

# 수변구역 생태식재의 현장적용 모니터링<sup>†</sup>

- 가평군 시공사례지를 대상으로 -

조현길\* · 안태원\*\* · 김진영\*\*\* · 권현지\*\*\*

\*강원대학교 조경학과 · \*\* (주)수프로 식물환경연구소 · \*\*\*강원대학교 대학원 조경학과

## I. 서론

국내 하천관리 및 정비는 1990년대 중반까지 하천의 환경생태적 기능을 무시한 채 이수과 치수에 중점을 두었다. 한편, 환경부는 1999년 상수원 수질보전을 위해 4대강 수계를 대상으로 전국에 약 1,000km<sup>2</sup>의 면적을 수변구역으로 지정하였고, 수변녹지를 조성할 수 있는 제도적 기반을 구축하였다(한국환경정책·평가연구원, 2001). 수변녹지는 수질보전, 탄소흡수 및 대기정화, 생물서식 등의 환경생태적 기능 뿐만 아니라, 휴식과 산책을 포함하는 경관미적 및 자연체험의 기능도 제공한다.

그러나 국내에서는 수변녹지의 다양한 기능을 반영하여 조성한 사례는 흔치 않으며, 식재의 준거를 충분히 갖추지 못한 상태에서 사업이 진행되면서 바람직하지 못한 사례들이 발생하고 있다. 수변녹지의 조성은 상기한 다원적 기능을 충족시킬 적절한 식재기법을 동원해야 하며, 본연의 조성의도를 달성할 수 있도록 최소한의 유지 관리가 필요하다. 따라서, 본 연구의 목적은 가평군 회곡리의 생태식재 시공사례지를 대상으로, 토양의 이화학성, 수목의 성장상태, 초본유입 및 경합, 침식제어 효과 등을 포함하는 모니터링을 실시하여 생태식재의 현장적용 적부성을 평가하는 것이다. 여기에서, 생태식재란 자연수변림의 군집을 모델화하여 종구성, 식재밀도 등을 포함하는 구조를 적용한 식재를 의미한다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 대상지

본 연구의 대상지는 북한강변에 위치하는 가평군 설악면 회곡리 744-2번지로서, 한강유역권의 온대기후권에 해당한다. 동측, 남측 및 서측은 산림에 의해 위요되고, 북측으로 수변의 37번 국도와 인접해 있다. 이 대상지에 한강유역권의 자연수변림 구조를 조사하여 모델화한 군락 중(수생태복원사업단, 2010), 대상지의 성장여건을 반영하여 신나무-버드나무군락, 소나무-느

티나무군락 및 느릅나무-신갈나무군락을 선정한 후, 수생태복원사업단 지원 연구의 일환으로서 2010년 늦가을에 시공되었다(수생태복원사업단, 2010). 식재규모는 동서 길이 약 50m, 남북 폭 20~25m로서 그 면적은 약 1,500m<sup>2</sup>이었다.

### 2. 모니터링

대상지에 고밀식재 대비 저밀식재, 지표면 멀칭여부 등을 중심으로 처리구별 3개소씩 고정조사구(3×3m)를 설치하였다. 즉, 고정조사구는 고밀나지, 고밀멀칭, 저밀멀칭, 저밀나지 내부 및 저밀나지 주변부이었다. 고밀과 저밀의 구분은 수목의 하층광량비와 수관개방비 측정 결과에 근거하였다. 멀칭 조사구는 지표면을 두께 10cm의 우드칩으로 멀칭하였다. 토양환경 변화를 분석하기 위해, 토양개량 후인 봄과 생장 말기인 가을에 조사구별 3개씩 약 20cm의 깊이에서 토양 표본을 임의 채취하여, 토성, pH, 유기물, 치환성양이온 등을 포함하는 토양의 이화학성을 분석하였다. 그리고 생장기간인 5~9월 총 6회에 걸쳐 수목성장상태, 초본유입 변화 등을 조사하였다.

식재수목의 성장상태는 목표수종을 대상으로 수목의 고사여부, 생장활력도, 신초길이 및 엽장을 조사하고, 기존의 수변녹지 시공사례지의 식재수목 성장상태와 비교 분석하였다(수생태복원사업단, 2010)<sup>1)</sup>. 초본유입은 식물종, 피도, 초장, 폭 등을 조사하여 조사구별 밀도, 피도, 종구성 등을 계량 분석하였다. 또한 침식제어 효과를 평가하기 위하여 저밀나지, 고밀나지, 고밀멀칭의 처리구별 침사조를 배치하고, 8~10월 3회에 걸쳐 강우 시 유출된 침전물을 수거한 후 건중량을 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 토양 이화학성

생장초기인 봄의 경우 토양의 pH는 6.6, 유기물 1.5%, 전질소 0.02%, 유효인산 34.6mg/kg, K<sup>+</sup> 0.34cmol<sup>+</sup>/kg, Ca<sup>++</sup> 4.81cmol<sup>+</sup>/

<sup>†</sup> 본 연구는 환경부 Eco-STAR project(수생태복원사업단)의 지원으로 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

kg,  $Mg^{++}$  0.64cmol<sup>+</sup>/kg, 양이온치환능 6.5cmol<sup>+</sup>/kg 등이었다. 가을 토양 역시 pH 6.8, 유기물 1.3%, 전질소 0.02%, 유효인산 41.0mg/kg 등 봄과 유사한 수준으로, 계절 간의 화학성 변화는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

## 2. 식재수목의 성장실태

상층수목의 목표수종은 총 156개체로서, 그 중 약 14%가 고사한 것으로 분석되었다. 고사 점유비가 가장 높은 수종은 때죽나무 7.1%이었고, 다음으로 층층나무 2.6%, 산뽕나무 1.9% 순이었다. 때죽나무의 경우 총 식재개체 13주 중 고사개체가 11주로서, 겨울철 한파 및 건조 피해로 인해 높은 고사율을 나타낸 것으로 생각된다. 반면, 느릅나무, 느티나무, 버드나무, 소나무 등의 수종은 고사개체가 발생하지 않았다.

식재교목을 대상으로 성장불량 개체비를 분석한 결과, 고사목을 제외한 개체 중 약 22%가 성장활력도가 낮은 것으로 나타났다. 부위별 성장불량 개체비는 수관 19%, 가지 16%, 엽 9%, 수간 0%이었다. 활력도가 양호한 수종은 느릅나무, 물푸레나무, 산뽕나무 등이었으며, 반면 저조한 수종은 단풍나무, 쪽동백나무, 층층나무, 돌배나무 등이었다. 그 원인은 시공 후 1년차인 활착초기로서 이식 스트레스에 의한 것으로 생각된다. 수종별 신초길이는 기존 시공사례지 개체 대비 평균 1.9배, 엽장의 경우 1.1배 수준으로 상대적으로 양호한 수준이었다(그림 1 참조). 신초길이 생장비가 약 2배 이상인 수종은 산뽕나무, 졸참나무, 느티나무, 신나무이었으며, 엽장의 경우 느릅나무를 제외한 대부분 수종은 0.8~1.4배 수준이었다.

## 3. 초본유입

처리구별 초본의 출현종수는 고밀나지, 저밀나지 내부 및 저밀나지 주변부에서 17~20종, 고밀멸칭과 저밀멸칭은 0~2종으로 나타났다. 6~7월의 평균 초본밀도는 저밀나지 주변부에서 18.4±2.3(평균±표준오차)개체/m<sup>2</sup>, 저밀나지 내부 18.5±2.6개체

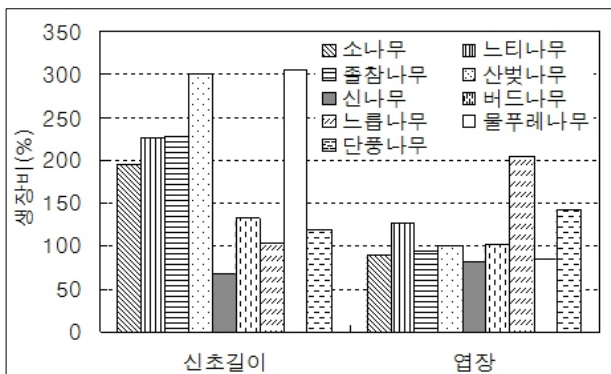


그림 1. 기존 시공사례지 대비 식재수종별 신초 및 엽장 생장비

/m<sup>2</sup>, 고밀나지 7.6±1.5개체/m<sup>2</sup>, 저밀멸칭 0.4개체/m<sup>2</sup>이었으며, 고밀멸칭 처리구에서는 초본유입이 전무하였다. 고밀의 하층광량비는 19~21%, 수관개방비는 13~18%이었으며, 저밀의 경우 하층광량비 63~69%, 수관개방비 57~79%이었다.

초본 피도는 그림 2와 같이 저밀나지 주변부에서 약 78.1±12.4%로서 가장 높았고, 다음으로 저밀나지 내부 69.9±17.8%, 고밀나지 25.3±3.2%, 저밀멸칭 1.1% 등의 순이었다. 상대피도가 상위인 10개 초본종은 명아주, 환삼덩굴, 망초류, 띪, 애기똥풀, 바랭이, 강아지풀, 쇠별꽃, 쑥종류, 질경이 등이었다. 그 중 명아주, 환삼덩굴, 망초류의 상대밀도는 각각 25%, 17%, 13%로서 전체 초본종의 50% 이상을 점유하였다. 최대초장은 조사구에 따라 최소 15cm, 최대 170cm 범위였으며 대개 저밀나지 주변부에서 가장 큰 경향이였다.

## 4. 침식제어 효과

모니터링 기간 동안의 강우량은 8월 12~14일 59.5mm, 8월 16~17일 32.0mm이었으며, 10월 14~16일은 35.5mm이었다 (<http://www.kma.go.kr>). 침식량 측정을 위한 고정 조사구 면적은 각각 저밀나지 53.7m<sup>2</sup>, 고밀나지 62.5m<sup>2</sup>, 고밀멸칭 73.9m<sup>2</sup>이었다. 단위면적당 평균 1회 침식량은 저밀나지 27.20g/m<sup>2</sup>, 고밀나지 5.88g/m<sup>2</sup>, 고밀멸칭 0.01g/m<sup>2</sup> 등의 순이었다. 지표면을 멸칭하거나 고밀 식재할 경우 저밀 식재한 나지에 비해 침식제어 효과가 현저히 높은 것으로 나타났다.

## IV. 결론

본 연구는 가평군 회곡리 생태식재 테스트베드를 대상으로, 토양의 이화학성, 식재수목의 성장상태, 초본유입 및 경합, 침식제어 효과 등을 모니터링하여 그 현장적용 적부성을 평가하였다. 주요 고사수종은 때죽나무, 층층나무, 산뽕나무 등으로서, 이들 수종 식재 시에는 토양이나 미기후를 포함하는 성장여건, 사

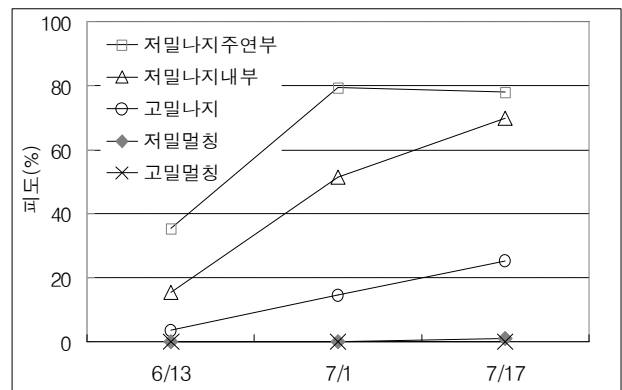


그림 2. 처리구별 초본피도 변화

전 단근 여부 등의 진단이 요구된다. 신초길이는 기존 시공사례 지 개체 대비 평균 1.9배, 엽장의 경우 1.1배 수준으로 상대적으로 양호한 수준이었다. 초본유입은 저밀나지 처리구에서 피도 70% 이상으로 가장 높았고, 밀칭 처리구에서는 식재밀도와 관계없이 초본유입이 미미하거나 전무하였다. 주연부는 내부보다 초본유입 속도가 빠른 것으로 나타나, 주연부 식재를 통해 내부로 침입하는 식물종에 의한 경합을 제어하는 것이 바람직할 것이다. 한편, 식재수목을 피압하는 덩굴식물은 유입속도가 빠르기 때문에 목표수종의 정상적인 성장을 위한 관리가 요구된다. 처리구별 침식량은 저밀나지에서 가장 많았으며, 고밀나지, 고밀밀칭 등의 순으로 적었다.

이와같이, 녹지조성 시 두께 10cm의 지표면 밀칭이나 고밀식재는 침식 피해를 최소화함은 물론, 목표수종과 경합하는 초본유입을 제어하고 매년 반복적으로 소요되는 제초비용을 절약하

는데 효과적이었다. 본 연구는 시공 후 1년차인 조성 초기의 모니터링 결과이므로, 향후 식재수목의 성장상태, 초본유입 및 경합, 침식제어 효과 등에 관한 지속적인 모니터링을 통해 본 연구의 결과를 비교 보완할 필요가 있다.

---

주 1. 기존 수변녹지 시공사례지는 한강, 금강, 낙동강, 섬진·영산강을 대상으로, 유역권별 9~12개소씩 총 45개소 수변녹지 시공사례지의 식재수목 성장상태를 조사하였다.

### 인용문헌

1. 수생태복원사업단(2010) 수변녹지 및 생태벨트 조성기술 개발.
2. 한국환경정책·평가연구원(2001) 도시지역의 수변녹지 조성 및 관리 방안 연구. 연구보고서 2001-05.
3. <http://www.kma.go.kr/>