

# 그린인프라스트럭처 개념을 적용한 가로 경관 녹화 개선 방안

호우슈원\*, 정태열\*\*,\*\*

\*경북대학교 대학원 조경학과 박사과정, \*\*경북대학교 조경학과 교수, \*\*\*경북대학교 지역개발연구소 운영위원

## 1. 서론

도시화가 지속적으로 가속화됨에 따라 도시는 기후 변화, 도시 침수, 생태계 파괴, 자원 할당 불평등과 같은 심각한 환경 및 사회적 도전에 직면해 있다. 이러한 맥락에서 그린인프라스트럭처(green infrastructure)의 개념은 자연 시스템과 도시 사회 시스템 간의 밀접한 관계를 강조하고 생태 환경을 보호하고 인간의 삶의 질을 향상시키는 서비스를 제공한다(Korkou and Hanslin, 2023). 도시 그린인프라스트럭처의 중요한 부분으로서 도시 가로 경관 녹화는 도시 환경의 질을 향상시키는 동시에 주민들의 신체적, 정신적 건강을 향상시키는 데 매우 중요하다(Lemieux et al., 2023). 따라서 본 연구는 중국 쓰촨성(四川省) 청두시(成都市) 중심도시 지역을 중심으로 연구 목적 1) 도시권을 범위로 하여 도시 가로의 녹시율 수준과 등급별 녹시율의 공간 분포 특성을 분석하고, 2) 녹시율이 낮은 가로 이미지 특성을 분석하고 그린인프라스트럭처 개념과 결합하여 향후 개선 방안을 제시한다.

## 2. 연구 범위 및 방법

### 2.1 연구 범위

청두시는 쓰촨 분지의 서부에 위치하고 있으며 중국 서부 쓰촨성의 중요한 중심 도시이다. 아열대 습윤 지역에 위치하고 생물 자원이 풍부하며 아열대 몬순 기후에 속한다. 2022년까지 청두 중심 도시 지역의 건설 면적은 1,064제곱킬로미터에 달하고 인구는 1,542만 명에 달했다. 도시 발전의 주요 사회경제적 장소로서 본 연구에서는 청두시의 3순환가로 이내를 연구지역으로 선정하였다.

### 2.2 연구 방법

첫째, 녹시율(visible green index)의 관련 선행 연구 및 분석을 통해 본 연구의 녹시율의 평가 기준을 도출한다. 둘째, 바이두 스트리트 뷰 데이터(BSVIs)를 기반으로 의미 분할 기술을 사용하여 가로의 녹시율을 계산하고 다양한 수준에 따라 분류한다. 셋째, ArcGIS를 사용하여 다양한 수준의 녹시율 가로 공간 분포 특성과 낮은 녹시율 가로 이미지 특성을 분석한다. 넷째, 관련 그린인프라스트럭처 가로 경관 녹화 사례를 기반으로 향후 설계 및 관리 방향을 제안한다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 녹시율의 평가 기준

녹시율은 환경심리학 연구에서 유래한 것으로, 3차원 공간 녹화 수준의 평가기준으로 1987년 일본학자 아오키 요지(青木阳二)가 제안했다. 도시 가로 경관 및 녹화 수준 평가에 대한 관련 연구의 대부분이 일본 학자들의 연구 이론을 기반으로 한다는 점을 고려한다(Chen et al., 2019). 따라서 본 연구의 도시 녹시율에 대한 평가기준은 일본 학자 오히라 하지(折原夏志)의 5단계 구분기준을 채택하였다. 즉, 녹시율이 5% 미만일 때 사람들은 녹화 수준에 대해 느낌이 가장 나쁘고, 5-15%는 느낌이 나쁘고, 15-25%는 느낌이 보통이고, 25-35%는 느낌이 좋고, 35% 이상은 느낌이 가장 좋다.

### 3.2 스트리트뷰 이미지 획득과 녹시율 계산

첫째, OSM(Open Street Map)에서 가로망을 다운로드하여 50m 간격으로 BSVIs 파노라마 거리 이미지를 설정하고 생성하여 총 85,299개의 샘플 수집 지점을 수집했다. 둘째, 바이두 지도 서비스 API를 사용하여 HTTP URL 형식으로 해당 수집 지점의 BSVIs 이미지 반환을 요청한다. 바이두 스트리트 뷰의 매개변수 설정에서(location)는 스트리트 뷰 수집 지점의 지리적 경위도 좌표를 나타내고, 획득 가능한 이미지 크기(size)를 최대 900 × 600픽셀로 설정하고, 사람을 나타내는 시야폭(fov)을 90°로 설정하고, (heading)의 4가지 다른 시작 각도에서 각각 90°, 180°, 270°, 360°의 거리 이미지를 획득하고, 사람을 나타내는 시야각(pitch)을 20°로 설정하여 사람의 시야각에 맞춘다. 900 × 600 픽셀 크기의 4개의 BSVIs 이미지는 주변 환경을 완전히 나타낼 수 있다. 최종적으로 샘플링 지점의 좌표를 Python 프로그램에 입력하고 341,196개의 BSVIs 이미지(무효 좌표점에서 꺼낸 빈 스트리트 뷰 이미지 포함)를 다

운로드하여 저장했다. 셋째, 본 연구에서는 SegNet을 적용하여 대상 이미지에서 객체의 정확한 픽셀 수준 분할을 달성했다. 선택된 훈련 데이터는 Cityscapes이다. 이 데이터 세트에는 도시 환경에서 거리 풍경, 가로, 건물, 차량, 보행자 등을 캡처한 수천 개의 고해상도 이미지가 포함되어 있다. 각 이미지는 상세한 의미 분할 레이블이 있다. 본 연구는 주로 스트리트 뷰 이미지의 식물 요소(나무, 잔디)를 선택하고 Anaconda를 사용하여 OpenCV를 설치하고 python 코드를 기반으로 녹시율을 계산했다.

### 3.3 가로 녹시율의 공간분포 특성

연구대상지 가로 녹시율의 공간분포 특성을 분석한 결과는 첫째, 녹시율은 5% 이하이고 13.9%를 차지한다. 이 중 녹시율 값은 도시의 1순환도 내에 더 집중되어 있다. 둘째, 녹시율은 5-15%로 24.4%로 가장 큰 비중을 차지한다. 5% 미만의 녹시율에 비해 공간 분포 특성이 비교적 균형 잡혀 있으며 도시의 첫 번째 원을 제외하고 상대적으로 높은 녹시율은 주로 세 번째 원의 가장자리에 있는 도시 녹색 지역에 집중되어 있다. 셋째, 녹시율은 15-25%로 21.7%를 차지한다. 상대적으로 높은 녹시율을 가진 지역은 뚜렷한 응집 영역이 없지만 전체적으로 남서쪽으로 응집하는 경향을 보인다. 넷째, 녹시율은 25-35%로 17.5%를 차지한다. 상대적으로 높은 녹시율을 가진 지역은 남서쪽으로 집중되는 명백한 경향이 있다. 상대적으로 낮은 녹시율은 주로 북동부에 집중되어 있다. 다섯째, 녹시율은  $\geq 35\%$ 로 22.5%를 차지한다. 상대적으로 높은 녹시율을 가진 영역은 명백한 클러스터링 특성을 나타낸다.

### 3.4 낮은 녹시율의 가로 이미지 특성

본 연구에서는 가로 이미지 특성 분석을 위해 녹시율이 25% 미만인 스트리트 뷰 위치에서 이미지를 선택하기 위해 무작위 샘플링 방법을 사용했다. 크게 두 가지 유형으로 나뉜다. 첫째, 지역 유형에 따라 녹시율이 낮은 지역은 대부분 상업 시설 집적 지역과 도시 신규 건설 지역이다. 그 이유 분석 1) 상업 시설 집적 지역은 일반적으로 건물, 주차장 및 기타 시설이 밀집되어 있고 녹지 공간이 적기 때문에 녹지 시야가 낮다. 2) 도시의 새로운 건설 지역은 일반적으로 건설 초기에 성숙한 녹화 환경이 부족하고 나무가 자라는 데 시간이 걸린다. 둘째, 가로 유형에 따라 낮은 녹시율의 가로는 대부분 고가가로 주변 지역, 도시 4급 가로(7.0-6.5m) 이하 가로 지역, 도시 간선가로의 교차로 지역이다. 그 이유 분석 1) 고가가로 지역은 가로 특성에 따라 많은 식물을 재배하지 않고 동시에 건물 구조에 의해 가려져 녹시율이 제한된다. 2) 4급 이하 가로는 상대적으로 좁은 가로로 인해 녹화 재배가 제한된다. 3) 도시 교차로 지역은 일반적으로 교통이 혼잡하고 교통 신호 시설과 보도는 공간의 녹시율을 어느 정도 감소시킨다.

## 4. 결론 및 제안

본 연구에서는 BSVIs를 활용하여 청두 가로의 3순환가로 이내의 녹시율을 측정했다. ArcGIS 공간 분석 방법을 사용하여 다양한 수준의 녹시율의 공간 분포와 낮은 녹시율의 가로 이미지의 특성을 파악했다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 전반적으로 연구 범위 내에서 남서부의 녹시율은 북동부보다 높다. 둘째, 낮은 녹시율의 가로 이미지는 주로 상업 시설 집적 지역, 도시 신규 건설 지역, 고가가로 주변, 도시 4급 가로(7.0-6.5m) 이하 가로, 도시 간선 도로의 교차로 지역에 집중되어 있다.

가로 경관 녹화 개선을 위하여 그린인프라스트럭처 사례와 결합하여 다음과 같은 제안을 제시한다.

- 1) 녹색 벽 설계는 입면 공간의 녹화 수준을 향상시킨다. 2) 빗물 정원 설계 개념을 사용한다. 녹지대와 가로 가장자리의 식생을 통해 가로의 시각적 감각을 풍부하게 하고 동시에 빗물을 수집 및 여과하여 도시 생태 환경의 빗물 자연 처리 능력을 향상시키는 데 사용된다. 3) 다기능 그린벨트 설계는 사회 및 생태 효과의 통합을 향상시킬 것이다. 4)지역사회의 참여와 지속 가능한 관리 및 유지보수를 증진한다.

### 참고문헌

1. Chen, M., F. Dai, W. Li and C. Yang(2019) A study of urban greening assessment based on visible green index: A case study of Jiangnan district in Wuhan. J. Chin Urban For 17(3): 1-6.
2. Korkou, M., A. K. Tarigan and H. M. Hanslin(2023) The multifunctionality concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review. Urban Forestry & Urban Greening: 127975.
3. Lemieux, C., F. Bichai and G. Boisjoly(2023) Synergy between green stormwater infrastructure and active mobility: A comprehensive literature review. Sustainable Cities and Society: 104900.