

파주출판문화정보산업단지내 갈대 셋강 생태계 보전·복원 기술개발을 위한 모니터링

이경재* · 김정호** · 배정희** · 이용주***

*서울시립대학교 건축도시조경학부 · **서울시립대학교 대학원 · ***한국토지공사

I. 서론

연구대상지인 갈대 셋강은 파주시 교하면 문발리 일대에 조성중인 파주출판문화단지 내에 위치하는 하구(河口)형 습지로서 자유로가 조성되기 이전에는 갯골의 형태로 크고 작은 지류들이 한강과 연결되어 있었다. 1990년 초반 제방형의 도로인 자유로가 건설되면서 폐천의 형태로 한강과 물리적으로 단절되어 갈대 습지를 형성하였고 주변의 갯벌지역은 논으로 이용되어왔다. 1990년대 후반부터 현재의 파주출판문화단지 건설이 계획되어 논과 갈대 셋강의 범람원 및 제방상부가 모두 매립되었고 갈대 셋강도 전체 매립계획이 세워졌었으나 하천의 선형은 유지하게 되었다. 갈대 셋강은 하천습지라는 생태적 잠재성과 한강과의 생태적 연결, 야생조류 서식처 등 다양한 기능을 수행할 수 있는 곳으로 주변지역의 개발에 따른 생태계 변화에 대한 모니터링과 이를 바탕으로 한 복원이 필요한 상태이었다.

본 연구대상지역과 같은 습지지역의 생태계 조사 및 가치판단에 관한 연구로는 생태계지식축척(김귀곤, 1998), Ramsar 기준에 따른 우리나라 습지유형분류 및 식생특성 연구(이효혜미, 2000), 서울시 습지유형별 생태적 특성파악(이경재 등, 2003), 습지의 가치와 관리에 관한 연구(황순진과 이양주, 1997) 등이 있으며 습지지역을 대상으로 생태계 모니터링 및 관리방안에 관한 연구로는 여의도 셋강생태공원의 조성전·후 생물상의 변화모니터링 및 관리 방안(최병언과 이경재, 2001), 습지연못 조성 후 생태계변화 모니터링 및 관리 방안(김귀곤과 조동길, 1999) 등이 있다.

본 모니터링의 목적은 대상지가 가진 습지생태계로서의 가치와 잠재성을 인식하고 생태적 구조를 모니터링하여 보존과 복원을 위한 기술개발의 기초자료로 활

용하고자 하였다.

II. 연구대상지 개요

대상지는 경기도 파주시 교하면 문발리 일대로서 파주출판문화정보산업단지(이하 파주출판단지)의 1단계 지구 내에 위치한다. 대상지 북쪽 5km 지점에서 한강과 임진강이 합류하며, 문발리와 남쪽으로 접한 서패리에는 천연기념물 250호로 지정된 재두루미 도래지가 위치하지만 서쪽으로 자유로가 지나고 있어 한강과 생태적인 연결이 단절되어 있는 상태이었다.

갈대 셋강 모니터링 대상지 면적은 123,116㎡이며, 이 중 수역면적이 77,681.4㎡이고, 호안사면의 면적이 45,665.5㎡이었다.

III. 연구내용 및 방법

본 연구는 2001년 여름부터 2003년 겨울까지 3년 동안 생태계변화를 파악하였으며 표 1은 연구항목 및 방법을 나타낸 것이다.

IV. 결과 및 고찰

1. 자연환경

본 대상지의 평균기온은 서울에 비해 다소 낮았으며 강수량은 6~9월 사이에 집중하였으며 특히 7, 8월에 집중호우 현상이 두드러져 전체 강수량의 약 50% 이상이 강우한 것으로 나타났다. 또한 대상지는 한강의 홍수조절과 관련하여 문발 배수펌프장에서 갈수기와 홍

표 1. 연구항목 및 방법

연구 항목		연구 내용 및 방법	
조사 분석	자연환경	<ul style="list-style-type: none"> • 기후 및 기상: 강화기상관측소 자료분석 • 지형 및 지질: 지반현황, 지하수위 분석 	
	지형구조	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 식생이 분포하는 지역을 중심으로 지형구조 분석 	
	생태계 변화 모니터링	식물생태	<ul style="list-style-type: none"> • 식물상: 갈대 셋강 사면 내부 출현종 리스트 작성 • 현존식생: 갈대 셋강 사면 내부 주요 식생군락의 도면화 ⇒식물종의 식생상관에 근거하여 우점종의 군락을 1/1,000 지형도에 표시 • 초본식물군집구조: 식생유형별 고정조사구 설정후 조사·분석 ⇒Belt-transect 조사구 설정후 Braun-Blanquet 방법(1964)에 따라 우점도, 군도 분석 • 연도별 식물생태 변화 분석
		동물생태	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류: 갈대 셋강 내부와 주변의 출현종 위치도 작성 및 개체수 조사·분석 ⇒수면과 주변지역을 대상으로 선조사법에 의거 조사하고 1/1,000 지형도에 표시
		지형구조	<ul style="list-style-type: none"> • 수면에서 제방사면 상부까지의 지형단면구조 및 미지형 분석
보전·복원지역 생태계 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 2001년도 복원지역의 생태계 변화 분석 		
관리방안	보전·복원 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 갈대 셋강 보전·복원 목표설정 • 생태계 유형별 관리방안 	

수기 때의 수위조절이 이루어지고 있어 극심한 범람이나 건천화는 없을 것으로 판단되었다. 지형 및 지질이 식생의 분포에 미치는 영향을 파악하기 위하여 전체 조사지 중 크게 3개의 지역에서 조사된 자료를 분석하였다(한국토지공사, 2001). 시추조사를 비롯한 실내·외 조사결과 지층의 분포는 공통적으로 현 지표면으로부터 매립층과 퇴적토층(실트층, 상부모래층, 하부모래층, 자갈층)의 순으로 구성되어 있었으며 지역에 따라 그 하부에 풍화암이 분포하기도 하였다.

2. 지형구조(물리적 구조)

파주출판단지내에 흐르는 갈대 셋강의 하천 미지형은 도시하천에 가까운 단순한 구조로 둔치가 없이 저수로와 제방사면과 존재하고 있다. 제방사면의 경사는 13~30°로서 평균 20° 이상으로 나타났다. 모니터링이 시행된 2001년부터 2003년까지 매년 성토에 의해 제방의 높이는 증가하고 하천폭은 줄어들었다.

3. 연도별 모니터링 결과

1) 식물생태

(1) 식물상 변화

2000년도는 기존 연구자료로서 17과 33종 4변종으로 총 37종류가 관찰되었고 연도별로는 2001년 22과 46종 9변종 총 55종류, 2002년 30과 71종 24변종 총 95종류, 2003년 38과 109종 16변종 총 125종류이었다. 관찰된 식물종을 살펴보면 2003년도는 2001년도의 2.5배 종이 관찰되었고 귀화식물의 종류 또한 29종으로 증가하였다. 특히 2003년 조사결과 국화과 중 17종이 귀화식물이었으며 꽃가루 알레르기 유발하는 돼지풀과 단풍잎돼지풀은 환경부 지정 위해 외래종(박수현, 1995)으로 돼지풀의 경우 매년 관찰되었다. 대상지 전체 식물상 분포의 특징을 종합하면 파주출판단지의 공사와 함께 연차적으로 관찰된 식물종은 증가하였으나, 수변고유의 식생보다는 국화과의 귀화종, 건조지성의 벼과식물 등이 증가하는 경향을 나타내었다.

(2) 현존식생 변화

식생분포지의 유형별 변화를 살펴보면 갈대, 애기부들, 줄 등 습윤지성 자생초본식생군락의 비율이 40% 이상으로 가장 높은 비율을 차지하였으며 2002년도에 다소 감소하였으나 2003년도에 크게 증가하였다. 강아지풀, 돌콩 등 건조지성 자생초본식생군락은 2001년

16,925㎡에서 2002년 16,925㎡로 증가하다가 다시 2003년에 12,112㎡로 감소하는 경향을 보이고 있었고 환삼덩굴, 망초류 등 귀화초본식생군락은 연도별 꾸준한 증가를 보이고 있었다.

갈대 셋강 모니터링 대상지 현존식생의 연도별 분포 변화를 종합할 때 갈대, 부들을 중심으로 한 하천고유의 식물분포지는 면적이 크게 변하지 않았으나, 제방사면을 중심으로 환삼덩굴과 망초의 세력이 컸다. 이는 모니터링과 함께 시행된 공사에 의한 인위적 제방정비로 인하여 사면지역에 공사지 토양이 유입되어 식생의 교란이 발생한 것으로 판단되었다.

(3) 초본식물군집구조 변화

수면부에서 우점하고 있는 수생식물과 사면부에서 주로 생육하는 습생식물, 일부 건조지성 초본과 귀화식물 유입지점 등의 식생상관과 사면경사도, 수심 등의

생육환경을 종합하여 18개소를 설정하였다. 표 2는 연 것으로 모든 조사구에서 전체적으로 2002년 출현종이 구대상지의 초본식물군집구조의 연도별 변화를 종합한 증가하는 경향을 보였으며 환삼덩굴의 우점도가 증가하였다.

2001년 당시 물억새, 갈대 등이 분포하였던 조사구 5와 조사구 6은 2002, 2003년 환삼덩굴이 순군락을 이루게 되어 인위적인 간섭과 지하수위의 감소가 큰 지역으로 판단되었다. 2002년 신규 설정한 조사구에서는 2002년 갈대가 우점하던 것이 유지되었으나, 강아지풀, 환삼덩굴, 엉겅퀴 등 건조지에 주로 분포하는 종들이 갈대와 함께 우점하였다.

2) 동물생태

연구대상지의 계절별 야생조류의 연도별 관찰결과 3년간 총 58종 2,759개체가 관찰되었다. 주요출현종은

표 2. 갈대 셋강 모니터링 대상지 초본식물군집구조 종합

조사구	2001		2002		2003		사면경사(°)
	종 수	우점종	종 수	우점종	종 수	우점종	
1	7종	물억새	-	-	-	-	21
2	8종	머느리배꼽	-	-	-	-	21
3	15종	개똥쑥, 돌피	-	-	-	-	29
4	23종	물억새, 가을강아지풀	19종	물억새, 돌콩, 쇠뜨기	-	-	26
5	15종	머느리배꼽	17종	환삼덩굴	12종	환삼덩굴	21
6	13종	물억새, 갈대	12종	환삼덩굴	12종	환삼덩굴	30
7	11종	환삼덩굴, 갈대	-	-	-	-	31
8	12종	환삼덩굴, 갈대	-	-	-	-	27
9	7종	가을강아지풀	-	-	-	-	21, 35
10	14종	갈대, 돌피, 쇠뜨기	-	-	-	-	30
11	10종	갈대, 산딸기	29종	산딸기, 갈대	20종	산딸기	25
12	16종	물억새, 갈대	-	-	-	-	10
13	10종	돌피	33종	미국개기장, 키버들	20종	토끼풀, 돌피	27
14	-	-	24종	환삼덩굴, 강아지풀, 물억새	19종	물억새	29
15	-	-	14종	부들	13종	부들	-
16	-	-	22종	강아지풀	19종	갈대, 강아지풀, 망초	26
17	-	-	22종	갈대, 명아주	13종	갈대, 환삼덩굴	30
18	-	-	22종	갈대, 개기장, 환삼덩굴, 엉겅퀴	16종	갈대, 머느리배꼽, 엉겅퀴	13

흰뺨검둥오리, 붉은머리오목눈이이였으며 물총새, 개개비 등 습지에 서식하는 종들이 꾸준히 관찰되었다. 연도별로는 2001년 3계절 조사에서 37종 1,071개체가 관찰되어 3년 중 가장 많은 개체가 조사되었으나 전체 출현종은 2002년, 2003년과 크게 다르지 않은 것으로 판단되었으며 2002년, 2003년은 종수와 개체수 변화가 거의 없었다.

계절별로 관찰된 야생조류의 종은 여름철이 33종으로 가장 다양하였으며 가을철 또한 28종으로 비교적 많은 종이 관찰되었으나 봄철과 겨울철은 23~24종으로 적게 조사되었다. 출현개체수는 가을철과 겨울철에 많이 관찰되었는데 주로 겨울철새 종류가 무리지어 활동하는 특성 때문인 것으로 판단되었다.

4. 갈대 셋강 생태계 보전·복원 관리방안

갈대 셋강 모니터링 대상지는 하천습지의 다양한 식생이 분포할 수 있는 잠재성이 있는 지역으로 현재는 공사과정에서의 귀화식물 침입, 지하수위 하락 등으로 생태계가 교란된 상태였다. 따라서 지속적인 모니터링과 함께 갈대 셋강의 우수한 생태계를 보전하고 훼손된 지역을 복원하는 관리가 이루어져야 하며 인간의 간섭이 끊임없이 이루어지므로 이를 조화시키는 방향으로 설정해야 한다.

그림 1은 갈대 셋강 모니터링 대상지의 보전·복원을 위한 관리방향과 내용을 나타낸 것으로 갈대 경관과 하천식생, 야생조류 서식처가 별개의 방향성을 지니는

것이 아니며 서로 융합되어 갈대 습지의 다양한 생물과 인간을 조화롭게 하는 것을 목표로 하고 있다.

갈대경관 보전·복원은 전 구간을 대상으로 하며 주로 녹지수로 남측의 용출지~곡선수로 간 구간, 인포름 부근 갈대군락지, 북측 부들군락지의 크게 세 지역이 해당하며 인포름 북측구간은 갈대경관의 보전과 하천식생의 복원을 모두 목적으로 하고 있다. 하천식생복원지는 총 3지역으로 직선형의 좁은 수로 두 곳과 폭이 넓은 정수식물군락지를 대상으로 하였다. 또한 이 지역은 대상지 하류부 유수지 유입지역과 함께 야생조류의 서식처로 보전 및 복원할 것을 계획하였다.

갈대 경관 보전·복원지는 대상지 내에서 수로의 폭이 좁아 다양한 수심을 형성하기 어려운 곳이나 곡선수로로서 얇은 수심의 환경사가 유지되는 곳에 설정하였다. 갈대 셋강 내 하천식생의 보전·복원지는 수로의 폭이 비교적 넓어 다양한 수심과 습지식물이 생육하는 곳과 식생훼손이 극심하고 수변고유의 식생유지가 어려운 두 가지로 구분하여 설정하였다. 야생조류 서식처 보전·복원지는 수로의 폭이 넓어 야생조류의 휴식와 번식이 안정적이고 다양한 식생이 분포하여 먹이자원이 풍부한 지역에 설정하였으며 모니터링 결과 야생조류의 관찰종과 개체수가 다양한 곳을 우선적으로 복원 대상으로 하였다.

그림 2는 갈대 셋강 모니터링 대상지의 습지생태계 보전을 목적으로 지역별 모니터링 결과를 바탕으로 차등화된 관리방향을 설정한 것이다.

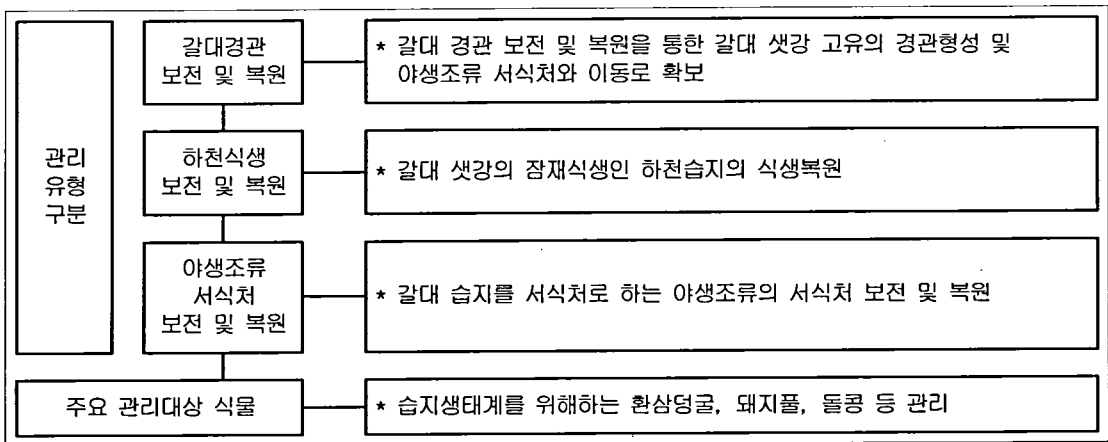


그림 1. 갈대 셋강 모니터링 대상지 보전 및 복원을 위한 관리방향 설정

인용문헌

1. 김귀곤 (1998) 도시지역에서의 효율적인 생물식공간 조성기술 개발(Vol. 1). 환경부.
2. 김귀곤, 조동길 (1999) 인공습지 조성 후 생물다양성 증진효과에 관한 연구. 한국조경학회지 27(3): 1-17.
3. 박수현 (1995) 한국귀화식물 원색도감. 일조각.
4. 이경재, 권전오, 이수동 (2003) 서울시 주요 습지유형별 생태적 특성 분석. 한국환경생태학회지 17(1): 44-55.
5. 이효혜미 (2000) 한국의 습지 분류. 인하대학교 석사학위논문.
6. 최병인, 이경재 (2001) 자연생태계 모니터링을 통한 여의도 셋강생태공원의 관리방안. 한국환경생태학회지 15(1): 26-38.
7. 한국토지공사 (2001) 파주출판문화정보산업단지 갈대 셋강 생태계 보전·복원계획·설계, 41쪽.
8. 황순진, 이양주 (1997) 습지의 가치와 관리의 중요성. 경기연구 2: pp. 53-81.
9. Braun-Blanquet(1964) Pflanzensociologie. Grundzuge der vegetationscunde. wien.

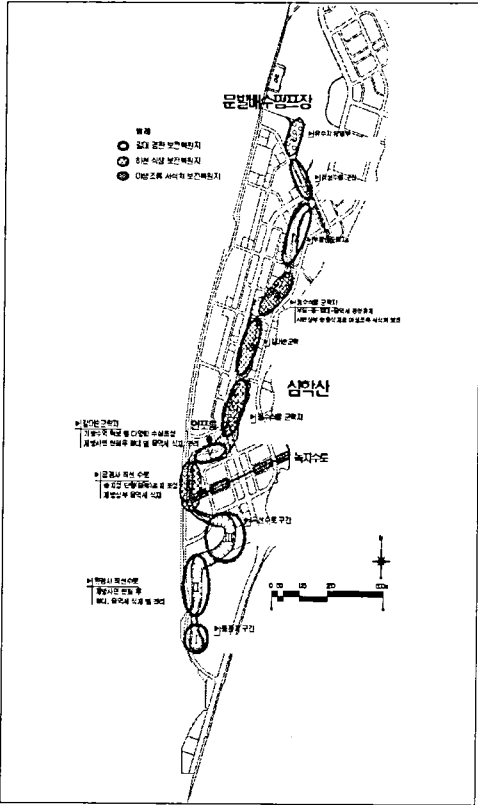


그림 2. 갈대 셋강 모니터링 대상지 보전·복원 구분도