

## 수변녹지 조성을 위한 생태식재 모델 연구<sup>1)</sup>

-금강유역권을 대상으로-

# A Study on Ecological Planting Models for Establishment of Riparian Greenspace

-In the Case of Geum River Watershed-

송희용<sup>1</sup> · 안태원<sup>2</sup> · 허권<sup>3</sup> · 조현길<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 대학원 조경학과, <sup>2</sup>강원대학교 조경학과, <sup>3</sup>강원대학교 식물자원응용공학과

### 서론

수변녹지는 제내지에 분포하는 띠 형태의 녹지대로서, 수질보전, 탄소흡수 및 대기정화, 생물서식 등 환경생태적 기능을 발휘하며 향토경관미를 연출한다. 또한, 홍수 월류 시 제방의 안정성 향상, 범람 유량 및 표토유실 저감 등의 치수상 기능을 제공한다(한국수자원공사, 2005). 환경부에서는 1999년 한강유역권을 시작으로 주요 강 유역에 수변구역을 지정하여 토지를 매수하고 있다([http://www.me.go.kr/kor/info/info\\_menu\\_field.jsp](http://www.me.go.kr/kor/info/info_menu_field.jsp)). 금강유역권의 경우 2002년 최초 수변구역이 지정되었고, 2007년말 기준 그 면적은 전국 수변구역의 31%인 총 373.19km<sup>2</sup>로서 4대강 유역권 중 가장 넓은 면적을 차지한다. 금강유역환경청은 현재 수변구역을 대상으로 수변녹지를 조성 중이나(<http://ggland.me.go.kr/kgi>), 식재기법은 대개 유사구격의 단일종 내지 소수종 단층식재로 대표된다. 이러한 식재기법은 상기한 수변녹지 본연의 기능을 제한한다. 본 연구의 목적은 금강유역권 내에 위치하는 자연수변립 구조와 성장환경을 분석하여 바람직한 수변녹지 조성을 위한 생태식재 모델을 모색하는 것이다.

### 연구내용 및 방법

자연수변립 조사대상지는 금강유역권 내 인간 간섭이 거의 없는 장령림을 대상으로 5개의 하천 및 계곡을 선정하였다. 현장답사를 통해 수변(floodplain)~고지(upland), 상류

~하류에 걸친 환경구배를 고려해 대상지별로 6개의 방형구를 설치하여 총 30개 지점의 녹지구조 및 성장환경을 실시하였다. 방형구의 크기는 상층층 10m×10m, 하층 5m×5m이었다. 조사지점의 방위, 경사, 하층광량비 등 성장환경을 측정하고, 지점별 3개씩 총 90개의 토양표본을 채취하여 성장기반인 토양의 물리화학적 특성을 분석하였다. 식생조사는 방형구 내 성장수목의 종, 수간직경, 수관폭, 수고, 층위 등을 실시하고, 각 수목의 성장위치를 기록하여 공간 분포도를 작도하였다. 층위는 상층, 중층, 하층으로 나누어 최상위 수관을 형성하는 수목을 상층으로, 흉고직경 2cm 미만의 수목을 하층으로 각각 구분하였다. 식생조사 결과를 토대로, 각 조사구의 밀도, 피도, 종구성, 상대우점치, 성장거리 등을 포함하는 녹지구조를 계량분석하였다.

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

군집유형은 토양수분 조건의 환경구배를 반영하여 수변과 고지로 구분한 후, 수종의 상대우점치 분석결과를 토대로 Braun-Blanquet 우점도 계급을 참조하여 우점종 구성에 따라 분류하였다. 우점종은 상층 수목의 상대우점치가 25% 이상인 수종으로, 우세종은 평균상대우점치가 10% 이상인 수종으로, 그리고 동반종은 평균상대우점치가 1% 이상인 수종으로 각각 설정하였다.

군집유형별 수종의 상대우점치를 반영하여 목표수종을 선정하고, 우점종, 우세종, 동반종의 구성비와 출현 층위에 근거하여 종구성 기준을 수립하였다. 또한, 공간분포도 상에서 상층 우점수목 간, 상층 수목 간, 중층 수목 간, 그리고

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

상층 수목과 중층 수목 간 성장거리를 분석하여 식재거리를 도출하였다. 이러한 자연수변림의 구조와 성장환경을 반영하는 생태식재 모델을 모색하여 수변구역의 녹지계획을 위한 기반정보를 마련하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 자연수변림의 구조 및 성장환경

조사대상지의 환경구배별 성장환경을 분석한 결과, 수변 조사구는 사면방위가 북사면 내지 북서사면이 62%로서 출현빈도가 가장 높았고, 경사가 평균 27%, 하층광량비가 12%로 나타났다. 고지의 경우는 남사면 내지 남동사면이 55%를 점유하였고, 경사 41%, 하층광량비 16%이었다. 토성은 대부분 사양토 내지 양토이었고 수변에선 사양토(59%)의 점유비가 상대적으로 높았다. 토양수분은 수변이 평균 14.9%, 고지가 12.5%로서 수변조사구에서 약간 더 높게 나타났다. 환경구배별 토양의 화학성 분석결과는 수변에서 pH 5.0, 유기물 6.3%, 전질소 0.31%, 유효인산 23.2mg/kg 등이었으며, 고지의 경우 pH 4.7, 유기물 5.6%, 전질소 0.31%, 유효인산 23.5mg/kg 등이었다. 유기물함량은 국내 산림토양의 평균치 3.2%(이수욱, 1981)보다 약 2배 높은 것으로 나타났다. 조정설계기준(한국조경학회, 2007)에서 제

시하는 토양의 항목별 평가등급에 근거하면, 유기물(5.0% 이상)과 전질소(0.12% 이상)는 상급에, pH(4.5~5.5)와 유효인산(100mg/kg 이하)은 하급에 각각 해당하였다.

상층 수목의 평균 수고는 조사구에 따라 수변 10~17m, 고지 11~20m이었고, 평균 흉고직경은 수변 20~43cm, 고지 21~41cm이었다. 중층의 경우 수고가 2~7m, 흉고직경이 2~11cm 범위이었다. 흉고직경으로부터 수령을 추정하면, 자연수변림 조사지는 최소 IV영급 이상이었고 VIII영급 이상인 경우도 분포하였다.

수목밀도는 100㎡당 수변에서 상층 3~9주, 중층 4~22주이었고, 고지에서 상층 4~9주, 중층 8~20주이었다. 이와 같이 수목밀도는 조사구간에 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았으나 층위별로는 대체로 중층에서 더 높게 나타났다. 수변 조사구의 상층 수목 상대우점치는 소나무가 41%로서 가장 높았고, 다음으로 서어나무, 갈참나무, 굴피나무 등의 순이었다. 고지의 경우도 소나무의 상대우점치가 51%로 가장 높았고 갈참나무 및 졸참나무가 각각 12%이었다.

### 2. 군집유형 분류

표 2는 금강유역권 자연수변림의 군집유형 분류와 그들의 수종구성을 나타낸다. 수변은 소나무군집, 소나무-서어나무군집, 갈참나무-고로쇠나무군집, 굴피나무군집, 층층나무-고로쇠나무군집

표 1. 자연수변림 조사지의 환경구배별 성장환경\*

환경구배	경사 (%)	하층광량비 (%)	토양				
			수분 (%)	pH	유기물 (%)	전질소 (%)	유효인산 (mg/kg)
수변	27.4±4.2	11.6±2.3	14.9±0.9	5.0±0.1	6.3±0.3	0.31±0.02	23.2±1.8
고지	40.7±2.3	16.3±3.3	12.5±0.9	4.7±0.1	5.6±0.3	0.31±0.03	23.5±2.2

\* 평균±표준오차

표 2. 금강유역권 자연수변림 군집유형 분류 및 수종구성

환경구배	군집유형	수종구성	
		우점종	우세종
수변	소나무군집	소나무	때죽나무
	소나무-서어나무군집	소나무, 서어나무	때죽나무
	갈참나무-고로쇠나무군집	갈참나무, 고로쇠나무	때죽나무
	굴피나무군집	굴피나무	때죽나무
	층층나무-고로쇠나무군집	층층나무, 고로쇠나무	때죽나무, 자귀나무, 비목나무
고지	소나무군집	소나무	서어나무, 때죽나무
	소나무-갈참나무군집	소나무, 갈참나무	사람주나무, 쇠물푸레
	졸참나무-갈참나무군집	졸참나무, 갈참나무	층층나무, 비목나무

표 3. 금강유역권 생태식재 모델의 환경구배별 종구성, 식재밀도 및 식재거리 기준\*

환경 구배	종수			상·중·중 종구성(%)			식재밀도(주/100m <sup>2</sup> )			수목 간 식재거리(m)			
	상층	중층	하층	우점종	우세종	동반종	상층	중층	하층	우점	상층	중층	상층과 중층
수변	3	4	3	28	25	47	5	7	77	5.7	4.9	3.6	2.9
고지	3	4	3	22	27	51	7	11	83	5.3	4.6	3.1	2.3

\* 제시한 수치는 각각 수변 5개 유형, 고지 3개 유형의 평균임.

무-고로쇠나무군집의 5개 유형으로 구분되었다. 고지의 경우는 소나무군집, 소나무-굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집의 3개 유형이 도출되었다.

### 3. 생태식재 모델 수립

목표수종은 군집유형별 우점종, 우세종 및 동반종의 수종 구성과 그들의 출현층위를 반영해 선정하되, 층위별 종수는 평균적으로 상층 3종, 중층 4종, 하층 3종이다. 상·중층의 종구성은 수변이 우점종 28%, 우세종 25%로, 고지가 우점종 22%, 우세종 27%로 각각 설정한다. 상·중층 목표수종의 식재밀도는 수변이 상층 5주/100m<sup>2</sup>, 중층 7주/100m<sup>2</sup>로서 총 12주이다. 고지의 경우는 상층 7주/100m<sup>2</sup>, 중층 11주/100m<sup>2</sup>로서 총 18주이고 수변에 비해 상대적으로 높은 경향이다. 평균 식재거리는 각각 상층 우점수목 간 5.5m, 상층 수목 간 4.8m, 중층 수목 간 3.3m, 그리고 상층 수목과 중층 수목 간 2.6m이다.

이상의 생태식재 모델을 적용하는 계획과정은 다음과 같다. 토양수분 조건을 반영해 다소 습윤~적윤인 지역에는 수변 환경구배의 유형을, 적윤~다소 건성인 지역에는 고지 환경구배의 유형을 각각 적용한다. 층위별 종수에 따라 목표수종을 선정하고, 우점종, 우세종 및 동반종의 종구성과 층위별 밀도를 반영하여 수종별 식재밀도를 설정한다. 목표년도에 따른 식재수목의 규격을 결정한 후, 식재거리를 적용하여 목표수종을 배치하는 식재설계도를 작성한다. 식재거리 적용과정은 상층 우점수목, 상층 수목, 중층 수목의 순으로 진행하되, 중층 배치 시 상층 수목과 중층 수목 간

거리를 함께 반영한다.

## 결론

본 연구는 금강유역권을 대상으로 인간 간섭이 거의 없는 자연수변림의 구조와 성장환경을 분석하고, 이를 반영하는 생태식재 모델을 모색하여 수변구역의 녹지계획을 위한 기반정보를 마련하였다. 자연수변림의 군집유형은 환경구배별 우점종 구성에 따라 수변이 5개 유형, 고지가 3개 유형으로서 총 8개 유형으로 분류되었다. 이들 유형별 구조를 반영해 목표수종, 종수, 종구성, 식재밀도, 식재거리 등의 기준을 포함하는 생태식재 모델을 수립하였다.

기존 수변녹지 식재기법은 대개 유사규격의 단일종 내지 소수종 단층식재로서 추구 녹지기능이나 식재기준이 불분명한 것으로 사료된다. 본 연구결과가 금강유역권의 수변구역 녹지계획을 위한 실용적 기반정보로 활용되어, 수질보전, 생물서식, 향토수변경관 등 수변녹지 조성 본연의 기능을 증진하는데 기여하길 기대한다.

## 인용문헌

- 이수옥(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54: 25-35.
- 한국수자원공사(2005) 하천제방 수립대 정비지침.
- 한국조경학회(2007) 조경설계기준. 서울: 기문당.
- <http://ggland.me.go.kr/kgi>
- [http://www.me.go.kr/kor/info/info\\_menu\\_field.jsp](http://www.me.go.kr/kor/info/info_menu_field.jsp)