

# 서울시 한강변 고덕 수변 생태복원지의 식물생태특성을 고려한 생태적 관리방안<sup>†</sup>

이경재\* · 한봉호\* · 김정호\*\* · 배정희\*\*\*

\*서울시립대학교 건축도시조경학부 · \*\*서울시립대학교 도시과학연구원 · \*\*\*서울시립대학교 대학원

## The Ecological Management on Consideration of Vegetation Structure at Goduck Riverside Restoration Area in Hangang, Seoul

Lee, Kyong-Jae\* · Han, Bong-Ho\* · Kim, Jeong-Ho\*\* · Bae, Jung-Hee\*\*\*

\*School of Architecture, Urban Planning and Landscape Architecture, Univ. of Seoul

\*\*Institute of Urban Sciences, Univ. of Seoul

\*\*\*Graduate School, Univ. of Seoul

### ABSTRACT

This study was conducted to present the ecological management of Goduk Riverside Restoration Area in Hangang, Seoul by analyzing the change of the vegetation structure. The survey site was classified into three groups. These were the vegetation restoration area, the dry plant area, and the swampy plant area. There were 141 taxa including naturalized plants and 13 species recorded in 2001 and 258 taxa including naturalized plants and 42 species were recorded in 2003 by monitoring.

Monitoring results showed that the alien plants such as *Humulus japonicus* expanded continuously except in the vegetation restoration area. It was found that the growing status of planted shrub plants were poor, and the naturalized plants status was thriving, and the soil environment was bad in the vegetation restoration area. The alien plants such as *Humulus japonicus* and *Aster pilosus* dominated continuously in the dry plant area. The swampy native herb plants number was decreased, but the *Humulus japonicus* community was expanded caused by the soil drying in the swampy plant area. Soil analysis showed that the soil acidity, the available phosphates and the concentration of calcium were highly effected by cultivation.

We propose ecological management as follows based on the results of the change of vegetation and soil characteristics. The vegetation restoration area should be managed by visitor's characteristics. Replanting vegetations should be based on soil characteristics. The removal of naturalized plants and established moni-

<sup>†</sup>: 본 연구는 2003년 서울특별시 건설안전관리본부의 연구비 지원으로 수행되었음.

Corresponding author : Jeong-Ho Kim, Institute of Urban Sciences, Univ. of Seoul, 130-743, Korea. Tel. : +82-2-2210-2592, E-mail : hoyal209@uos.ac.kr

toring with plots is also needed. In the dry plant area and the swampy plant area, naturalized plants need to be removed in order to facilitate bio-diversity and monitoring.

*Key Words : Stream Ecosystem, Monitoring, Ecosystem Management, Naturalized Plants*

## I. 서론

하천은 다양한 생물서식처와 추이대(ecotone)를 포함한다. 이러한 추이대는 하천형태와 식생에 의해 생성되는 것으로 하천생태계구조의 근간을 이루며 하천형태의 다양성과 식생의 보전 및 복원은 하천생태계 회복의 근본이라고 할 수 있다. 한강과 그 지류인 중랑천, 탄천, 안양천 등은 1982년부터 4년간 실시된 한강종합개발에 의해 수면확장, 하상준설, 하안의 콘크리트화 등으로 하천유로 및 형태를 인공화시키면서 수변의 식생 제거로 생태계 파괴, 수질 오염, 관리체계의 비합리성 등의 역기능이 대두되고 있으며(최영박, 1986), 특히 식생분야에서는 귀화식물 증가, 자생종 감소, 단일 초본식생의 우점 등이 심각한 문제이다. 이런 하천생태계의 문제점을 해결하고자 자연형 하천공법 적용, 하천구역내 다양한 식물식재 등이 도입되고 있으나, 아직까지 외국의 기법이 적용되고 있어 우리나라 하천구조에 적합한 정확한 문제점 및 생태적 복원방안이 정립되지 않은 상태이다. 그러나 다행히 최근 국내에서 도심내 하천식생에 대한 다양한 연구가 진행되고 있는데 주요 하천별 식물상 및 식생에 대한 특성에 대한 연구가 김종근(1998), 이유미 등(2002) 등에 의해 수행되었으며 최병연(2000)은 여의도갯강생태공원 조성후 생태계 특성을 분석하여 관리방안을 제시하였고 신동훈 등(2003)은 자연형하천공법을 이용한 하천변 식생변화에 대한 연구를 수행하였다. 그러나 이러한 연구들은 현장 조사자료의 부족, 관리방안 제시 미흡 등으로 하천생태계의 종합적인 조사분석 및 그에 적합한 관리방안은 제시하지 못하고 있는 실정이다.

본 대상지는 강동구 고덕동 한강변에 위치하고 있으며 한강종합개발계획에 영향을 받지 않은 지역으로 자연성이 유지되어 각종 습지성식물과 야생조류를 비롯한 동·식물이 서식하고 있는 자연생태계의 원형이 일부 남아있는 지역이다. 그러나 대상지 동편과 중앙부를

중심으로 불법 경작지로 이용되고 있어 기존 양호한 하천생태계가 훼손되기에 이르렀다. 이를 해결하기 위해 서울시에서는 2001년도에 한강 수변생태계 관리를 위해 복원계획을 수립하여 토양환경개선, 식물식재 등을 실시한 후 2003년 5월 고덕수변생태복원지를 조성·개장하였으나, 식재지역을 중심으로 식재 관목 및 초본의 높은 고사율, 귀화종의 번성에 따른 자생종 세력 감소, 버드나무 출현빈도 증가 등의 문제점이 야기되고 있었다. 특히 기존 경작행위의 영향으로 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등의 건조지성 외래종 번성 등이 지속적 문제점으로 대두되고 있다.

본 연구는 2003년 2월 복원공사가 완료된 고덕수변 생태복원지를 대상으로 지형구조별 식생분포, 식생구조특성, 토양환경을 분석하여 생태적 관리방안을 제시하고자 실시하였다.

## II. 연구대상지 및 연구방법

### 1. 연구대상지

서울시 한강변 고덕수변생태복원지는 강동구 고덕동 392번지 일대에 위치하고 있으며 암사취수장~고덕천 구간으로 총 면적이 168,300 m<sup>2</sup>이었다. 북쪽지역은 한강과 접하고 있으며, 북한강과 남한강이 만나 서울특별시로 흘러드는 곳으로서 한강 수계의 흐름상 퇴적물이 쌓이는 지역이었다. 대상지 남서쪽 끝의 산림지역은 배후 산림인 응봉과 연결되어 있었으나 올림픽대로의 개설로 인해 단절된 상태이었고, 상수리나무, 신갈나무 등의 참나무류와 밤나무, 일본잎갈나무, 아까시나무 등의 외래수종이 혼재되어 있는 상태이었다. 또한 대상지 서쪽 습지지역은 휴경지로 물봉선, 노랑물봉선, 갈대, 도루박이, 갈대, 버드나무 등이 넓게 분포하고 있었으나 최근 건조화가 지속적으로 진행되어 습지성 자생초본류의 면적이 감소하고 있는 상태이었다.

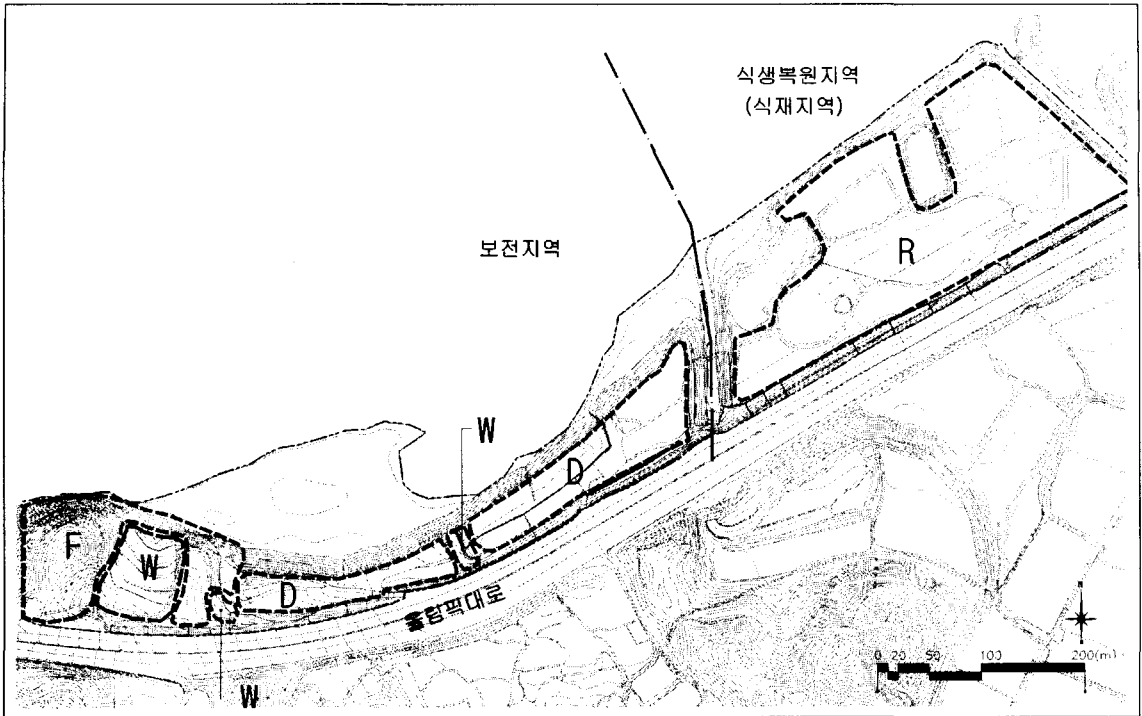


그림 1. 연구대상지 위치도

범례: R 식생복원지역    D 건조지성 초지지역    W 습지성 초지지역    F 산림지역

고덕수변생태복원지는 대상지 현황분석자료를 바탕으로 보전지역과 식생복원지역 그리고 소극적 이용지역으로 구분하였고 이를 다시 기존 식생보전지역, 나대지 식생복원지역, 경작지 식생복원지역, 제방부 완충식재지역의 4개 공간으로 구분하여 복원공사를 실시하였다. 특히 나대지 및 경작지 식생복원지역 식재식물은 관목류의 경우 총 8종을 선정하였는데 구체적으로 칩박지에서 적응력이 강한 조팝나무, 붉나무, 병꽃나무 등과 국수나무, 조록싸리를 식재하여 야생조류의 먹이 자원으로 이용하고자 하였으며 초본류는 억새와 꿩이사초를 주 종으로 하여 총 16종을 식재하였다(조오영, 2002).

## 2. 식생구조 조사분석

### 1) 조사분석 개요

본 연구의 생태계 특성 및 변화과정 분석 내용은 한봉호 등(2003)의 모니터링 기준 설정을 참고하여 표 1

과 같이 조사·정리하였다. 주요 항목은 식생분포변화, 식물구조(식물상, 현존식생, 군집구조), 토양특성으로 구분하였으며 각 항목은 계절별 조사를 원칙으로 하였다. 아울러 2001년도 모니터링 자료와 비교·분석하여 변화패턴을 파악하였다.

### 2) 조사분석방법

#### (1) 식생분포변화

하천의 지형은 하천식생의 다양한 환경특성을 결정하는 1차적 기반요소이며 미세지형은 자연적, 인위적 교란의 영향과 함께 시간의 흐름에 따라 변화하여 교란의 빈도와 하천식생에 대한 영향은 미세지형에 따라 다르다(條況, 1995). 또한 미세지형의 형태는 하천으로부터 거리와 지면의 높이에 따라 식생발달에 영향을 미친다(전승훈 등, 1999).

고덕수변생태복원지 주요 공간별 지형구조에 따른 식생변화를 파악하기 위해 Line-transect 방법에 의해

표 1. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 식생구조분석을 위한 조사분석 내용

항목	조사 및 분석내용	기간	횟수
식생분포변화	◦ 3개 지역별(식생복원지역, 습지성초지지역, 건조지성초지지역) 지형구조에 따른 식생분포	-	1회
식생 구조	식물상	◦ 연도별, 계절별 식물상 ◦ 자생종, 귀화종, 외래종, 재배종 구분	계절별 3회
	현존식생	◦ 계절별 초본현존식생도 작성(Scale 1/300) ◦ 현존식생유형 및 면적 산출 ◦ 2001년 현존식생자료와 비교분석	계절별 3회
	초본식물 군집구조	◦ 현존식생을 바탕으로 조사구 설치 ◦ 조사구 크기: 2 m×2 m(4 m <sup>2</sup> ), 1 m×1 m(1 m <sup>2</sup> ), 10 m×10 m(100 m <sup>2</sup> ) ◦ Braun-Blanquet(1964)과 Dierschke(1994) 방법 응용 우점도, 군도 조사분석 ◦ 습지지역 Belt-transect 조사방법에 의한 식생변화	계절별 3회
토양특성	◦ pH, 유기질함량, 전질소, CEC, 양이온치환용량(K <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , K <sup>+</sup> )	6~8월	1회

지형구조에 따른 식생분포 특성을 조사분석하였다.

(2) 식생구조

① 식물상

종자식물 배열순서는 Engler(Melchior, 1964)에 따라 과 배열을 하였고 과내에서는 속의 알파벳순으로 기록하였으며 양치식물은 Fuller & Tippe의 체계에 따라 정리하였다. 식물동정은 대한식물도감(이창복, 1993)을 따랐고 특히 귀화식물은 한국귀화식물원색도감(박수현, 1996)에 따랐다. 조사된 식물은 전체 식물상을 기록하였고 또한 자생종과 외래종, 귀화종, 재배종으로 구분하였으며 과거자료(2001년도)와 비교하여 변화양상을 분석하였다.

② 현존식생

본 대상지의 현존식생 조사는 초본식생 분포가 왕성한 봄철(5월)과 여름철(8월)을 대상으로 2계절에 걸쳐 실시하였으며 계절별 우점종을 대상으로 현존식생 분포범위를 도면화하여 유형별 면적비율을 산정하였다. 아울러 조사자료를 2001년도 현존식생자료와 비교하였다. 도면화 및 면적산출은 Autocad Map 6<sup>1)</sup>과 Arcview 3.2<sup>2)</sup> 프로그램을 이용하였다.

③ 초본식물군집구조

1) 조사구 설정기준 및 개황

고덕수변생태복원지는 크게 3개 지역(식생복원지역, 건조지성초지지역, 습지성초지지역)으로 구분되며 각 지역별 식생변화과정 분석기준은 식생복원지역의 경우 과거 토지이용유형과 관목식재현황, 건조지성초지지역과 습지성초지지역은 초본식생분포 현황을 고려하여 조사구를 배치하였다.

조사구는 식생복원지역을 식생복원 설계단위를 고려하여 방형구법에 의하여 10 m×10 m 규격으로 설정하였으며 기타 지역은 우점종의 초장을 고려하여 방형구법에 의하여 5 m×5 m, 10 m×10 m 규격으로 설정하였다. 단 습지성 초본식생지역중 습지지역은 Belt-transect법에 의해 폭 5 m×64~6 m 규격으로 설정하였다. 상세한 조사구의 크기 및 개소수는 표 2에 제시하였으며 조사시기는 2003년 5월, 8월, 10월에 실시하였다. 아울러 분석된 자료는 2001년 모니터링자료와 비교하였다.

2) 초본식물군집구조 조사분석방법

식물군집구조분석은 Braun-Blanquet(1964) 방법과 Dierschke(1994) 방법을 응용하여 조사하였다. 즉 기준 우점도(D) 7계급, 군도(S) 5계급으로 구분된 기준에 Dierschke(1994)의 방법을 첨가하여 우점도(D)를 세분화하여 작성하였다. 조사된 자료는 2001년 지역별 식생특성과 비교하였다.

3) 토양특성

토양은 식물생육에 1차적 기반요소이지만 하천변에

표 2. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 조사구 설정기준 및 조사구 설정 현황

구분	과거토지 이용유형	관목 식재현황	조사구			구분	주요 우점 초본종	조사구		
			번호	개소수	크기			번호	개소수	크기
식생 복원 지역 (식재 지역)	제방 주변부	붉나무	7, 8, 9, 10	4개소	10m×10m	건조 지성 초지 지역	돌콩, 개망초	21, 22	2개소	10m×10m
							환삼덩굴	23, 24, 25, 26, 30, 31	6개소	5m×5m
	미국쭉부쟁이	32, 33	2개소	5m×5m						
	경작지	산딸기, 조팝나무, 짚레꽃	1, 2, 3, 4, 5, 6	6개소		습지성 초지 지역	쇠뜨기-고마리	27	1개소	5m×5m
							고마리-환삼덩굴	28	1개소	5m×5m
							고마리	29	1개소	5m×5m
	나대지	짚레꽃, 산딸기, 조팝나무	11, 12	2개소		습지지역 전체 (Belt transect)	버드나무	34	1개소	5m×5m
							노랑물봉선	35	1개소	5m×5m
	유보지	버드나무	19, 20	2개소			36	1개소	64m×5m	

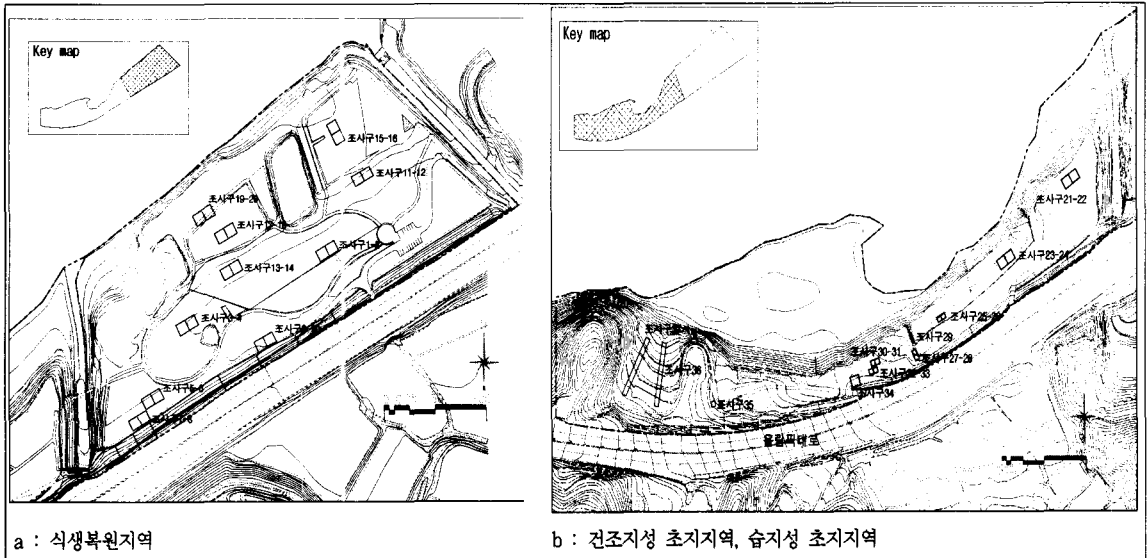


그림 2. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 식생변화과정 분석을 위한 공간별 조사구 위치도

서는 토양의 화학적 특징보다는 거리, 침수조건 등의 물리적 요건이 더 큰 영향을 미치지만(정경진, 1999), 경작으로 인한 질소와 인의 과다는 식물생육에 치명적

영향을 줄 수 있으므로(양운진, 1994) 본 연구에서는 3개 지역별 토지이용유형을 고려하여 토양특성을 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 수변지형 변화에 따른 식생분포 특성

연구대상지는 둔치지역 일부를 제외하고는 한강 수면으로부터 평균 표고 14 m 이상 지역에 위치하고 있어 한강 하류 둔치임에도 표고가 높은 편이었으며 서울특별시(2000) 자료에 의하면 20,000 m<sup>3</sup>/sec일 때 10년 주기로 침수가 가능할 것으로 제시하고 있으나, 2001년 8월 홍수시 침수조사결과 수면으로부터 5 m 정도까지만 침수되는 것으로 조사되었다(조오영, 2002). 즉 본 대상지는 한강 둔치지역이지만 수문학적 문제는 없을 것으로 판단되었다. 주요 지역별 지형변화와 식생분포 특성은 다음과 같다.

그림 3은 식생복원지역의 지형구조 및 식생분포를

나타낸 것이다. 한강변 호안지역에서는 버드나무가 우점하고 있었으며 7 m 이상 지점에서는 초본종인 환삼덩굴과 미국개기장이 넓게 분포하고 있었다. 둔치지역 중 높은 곳은 기존 경작지 지형을 유지한 상태로 두층나무 묘포장이 조성되어 있으며 식생복원지역(2002년 식물식재지역)은 기존 경작지의 표토를 제거하고 식생을 식재하여 지형이 낮아진 상태이었다. 제방사면은 콘크리트 호안블럭이 조성되었고 그 위로 환삼덩굴과 갈아지풀이 생육하고 있었다.

그림 4는 둔치지역에 건조지성 초본식생이 우점하는 곳의 지형구조 및 식생분포를 나타낸 것이다. 한강과 접한 호안내부지역 퇴적지에는 갈대가 넓게 분포하고 있었고, 호안에는 아까시나무가 분포하고 있었다. 둔치지역은 경작이 중지된 이후 외래종 초본이 유입되어 미국쑥부쟁이, 환삼덩굴 등이 세력이 큰 상태이었다.

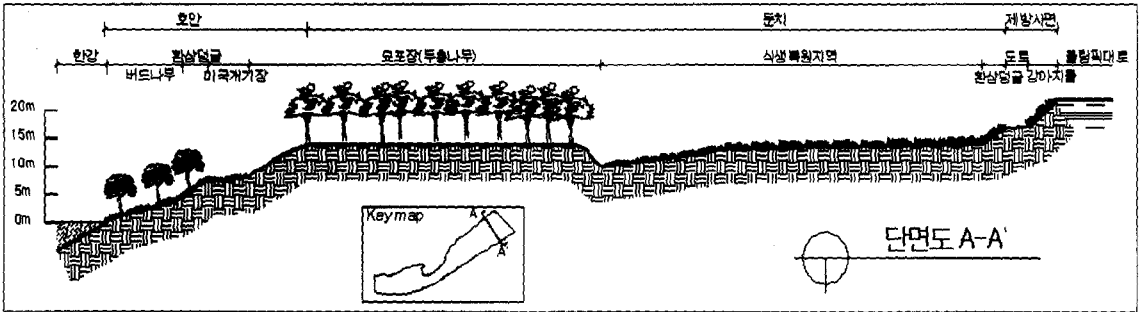


그림 3. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 식생복원지역 지형단면구조와 식생분포현황(2003. 10)

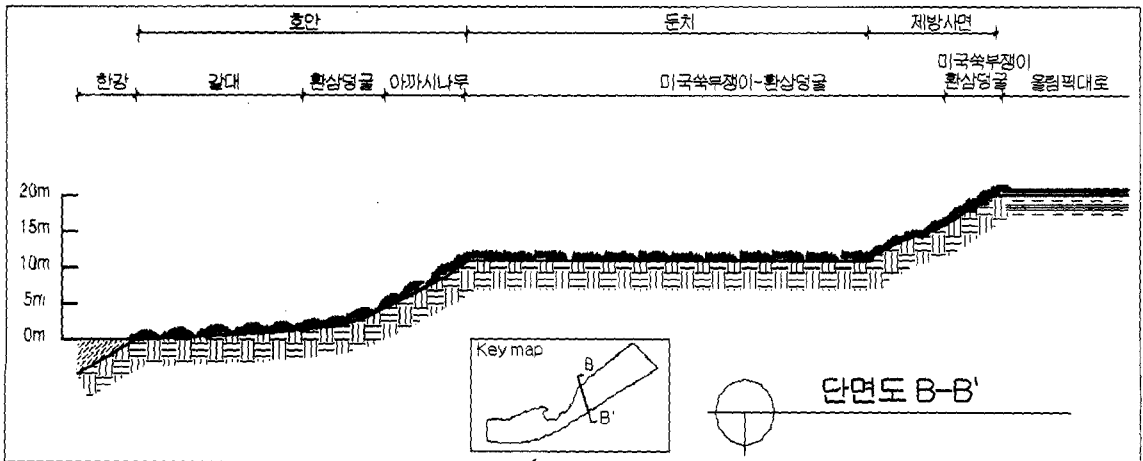


그림 4. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 건조지성 초지지역 지형단면구조와 식생분포현황(2003. 10)

그림 5는 연구대상지 중 서쪽에 위치한 습지성 초본 식생지역의 지형구조 및 식생분포를 나타낸 것이다. 본 지역은 기존에 논경작지이었으나, 휴경으로 인하여 초본식생이 분포하고 있으며 다른 지역보다 급한 경사지형이었다. 한강변과 인접한 호안지역은 물봉선, 눈괴불주머니, 고마리, 도루박이 등 습지성 자생식물이 우점하고 울림떡대로와 가까워질수록 환삼덩굴, 개망초 등 건조지성 외래초본이 넓게 분포하고 있었다.

## 2. 식생구조 분석

### 1) 식물상

고덕수변생태복원지 조성 이전인 2001년 출현식물종은 총 141종류(55과 123변종 15변종 3품종)이었으며 이중 자생종은 123종류로 습지자생종 43종, 건조자생종 80종이었고 도입종 및 귀화종은 18종이었다(조오영, 2002). 고덕생태복원지가 준공된 이후 2003년 식물상은 총 258종류(62과 183종 29변종 4품종)로 조성전보다 다양한 식물들이 출현하고 있었으며 습지 자생종은 수변과 기존 농경지를 중심으로 부들, 갈대, 고마리, 줄, 노랑물봉선, 건조자생종은 쑥과 관리대상종인 환삼덩굴, 귀화종은 망초, 미국쑥부쟁이 등이 주요 출현종이

표 3. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 식물상유형별 특성 및 연도별 변화

유형구분		종수	
		2001년	2003년
자생종	습지자생종	43	86
	건조자생종	80	122
	계	123	208
외래종	도입종(재배종)	5	7
	귀화종	13	43
	계	18	50
합계		55과 123종 15변종 3품종 141종류	62과 183종 29변종 4품종 총 258종류

었다. 그러나 미국쑥부쟁이, 개망초, 망초 등의 귀화종의 세력확장과 더불어 환삼덩굴, 돌콩의 출현빈도가 높아 향후 이들 종에 대한 지속적 관리가 필요하였다.

### 2) 현존식생

표 4는 연구대상지의 2001년도와 2003년도 현존식생 유형별 현황이며 그림 7은 2003년도 8월 현존식생도이다. 2003년도 현존식생조사 결과 봄철인 5월의 경우 총

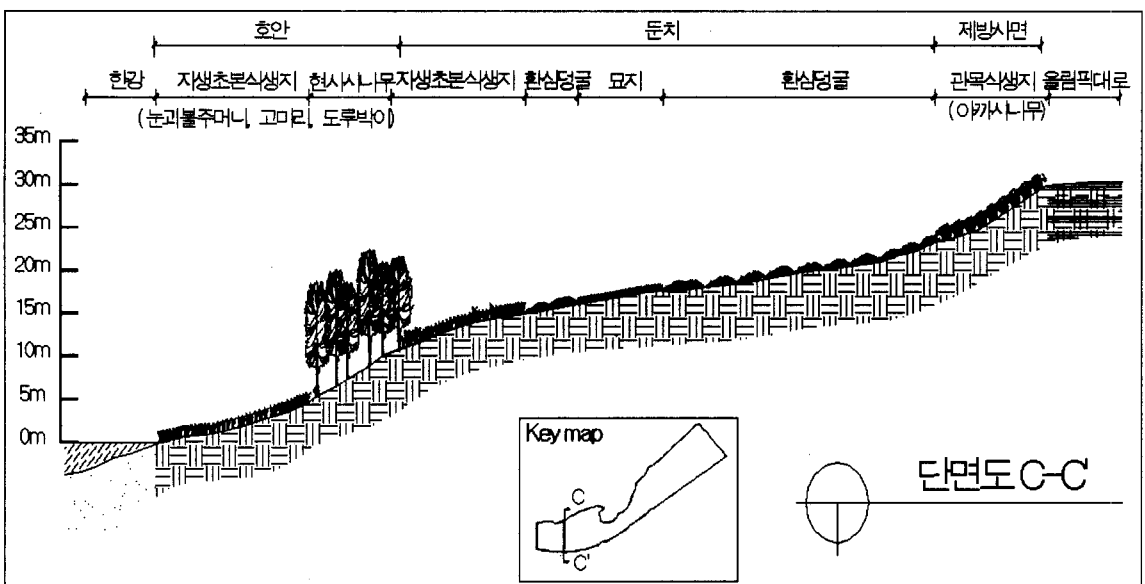


그림 5. 서울시 한강 고덕수변생태복원지 습지성 초지지역 지형단면구조와 식생분포현황(2003. 10)

25개 유형으로 구분되었으며 이중 갈대, 개갯냉이, 도루박이 등의 자생초본이 18.2%, 환삼덩굴, 개망초, 미국쑥부쟁이 등의 외래초본이 19.3%, 버드나무 8.9%, 식생복원지 31.1%, 산림지역 11.4% 등이었다. 여름철인 8월의 경우 총 22개 유형으로 구분되었으며 자생초본이 우점하는 지역 10.6%, 외래초본이 우점하는 지역 26.8% 등이었으며 기타 유형은 큰 변화가 없는 상태이었다. 특히 초본식생의 변화는 계절적 천이(한봉호 등, 2003)에 의한 것으로 대상지 중앙부의 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이, 망초 등이 여름에 접어들면서 그 세력이 왕성해졌기 때문으로 판단되었다.

연도별(2001: 2003), 계절별(봄철, 여름철) 현존식생 변화를 살펴보면 대상지내 기존 토지이용 중 경작지, 나지가 사라지면서 자생초본 및 외래초본의 면적 비율은 증가하였지만 자생초본식생의 면적 비율 증가보다 외래초본식생의 면적증가가 큰 상태이었다.

현존식생 유형별 분포현황(그림 6)은 식생복원지의 경우 대상지 동편에 기존 경작지 및 휴경지에 조성되었으며 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등 외래초본식생은 대상지 중앙부에 분포하였고, 고마리, 노랑물봉선, 쇠뜨기 등 자생초본식생은 대상지 서쪽 기존 논경작지를 중심으로 넓게 분포하였다. 이외에 버드나무, 갈대, 도루박이 등은 한강과 접한 둔치 저지대에 분포하고 있었다. 향후 대상지내 넓게 분포하는 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등 외래종의 관리를 통해 다양한 자생초본식생이 우점하는 지역으로 복원하여야 할 것이다.

3) 초본식물군집구조

(1) 식생복원지역(식재지역)

표 5는 고덕수변 생태복원지역 중 대상지 동쪽편에 위치한 식생복원지의 식재종 생육상태 및 조사구 식생현황을 나타낸 것으로 기존 토지이용유형을 고려하여 크게 4개 지역으로 구분하였다. 제방사면식생복원지역은 총 6개 조사구를 설정하였으며 주요 식재종은 짚레꽃, 산딸기, 조팝나무, 붉나무, 참억새, 속속이풀 등이었다. 계절별 초본식물 분포특성을 살펴보면 기존 식재식물보다 환삼덩굴, 미국개기장 등이 지속적으로 우점종이었다. 그러나 조사구 5의 식재된 참억새는 계절에 상

표 4. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 주요 현존식생 유형 연도별, 계절별 면적비율(단위: %)

구분	현존식생유형	2001년		2003년	
		봄철 (4월)	여름철 (8월)	봄철 (5월)	여름철 (8월)
자생초본	갈대	-	0.4	2.3	4.3
	개갯냉이	-	-	2.5	-
	고마리	-	1.7	1.0	1.3
	도루박이	-	0.7	1.4	3.8
	쇠뜨기	-	-	3.6	-
	쇠벌꽃	-	-	1.4	-
	큰갯의털	2.0	1.7	-	-
	돌콩	-	-	-	3.0
	쑥	6.4	-	1.2	-
	기타 (뚝새풀, 애기뚫풀 등)	0.1	6.8	4.8	0.8
소계	8.8	12.6	18.2	13.6	
자생목본	버드나무	7.0	8.0	8.9	8.6
외래초본	망초	-	16.9	-	1.4
	미국쑥부쟁이	24.8	-	3.8	5.9
	환삼덩굴	-	9.5	9.8	16.5
	좁명아주	-	16.7	-	-
	소 계	24.8	43.1	19.3	23.8
산림지역		13.0	12.5	11.4	11.3
식생복원지역		-	-	31.1	28.3
묘포장		5.6	5.9	6.1	5.3
경작지		11.1	9.0	-	-
기타지역(나지, 도로, 수면 등)		29.6	8.2	5.0	9.1
합 계		100.0	100.0	100.0	100.0

\* 기타 현존식생유형: 관목식생지, 벼과(참새귀리 등), 소리쟁이, 개망초, 물억새, 머느리배꼽

관없이 왕성하게 세력을 유지하고 있었다. 특히 목본식물 중 짚레꽃, 조팝나무, 병꽃나무 등은 생육이 양호한 편이었고 산딸기, 붉나무 등은 고사하거나 생육이 불량한 상태이었다.



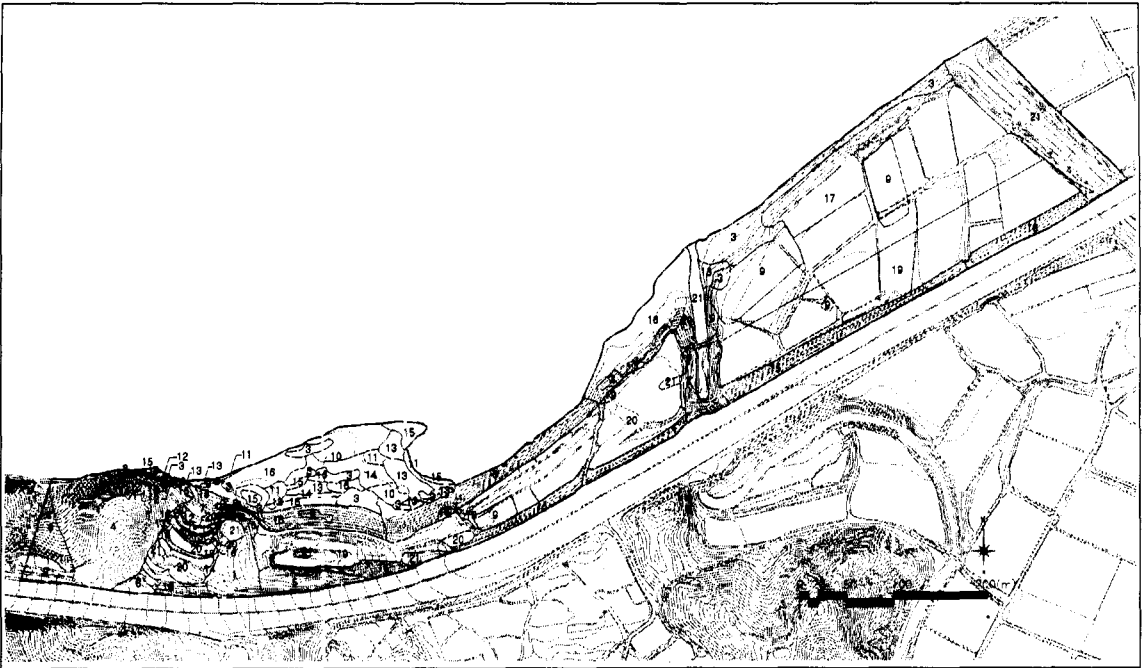


그림 6. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 현존식생유형별 현황도(2001년 8월)

- 범례: 1. 상수리나무림 2. 기타 낙엽활엽수림(산사나무, 물박달나무 등 낙엽활엽수림) 3. 버드나무림 4. 밤-상수리-아까시나무림  
 5. 아까시나무림 6. 일본잎갈나무림 7. 현사시나무림 8. 관목식생지 9. 묘포장 10. 갈대 11. 도부락이 12. 노랑불봉선 13. 고마리  
 14. 며느리배꼽 15. 자생종초본식생지 16. 환삼덩굴 17. 좁명아주 18. 큰김의털 19. 귀화종초본식생지 20. 경작지  
 21. 기타(수로, 도로 등)

경작지 식생복원지역에는 총 8개소의 조사구를 설정하였으며 주요 식재종은 산딸기, 찔레꽃, 조팝나무, 참억새, 참새귀리 등이었다. 초본식물 분포를 살펴보면 기존 식재종보다 망초, 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등이 여름철 이후 우점종이었다. 목본식물 생육현황은 조사구 1~4의 경우 산딸기, 찔레꽃의 생육이 불량하였으며 조사구 11~14의 경우 산딸기, 조팝나무의 생육이 불량한 상태이었다.

나대지 식생복원지역에는 총 4개 조사구를 설정하였으며 주요 식재종은 조팝나무, 국수나무, 참새귀리 등이었다. 계절별 초본식생 변화를 살펴본 결과 망초, 토끼풀의 세력이 왕성한 상태이었고 식재된 관목류는 생육상태가 불량한 상태이었다. 유보지역에는 2개 조사구를 설정하였으며 조사구별로 토끼풀, 망초의 세력이 왕성한 상태이었고 이와 더불어 버드나무 치수가 다수 출현하였다.

이상의 식생복원지에 설정한 20개 조사구의 식재현

황 및 초본식생 변화 상태를 분석한 결과 4개 지역 모두에서 식재한 산딸기, 붉나무, 조팝나무 등은 생육이 불량한 상태이었다. 이는 기존 식생복원 모델 선정시 건조지에 강한 산딸기, 붉나무, 조팝나무 등을 제시하였으나(조오영, 2002), 식재당시 토양상태를 고려하지 않아 배수 불량지역에 식재된 종들은 생육불량 혹은 고사된 것으로 판단되었다. 초본식생 중에서는 참억새를 제외한 식재종은 여름철 이후 대부분 사라지고 망초, 미국쑥부쟁이 등의 건조지에 강한 귀화종의 세력이 확대되고 있어 정상적인 하천변 둔치 생태계구조를 유지하기 위해서는 향후 이들 수종에 대한 관리대책이 요구되었다.

(2) 건조지성 초지지역

표 6은 건조지성 초지지역에 설정한 조사구의 계절별 우점 초본종 변화를 나타낸 것이다. 총 10개 조사구를 설정하였으며 이중 혼생초지지역에 2개소, 환삼덩굴

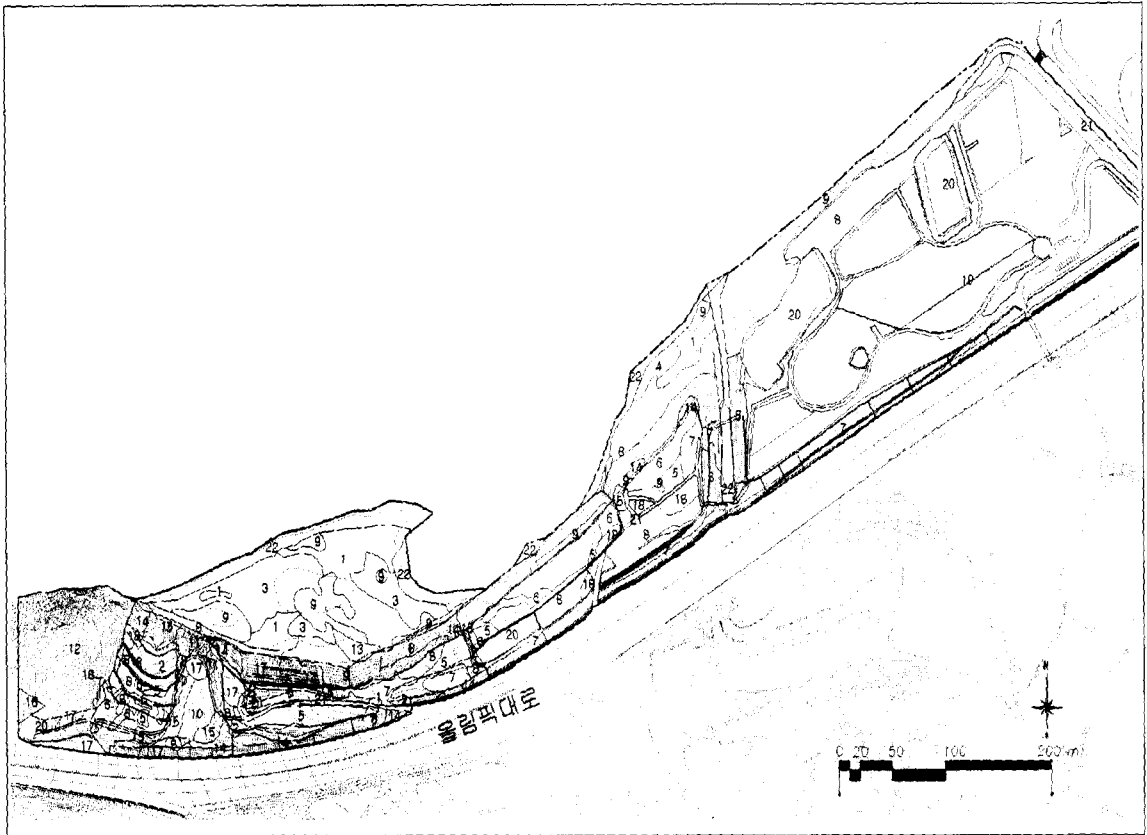


그림 7. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 현존식생유형별 현황도(2003년 8월)

- 범례: 1. 갈대 2. 고마리 3. 도루박이 4. 물억새 5. 돌콩 6. 망초 7. 미국쑥부쟁이 8. 환삼덩굴 9. 버드나무 10. 상수리나무  
 11. 소나무 12. 상수리나무-밤나무-아까시나무 13. 용비늘 14. 아까시나무 15. 현사시나무 16. 일본잎갈나무 17. 쉼  
 18. 기타종(쑥, 노랑불봉선 등) 19. 식생복원지 20. 묘포장 21. 기타(나지, 도로 등) 22. 수면

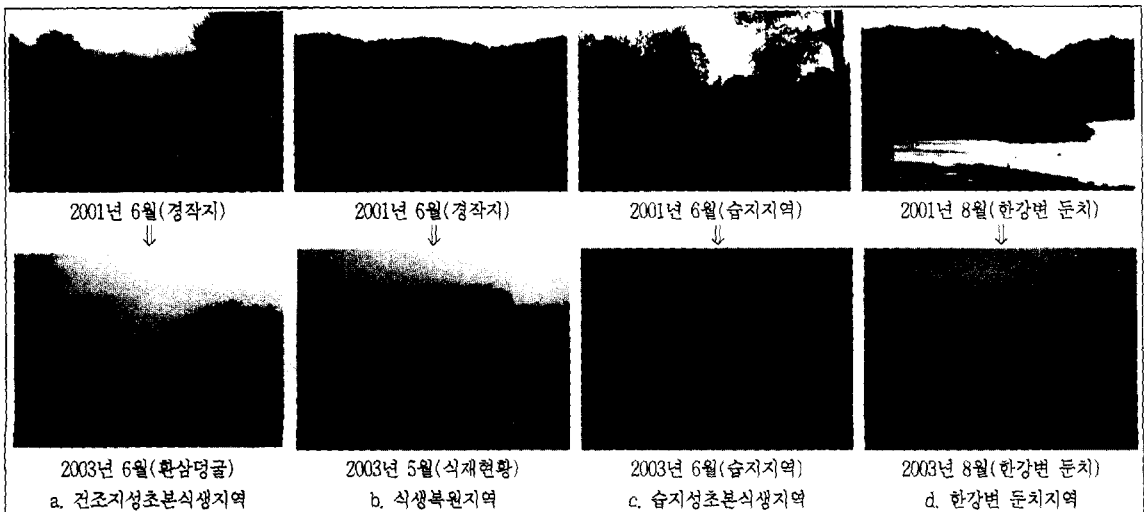


그림 8. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 2001년과 2003년 주요 지역별 변화 모습

표 5. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 식생복원지역(식재지역) 조사구별 식물생육 특성

지역 구분	조사구	주요 식재종	초본 우점종(D/S)			목본식생 생육현황		비고
			봄(5월)	여름(8월)	가을(10월)	생육 양호	생육 불량	
제방 사면 식생 복원지 (6개소)	5	질레꽃, 산딸기, 조팝나무	참억새(2/2)	참억새(2/2)	참억새(2/2)	질레꽃, 조팝나무	산딸기	-
	6	개찌버리사초, 참억새	냉이(2/2)	환삼덩굴(3/3)	환삼덩굴(2/2)	질레꽃	산딸기, 조팝나무	
	7	붉나무, 산딸기, 질레꽃,	속속이풀(3/3)	환삼덩굴(3/3)	우점종 無	조팝나무	붉나무, 참싸리	붉나무 정지 작업
	8	병꽃나무, 속속이풀,	망초(2/2)	환삼덩굴(2/2)	우점종 無	참싸리, 병꽃나무	붉나무	
	9	꽃마리, 쯤명아주, 쇠별꽃, 독새풀	속속이풀(4/4)	환삼덩굴(2/2)	미국개기장(3/3)	조팝나무	-	
	10		독새풀(3/3)	환삼덩굴(2/2)	미국개기장(5/5)	참싸리, 조팝나무	붉나무, 병꽃나무	
경각지 식생 복원지 (8개소)	1	산딸기, 질레꽃, 조팝나무	참새귀리(2/2)	미국쑥부쟁이(4/4)	미국쑥부쟁이(4/4)	-	산딸기, 조팝나무	-
	2	참새귀리, 참억새	참새귀리(2/2)	망초(3/3)	미국쑥부쟁이(3/3)	-	산딸기, 질레꽃	
	3	산딸기, 질레꽃, 조팝나무	개망초(3/3)	망초(3/3)	환삼덩굴(3/3)	조팝나무	산딸기, 질레꽃	정비 지역
	4	냉이, 참억새, 참새귀리	개망초(3/3)	망초(5/5)	참새귀리(2/2)	조팝나무	산딸기, 질레꽃	
	11	산딸기, 조팝나무, 질레꽃,	참새귀리(2/2)	망초(4/4)	토끼풀(3/3)	질레꽃	산딸기, 조팝나무	버드 나무 증가
	12	참억새	망초(1/1)	망초, 차풀(3/3)	망초, 토끼풀(2/2)	질레꽃	산딸기, 조팝나무	
	13	산딸기, 질레꽃, 조팝나무	망초(2/2)	망초(3/3)	자귀풀(3/3)	질레꽃, 산딸기	-	정비 지역
14	참억새, 참새귀리	망초(1/1)	자귀풀(3/3)	자귀풀(3/3)	질레꽃	산딸기, 조팝나무		
나대지 식생 복원지 (4개소)	15		망초(2/2)	망초(5/5)	망초(4/4)	-	-	버드 나무 증가
	16	조팝나무, 국수나무	토끼풀(2/2)	망초, 토끼풀(3/3)	망초, 토끼풀(2/2)	-	조팝나무, 국수나무	
	17	참새귀리	망초(5/5)	망초(5/5)	망초(4/4)	-	조팝나무, 국수나무	
	18		망초(1/1)	자귀풀, 망초(4/4)	망초(4/4)	-	조팝나무, 국수나무	
유보지 (2개소)	19		망초(4/4), 토끼풀(5/5)	망초, 토끼풀(5/5)	망초, 토끼풀(5/5)	-	-	버드 나무 증가
	20		독새풀(2/2)	망초(4/4)	망초(5/5)	-	-	

\* D(dominance): 우점도, S(sociability): 군도

우점지역에 4개소, 쑥 우점지역에 2개소, 미국쑥부쟁이 우점지역에 2개소를 각각 설정하였다.

혼생초지지역의 경우 봄철에는 갈퀴덩굴, 망초 등이 우점하다가 여름철 이후 들콩의 세력이 왕성하여 기타 다른 종들을 피압하고 있었다. 환삼덩굴과 미국쑥부쟁이가 우점하는 지역은 계절에 상관없이 이들 우점종의 세력이 지속적으로 유지되고 있었으며 쑥우점지역의 경우 봄철에는 쑥의 출현빈도가 높았으나 여름철 장마

이후 환삼덩굴의 세력이 왕성해 쑥을 피압하고 있는 상태이었다. 이상의 건조지성 초지지역 군집조사결과 봄철에는 자생종들이 우점하였으나, 장마철이 지나면서 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등의 세력이 점차 확대되는 경향이였다. 따라서 한강 둔치 고유식생구조를 유지하기 위해서는 장마철이후 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이를 중심으로 한 외래종 및 다른 종에 위태가 되는 식물을 제거해 주어야 할 것으로 판단되었다.

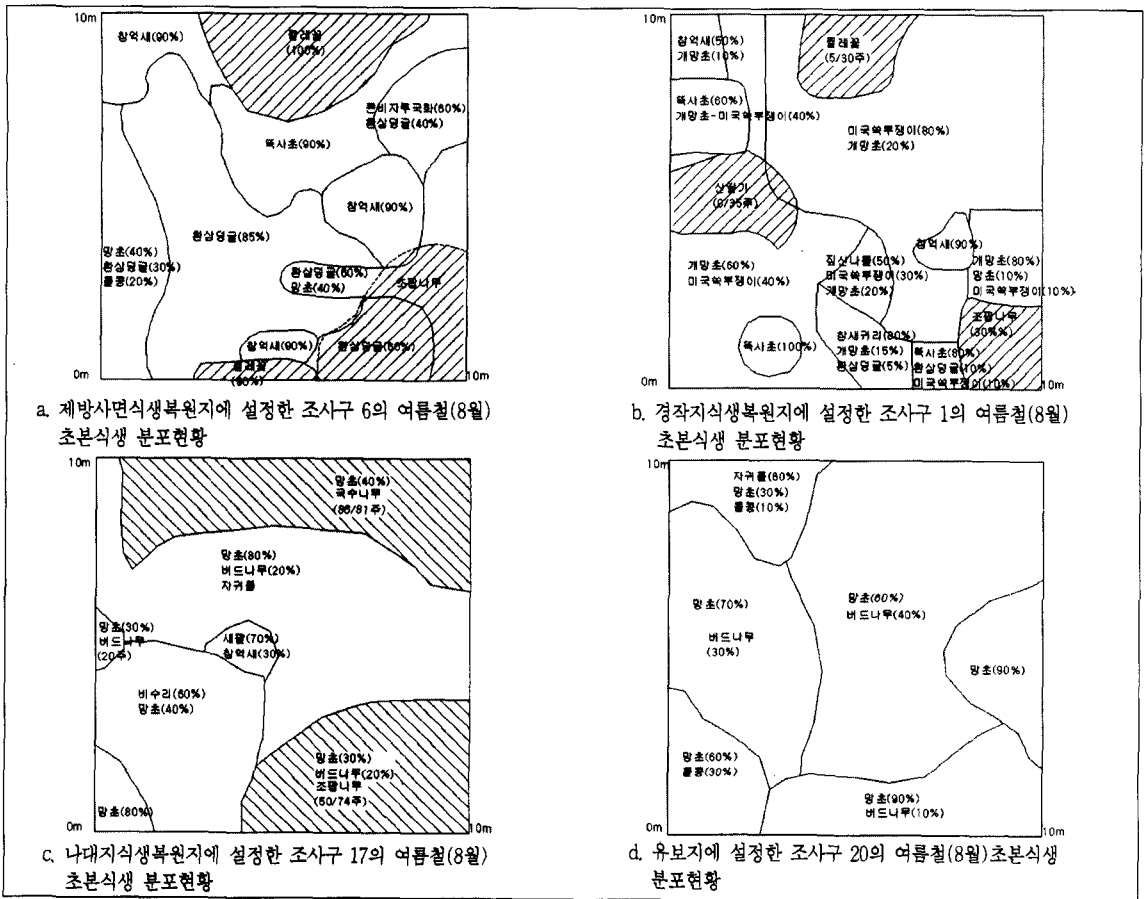


그림 9. 서울시 한강 고덕 수변생태복원지 식생복원지 지역별 주요 조사구의 식생분포특성(2003년도)

표 6. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 건조지심 초지지역 계절별 우점종 변화

구분	조사구	주요 우점종 변화(D/S)		
		봄(5월)	여름(8월)	가을(10월)
혼생초지지역	21	갈퀴덩굴(4/4)	돌콩, 망초(3/3)	돌콩(3/3)
	22	갈퀴덩굴, 개망초(3/3)	돌콩, 망초(3/3)	돌콩(5/5)
환삼덩굴 우점지역	23	-	환삼덩굴(5/5)	환삼덩굴(5/5)
	24	환삼덩굴(5/5)	환삼덩굴(5/5)	환삼덩굴(5/5)
	25	환삼덩굴(3/3)	환삼덩굴(5/5)	환삼덩굴(5/5)
	26	환삼덩굴(4/4)	환삼덩굴(5/5)	환삼덩굴(5/5)
쑥 우점지역	30	쑥(5/5)	돌콩(5/5)	환삼덩굴(5/5)
	31	쑥(4/4)	환삼덩굴(4/4)	환삼덩굴(5/5)
미국쑥부쟁이 우점지역	32	미국쑥부쟁이(4/4)	미국쑥부쟁이(4/4)	미국쑥부쟁이(5/5)
	33	미국쑥부쟁이(4/4)	미국쑥부쟁이(4/4)	미국쑥부쟁이(5/5)

\* D(dominance): 우점도, S(sociability): 군도

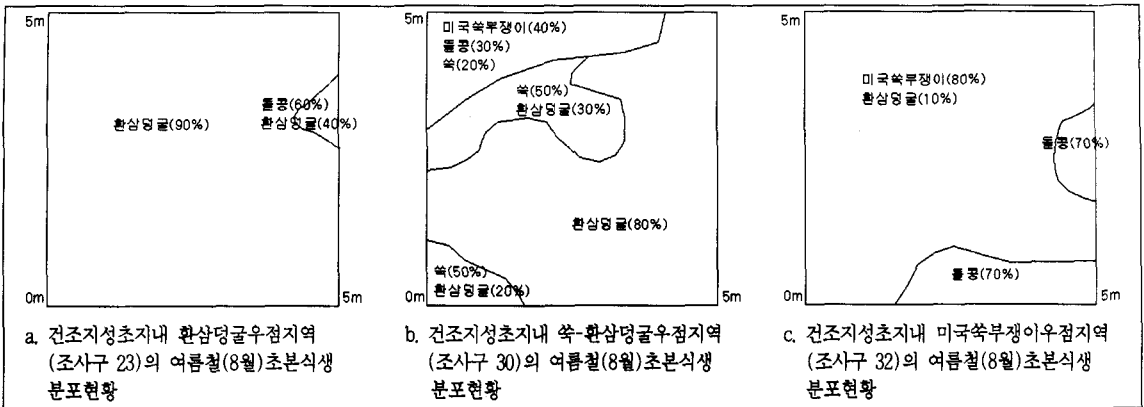


그림 10. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 건조지성 초지지역에 설정한 주요 조사구 식생분포특성(2003년도)

(3) 습지성 초지지역

표 7은 대상지 서쪽 습지성 초지지역 주요 식생군락별 우점종 변화를 나타낸 것으로 총 5개의 조사구와 2개의 Belt-transect 조사구를 설정하였다. 식물생육 특성을 살펴보면 각 조사구의 우점종인 고마리, 노랑물봉선, 큰부들이 각각 지속적으로 세력이 왕성한 상태이었으나, 전체 조사구에 고마리의 세력이 확대되는 것이 특징이었다. Belt-transect 조사구 분석결과 대상지 남쪽 지형이 높은 곳을 중심으로 환삼덩굴의 세력이 점차 확대되고 있었으며 아울러 고마리 등의 세력이 커 기타 다른 종의 세력은 약한 상태이었다. 습지성 초지지역은 비교적 다른 지역보다 한강 둔치의 고유 생태계 구조를 유지하고 있는 지역으로 습지성 식물의 세력이 유지되

고 있는 상태이었다. 단 여름철 이후 고마리와 환삼덩굴의 세력이 확대되어 다른 고유식생에 영향을 주고 있는 상태이므로 이들 종에 대한 관리가 요구되었다.

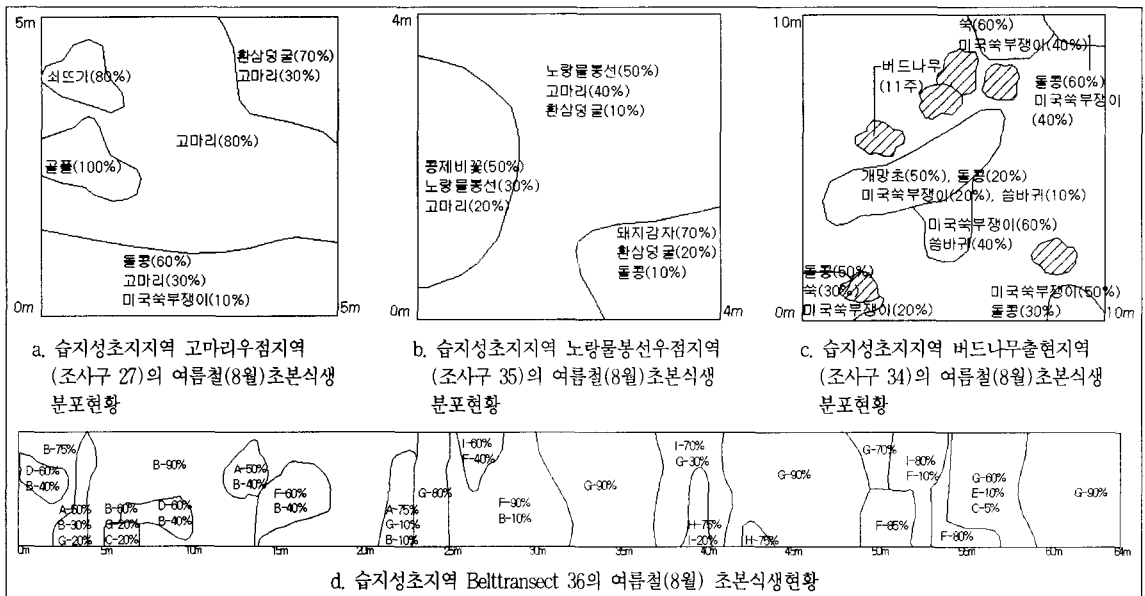
(4) 초본식물군집구조 연도별(2001년: 2003년) 비교

2003년도 식생조사결과 고덕수변생태복원지 조성전인 2001년도 주요 식생군락별 특성 분석자료(조오영, 2002)를 비교·분석한 것이 표 8이다. 조사구는 식생복원지를 제외한 건조지성 초지지역, 습지성 초지지역에 설정한 것들만 비교대상으로 선정하였다. 2001년도에는 조사구 6개소, Belt-transect 2개소를 설정하였으며 습지성 초지지역에는 고마리, 눈피불주머니, 푼사초, 애기똥풀, 노랑물봉선 등이 우점하였고 환삼덩굴의 세력

표 7. 고덕수변 생태복원지 습지성 초지지역 계절별 우점종 변화

구 분	조사구	주요 우점종 변화(D/S)		
		봄(5월)	여름(8월)	가을(10월)
고마리 우점지역	27	고마리, 쇠뜨기(3/3)	고마리(4/4)	고마리(4/4)
	28	갈대(3/3)	환삼덩굴(4/4), 고마리(3/3)	고마리, 환삼덩굴(3/3)
큰부들 우점지역	29	고마리(3/3)	고마리(4/4), 큰부들(3/3)	고마리(4/4)
버드나무 출현지역	34	개망초(3/3), 버드나무	미국쑥부쟁이(5/5), 버드나무	미국쑥부쟁이(4/4), 버드나무
노랑물봉선 우점지역	35	노랑물봉선, 쑥(3/3)	노랑물봉선, 고마리(3/3)	노랑물봉선(4/4)
Belt transect-1	36	쇠뜨기, 고마리	환삼덩굴	환삼덩굴, 고마리
Belt transect-2	37	쇠뜨기, 노랑물봉선	노랑물봉선, 환삼덩굴	고마리, 환삼덩굴

\* D(dominance): 우점도, S(sociability): 군도



\* A: 노랑물봉선, B: 고마리, C: 미꾸리늪시, D: 미나리, E: 개여뀌, F: 돌콩, G: 환삼덩굴, H: 왕고들빼기, I: 망초

그림 11. 습지성 초지지역에 설정한 주요 조사구의 식생분포특성(2003년도)

이 다소 컸으며 건조지성 초지지역에는 환삼덩굴, 미국쭈부쟁이의 우점도가 높은 상태이었다. 2003년도 조사 결과 조사구 15개소, Belt-transect 2개소를 설정하였으며 환삼덩굴, 망초의 세력이 확대되고 있었고 건조지성 초지지역은 2001년도와 동일한 상태이었다. 즉 건조지성 초지지역은 2001년도와 유사한 상태이었으나, 습지성 초지지역은 점차 고마리 등 단일종의 우점세력이 확대되어 종이 단순해져가고 있었으며 환삼덩굴 세력이 확대되었다.

### 3. 토양특성

본 대상지는 한강변 둔치지역으로 과거 경작지로 이용된 곳이므로 대상지 전체를 3개 지역 즉 식생복원지 (8개소), 건조지성 초지지역(4개소), 습지성 초지지역 (1개소)으로 구분하여 분석하였다(표 9). 식생복원지는 pH 6.68~8.66, 유효인산 5.12~368.00mg/kg, C<sup>++</sup> 4.42~8.06cmol/kg으로 높게 나타나 부분적으로 아직 경작에 의한 영향이 지속되는 것으로 판단되었고 습지성 초지지역도 pH 6.46, 유효인산 94.11mg/kg, C<sup>++</sup> 4.66cmol/kg, 건조지성 초지지역도 pH 5.78~8.44, 유효인산 12.57~335.89mg/kg, C<sup>++</sup> 3.19~6.37cmol/kg로 높은 상태이었다. 특히 경작이 집중적으로 진행되었던

표 8. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 연도별 초본식물군집구조 변화

구분		2001년	2003년
조사구 수 (식물식재지역 제외)		• Quadrat: 6개소	• Quadrat: 15개소
		• Belt transect: 2개소	• Belt transect: 2개소
주요 초본 식생특성	습지성 초본식생지역	• 고마리, 눈괴불주머니, 툇사초, 애기똥풀, 노랑물봉선 등 우점 • 환삼덩굴 등 우점	• 고마리, 쇠뜨기, 애기똥풀 우점 • 환삼덩굴, 망초 우점 • 습지성 초본식생지역 면적 감소 • 고마리 등 단일 종 세력 증대
	건조지성 초본식생지역	• 환삼덩굴, 미국쭈부쟁이, 썩 우점	• 환삼덩굴, 미국쭈부쟁이 우점

표 9. 고덕수변 생태복원지 공간별 토양특성 분석

조사구		pH	EC(1:5)	O.M.	Avail.-P	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	토 성	
		(1:5)	dS/m	%	mg/kg	cmol/kg					
식생복원지역	제방주변	1	7.08	0.05	3.27	161.33	6.65	4.61	0.41	0.31	미사질양토(silt loam)
		2	6.76	0.06	4.49	368.00	6.20	4.48	2.56	0.31	미사질양토(silt loam)
		3	6.68	0.07	2.86	218.21	4.42	2.71	0.50	0.00	양토(loam)
	경작지	4	6.99	0.03	2.59	37.73	4.46	3.96	0.28	0.35	미사질양토(silt loam)
		5	8.32	0.07	1.43	17.24	6.98	1.80	0.40	0.27	미사질양토(silt loam)
		6	8.66	0.08	1.97	12.36	8.06	1.38	0.04	0.28	사질양토(sandy loam)
	나대지	7	7.60	0.03	1.84	5.12	5.10	3.33	0.40	0.38	사질양토(sandy loam)
		8	7.33	0.03	1.36	13.17	5.35	2.57	0.18	0.25	사질양토(sandy loam)
건조지성 초본식생지역	9	8.44	0.05	2.59	63.79	6.37	2.82	1.05	0.15	사질양토(sandy loam)	
	10	5.78	0.03	2.18	335.89	3.19	1.45	1.41	0.13	사질양토(sandy loam)	
	11	7.85	0.04	2.38	26.19	8.14	3.76	0.26	0.20	양토(loam)	
	12	7.86	0.03	2.31	12.57	5.90	1.71	0.32	0.16	사질양토(sandy loam)	
습지성 초본식생지역	13	6.46	0.03	3.74	94.11	4.66	3.79	1.71	2.06	미사질양토(silt loam)	

식생복원지 중 제방 주변부, 건조지성 초본식생지역, 습지성 초본식생지역 상단부 등은 인공시비로 인해 유효인산이 높은 상태이었다. 13개 지점 모두 유기물함량은 1.36~4.49%로 5%를 넘지 못하는 상태이었다. 이는 홍수나 수위상승으로 인해 토양이 반복적으로 유실되는 지역은 유기물함량이 5%가 넘지 못하는 경향과 일치하고 있었으며(Petts and Amoros, 1996) 토성은 사질양토 혹은 미사질양토이었다.

#### IV. 지역별 생태적 관리방안

서울시 한강 고덕수변 생태복원지의 연도별, 계절별 식물생태 특성 파악을 통해 지역별 관리방안을 제시한 것이 표 10이다. 지역별 관리방안의 경우 식생복원지역은 산책로를 중심으로 이용특성에 따른 관리유형구분, 토양특성에 따른 식물이식 및 재식재, 귀화종의 지속적 제거, 실험구 및 모니터링 실시를 제안하였으며 건조지성 초지지역과 습지성 초지지역은 망초, 개망초 등의 귀화종의 번성 및 환삼덩굴, 고마리 등의 단일 자생종

표 10. 서울시 한강 고덕수변 생태복원지 지역별 관리방향 및 세부관리방안

지역구분	관리방향
식생복원지역	이용특성에 따른 관리유형 구분, 토양특성에 따른 식물이식 및 재식재, 귀화종의 지속적 제거, 실험구 설정 및 모니터링 실시
건조지성초지지역 및 습지성초지지역	외래종 제거, 종다양성 증진관리, 모니터링 실시

의 번성이 왕성하여 종단순화가 우려되므로 관리방안으로 외래종 제거, 종다양성 증진, 향후 연도별, 계절별 지속적 모니터링을 제안하였다.

#### V. 결론

본 연구는 한강변 고덕동에 위치한 고덕수변생태복원지(2002년 4월 개장)의 식생변화 과정분석을 통한 관리방안 제시를 목적으로 하였다. 조사결과 식물상은 2001년 총 141종류(귀화종 13종), 2003년 258종류(귀화

종 42종)로 증가하였고 현존식생은 식생복원지를 제외한다면 환삼덩굴 등의 외래종의 세력이 지속적으로 확대되고 있었다. 초본식물군집구조는 식생복원지(식물식재지역)의 경우 관목류의 고사, 귀화종의 세력확대 및 토양문제로 인한 식재식물 생육불량 상태이며 건조지성 초지지역은 환삼덩굴, 미국쑥부쟁이 등의 외래종의 우점도가 지속되고 있었다. 습지성 초지지역은 토양의 건조화로 인해 환삼덩굴의 세력 확장과 습지성 자생 초본식생의 세력 감소가 특징이었다. 토양특성은 기존 경작행위의 영향으로 유효인산, 치환성 양이온 함량이 높은 상태이었다.

식생변화상태와 토양특성을 바탕으로 고덕수변생태복원지를 식생복원지역(식물식재지역), 건조지성 초지지역 및 습지성 초지지역으로 구분하여 관리방향과 세부관리방안을 제시하였다. 식생복원지역은 이용특성에 따른 관리유형 구분, 토양특성에 따른 식물이식 및 재식재, 귀화종의 지속적 제거, 실험구 설정 및 모니터링 실시를 제시하였으며 건조지성 초지지역과 습지성 초지지역은 외래종 제거, 종다양성 증진 관리, 모니터링 실시를 제시하였다.

본 연구는 하천변 식생복원지역의 복원조성 전과 후의 생태적 특성을 분석한 것으로 향후 본 대상지와 같이 둔치지역이면서 경작에 의해 훼손된 지역의 복원공사시에는 토양특성을 정밀히 조사 후 우선 토양상태를 복원한 후 이에 적합한 식물식재를 실시해야 하며 향후 본 대상지의 연도별 지속적 모니터링이 수행되어야 할 것이다.

주 1. Autocad Map6 (Autodesk, 2002).

주 2. Arcview GIS 3.2(Esri, 1998).

## 인용문헌

1. 김종근(1998) 도시하천변의 식물생태계 특성에 관한 연구. 영남대학교 조경학과 대학원 석사학위논문.
2. 박수현(1996) 한국귀화식물원색도감. 서울: 일신각.
3. 서울특별시(2000) 새서울 우리한강 기본계획. 서울시정개발연구원.
4. 신동훈, 노태성, 오휘영, 이규석(2003) 자연형하천 공사후 도시하천의 식물상 변화. 한국조경학회지 31(4): 67-73.
5. 양운진(1994) 환경식물학. 동화기술.
6. 이유미, 박수현, 정승선(2002) 서울 중랑천의 식생구성과 식물상. 한국환경생태학회지, 16(3): 271-286.
7. 이창복(1993) 대한식물도감. 서울: 향문사.
8. 정경진(1999) 한강지류에서 하천변의 식생분포와 지형, 토양, 수문특성과의 관계. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
9. 전승훈, 현진이, 최정권(1999) 하천미지형 및 하상저질에 따른 갯바들과 달뿌리풀군락의 분포특성에 관한 연구. 한국조경학회지 27(2): 59-66.
10. 조오영(2002) 한강고덕지구 강변 생태계 보전 및 복원계획. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
11. 최영박(1986) 물의 과학과 기술. 서울: 산학사.
12. 한봉호, 김정호, 홍석환(1993) 서울시 둔촌동 습지 생태계보전지역 모니터링 및 생태적 복원구상. 한국환경생태학회지 17(3): 43-59.
13. 최병언(2000) 자연생태계 모니터링을 통한 여의도생태공원의 관리방안. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
14. 條況建太(1995) 沖積 河川の水邊生態環境とその整備 について研究. 東京大學校 博士學位論文.
15. Braun-Blanquet(1964) Pflanzensociologie, Grundzüge der vegetationskunde. wien.
16. Dierschke, H.(1994) Pflanzensociologie. Ulmer, Stuttgart.
17. Melchior, A.(1964) Engler's Syllabus der Pflanzen Familien II.
18. Petts, G. E. and C. Amoros(1996) Fluvial Hydrosystems. CHAPMAN & HALL.

원 고 접 수 : 2004년 2월 28일

최종수정본 접수 : 2004년 4월 16일

3인인명 심사필