경우 제방 축조, 경작, 도로 건설 등과 같은 인간의 간섭으로 인하여 식물상이 빈약한 것으로 추정된다.

3.3 생활형별 종의 분포 상황

우포늪 지역에 대한 현지조사에서 확인된

관속식물을 생활형별로 구분하면 Table 2와 같이 수생식물 36 종류, 습생식물 96 종류 및 육상식물 218종류로 총 350종류가 분포하는 것으로 조사되었는데, 조사지역의 수생식물을 Sculthorpe(1967)의 생활형별로 분류한 결과는 정수식물(emergent plants) 19종류, 부엽식물(floating-leaved plants) 6종류, 부수식물(free-floating plants) 4종류, 침수식물(submersed plants) 7종류 등으로 총 36종류의 수생 관속식물이 다양하게 분포하는 것으로 조사되었다.

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

Site	Hydrophytes*					Hygro-phytes	Others	Total
	E	Fl	Ff	S	Subtotal			
Woopo	14	4	4	5	27	76	153	256
Mokpo	9	3	4	1	17	72	153	242
Sajipo	14	4	4	5	27	78	160	265
Jokjibyeol	7	2	4	1	14	60	103	177
Topyeongcheon Upstream	10	3	4	6	23	65	113	201
Topyeongcheon Downstream	8	2	4	5	19	58	103	180
Total	19	6	4	7	36	96	218	350

* E; emergent plants / Ff; free-floating plants / Fl; floating-leaved plants / S; submersed plants

3.4 보호 가치가 있는 식물 및 위해종의 분포 상황

우포늪에 분포하는 관속식물 중 법적 보호종 및 기타 보호 가치가 있는 식물의 분포 현황은 Table 3과 같다. 그 중 환경부(1998)에서 멸종위기 야생식물 및 보호 야생식물로 지정한 종은 분포하지 않으나, 가시연꽃(*Euryale ferox*)이 한국자연보전협회 지정 위기종(1989) 및 산림청 지정 희귀 및 멸종위기 식물(1996), 또한 과거 환경처 지정(1994) 특정 야생식물에 해당하는 종이다. 가시연꽃은 일년생 부엽식물로서 과거에는 전국 각지의 저수지나 늪에 광범위하게 분포하였지만 최근 농경지 확장, 도로 개설 및 매립으로 인하여 생육 장소의 침입을 받아 점점 분포지역과 개체수가 감소되어 멸종

위기에 처한 식물이다.

자라풀(*Hydrocharis dubia*)은 산림청 지정 희귀 및 멸종위기 식물인 동시에 환경부 지정 특정 야생식물이며, 창포(*Acorus calamus* var. *angustatus*)와 쥐방울덩굴(*Aristolochia contorta*)은 산림청 지정 희귀 및 멸종위기 식물에 해당하는 종이다.

우포와 쪽지벌의 연안대에는 물여뀌(*Persicaria amphibia*)가 분포하는데, 이 종은 지금까지 이 지역에서 보고되지 않은 습지식물 이면서 잎의 형태가 육상형과 수중형에서 뚜렷한 차이를 나타내고 있다. 물여뀌는 습지에서 자라는 다년초로서 원줄기가 진흙 속으로 뻗고 마디에서 뿌리가 내리며 지상에서 자라는 것은 곧추서서 많은 잎이 달리지만 물 속에서 자라는 것은 엽액에서 꽃이 피는 짧은 화경이 나오고 모두 털이 없다.

Table 3. Distribution of the specified wild plants designated by the Korean Association for Conservation of Nature, Ministry of Forest, and Ministry of Environment

Organization	Scientific name and Korean name	Site*						Remarks
		1	2	3	4	5	6	
Korean Association for Conservation of Nature (1989)	<i>Euryale ferox</i> Salisb. 가시연꽃	+	+	+				Vulnerable species
Ministry of Forest(1996)	<i>Hydrocharis dubia</i> (Bl.) Backer 자라풀	+	+	+	+	+	+	Rare and endangered species
	<i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i> Bess. 창포	+	+	+	+	+	+	"
	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge 쥐방울덩굴	+	+	+	+	+	+	"
	<i>Euryale ferox</i> Salisb. 가시연꽃	+	+	+				"
Ministry of Environment (1993)	<i>Hydrocharis dubia</i> (Bl.) Backer 자라풀	+	+	+	+	+	+	Vulnerable species
	<i>Euryale ferox</i> Salisb. 가시연꽃	+	+	+				Endangered species
Others	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S. F. Gray 물여뀌	+			+			

* 1: Woopo, 2: Mokpo, 3: Sajipo, 4: Jokjibeol, 5: Topyeongcheon Upstream, 6: Topyeongcheon Downstream

조사지역에 분포하는 귀화식물은 Table 4와 같이 우포늪 27종류, 목포 25종류, 사지포 35종류, 쪽지벌의 21종류, 토평천 상류 26종류 및 토평천 하류 24종류에 이르기므로 다양하였다. 이는 각 조사 지소별로 분포하는 전체 관속식물의 10.5~13.3%에 해당하며 우포늪 전체로서는 관속식물 총 350 종류의 12.3%인 43 종류가 귀화식물임을 나타낸다.

한편 강선희 등(2001)은 남강의 연안대 습지에서 26 종류의 귀화식물이 분포하고 있으며 비교관지역보다 교란지역에서 귀화식물의 중요치가 높음을 밝힌 바 있다. 최근 들어 인간 간섭의 증가로 인해 변화하는 환경에 토종식물이 잘 적응하지 못하는 데 비해, 생존력과 번식력이 강한 귀화식물은 급격히 증가하는 추세인데 우포늪에서도 비슷한 경향이 나타나고 있다. 그리고 조사지역에 분포하는 귀

화식물에 대해서는 참고할 수 있는 기존 조사 자료가 충분치 못하여 비교, 검토할 수 없으나 본 연구자의 현장 조사 결과를 종합해 볼 때 귀화식물의 분포 종수 및 분포 면적은 증가하는 경향이였다.

3.5 장마 전·후의 관속식물 분포 상황

홍수시 유량 변화에 따른 식물종의 분포 변화 양상을 예측하기 위하여 장마 전·후를 중심으로 관속식물의 분포 현황을 종합한 결과는 Table 5와 같다. 장마 전에는 165~244종으로서 총 299 종류였고, 장마 후에는 86~212종으로서 총 299 종류로서 6개 조사 지소 모두 장마 전의 분포 종수가 장마 후보다 많았으며, 전체 분포 종수는 장마 전 및 후 모두 299 종류로 같았다.

Table 4. The number of species for the naturalized plants and its ratio to the total number of species in the study area

Site	Naturalized plants (A)	Native plants	Total No. of species (B)	Ratio (A/B, %)
Woopo	27	229	256	10.5
Mokpo	25	217	242	10.3
Sajipo	35	230	265	13.2
Jokjibeol	21	156	177	11.9
Topyeongcheon Upstream	26	175	201	12.9
Topyeongcheon Downstream	24	156	180	13.3
Total	43	307	350	12.3

Table 5. Comparison for the number of species in the study area between before and after flooding

Time	Site						Total
	1	2	3	4	5	6	
Before flooding	244	219	224	165	188	177	299
After flooding	172	174	212	118	123	86	299
Total	256	242	265	177	201	180	350

* 1: Woopo, 2: Mokpo, 3: Sajipo, 4: Jokjibeol, 5: Topyeongcheon Upstream, 6: Topyeongcheon Downstream

장마 전 (2003. 5. 31~6. 1) 및 장마 후 (2003. 7. 26~7. 27 및 8. 2~8. 3)를 기준으로 관속식물의 생활형별 분포 종수를 조사한 결과 수생식물, 습생식물 및 육상식물의 장마 전 분포 종수는 33, 83 및 183종류였고, 장마 후에는 29, 83 및 187종류였다. 그리고 수생식물의 경우 정수식물, 부수식물, 부엽식물 및 침수식물의 생활형별 분포 종수도 장마 전과 장마 후의 분포 상황에 큰 차이를 나타내지 않았다(Table 6).

이와 같이 장마 전과 장마 후의 전체 분포 종수 및 생활형별 분포 종수에 큰 차이가 없는 것은 조사 지역에 분포하는 수생식물 및 습생식물들이 대부분 늪의 수위 변동에 적응된 종들이기 때문인 것으로 추정된다.

3.6 버들류의 분포 상황

조사지역에는 각종 버들류(*Salix spp.*)가 분포하는데, 왕버들(*Salix glandulosa*), 버드나무(*Salix koreensis*), 키버들(*Salix purpurea var. japonica*), 선버들(*Salix nipponica*), 갯버들(*Salix gracilistyla*) 등의 출현 빈도가 높았으며, 능수버들(*Salix pseudo-lasiogyne*), 참오굴잎버들(*Salix siuzevii*) 등의 출현 빈도는 낮았다. 그 중 왕버들과 선버들의 출현 빈도가 특히 높는데, 이 두 종은 늪의 연안대와 토평천 연안대에서 넓게 분포하면서 사면 안정에 기여하고 있었다.

4. 습지 훼손에 따른 영향 예측

늪의 수생식물들은 혹독한 환경에 적응하여 생육해 온 오랜 진화의 산물이며, 한편으로 경쟁력이 매우 약한 식물들로서 현재 특수한 일부 지역에서만 살아가고 있으므로 인간에 의해 조금만 영향이 가해져도 쉽게 파괴되거나 절멸되게 된다(佐木好之 1972).

따라서 우포늪 및 토평천에 제방 축조, 경작, 수위 저하 등 인간의 간섭에 의한 각종 교란이 가중될 경우 기존의 늪 환경에 적응된 각종 수생식물 및 습생식물의 서식지가 파괴되고 이에 따라 종의 절멸 및 다양성의 감소가 예상된다. 그리고 육상화된 제방 및 연안대를 중심으로 달맞이꽃, 개마초, 까마중 등의 귀화식물을 포함한 각종 육상 식물이 침입하여 식물상이 대폭 변동될 것이 예상된다. 그리고 수문, 도수로, 주차장 및 각종 인공 구조물이 우포늪 주변에 설치될 경우 늪의 고유한 자연 경관이 훼손되어 생태관광지로서의 우포늪의 가치가 저하될 것으로 판단된다. 이상의 영향 외에도 다음과 같은 구체적인 영향이 초래될 것으로 예상된다.

가. 우포늪의 장마 전·후에 따른 수위 변동은 낙동강 본류의 수위와 직접적인 관계가 있으며, 특히 홍수시 낙동강으로부터의 역류로 우포늪의 수위가 상승되면 우포늪 주변은 경작지 및 주거지역의 침수로 직, 간접적인 피

Table 6. The number of distribution taxa for the life forms of the vascular hydrophytes and hygrophytes in the study area between before and after flooding

Life form	Hydrophytes					Hygro-phytes	Others	Total
	E	Fl	Ff	S	subtotal			
Before flooding	17	5	5	6	33	83	183	299
After flooding	16	4	4	5	29	83	187	299
Total	19	6	4	7	36	96	218	350

해가 있으나 낙동강 하류 지역의 홍수 피해를 완화시키는 이점이 있다. 따라서 우포늪 주변의 상습 침수 지역을 보호하기 위하여 낙동강 합류 지점에 배수갑문을 설치하고 우포늪으로의 역류를 차단할 경우 낙동강 하류 지역의 침수 피해가 더욱 가중될 것으로 예상된다.

나. 우포늪의 수위가 상시 낮아지면 우포늪 내부를 관통하거나 훼손하는 도로 개설, 시설물 설치 및 각종 개발 행위로 서식지가 단편화(fragmentation)될 경우 늪에 서식하는 야생 동·식물이 서식할 수 있는 공간과 종다양성이 감소될 가능성 높다.

다. 우포늪 연안대에 과도한 도로 개설 및 주변 산지 개발로 식생의 훼손이 심하고 차량을 이용한 인간의 접근이 용이하여 장차 산불, 불법적 사냥 및 낚시 행위, 수목 채취 등을 포함한 인간의 간섭이 증가할 것으로 예상된다.

라. 생태계에 악영향을 미치고 인간의 건강에 위해를 가할 수 있는 돼지풀을 포함한 각종 외래 귀화식물의 분포 면적이 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 아름다운 우포늪의 자연 경관과 식생의 질이 감소될 것으로 판단된다.

마. 수위의 저하 및 각종 인위적인 간섭으로 습지생태계가 훼손됨에 따라 포유류, 조류, 어류 등 야생동물의 서식처가 감소하고 수생 및 습생 관속식물에 의한 우포늪의 자정 능력이 저하될 것으로 예상되며, 이에 따라 토평천이 유입되는 낙동강 본류의 수질도 저하될 것으로 예상된다.

참고 문헌

강선희, 이팔홍, 손성곤, 김철수, 오경환. 2001.

남강의 연안대 습지에서 교란지와 비교란지의 식생구조와 환경 요인의 비교. 한국습지학회지 3(1): 1-17.

기상청. 2003. 한국기후표(1974~2003).

손 일. 1985. 경남의 지역구조와 그 특색. 국립지리지, 국립지리원. 513 p.

오경환. 1988. 정양호 생태계에 있어서 수생 관속식물의 군집구조와 생산성 및 영양염류의 순환. 서울대학교 이학박사 학위논문. 141 p.

오경환. 1990. 수생관속식물이 호소생태계의 부영양화에 미치는 영향. 한국과학재단 연구보고서. 47 p.

조강현. 1992. 팔당호에서 대형수생식물에 의한 물질생산과 질소와 인의 순환. 서울대 박사학위 논문. 233 p.

조화룡. 1987. 한국의 총적평야. 교학연구사, 서울. pp. 56-68.

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

한국자연보존협회. 1989. 한국의 희귀 및 위기동식물도감. 165 p.

환경처. 1994. 특정 야생 동·식물 화보집. 210 p.

환경청. 1987. 우포늪, 주남저수지 생태계 조사. 환경청. 212 p.

佐佐木好之. 1972. 植物社會學. 共立出版株式會社, 東京. 143 p.

Ahn, Y.K., H.K. Joo, and H.J. Sheo. 1977. Limnological study on the *Bra-senia purpurea* wildgrowing reservoirs, Keum Ho and Cheok Po Jae. Kor. J. Limnol. 10(3, 4): 1-9(in Korean).

Carpenter, S.R. 1981. Submerged vegetation: An internal factor in lake

- ecosystem succession. *Am. Nat.* 118: 372–383.
- Carpenter, S.R., J.J. Elser, and K.M. Olson, 1983. Effects of roots of *Myriophyllum verticillatum* L. on sediment redox conditions. *Aquatic Botany* 17: 243–249.
- Chale, F.M.M. 1985. Effects of a *Cyperus papyrus* L. swamp on domestic waste water. *Aquatic Botany* 23: 185–189.
- Gaudet, J.J. and F.M. Muthuri. 1981. Nutrient relationships in shallow water in an African Lake, Lake Naivasha. *Oecologia* 49: 109–118.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons Inc., N.Y. 1115 p.
- James, W.F. and J.W. Barko. 1990. Macrophyte influences on the zonation of sediment accretion and composition in a north-temperate reservoir. *Arch. Hydrobiol.* 120: 129–142.
- Jaynes, M.L. and S.R. Carpenter. 1986. Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics. *Ecol.* 67(4): 875–882.
- O'Neill, M.J.A. and K.D. Kimball. 1983. Relationship of macrophyte-mediated changes in the water column to periphyton composition and abundance. *Freshwater Biology* 13: 403–414.
- Odum, E.P. 1983. Basic ecology. CBS College Pub., Philadelphia. pp. 543–547.
- Sculthorpe, C. D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold Ltd., London. 610 p.
- Simpson, R.L. and D.F. Wingham. 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 H. Iwaki. 1979. Impact of nutrient enrichment in a water-chestnut ecosystem at Takamaha-Iri Bay of Lake Kasumigaura, Japan II. Role of water-chestnut in primary productivity and nutrient uptake. *Water, Air, and Soil Pollution* 12: 503–510.
- Walter, H. 1973. *Vegetation of the earth*. Springer-Verlag, New York. 237 p.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology* (2nd ed.). Saunders College Pub., Philadelphia. 857 p.