

연구논문

## 하천습지의 식생학적 자연도 평가

전 승 훈

경원대학교 조경학과

(2010년 9월 14일 접수, 2010년 12월 30일 승인)

### Assessment of Degree of Naturalness of Vegetation on the Riverine Wetland

Chun, Seung-Hoon

Department of Landscape Architecture, Kyungwon University

(Manuscript received 14 September 2010; accepted 30 December 2010)

#### Abstract

This study was carried out to suggest the baseline data necessary for vegetation restoration at riverine wetland within stream corridor. We used the prevalence index for wetland assessment by applying the method of weighted averages with index values based on five hydrophyte indicator status as defined by estimated probability occurred in wetland. We selected near nature and urbanized reach of Gap and Yanghwa streams as experimental site. Although two sites have some different disturbance and characteristics of watershed, they showed that similarity of vegetation community including three dominant species - *Salix koreensis*, *Phragmites communis*, *Miscanthus sacchariflorus* - was very high. But in case of Yanghwa stream, various kinds of emergent plants along wetted condition were distinctly occurred, resulted from difference of hydrological regime and substrate, etc.

Degree of naturalness of vegetation at the sampled areas indicated that near nature area of Gap stream and all area of Yanghwa stream were fitted as riverine wetland, while urbanized area of Gap stream has changed into upland condition. In conclusion assessment system using prevalence index would be considered an effective method for evaluating of natural states of riverine wetland, but further integrated consideration of physical, hydrological, and biological factors of stream process, and also with considering the difference between those qualitative data of vegetation community.

Keywords : Riverine wetland, Hydrophyte, Prevalence index, Naturalness of Vegetation

## 1. 서론

하천습지는 하도의 홍수터에 발생하는 수위변동 구간의 생태적 추이대라 할 수 있으며, 건강한 하천 생태계를 유지하는데 매우 중요한 역할을 수행하는 장소이다. 하천습지의 홍수터는 빈번한 수위의 변동 및 유로 변경에 의해 수생 영역과 육상 영역이 반복, 공존하는 지역으로써 수역과 육역의 양생에 적합한 동식물의 서식공간이라 할 수 있으며, 피복된 식생대와 함께 자연재방의 보호와 토사의 퇴적, 물질순환, 생물서식처로서의 매우 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다(한국건설기술연구원, 2007).

일반적으로 어떤 지역의 식생은 다수의 식물종이 분포하고 있는 양상으로서 어떤 종의 개체들이 많이 출현하여 그 식물사회를 지배하고 있는 가를 파악하기 위한 것으로 이를 통해 해당 생태계의 특성을 파악하는데 있어 가장 기본적인 지표라 수 있다(Kent and Coker, 1992). 따라서 식물군집의 유형과 구조적 특성을 인식하여 해당 생태계의 교란과 훼손의 양상 및 미래의 변화 예측, 입지환경요인과의 관계해석 및 동물서식처로서의 기능평가, 환경영향평가 및 생물학적 보전과 관리의 기준으로 활용하고 있다.

우리나라의 하천정비는 1980년대 중반까지 이수와 치수 위주로 이루어지다가 서울 올림픽 게임의 개최를 계기로 친수기능을 강조한 새로운 하천정비의 행태가 시작된 이래, 1990년대 중반 들어 자연형 하천사업의 효시라 할 수 있는 서울시 강남구 양재천 사업을 통하여 인공화된 도시하천을 조경하천으로 바꾸면서 주민의 휴식 및 운동과 함께 저수로의 선형과 형태를 자연스럽게 변화시키는 시도가 이루어졌다(한국건설기술연구원, 2007).

하천복원 가이드라인(건설교통부, 2007)에서의 바림직한 하천복원의 과정과 기준, 자연친화적 하천정비를 위한 수변조사 및 모니터링 매뉴얼(건설교통부, 2006)에서 정밀한 하천생태조사 기준, 자연친화적 하천관리에 관한 통합지침(국토해양부, 2009)과 생태하천복원사업의 추진지침(환경부,

2010)은 하천습지의 구조와 기능을 충분히 고려할 수 있는 통합적 계획, 설계의 기준으로는 크게 미흡한 실정이다. 또한 하천설계 기준해설(한국수자원학회, 2009) 역시 홍수방어 및 하도계획 중심의 접근과 호안 및 하상유지 중심으로 설계 기준이 마련되어 있는 상태이다. 따라서 하천습지의 생태적 특성과 수리적 특성을 기준으로 한 하도의 평면과 단면계획의 통합적 접근이 매우 절실한 실정이다. 이와 같은 하천습지의 복원실태를 고려할 때 하천습지의 구조적 실체로서 습지식생의 조사와 평가는 하천복원계획의 필수적인 과정이라 할 수 있다.

하천정비 및 복원과정에서도 수변조사항목으로서 식생조사의 기준은 비교적 충실하게 이루어지고 있으나 식생항목 자체만의 평가는 거의 이루어지지 못하고 있고, 다만 하천환경의 종합적 평가체계에서 식생항목이 부분적으로 고려되고 있는 실정이다(건설교통부, 2006; 국토해양부, 2009). 이로 인하여 하천에서 나무심기 및 관리에 관한 기준(건설교통부, 2007)의 적용 시 필요한 식생학적 자료가 부족할 뿐 만 아니라 생물서식처 복원측면에서의 식생의 보전 및 복원계획 수립이 거의 이루어지고 있지 못한 상태이다.

한편, 미국의 연방정부는 1980년대 중반 이후 국가습지관리계획차원에서 통일된 습지분류체계를 정립함과 동시에 습지의 정의, 요인, 기준 및 지표에 대하여 표준화를 구축하였는데, 여기서는 습지의 식별조사, 훼손 여부의 평가에 대하여 수생식물의 종류와 분포 확률에 근거한 습지식생의 우세도 지수(Prevalence Index)를 적용한 식생학적 접근 체계를 제시한 바 있다(Federal Interagency Committee on Characterization of Wetlands, 1995). 1990년대 이후 이러한 미국의 습지분류 및 평가체계는 국가의 표준체계로 적용되었으며, 습지식물의 국가 목록 역시 1988년 이래 1997년까지 갱신되고 있다(Reed, 1997; Tiner, 2006). 전승훈(2008)은 미국의 습지분류 및 평가체계의 습지식생 우세도 지수를 기준으로 경기도 성남시를 대상으로 습지의 유형분류 및 훼손상태의 평가에 적용하여 도시지역

습지의 육지화 진행정도를 밝히면서 지표로서의 적합성을 보고한 바 있다.

따라서, 본 연구는 하도 내 홍수터 중심의 하천습지를 대상으로 식생군집을 조사분류하고, 이를 근거로 한 습지식생의 우세도지수를 적용하여 하천습지의 훼손상태를 평가함으로써 하천생태계의 식생학적 복원의 기준자료를 제시하고자 수행되었다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 하천습지의 개념 및 범위

본 연구에서 적용하고 있는 하천습지의 범위는 미국의 야생생물보호국(United States Fish & Wildlife Service)의 지원으로 Cowardin *et al* (1979)에 의해 개발되어 국가 표준으로 정립된 종합적인 습지분류체계로서 정의하고 있는 개념에 따

랐다. 구체적으로 하천습지는 하천수로 내에 포함된 모든 습지와 수역의 서식처로서 첫째 교목, 관목, 지속성 있는 정수식물, 또는 이끼류나 지의류에 의해 우점되어 있고, 둘째 해양에서 유래된 염류도 5 ppt를 초과하는 서식처 조건 등은 제외한 습지로 한정한다.

따라서 본 연구에서 적용하고 하천습지는 우리나라 하천의 특성을 고려하여 제방과 제방사이의 하도와 홍수터, 그리고 수로를 포함하는 것으로 하였다.

### 2. 연구대상지역

#### 1) 연구대상지역의 선정

연구대상지역인 하천습지는 우리나라 하천수계의 대표성과 규모, 그리고 하상재료의 특성을 고려하여 금강수계의 갑천과 한강수계의 양화천을 대상으로 하였다(Figure 1). 금강수계의 갑천은 하상재



Figure 1. Geographical location Map of Stream Corridors Studied

료가 자갈이 우점하는 입지특성을 지니고 있는 반면, 한강수계의 양화천은 모래하천으로서의 입지특성이 지배적인 양상을 보여주고 있다.

연구대상지역의 하천습지의 종단상의 범위는 하천구간(Stream Reach)으로서 비교적 여울과 소의 패턴 및 홍수터의 미지형 특성이 다양하고 보전상태가 양호한 자연구간과 도심지역에 위치하여 인위적인 하천정비 및 토지이용으로 인하여 교란 및 훼손된 도시구간으로 대별하여 그 특성을 비교, 평가하였다. 갑천의 경우 자연구간은 갑천 상류방면의 약 3km 구간, 도시구간은 갑천 하류방면의 약 1.5km구간이 선정된 반면, 양화천의 경우 자연구간은 약 1.8km, 도시구간은 약 0.5km구간이 각각 선정되었다.

## 2) 연구대상지역의 개황 및 특성

금강수계의 갑천은 유역면적은 약 648.28km<sup>2</sup>으로 비교적 큰 집수역을 지니고 있으며, 토지이용은 임야 약 62%, 농경지 약 16%, 대지 7%, 공업지역 1%, 기타 14%로서 산림지역과 농경작지가 우세한 것으로 분석되었다. 갑천의 유로연장은 약 73.7km, 평균 하천 폭은 약 150-200m에 달하나 유역 평균 폭은 8.80A/L, 형상계수는 0.119A/L<sup>2</sup>으로 나타났다. 또한 하상경사는 상류 및 하류 구간 각각 1/600, 1/1,000로 나타나 비교적 급경사를 이루고 있으며, 하상재료는 자갈과 모래가 우점하는 저질로 구성되어 있는 것으로 나타났다.

반면 양화천의 유역면적은 약 183.82km<sup>2</sup>로서 갑천의 약 1/3규모로 작은 집수역(Watershed)을 지니고 있으며, 토지이용은 임야 36.7%, 농경지 약 42.74%, 대지 약 2.59%, 목초지 2.05%, 기타 15.9%로서 경작지의 비중이 매우 높은 것으로 나타났다. 양화천의 유로연장은 약 32.2km, 평균 하천 폭은 약 100-200m에 달하나 유역 평균 폭은 5.54A/L, 형상계수는 0.17A/L<sup>2</sup>으로 나타났다. 또한 하상경사는 중, 상류 및 하류 구간 각각 1/470-1/550, 1/1,000-1/3,500로 나타나 비교적 급경사를 이루고 있으며 갑천의 하상경사와 매우 유사하였으며, 하상재료는 주로 모래가 우점하는 저질로

구성되어 있는 것으로 나타났다.

연구대상지역인 갑천과 양화천의 유역개황을 종합적으로 검토해볼 때 두 하천사이의 큰 차이는 없는 것으로 판단되나 토지이용과 하상재료의 차이가 다소 있을 것으로 판단되며, 과거의 하천정비계획과 관련한 수리적 영역의 변화특성도 고려할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

## 3. 현존식생조사 및 군집분석

연구대상지역인 갑천과 양화천의 자연구간과 도시구간에 대해 축척 1/5,000의 수치지도와 지형도를 활용하여 기준 도면을 작성하였고, 대축척의 기준 도면은 경·위도 좌표체계를 구축함으로써 현장조사 시 GPS를 활용하여 위치정보를 신속하면서도 정확하게 파악할 수 있도록 하였다.

현존식생조사는 현장조사를 통하여 육안 및 망원경을 사용하여 상관 식생에 따라 최상층 우점종의 차이를 기준으로 군집분류를 수행하였으며, 또한 현존식생군집의 조사와 분류 시 홍수터의 입지환경 특성을 조사, 기록하여 식생학적 분포양상을 해석하였다. 현존식생의 유형으로서 토지이용 형태와 하천 수계의 특성에 따른 수역과 하상저질, 그리고 소산식생(Sparse Vegetation, 하상저질이 우점하고 식생 피도율이 25% 미만) 등의 유형도 함께 구분함으로써 하천습지의 자연도 평가에 반영하였다. 현존 식생조사에서 얻어진 상관 식생유형을 기준으로 식생 군집의 유형 및 토지이용을 고려하여 현존 식생도를 작성하고, 그 유형별 분포패턴과 면적을 산출하였다.

현장조사는 가능한 사계절 조사를 수행하였으나 하천 생태계의 수리·수문학적 특성에 따른 홍수범람시기 전·후를 최대한 고려하였으며, 갑천의 경우 2006년 5월, 6월과 9월, 2007년 5월, 양화천의 경우 2008년 8월, 10월, 2009년 4월, 6월에 각각 4회에 걸쳐 수행되었으며, 현존식생도의 작성은 선행 자료를 기준으로 추가적인 조사 시기에 따라 지속적으로 보완하는 방식을 적용하여 최종의 정밀도면을 작성하였다.

#### 4. 하천습지의 자연도 평가

하천습지의 자연도 평가는 앞서의 현존식생도의 식생 및 토지이용 유형을 기준으로 미국의 습지분류 및 특성평가의 습지식생 우세도 지수(Prevalence Index)에 의한 평가체계를 적용하였다. 일반적으로 수생식물(Hydrophyte)은 물에 의한 포화 또는 침수로 인하여 생육시기동안 적어도 주기적으로 산소가 결핍되는 물속이나 토양환경에서 자라는 식물로 정의되는데, 수생식물의 구분은 습지와 습지의 지역에서 정착, 발생하는 확률 값을 기준으로 표 1과 같이 5단계로 구분된다(Federal Interagency Committee on Characterization of Wetlands, 1995).

한편 수생식물의 분포확률에 근거한 습지식생의 우세도 지수의 적용을 위하여 현존식생조사에서 분

석된 식생군집의 우점종을 중심으로 수생식물의 범주를 구분하였는데, 이는 Reed(1997)가 작성한 미국의 국가습지식물목록(National List of Plant Species in Wetlands)과 우리나라의 하천식물 분포특성을 기준으로 지표점수를 설정하였다. 즉, 절대습지식물(OBL, Obligate Wetland Plants)은 1, 임의습지식물(FACW, Facultative Wetland Plants)은 2, 임의식물(FAC, Facultative Plants)은 3, 임의육상식물(FACU, Facultative Upland Plants)은 4, 절대육상식물(UPL, Obligate Upland Plants)은 5의 수치를 각각 부여하여 각 식생군집의 수를 곱하여 전체 식생군집의 점수를 합산한 후 전체 식생군집의 수로 나눈 값인 우세도 지수를 식생자연도의 평가지수로 사용하였다.

Figure 2에 나타낸 바와 같이 습지식생의 우세도

표 1. 미국 야생동물관리청의 5가지 수생식물의 신뢰도 범주

범 주	기 준
절대습지식물 (OBL)	거의 항상 습지지역에 발생하지만(99%이상의 추정확률), 드물게 다른 지역에서도 발생 (1% 미만의 추정확률)
임의습지식물 (FACW)	대개 습지지역에서 발생하지만(67-99% 정도의 추정확률), 간혹 다른 지역에서도 발생 (1-33% 정도의 추정확률)
임의식물 (FAC)	습지지역과 비 습지지역에서도 비슷하게 발생(33-67% 정도의 추정확률)
임의육상식물 (FACU)	간혹 습지지역에서 발생하지만(1-33% 정도의 추정확률), 대개 비 습지지역에서 발생 (67-99% 정도의 추정확률)
절대육상식물 (UPL)	거의 드물게 습지지역에서 발생(1% 미만의 추정확률)

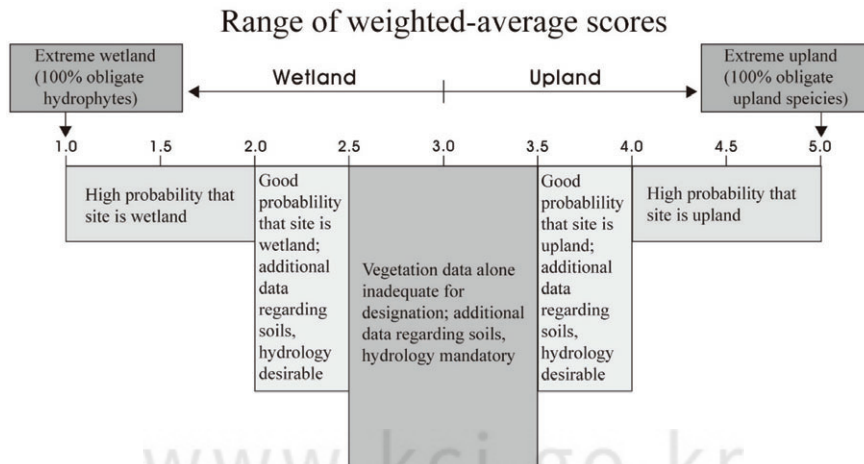


Figure 2. Wetlands Assessment Model by Prevalence Index of Hydrophyte in United States Fish & Wildlife Service

지수의 적용률 기준으로 2.0이상은 습지일 확률이 매우 높으며, 2.0-2.5사이는 습지일 확률이 높으나 토양과 수리적 자료가 함께 검토되어야 하며, 반대로 4.0이상은 육상역의 확률이 매우 높으며, 3.5-4.0사이는 역시 육상역일 확률이 높으나 토양과 수리적 자료가 함께 검토되어야 한다. 우세도 지수 값 2.5-3.5사이는 습지식생만으로 평가가 불충분하고, 반드시 토양과 수리적 자료가 함께 검토되어야 함을 의미한다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 현존 식생군집의 분류

##### 1) 갭천

갭천의 상관식생 유형 및 토지이용 유형은 표 2에 나타난 바와 같이 자연구간의 경우 버드나무 군집(*Salix koreensis* Community), 갯벼들 군집(*Salix gracilistyla* Community), 갈대 군집(*Phragmites communis* Community), 물억새 군집(*Miscanthus sacchariflorus* Community), 건생 초본식생 (Mixed Dry Vegetation), 소산식생 (Sparse Vegetation), 개방수역(Open water), 사주(Sandbar), 경작지(Cultivated land) 및 조성수 식재지(Planted land) 등 10개 유형으로 크게 구분된 반면 도시구간은 잔디식재지, 주차장, 개방수역, 운동장, 사주 등 매우 단순한 인공적인 토지이용 유

형으로 나타났다(Figure 3, 4). 이러한 식생유형의 차이는 갭천 상류방면의 자연구간이 비록 점적인 취락의 형성과 경작지 중심의 집약적인 토지이용이 이루어지고 있으나 전형적인 농촌경관지역으로서 하천의 자연성이 비교적 양호하게 보전되어 있는 반면, 도시구간의 경우 시가화 구역의 입지와 제방 도로의 개설 및 하천정비에 따른 고수부지의 인위적인 활용 및 수로의 직강화의 결과를 반영한 것이라 판단된다.

한편 현존식생도를 기준으로 산출한 자연구간의

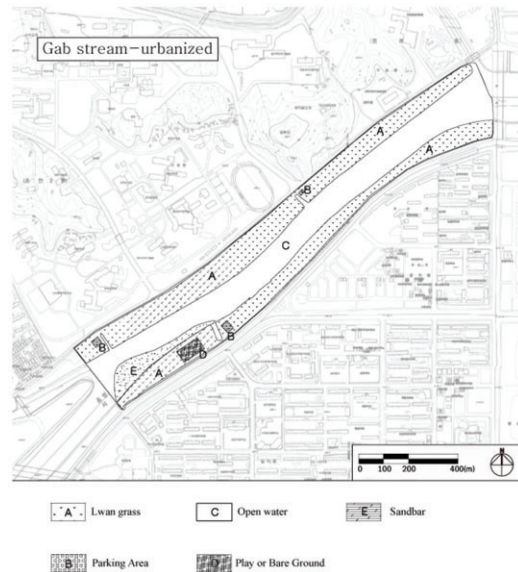


Figure 4. Actual Vegetation Map at Urbanized Reach of Gap Stream

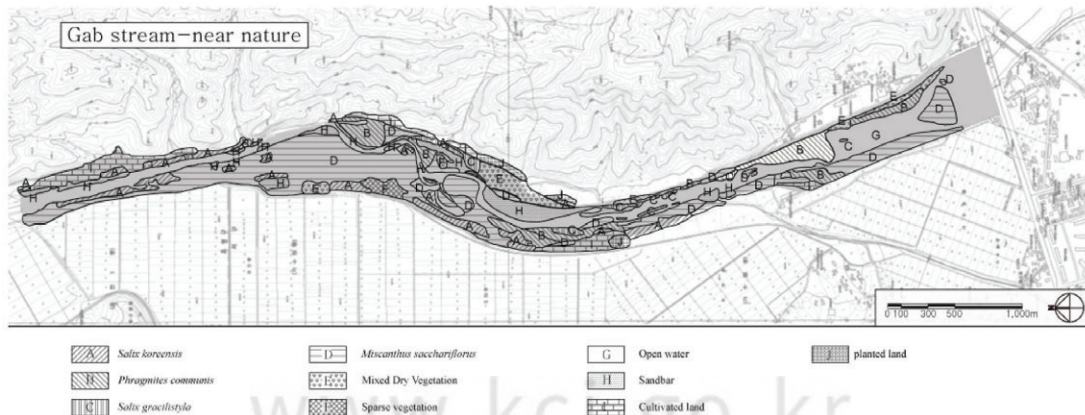


Figure 3. Actual Vegetation Map at Near Nature Reach of Gap Stream

식생군집의 분포면적은 물억새 군집 30.84%, 갈대 군집 9.34%, 버드나무 군집 6.33%, 건생 초본 식생 4.88%, 갯버들 군집 1.91% 순으로 나타났으며, 토지이용 유형은 개방수역이 29.40%으로 가장 많은 면적을 점유하였고, 사주와 경작지가 각각 6.81%, 6.80%순으로 다음을 차지하였다. 도시구간의 경우는 자연식생 군집이 거의 분포하지 않았고, 잔디 식재지와 개방수역이 각각 52.35%, 41.54%로 대부분을 차지하였으며, 기타 적은 면적의 사주와 운동장, 주차장이 분포하였다(표 2).

## 2) 양화천

양화천의 상관식생 유형 및 토지이용 유형은 표 2에 나타난 바와 같이 자연구간의 경우 갈풀 군집 (*Phalaris arundinacea* Community), 갈대 군집 (*Phragmites communis* Community), 고마리 군집(*Persicaria thunbergii* Community), 물억새 군집(*Miscanthus sacchariflorus* Community), 달뿌리풀 군집(*Phragmites japonicus* Community), 부들 군집(*Typha orientalis* Community), 버드

나무 군집(*Salix koreensis* Community), 줄풀 군집(*Zizania latifolia* Community), 갯버들 군집 (*Salix gracilistyla* Community), 갈대 군집 (*Phragmites communis* Community), 건생 초본식생(Mixed Dry Vegetation), 사주(Sandbar), 개방수역(Open water) 등 14개의 유형으로 크게 구분된 반면, 도시구간의 경우 물억새 군집, 달뿌리풀 군집, 버드나무 군집, 건생 초본식생, 개방수역 (Open water), 사주 등 6개 유형으로 구분되어 비교적 단순한 패턴을 보여주었다(Figure 5, 6). 이러한 상관식생 및 토지이용 유형의 차이 역시 갑천지역과 마찬가지로 하천주변의 시가화 및 취락의 발달에 따른 토지이용의 압력과 하천정비 결과의 차이에 기인하는 것으로 판단되는데, 양화천 도시구간의 경우 물억새 군집과 달뿌리풀 군집이 넓게 발달하는 것으로 보아 하천습지가 비교적 양호하게 보전되고 있는 상태라 판단된다.

한편 현존식생도를 기준으로 산출한 자연구간의 식생군집의 분포면적은 물억새 군집 9.67%, 갈대

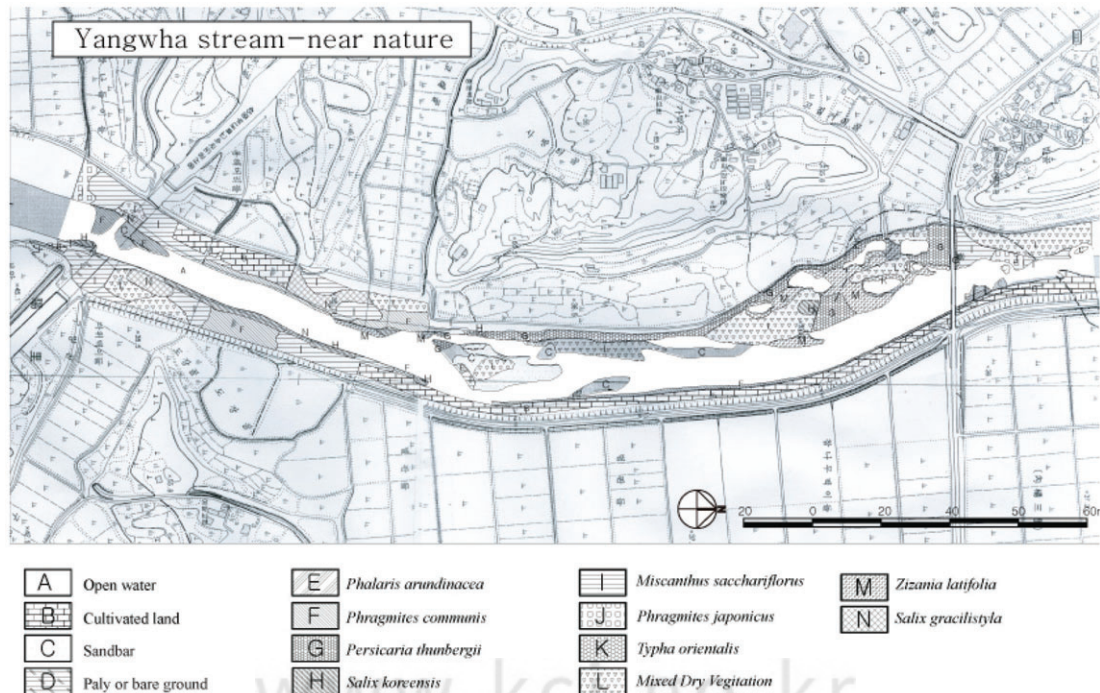


Figure 5. Actual Vegetation Map at Near Nature Reach of Yanghwa Stream

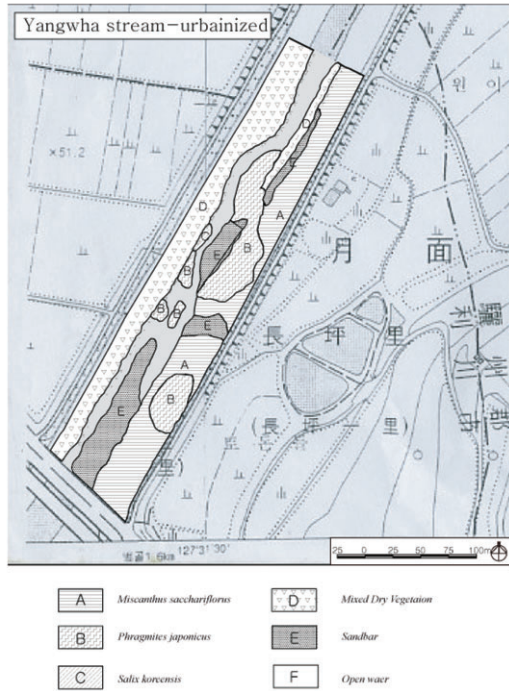


Figure 6. Actual Vegetation Map at Urbanized Reach of Yangwha Stream

군집 7.76%, 건생 초본식생 6.21%, 고마리 군집 5.96% 순으로 나타났으며, 토지이용 유형은 개방수역이 38.67%로서 가장 많은 면적을 차지하였고, 다음으로 경작지가 11.87%, 건생 초본식생과 사주가 각각 6.21, 6.04%로 나타났다. 도시구간의 경우 자연식생 군집은 불억새 군집과 달뿌리풀 군집이 각각 31.35%, 13.39%로 가장 많은 면적을 차지하였고, 토지이용 유형은 개방수역과 사주가 각각 38.50%, 13.69%로서 대부분을 차지하였다(표 2).

## 2. 하천습지의 식생학적 자연도 평가

갑천과 양화천의 식생유형 및 토지이용 유형은 각각 11개, 7개 등 전체적으로 18개의 유형으로 분류되었다(표 2). 갑천의 경우 각각 6개, 7개 등 모두 13개 유형, 양화천의 경우 각각 19개, 4개의 유형으로 분석되었다. 식생우세도 점수의 산정 이전에 범주의 구분 및 설정에서 식생군집의 경우 우점종의 수생식물의 범주 구분기준을 적용하였으나 토지이용 유형의 경우 하천의 물리적 특성을 고려하여 개

방수역과 사주를 하천고유의 자연성으로 평가하여 각각 1, 2등급을 부여하였고, 기타 인위적인 토지이용 유형은 모두 5등급으로 설정하였다.

하천습지의 식생학적 및 토지이용 유형에 근거한 자연도를 평가하기 위하여 전체적인 유형의 수와 등급 가중치(1-5)를 곱하여 얻은 전체 점수를 산정한 후 전체점수를 전체 유형의 수로 나눈 결과 표 2 나타낸 바와 같이 갑천의 경우 자연구간  $24/10 = 2.40$ , 도시구간  $18/5 = 3.60$ , 양화천의 경우 자연구간  $26/14 = 1.85$ , 도시구간  $10/6 = 1.66$ 로 나타났으며, 전체적으로는  $44/18=2.45$ 로 나타났다(표 2).

따라서 전체적으로 하천습지의 구간별 점수는 양화천 도시구간, 양화천 자연구간, 갑천 자연구간, 갑천 도시구간 순으로 나타나 양화천 도시구간의 자연성이 매우 높은 것으로 평가되었다. 이러한 결과는 양화천 도시구간이 비록 도시구간으로 분류되었으나 농촌지역을 흐르는 하천으로서 하천환경의 보전상태가 양호할 뿐 만 아니라 사주와 개방수역 역시 습지로서의 상태가 높은 범주 등급으로 분류되었기 때문에 여겨진다. 반면 갑천의 경우 자연구간의 점수가 2.4로 나타나 하천습지로서 상태로서 판정이 되고 있으나 수리적 및 토양환경의 특성을 고려할 만한 수준으로 평가되었다. 따라서 이러한 사실은 그동안 수리적 특성에 대한 지속적인 교란 영향을 반영한 것이라 할 수 있으며, 도시구간의 경우 3.6을 값을 보여주어 육상역의 상태일 가능성을 나타냄으로서 자연구간의 상태와는 대척점에 있는 것으로 평가되었다. 이러한 사실 역시 비록 하천의 형태를 간직하고 물이 흐르고는 있으나 식생학적 자연성 및 하천습지로서의 특성이 거의 상실되고 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다.

전체적으로 보면 갑천에 비해 양화천의 자연성이 비교적 양호한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 두 하천의 하천환경의 물리화학적, 수리수문학적, 또는 생물학적 과정을 고려할 때 어느 정도 현재의 상태를 반영하고 있는 것이라 할 수 있다. 따라서 하천습지의 식생군집 및 토지이용 유형의 자연

표 2. 연구대상지역의 하천구간별 식생군집 및 토지이용 유형의 피도율과 우세도 지수

식생군집 및 토지이용 유형	하천 및 구간		갑천 (%)		양화천 (%)		전체 평균 (%) 4 하천구간
	우세도	지수	자연 구간	도시 구간	자연 구간	도시 구간	
버드나무 군집( <i>Salix koreensis</i> Community)		1	6.33	-	1.14	0.43	1.98
갯버들 군집( <i>Salix gracilistyla</i> Community)		1	1.91	-	2.66	-	4.57
갈대 군집( <i>Phragmites communis</i> Community)		1	9.34	-	7.76	-	4.28
달뿌리풀 군집( <i>Phragmites japonicus</i> Community)		1	-	-	4.95	13.39	4.59
물억새 군집( <i>Miscanthus sacchariflorus</i> Community)		1	30.84	-	9.67	42.77	20.82
고마리 군집( <i>Persicaria thunbergii</i> Community)		1	-	-	5.96	-	1.49
부들 군집( <i>Typha orientalis</i> Community)		1	-	-	1.56	-	0.39
줄풀 군집( <i>Zizania latifolia</i> Community)		1	-	-	2.31	-	0.57
갈풀 군집( <i>Phalaris arundinacea</i> Community)		1	-	-	0.13	-	0.03
건생 초본식생(Mixed Dry Vegetation)		4	5.88	-	6.21	12.64	6.18
소산식생(Sparse Vegetation)		3	1.35	-	-	-	0.33
사주(Sandbar)		2	6.81	4.78	6.04	13.69	7.83
개방수역(Open water)		1	29.40	41.54	38.67	17.08	31.67
경작지(Cultivated land)		5	6.80	-	11.87	-	4.67
조경수 식재지(Planted land)		5	1.34	-	-	-	0.33
잔디식재지(Lawn grass)		5	-	52.35	-	-	13.09
운동장 또는 나지(Play or Bare ground)		5	-	1.07	1.07	-	0.54
주차장(Parking Area)		5	-	0.26	-	-	0.06
전체 가중 점수/전체 식생군집 및 토지이용유형의 수 (우세도 지수)			24/10 (2.40)	18/5 (3.60)	26/14 (1.85)	10/6 (1.66)	44/18 (2.45)

성 및 발생확률을 기준으로 범주 등급 구분 및 설정을 통한 우세도 지수를 산출하여 적용한 결과는 하천습지의 자연성 평가의 기준으로 고려될 수 있을 것으로 판단되었다.

한편, 상관식생 군집 및 토지이용 유형의 상대피도(Relative Coverage)를 기준으로 범주 등급의 가중치를 곱하여 산출한 점수는 하천습지의 평가과정에 보다 추가적인 가중치의 적용을 위한 것이나 과소 또는 과대치가 예상되고 또한 비교 대상간의 통일성을 기하기가 용이치 않을 것으로 판단되기 때문에 기존 평가체계와의 적합성을 충분히 고려한 후 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

### 3. 종합고찰

#### 1) 현존식생 군집 및 토지이용 유형의 분포특성

연구대상지역인 갑천과 양화천의 유역특성 및 하천환경의 교란 및 훼손 상태 등의 차이가 있음에도

불구하고 하천습지 내 상관식생 군집과 토지이용 유형을 조사분석한 결과 매우 유사한 것으로 나타났다. 상관식생 군집과 이들의 분포특성에 대해 우점종의 특성을 기준으로 고찰해보면 두 하천의 공통 우점종은 버드나무, 갈대, 물억새 등 3종으로서 이들은 전체 피도가 높은 식생군집을 이루는 것으로 나타났다. 반면 양화천이 갑천에 비해 하천미지형의 다양성에 따른 입지조건 복잡성에 기인하는 것으로 추정되는 고마리, 줄풀 등 수역과 연계된 다양한 추수식물의 분포가 특이적인 상황이라 할 수 있다. 이러한 사실은 하천습지 내 식물분포의 특성이 다양한 공간지형적 특성에 의해 조절되며, 특정 환경조건에 정착하게 되면 결과적으로 정착된 환경조건에 적응하면서 천이단계에 이르게 된다는 점과 부합하는 것이라 할 수 있다(Tenna, Kaj, and Larsen, 2001).

표 2에 나타난 바와 같이 상관식생 군집과 토지

이용 유형과의 관계를 고찰해보면 하천 및 하천구간별로 차이는 있으나 개방수역의 비율이 평균 약 31.67%(최소 17.08, 최대 41.54%), 사주의 비율은 약 7.83%(최소 4.78, 최대 13.69)로 나타나 하폭과 저수로 폭의 비율에 유사한 값을 나타내는 것으로 판단되었다. 특이한 사실은 도시화구간의 하천정비가 이루어진 갑천의 도시구간의 경우 개방수역이 약 41.54%로서 최대치를 보여주었는데 이는 한편으로 하천의 치수 관리와 친수공간의 확대를 고려한 측면으로 판단된다.

## 2) 하천습지의 식생학적 자연도 평가

하천습지의 보전과 복원의 기준을 마련하기 위해서는 하천습지환경의 형성 및 발달과정을 충분히 이해해야 한다. 특히 수리적 영역의 특성에 따른 토사의 침식과 퇴적양상과 식생군집의 정착 및 천이과정의 이해가 필수적으로 요구된다. 오랜 시간 동안 이루어진 하천환경의 교란과 훼손의 완전한 복원은 수많은 제한요인으로 인하여 용이치 않을 것으로 판단된다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 홍수방어와 하도계획차원을 강조한 중량 공법의 적용만이 아닌 하천습지의 다양한 생태적 기능과 역할을 제고하기 위해서는 하천습지생태의 조사와 진단평가가 시급한 실정이다.

본 연구에서 분석한 습지식물의 분포확률에 근거한 식생 우세도 지수의 산정과 적용의 결과를 고찰해 볼 때 하천습지환경의 교란과 훼손의 정도를 가늠할 수 있는 평가기준으로서의 적합성이 있는 것으로 확인되었다. 서로 다른 입지적 특성과 교란의 정도가 있는 갑천과 양화천의 자연구간 및 도시구간의 비교결과는 현재까지의 교란 및 훼손상태를 충분히 반영하고 있는 것으로 판단되었고, 나아가 갑천 도시구간의 획일적인 하천정비에 따른 육지역으로의 진단평가도 타당성이 있다고 여겨진다. 이에 반해 양화천 도시구간의 경우 비교적 단순한 하천미지형과 식생경관의 패턴을 지닌 것으로 추정되었으나 자연구간에 비해 큰 차이가 없을 뿐 아니라 자연성도 매우 높고 안정적인 단계에 있는 것으로 평가되었다.

한편 미국의 습지평가체계가 비록 수생식물의 5단계 범주등급으로 이루어진 평가체계이지만 식물 종조성에 따른 종풍부도만이 아닌 식물사회의 정성적 평가를 위해서 상관식생군집의 점유율을 고려할 수 있는 보다 구체적인 기준이 마련되어야 할 것으로 판단되었다. 또한, 하천습지(Riverine Wetland)의 공간적 범위와 개념정의를 기준으로 개방수면과 사주의 특성을 반영하였지만, 이러한 특성도 전체적인 점유율의 차이를 고려하지 않는다면 큰 의미가 없을 것으로 판단되며, 식물종풍부도의 적용기준을 따른다면 보다 세분화된 유형 구분이 필요할 것으로 판단된다.

## IV. 결론

본 연구는 하도내 홍수터 중심의 하천습지를 대상으로 식생군집을 조사분류하고, 이를 근거로 한 하천습지의 훼손상태를 평가함으로써 하천생태계의 식생학적 복원의 기준자료를 제시하고자 수행되었다. 본 연구에서 적용한 하천습지의 범위는 하천수로 내에 포함된 모든 습지와 수역의 서식처를 포함하는 것으로 하였으며, 연구대상지인 금강수계의 갑천과 한강수계의 양화천의 자연구간과 도시구간에 대하여 상관식생의 군집 및 토지이용 유형을 조사분석하고 습지식물의 종류 및 분포확률에 근거한 습지우세도 지수를 적용하여 평가한 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

갑천과 양화천의 유역특성 및 하천환경의 교란 및 훼손 상태 등의 차이가 있음에도 불구하고 하천습지 내 상관식생 군집과 토지이용 유형패턴은 두 하천의 공통적 우점종인 버드나무, 갈대, 물억새 3종의 식생 군집의 점유율이 매우 높게 나타나 유사성이 있는 것으로 판단되었다. 하지만 양화천의 경우 하도 수로 및 미지형과 연계된 다양한 추수식물의 분포가 특징적이었는데, 이는 하천의 발달과정 및 수리적 영역의 안정성, 하상재료의 차이에 기인하는 것으로 추정되었다.

하천습지의 식생학적 자연도를 평가한 결과 갑천

의 자연구간과 양화천의 자연구간 및 도시구간이 습지생태계로서의 적합성이 높은 것으로 나타난 반면 갑천의 도시구간은 육지생태계로서의 변화된 상태로 평가되었다. 결론적으로 보면 갑천에 비해 양화천의 자연성이 비교적 양호한 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 두 하천의 현재수준의 하천환경의 특성을 상당히 반영하고 있는 결과라 판단된다. 따라서 본 연구에서 적용한 식생학적 평가체계는 하천습지의 평가체로서 타당성이 있다고 판단되지만, 향후 하천환경의 물리화학적 및 수리적 특성, 그리고 생물학적 요인과의 통합적 검증이 요구되며, 나아가 식생군집의 점유율의 차이를 고려하는 기법도 개발될 필요가 있을 것이다.

## 사 사

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심B01)에 의해 수행되었습니다. 또한 이 연구는 2011년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

## 참고문헌

- 건설교통부, 2006, 자연친화적 하천정비를 위한 수변조사 및 모니터링 매뉴얼, 235pp.
- 국토해양부, 2009, 자연친화적 하천관리통합지침, 108pp.
- 전승훈, 2008, 경기도 성남시 도시지역 습지의 유형분포 및 습지식물의 특성 평가, 한국환경생태학회지, 22(2), 159-172.

- 한국수자원학회, 2009, 국토해양부 승인 하천설계 기준해설, 590pp.
- 한국건설기술연구원, 2005, 하천복원가이드라인.
- 환경부, 2010, 생태하천복원사업의 추진지침.
- Cowardin, L. M., Carter, V. Golet, F. C., and LaRoe, E. T., 1979, Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 131pp.
- Federal Interagency Committee on Characterization of Wetlands, 1995, Wetlands : Characteristics and Boundaries, National Academy Press. 306pp.
- Kent, M. and Coker, P., 1992, Vegetation Description and Analysis : A Practical Approach, John Wiley & Sons, 353pp.
- Tenna, R. Kaj, S. J., and Larsen, S. E., 2001, Plant distribution and abundance in relation to physical conditions and location within Danish stream systems. Hydrobiologia, 448, 217-228.
- Tiner, R. W., 2006, Lists of Potential Hydrophytes for the United States : A Regional Review and Their Use in Wetland Identification, Wetlands, 26(2), 624-634.

최종원고채택 11. 01. 14