

# 도시하천의 횡단지형구조 및 호안구조에 따른 식생분포특성과 식생도입방안

-서울시 도림천, 방학천, 성내천, 양재천을 사례로-

배정희\* · 이경재\*\*

\*서울시립대학교 대학원 · \*\*서울시립대학교 건축도시조경학부

## I. 서론

하천은 그 중심이 되는 수역 뿐만 아니라 주변의 식생대까지 포함하여 육상생태계를 연결하는 역할을 하며 생물의 생산성과 종다양성이 높은 공간이나 대도시의 중소하천은 도시화의 진행에 따라 치수기능에 치중하여 정비되고 개발됨으로써 생태적인 기능을 상실하였다. 도시하천의 정비로 인한 문제로 첫째 하천정비에 적용되는 공법들은 과거 유럽이나 일본에서 시행되어 왔던 내용들을 복사하듯 그대로 적용함에 따라 우리나라 하천에는 부적합하여 공법적용시 부적합한 사례가 발생하고 있으며(최윤주, 2001) 둘째, 하천의 친수기능 증대로 자전거도도가 급증하여 생태적 기능 회복보다 먼저 도입되고 있어 문제가 되고 있다. 친수기능은 생물의 서식처 기능이 충족되면 자연스럽게 수반되는 기능이므로(우효섭, 2001) 친수기능은 생물서식처 기능보다 이후에 고려해야 할 부분이라 할 수 있다. 현재 도시하천은 치수의 목적으로 정비한 결과 주변의 토지이용밀도가 높고 하천 폭이 협소하여 자연형 하천으로 복원하는 것이 대부분 불가능하므로(이상호 등, 1996) 유역의 자연성이 높은 농촌하천이나 산지하천의 복원 및 관리와는 다른 접근방식이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 도시하천의 치수기능을 유지하면서 생태적 기능을 높이고자 수행하는 연구로서 도시하천의 횡단지형과 그에 따른 식생분포 특성을 분석하여 지형구조 및 호안구조에 따른 횡단구조 유형별로 도시하천의 식생복원방안 제시를 목적으로 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구내용

도시하천의 횡단지형과 호안구조에 따른 식생분포특성 및 식생복원방안을 수립하기 위하여 세분야로 진행하였는데 첫째, 연구대상 하천구간의 횡단구조 유형화를 실시하고 현존식생을 조사하여 횡단구조 유형별 현존식생분포특성을 분석하였다. 둘째, 연구대상지에서 도출된 횡단구조 유형별 식생분포특성을 파악하고자 미지형별 식물군집구조를 분석하였다. 셋째, 이를 바탕으로 도시하천의 식생분포특성을 종합하여 횡단구조 유형별 식생도입방안을 제안하였다.

### 2. 연구대상지

연구대상지는 서울시의 한강으로 유입하는 지류 중 하천폭, 입지조건, 인접 토지이용 등을 고려하여 지방 2급 하천 중 양재천과 성내천, 도림천, 방학천을 선정한 후 현장답사를 통하여 식생의 피복율이 수면을 제외한 하천변의 1/4을 넘고 식생의 도입이 가능하다고 판단되는 구간을 연구대상지로 선정하였다.

### 3. 조사분석방법

도시하천 횡단구조의 유형화방법으로 도시하천의 유형을 분류하는 여러 기준 중 횡단면의 구조에 초점을 두고 횡단지형구조와 호안구조를 구분축으로 설정하여 일반적인 도시하천의 유형분류를 실시하였다. 횡단지형은 제방, 둔치의 형태로 구분하였으며 호안구조는 구성재료를 중심으로 하였다. 또한 도시하천의 식생분포

특성은 현존식생분석 후 횡단구조 유형별 식생분포특성으로 미지형구조와 둔치가 따른 횡단 식생의 분포 및 방형구법에 의한 식물군집구조를 조사하여 종다양도(Pielou, 1977)와 귀화율(김준민 등, 2000), 귀화도(박수현, 1995)를 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 대상지개황

도림천은 유역면적 49.24km<sup>2</sup>, 유로연장 10.37km이며 평균하천폭 65m, 평균하상경사 1/40~1/560이었다. 하천 상부로 지하철 2호선 선로와 역사 4개소가 건설되어 운영 중에 있으며 하류의 일부구간을 제외하고는 식생이 크게 발달하지 않은 상태이었고 연구대상지는 신림중학교 북개종점부에서 안양천 합류부까지의 9.6km로 하였다. 방학천은 유역면적 4.15km<sup>2</sup>, 유로연장 0.56km의 비교적 소규모 하천이며 평균하천폭은 15m로 전구간이 콘크리트, 돌망태, 견치석으로 각각 하안사면과 제방사면이 정비되어 있었고 연구대상지는 북개가 끝나는 지역에서부터 중랑천 합류지점까지의 1.2km로 하였다. 성내천은 유로연장 9.77km, 유역면적 33.56km<sup>2</sup>이며 평균하천폭은 70m, 하상경사는 1/25~1/1,300 정도로서 연구구간은 북개가 끝나는 지점에서 한강합류지점까지의 6.0km를 대상으로 하였다. 양재천은 유역면적 62.62km<sup>2</sup>, 유로연장 7.9km이며 하상은 1/300~1/1,000의 구배를 형성하고 있었고 남쪽은 대모산, 구룡산 등 대규모 산림녹지가 남아 있고 양재천 주변으로는 저밀도 아파트단지가 위치하고 있었다. 양재천의 연구구간은 서울시 강남구 구간 중 영동2교에서 영동6교까지의 3.4km구간을 대상으로 하였다.

#### 2. 도시하천의 횡단구조 및 현존식생

##### 1) 도시하천의 횡단구조 유형

대상하천의 횡단면구조를 구분하기 위하여 횡단지형과 둔치유무, 호안구조의 세 가지 항목으로 횡단구조의 유형기준을 설정하고 유형의 명칭은 각 유형화 항목을 조합한 것으로 제방형태는 제방사면이 경사면을 이루는 경우 사면형으로서 S(slope)를 약자로 표기하고 수

직형은 V(vertical)로 표기하였다. 둔치가 형성된 경우는 저수호안과 고수호안이 모두 존재하여 각 호안의 재료를 반영하였고 둔치가 없는 경우는 제방호안으로서 유형을 구분하였다.

저수호안과 고수호안의 재료는 A~H, 1~7까지의 각각 7개 유형으로 구분한 결과 제방구조가 사면형(slope)인 경우 저수호안과 고수호안 각각 7개유형을 조합한 49개와 둔치가 없는 SH1~7을 포함하여 총 56개 횡단구조 유형이 도출되었다. 제방구조가 수직형(vertical)인 경우는 고수호안에 자연형 식생호안과 사석공, 돌망태공의 적용이 불가능하여 둔치가 있는 경우는 저수호안 7개 유형과 고수호안 4개 유형을 조합하여 28개로 구분되었으며 둔치가 없는 경우 4개 유형을 포함하여 총 32개 횡단구조 유형이 도출되었다.

##### 2) 대상지 횡단구조 유형 및 현존식생

연구대상 하천의 횡단구조 유형을 분석한 결과 4개 하천에서 총 12개의 유형이 분포하였고 제방이 사면형태인 S-유형이 9개, 수직형태인 V-유형이 3개였으며 제방이 수직이고 콘크리트로 덮혀 있는 VG7유형이 9,052m로 가장 긴 구간이었으며 도림천과 방학천에서 분포하였다. 각 횡단구조 유형들은 대부분 단일하천에서 분포하였으며 사면구조는 성내천과 양재천이 대부분이었고 수직구조는 도림천과 방학천이 주요 분포지였다.

각 대상지별로 도림천은 총 3개 유형중 수직형의 콘크리트 제방구조인 유형 VG7이 주요 횡단구조 유형이었으며 대부분의 구간이 반복개 되고 상부에 지하철이 통과하는 구조로 호안의 피복율이 높은 하천이었으나 둔치폭이 넓고 저수로의 유량이 풍부하여 수변식생 도입가능성이 높을 것으로 판단되었다. 현존식생은 VG7유형을 중심으로 건조지성의 강아지풀, 바랭이와 환삼덩굴의 분포지가 넓은 상태였다.

방학천은 전 구간이 굴입식 제방으로 수직형태였으며 횡단구조유형은 총 3가지 유형 중 둔치가 있는 수직의 콘크리트구조로(VG7) 하천의 양쪽 바깥은 5m 도로가 개설되고 상가 및 주택지가 형성되어 있었다. 상류는 도로와 주거지로 이용되는 북개구간으로 최근 주변에 공원이 조성되기도 하였으나 폭이 좁고 구조물 등으로 하천이 은폐되거나 주택이 밀집해 있었으며 성원아파트 하류부부터 식생이 분포하는 하천의 형태이었

다. 분포식생은 수로내 퇴적지가 발달하고 유기물이 풍부하여 개여뀌-미국개기장군락이 발달하였다.

성내천은 총 6가지 횡단구조 유형이 분포하였으며 SG7 유형과 SH7 유형이 반복적으로 나타나는 특징이 있었다. 성내제4교 지점에서 하천내부에 유지용수를 공급하여 그 하류부터는 수량이 풍부하고 대체로 둔치 폭이 넓었으나 포장지역 면적이 넓고 특히 올림픽션수층 아파트를 관통하는 구간은 저수로를 축소하여 식생 도입 가능성이 매우 희박하였다. 현존식생은 횡단구조가 다양한 것에 대응하여 습지성의 자생목본과 초본군락이 분포하였으나 면적상으로 환삼덩굴 분포지가 가장 넓은 상태였다.

양재천은 전 구간의 횡단구조가 유사한 형태로서 3개 유형이 분포하였으며 저수로-저수호안-둔치-고수호안이 연속적으로 형성된 가운데 저수호안 공법이 변형되는 구조였다. 전 구간에 걸쳐 수량이 풍부하고 저수로와 둔치 폭이 넓었으며 제방사면의 길이가 길어 중반부에는 소단이 조성되어 있었다. 둔치에는 자전거도로가 개설되고 양재천 남북의 이동이 용이하여 이용자가 많은 특징이 있어 식생이 교란된 상태였다. 분포식생은 넓은 둔치지역을 중심으로 달뿌리풀, 갈풀 등 습지성 초본군락이 발달하였고 제방사면 복토된 지역에 쇠뜨기가 군락을 이루는 것이 특징이었다.

### 3) 도시하천의 횡단구조유형별 식생구조

4개 하천을 대상으로 횡단구조 유형을 구분한 결과 사면형 구조 56개 유형 중 9개 유형이 도출되었으며 대표적인 6개 유형에 대해서 미지형구조 및 식생분포특성을 조사하였다. 6개 유형에 대한 미지형 구분결과 댐,凸형의 굴곡이 없는 전형적인 도시하천의 횡단면구조(정경진, 1999)이었으며 하안사면 즉, 저수호안이 자연형으로 처리되었더라도 수직형태인 경우가 대부분이었다. 따라서 사면형 횡단구조 유형의 미지형은 일부 SF7, SG5 유형에서 하안사면이 실제 사면의 형태로 존재하였으며 나머지는 모두 콘크리트 옹벽, 돌쌓기 등 수직구조로 실제 미지형은 둔치와 제방사면이 주요 골격을 이루었다. 또한 고수호안은 대부분 콘크리트 블록으로 처리되어 있었으며 제방사면의 경사도는 25~26°에서 일정하였다. 사면형 횡단구조 유형의 미지형별 식생분포특성은 제방사면에서 비교적 많은 종이 출현하였으나 저수호안이 찰쌓기로 된 SD7 유형과 저수호안

이 돌망태인 SF7 유형은 둔치에 다양한 종들이 출현하였다.

수직형 제방구조를 가진 횡단구조 유형 중 본 대상지 4개 하천의 연구구간에서는 3개 유형이 도출되었으며 이 중 대표적인 VG7 유형과 VH7 유형을 대상으로 미지형 구조 및 식생분포특성을 조사·분석하였다. VG7 유형은 제방이 수직형태이나 하안사면과 둔치가 있는 구조로 도림천의 대부분 구간이 이에 해당하였으며 Belt-transect 조사구 내 식생 피도가 비교적 낮은 특성이 있었다. 미지형별 출현종수는 하안사면이 24종, 둔치가 30종으로 하안사면에서 다양한 종이 출현하였으며 귀화율은 29.2%, 33.3%로 사면형 횡단구조에 비해 높았으며 주요 출현종은 하안사면에서는 큰비자루국화, 둔치는 단풍잎돼지풀 등으로 귀화도 등급이 높은 종들이었다. VH7 유형은 둔치가 없이 저수로와 제방사면으로 구성된 횡단구조로 방학천에 분포하고 있었다. 저수로 내에는 하상경사가 완만하여 점토와 모래가 퇴적되고 수량이 거의 없는 상태로 귀화식물인 미국개기장이 우점하여 분포하고 있었다.

### 4) 도시하천의 식생분포 특성

4개 하천의 일부 구간에 대한 횡단구조 유형화 및 식생분포 특성의 조사·분석결과 도시하천은 횡단구조상 피복율 증가와 호안구조의 인공화, 단절 등으로 생태적 조건이 매우 악화된 상태였으며 자연형으로 정비하거나 토사가 퇴적되는 등 약간의 환경개선으로도 식생분포비율이 다르게 나타났다.

도시하천 횡단구조는 크게 횡단지형과 호안구조로 구분하였으며 횡단구조는 제방형태와 둔치형태로 세분하였다. 제방이 수직인 경우는 식생분포지의 절대적인 면적이 부족하여 식생분포가 불가능하며 저수로 내 토사가 퇴적된 경우 유기물질이 많은 지역에 분포하는 식물종이 출현하였다. 제방사면이 사면을 형성하는 경우 건조 및 귀화초본이 우점하며 사면의 경사도와 호안구조에 따라 다른 것으로 파악되었다. 둔치형태에 있어서 둔치가 없는 경우는 저수로 내 토사가 퇴적되어 식생이 분포하였고 둔치폭이 넓고 수면과의 높이 차이가 작을수록 하천식생에 가까운 분포를 보였다. 호안구조는 재료 공극의 크기에 따라 식생피도와 식물종이 달랐으며 공극이 커서 토양의 개방면적이 넓을수록 식생분포율이 높았다. 특히 둔치가 존재할 경우 저수호안과 고

수호안으로 구성되며 고수호안은 대부분 제체(堤體)의 안전을 위해 콘크리트 호안블록으로 시공되어 있었고 저수호안은 비교적 다양한 호안구조가 도입되어 있는 상태였으나 콘크리트 재료의 비율이 높은 특징을 보였다.

하천의 미지형은 저수로, 하안사면, 둔치, 제방사면의 확실적인 구조였으며 하안사면은 수직으로 정비되어 식생이 분포하지 않는 경우가 많았다. 또한 둔치 내 자전거도로, 산책로 등이 개설되어 아스콘, 콘크리트로 포장되었으며 끊임없이 인간활동이 이루어지고 있었고 도립천, 방학천 등은 부분적으로 경작행위가 관찰되었다. 산책로 등은 연속적으로 도시하천식생을 분할하는 요소로서 식생이 군락을 형성하는 최소면적을 확보하지 못하도록 파편화시키고 있었다. 하천변의 식생은 보통 좁은 통로, 회랑(corridor)의 형태를 갖게 되는데 이러한 선형의 연속적 포장면적은 하천 생태통로의 질과 양을 감소시키며(정진아 등, 2004) 본 연구에서도 자전거도로 주변으로 식물군락이 복잡하고 불안정한 형태를 띠고 있었다.

따라서 하천변 식생의 분포에 영향을 미치는 요인에는 여러 가지가 있으나 주요한 인자로서 토양의 물리적 특성과 수분조건이 있으며(안홍규, 2000) 둔치 내 퇴적토의 유무, 지하수위 분포 등이 이에 해당하였다. 본 연구 결과 도출된 식생군락 중 가장 하천고유식생(환경부, 2002)에 가까운 달뿌리풀군락의 경우 토사가 퇴적된 둔치나 토심이 깊은 콘크리트 블록에서 생육하였으나 저수호안이 자연형인 지역에 한정되어 관찰되었다. 이는 하천변 식생이 지하수위의 영향을 크게 받는 기존의 연구를 고려할 때 저수호안의 재료에 따라 둔치 내 식물종의 분포가 영향을 받을 수 있다고 판단되었다.

#### 5) 횡단구조특성을 고려한 도시하천의 식생도입방안

도시하천에서 식생분포를 결정짓는 요소는 크게 세 가지로 식물 생육공간의 절대적인 면적 부족, 토양수분 및 지하수위의 감소, 외부교란에 의한 식생교란이 발생하는 문제이다. 도시하천 내 식생분포 결정요소를 감안할 때 하천 내 식물도입을 위해서는 우선 저수호안 및 둔치의 포장제, 호안재료를 교체해야 한다. 지열에 의한 토양건조화의 방지뿐만 아니라 식물생육이 가능한 토지의 확보를 위해서는 다공질의 호안재료를 사용해야 하며(奥田重俊, 1996) 특히 저수호안은 홍수에 의한

세굴 저항성이 높고 붕괴 위험이 없는 재료로서 석재가 제시되어 왔다(건설교통부, 1995). 최근 자연형 호안공법이나 환경친화적인 하천 조성에서는 석재의 인공적인 면 때문에 식물을 이용한 재료가 제시되고 있으나(건설교통부, 1995) 본 대상지와 같이 저수의 흐름이 빈번한 지역에서는 돌망태, 사석 등 접촉면이 많고 공극이 다양한 것들을 이용한 식생의 자생적인 분포를 유도하는 것이 바람직할 것이다.

현재 도시하천은 대부분 직강화되어 퇴적부와 침식부(사주부와 수총부)가 뚜렷하지 않은 상태이므로 기존의 자연형 하천공법을 그대로 적용하기보다는 현재의 식생현황과 호안의 세굴 정도를 조사하여 호안재료 선정의 기반으로 해야 할 것이다. 또한 하천 내 식물의 도입 시 우선되어야 할 사항은 미지형 구조의 개선으로서 지하수위 연결을 위한 저수로-둔치의 연결성 확보와 둔치와 제방사면의 연속성 증대를 위한 경사도 완화 등이 개선되어야 할 점이었다. 또한 적용가능한 수변식물은 습윤지에 생육가능한 종과 함께 다소 건조한 하천변에서 분포하는 종을 도입하여 도시하천 내 건조한 지역에 식재하여야 할 것이다. 또한 하천변 식생지의 조성시 유사한 하천을 대상으로 목표 종의 군락구조를 조사하여 단일 종이 아닌 식물군락을 도입해야 할 것이다. 도시하천인 본 연구대상지에서 도출된 적용가능한 군락으로 습윤한 둔치 및 저수호안에는 달뿌리풀, 갈대, 갈풀군락 등이 있었으며 제방사면 상부에서는 쇠뜨기 군락이 현재로서 도입가능 할 것으로 판단되었다. 또한 다소 건조한 사면지역은 물억새, 수크령 등을 도입하여 교란식생의 확산을 우선적으로 방지하여야 할 것이다.

## IV. 결론

본 연구는 도시하천의 생태적 복원을 위한 현실적인 접근으로서 현재 도시하천의 횡단구조를 고려한 식생 분포특성의 파악 및 식생도입방안을 연구하였다. 횡단구조 유형별 식생분포특성을 종합하면 도시하천의 식생은 미지형 유무와 호안 재료에 밀접한 관계를 가지며 미지형이 다양하고 저수호안의 자연성이 높은 구조에서 하천고유식생에 비교적 가까운 특성을 나타내었다.

도시하천은 횡단구조유형 전체적으로 식물의 절대적인 생육공간이 부족하고 수변이용시설, 자전거도로, 산책로 등의 인위적인 간섭이 지속적으로 일어나며 주변

도로에 의한 오염물질, 영양물질의 유입이 여과 없이 발생하고 있어 하천 고유 식물종이 분포하기 어려운 상황이었다. 또한 전면이 개방되어 있는 하천공간의 특성과 석재(石材), 콘크리트재를 이용한 피복으로 지열상승에 의한 건조화가 발생하며, 저수호안 및 고수호안의 블록 피복은 지하수위를 하강시키고 있었다. 이상의 도시하천 내 식물생육조건을 감안할 때 하천 내 식생을 도입하기 위해서는 우선 저수호안 및 둔치의 석재, 콘크리트 포장재를 교체해야 하며 미지형 구조를 개선하여 저수로-둔치의 연결성 확보와 둔치와 제방사면의 연속성 증대를 도모해야 할 것이다. 도시하천의 횡단구조 특성을 고려할 때 도입가능한 수변식물군락은 달뿌리풀, 갈대, 갈풀, 쇠뜨기군락으로 판단되며 건조한 하천의 환경조건을 개선하고 다양한 수심이 확보되면 보다 많은 습지성 식물이 생육할 수 있을 것이다.

### 인용문헌

1. 건설교통부 (1995) 도시하천의 하천환경정비기법의 개발. 건설교통부.
2. 김준민, 임양재, 전의식 (2000) 한국의 귀화식물. 사이언스북스.
3. 박수현 (1995) 원색 귀화식물도감. 일조각.
4. 안홍규 (2000) 토양의 물리적 특성 및 수분조건에 따른 하반 식물의 분포 - 토양환경과 식생과의 관계를 중심으로-. 한국조경학회지 28(5): 39-46.
5. 우원재, 정동양 (1998) 수변 식재에 따른 갑천의 수위 분석. 한국환경복원녹화기술학회지 1(1): 3-17.
6. 우효섭 (2001) 하천환경개선사업의 평가와 전망. 건설기술정보 2001년(9): pp.1-8.
7. 이상호, 이상희, 이상현, 정순우 (1996) 자연형하천으로의 정비방안 연구. 서울시정개발연구원.
8. 정경진 (1999) 한강지류에서 하천변의 식생분포와 지형, 토양, 수문 특성과의 관계. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
9. 정진아, 김해주, 이은희 (2004) 직강화 하천구간과 자연형 하천복원구간의 식물상 및 출현빈도 비교 -불광천을 사례로-. 한국환경생태학회지 18(1): 61-74.
10. 최윤주 (2001) 동천의 자연형하천 개발·복원 방안 -자연형 하천 복원사례 연구를 중심으로-. 울산대학교 지역개발대학원 석사학위논문.
11. 현진이 (1998) 하천식생 복원을 위한 식재기준 설정에 관한 연구. 경원대학교 대학원 석사학위논문.
12. 환경부 (2002) 하천복원 가이드라인. 환경부.
13. 奥田重俊, 佐々木 (1996) 河川環境と水邊植物. ソフトサイエンス社.
14. Pielou, E. C. (1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York.