

## 자연수변림의 구조와 성장환경\*

-한강유역권을 대상으로-

# Structures and Growing Environments of Natural Riparian Forests

-In the Case of Han River Watershed-

김한수<sup>1</sup> · 안태원<sup>2</sup> · 송희용<sup>1</sup> · 조현길<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 대학원 조경학과, <sup>2</sup>강원대학교 조경학과

### 서론

수변림은 수질보전 및 수원함양, 탄소흡수 및 대기정화, 생물서식, 미기후 개선 등 환경생태적 기능을 발휘하며, 홍수 월류 시 제방의 안정성 향상, 범람 유량 및 표토 유실의 저감 등 치수상의 기능을 제공한다(수자원공사, 2005). 이와 더불어 식물종 각각이 지니는 고유의 형태, 색채, 질감, 크기 등의 어우러짐과 계절변화를 통해 자연경관미를 제공하고, 경관감상, 자연체험, 휴식, 산책 등 다양한 여가활동의 장소를 제공하는 역할을 담당한다.

국내 하천관리 및 정비는 1990년대 중반까지 하천생태계를 무시한 채 이수 및 치수 측면에 중점을 두어 왔다. 홍수소통을 원활히 유지하기 위해 하천선형을 콘크리트로 직강화하면서 제방을 축조하였고, 이는 수질자정, 생물서식, 경관 등 하천의 환경적 기능을 훼손하는 결과를 초래하였다. 2001년 말 국내 주요 강 유역에 수변구역을 지정하고 수변녹지를 조성할 수 있는 제도적인 기반이 구축되었으나(한국환경정책평가연구원, 2001), 식재수종의 종구성, 식재밀도 및 식재거리 등 수변녹지 조성에 필요한 기준이나 기반자료가 부족한 실정이다. 상기의 다양한 기능을 달성할 수변녹지 조성은 대상지역의 고유한 자연수변림 구조를 반영함이 생태적, 경관적, 관리적 측면에서 바람직하다. 본 연구의 목적은 한강유역권에 분포하는 자연수변림을 대상으로 그들의 구조 및 성장환경을 분석하여 향후 지역 고유의 수변경관과 조화하는 수변녹지 조성의 기반정보를 구축하는 것이

다.

### 연구내용 및 방법

자연수변림 조사대상지는 한강유역권 내 인간간섭에 의한 훼손이 거의 없는 자연상태의 극상림을 대상으로 6개 하천과 계곡을 선정하였다(표 1). 수변~산지, 상류~하류에 걸친 환경구배를 고려하여 대상지별로 6개의 방형구를 설치하여 총 36개 지점의 녹지구조 및 성장환경을 조사하였다. 조사구의 방위, 경사, 하층광량비 등의 성장환경을 측정하고, 조사구별 3개씩 총 108개의 토양표본을 채취하여 물리화학적 특성을 분석하였다.

식생조사는 상층, 중층, 하층으로 구분하여 조사구 내 성장수목의 종류와 크기(흉고직경, 수관폭, 수고), 층위, 생장위치 등을 실시하였다. 층위는 최상위 수관을 형성하는 수목을 상층으로, 흉고직경 2cm 미만의 수목을 하층으로, 타

표 1. 자연수변림 구조 및 성장환경 조사대상지

조사대상지	행정구역	조사지점수		
		수변	산지	계
설악산 쌍천 상류	강원 속초시	3	3	6
횡성 둔내자연휴양림	강원 횡성군	3	3	6
양평 용문사	경기 양평군	3	3	6
가평 용추계곡	경기 가평군	3	3	6
원주 천은사	강원 원주시	3	3	6
월악산 만수계곡	충북 제천시	3	3	6
계		18	18	36

\* 본 연구는 환경부 Eco-STAR project(수생태복원사업단)의 지원으로 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

표 2. 자연수변림 조사지의 환경구배별 성장환경\*

환경구배	경사 (%)	하층광량비 (%)	토양		
			수분(%)	pH	유기물(%)
토지극상형	17.8±5.9	13.2±3.0	16.7±1.3	5.2±0.1	7.4±0.5
기후극상형	61.7±5.1	10.1±2.1	16.2±1.0	4.9±0.1	8.5±0.6

\*평균±표준오차

수목을 중층으로 각각 구분하였으며, 방형구의 크기는 상·중층 10m×10m, 하층 5m×5m이었다. 식생조사 결과를 토대로, 각 조사구의 밀도, 피도, 종구성, 상대우점치 등을 포함하는 녹지구조를 계량분석하였다. 아래 식에 따라 상대우점치를 분석하고, 이를 근거로 군집유형을 구분하였다.

- 수종의 상대우점치(%)=(상대밀도+상대기저면적)/2
- 평균상대우점치(%)=(3×상층상대우점치+2×중층상대우점치+1×하층상대우점치)/6

군집유형은 조사구의 환경구배를 반영하여 수변의 토지극상형, 인접산지의 기후극상형으로 대분한 후, 산림자원조사요령의 임상구분 기준에 기초하여 소나무 군집, 소나무-활엽수 군집, 활엽수 군집으로 분류하고 우점종 및 아우점종의 구성에 따라 세부 유형을 도출하였다. 즉, 소나무 군집은 소나무의 상층 상대우점치가 75% 이상인 유형, 소나무-활엽수 군집은 소나무와 활엽수의 상층 상대우점치가 각각 25% 이상인 유형, 활엽수 군집은 활엽수의 상층 상대우점치가 75% 이상인 유형으로 분류하였다. 우점종은 상층 수목의 상대우점치가 25% 이상, 합계 75% 미만인 최상위 수종으로, 아우점종은 평균상대우점치가 10% 이상인 수종으로 각각 설정하였다.

상기와 같이 군집유형을 분류하고 층위별 출현종수, 수종구성, 수목밀도, 생장거리 등을 포함하는 군집유형별 녹지구조를 분석하였다. 수종구성은 상·중층을 형성하는 수목을 대상으로 우점종, 아우점종 및 이웃종의 점유비를 분석하였다. 생장거리는 수목의 공간분포도를 작도한 후, 상층의 우점수목간 및 수목개체간, 중층의 수목간, 상·중층의 수목간 등으로 구분하여 거리를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 자연수변림 성장환경

자연수변림 조사대상지의 경사는 토지극상형 0~80%,

기후극상형 23~90% 범위이었고, 토지극상형이 기후극상형에 비해 완만한 것으로 나타났다(표 2). 사면방위는 토지극상형에서 북사면(29%), 기후극상형에서 남사면(50%)의 출현빈도가 가장 높았다. 하층광량비는 토지극상형 13%, 기후극상형 10%로서 토지극상형이 다소 높은 경향이었다.

주요 토성은 사양토이었고, 수분은 각각 토지극상형 17%, 기후극상형 16%로서 토지극상형에서 약간 더 높으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다( $p>0.05$ ). pH는 토지극상형 5.2, 기후극상형 4.9로서 국내 산림토양 평균치 5.5(이수욱, 1981)보다 낮았고, 기후극상형에서 더욱 낮았다( $p<0.01$ ). 유기물함량은 토지극상형 7.4%, 기후극상형 8.5%로서 국내 산림토양 평균치인 3.2%보다 2배 이상 높은 것으로 분석되었다. 양이온치환능 역시 국내 산림토양의 평균치 11.3cmol/kg보다 높았고, 토지극상형(15.1cmol/kg)에 비해 기후극상형(16.9cmol/kg)에서 더욱 높았다( $p<0.05$ ).

상·중층의 수목밀도는 평균 13주/100m<sup>2</sup>이었고 토지극상형과 기후극상형간 유사하였다. 하층수목의 경우는 토지극상형에 비해 기후극상형에서 높게 나타났다. 조사구별 상층 수목의 최대 흉고직경은 평균 45cm로서 모든 조사구는 극상림에 해당하는 것으로 판단되었다.

### 2. 군집유형

표 3은 환경구배별 군집유형을 구분한 결과이다. 토지극상형은 소나무 군집이 2개 유형, 소나무-활엽수 군집이 5개 유형, 활엽수 군집이 10개 유형으로 각각 세분되어 총 17개 유형이 도출되었다. 기후극상형의 경우는 소나무 군집 1개 유형, 소나무-활엽수 군집 5개 유형, 활엽수 군집 6개 유형으로서 총 12개 유형으로 세분되었다. 이와 같이 토지극상형의 활엽수 군집유형은 기후극상형의 경우보다 다양한 특성을 나타냈다.

표 3. 자연수변림의 환경구배별 군집유형 구분

환경구배	군집유형 구분	
	대분류	세분류
토지극상형	소나무 군집	고추나무-말채나무 아우점종 군집, 쪽동백나무-서어나무 아우점종 군집
	소나무-활엽수 군집	소나무-박달나무 군집, 소나무-서어나무 군집, 소나무-졸참나무 군집, 소나무-층층나무 군집, 소나무-황철나무 군집(설악산)
	활엽수 군집	가래나무 군집, 느릅나무-신갈나무 군집, 다릅나무-피나무류 군집, 들메나무-신갈나무 군집, 물박달나무-다릅나무 군집, 물푸레나무 군집, 서어나무 군집, 신나무-버드나무 군집, 졸참나무-느릅나무 군집, 신갈나무-산뽕나무 군집
기후극상형	소나무 군집	물푸레나무 아우점종 군집
	소나무-활엽수 군집	소나무-갈참나무 군집, 소나무-물푸레나무 군집, 소나무-서어나무 군집, 소나무-신갈나무 군집, 소나무-졸참나무 군집,
	활엽수 군집	갈참나무-굴참나무 군집, 고로쇠나무-층층나무 군집, 졸참나무-굴참나무 군집, 신갈나무 군집, 신갈나무-졸참나무 군집, 신갈나무-피나무 군집

### 3. 군집유형별 녹지구조

상층을 형성하는 수목의 출현종수는 군집유형에 따라 다소 차이가 있으나 토지극상형이 평균 3종, 기후극상형이 2~3종이었다. 중층의 경우는 토지극상형이 3~4종, 기후극상형이 2~3종이었고, 대체로 상층에 비해 중층에서 1~2종 많은 경향이였다. 우점종 및 아우점종의 구성비를 분석한 결과, 그 평균치는 토지극상형이 우점종 27~36%, 아우점종 25~32% 범위이었고, 기후극상형이 우점종 23~46%, 아우점종 12~36%를 각각 점유하였다.

군집유형별 수목밀도는 토지극상형이 상층 6~7주/100m<sup>2</sup>, 중층 4~8주/100m<sup>2</sup>이었고, 기후극상형이 상층 6~7주/100m<sup>2</sup>, 중층 6~11주/100m<sup>2</sup>이었다. 각 군집유형의 층위별 평균 성장거리는 상층 우점수목간 4.8~7.9m, 상층 수목간 3.7~5.8m, 중층 수목간 2.5~3.5m, 상중층 수목간 2.7~3.1m이었다. 상층 우점수목간의 성장거리가 가장 넓고 상중층 수목간의 경우가 가장 좁은 경향이였다.

#### 결론

본 연구는 한강유역권에 분포하는 자연수변림을 대상으로 그들의 구조 및 성장환경을 분석하여 수변녹지 조성에 필요한 기반정보를 구축하였다. 총 36개 지점의 자연수변림

구조와 성장환경을 분석하고, 환경구배별 세부 군집유형을 구분하였다. 군집유형은 토지극상형 17개, 기후극상형 12개로서 총 29개 유형으로 분류되었고, 각 유형의 출현종수, 종구성, 밀도, 성장거리 등을 도출하였다.

현재 국내 주요 하천의 환경생태적 기능을 증진할 수변녹지 조성계획을 추진중이나, 식재수종의 종구성, 식재밀도 및 식재거리 등 수변녹지 조성에 필요한 기반자료가 부족한 실정이다. 본 연구의 분석결과는 한강유역권의 수변녹지 조성 시 대상지의 환경구배에 적합한 군집유형을 설정하고 해당 유형의 층위별 목표수종, 종수 및 종구성, 식재밀도 및 거리 등 공간구조 기준으로 적용할 수 있다. 본 연구결과는 바람직한 수변녹지를 조성하는데 실용적인 정보가 될 것으로 기대한다.

### 인용문헌

이수욱(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54: 25-35.  
 한국수자원공사(2005) 하천제방 수림대 정비지침.  
 한국환경정책·평가연구원(2001) 도시지역의 수변녹지 조성 및 관리 방안 연구. 연구보고서 2001-05.