

기후 위기에 대응한 수변녹지 유형별 그린 인프라 수목하자요인 중요도 비교 분석

- 한강수계 수변구역 수변녹지 조성지역 중심으로 -

이태훈* · 김건우**

*한양대학교 도시대학원 랜스케이프어바니즘 전공 박사과정 · **한양대학교 도시대학원 랜스케이프어바니즘 전공 조교수

I. 서론

그린 인프라스트럭처(green infrastructure: 이하 '그린 인프라'라고 한다)는 일반적으로 커뮤니티 이면에 있는 생태계를 종합적으로 구성하는 요소인 토지, 자연 자원, 그리고 자연 서식지 등의 시스템으로서 부정적인 환경적 영향을 상쇄하기 위해 사용되는 요소이다(강정은, 2012). Randolph(2004)는 "자연적 생태 가치와 인간에게 다양한 혜택을 주는 녹지공간의 연결된 네트워크"로 정의하고 있다.

최근 전 지구적으로 기후변화 문제가 심각해짐에 따라 이 같은 개념이 기후변화 대응의 차원으로 변화·발전되어 기후변화에 적극적으로 대응(이산화탄소 흡수, 열섬 저감, 홍수 저감 등)할 수 있는 도시공간 요소로 발전하고 있다(Ahern, 2007).

그린 인프라를 통한 이산화탄소의 저감은 인간활동에 대한 변화가 수반되지 않으면서 동시에 이산화탄소의 흡수가 가능한 방법으로, 기후변화에 대응할 수 있을 뿐만 아니라, 녹지를 통한 어메니티의 증진까지 함께 꾀할 수 있다(박효석, 2014). 하지만 지구온난화에 따른 잦은 기상이변으로 인해 여름철 폭염, 겨울철 기습한파 혹은 이상난동(異常暖冬), 열대폭풍, 열대야, 가뭄, 도시홍수와 산불과 같은 다양한 자연재해 및 재난들이 나타나고 있다. 건강한 산림 수목은 어느 정도의 온도 변화 특히 한파를 감내할 수 있다. 문제는 여름철 폭염과 겨울철 이상 난동과 함께 동반되는 가뭄으로 지구온난화로 인한 가장 심각한 문제는 결국 수분 부족 현상이다(이경준, 2018).

환경부 산하 한강사업본부는 한강수계 수변구역 관리 기본계획을 수립하여 수변구역 토지매수 및 수변생태벨트 조성을 통해 한강 수질 개선 및 수변구역 생태환경 개선을 하고자 했다. 1차, '09~'13 기본계획으로는 수질개선에 중점을 둔 관리 방안 마련이며, 2차, '14~'18 기본계획은 생태계 다양성을 위한 현황 분석, 주변 생태계 연결성 고려를 생각하고 진행하였다. 하지만 추후 협의매수 방식의 한계로 인한 산발적인 토지매수 및 조성·관리 등의 한계로 인해 수변구역 전 구간에 대한 중·장기 관리 방안이 미흡하였다. 결과적으로 수변녹지 간의 연결성 부족으로 수

질개선 및 생태계를 고려한 수변생태벨트 조성, 수질개선 효과 극대화 등 수변구역에 대한 종합적인 관리 방안이 마련되고 제시되어야 한다(환경유역환경청, 2020).

현재 한강 수변구역 내 토지를 협의매수로 인해 대단위로 녹지 조성을 하지 못하고 파편화된 점 단위로 조성하는 한계를 가지고 있다. 또한, 수변녹지 조성 공사의 대상지 특성상 지속적인 유지관리가 어렵다. 기후변화의 영향에 대한 한강수계 그린 인프라의 생태계 서비스를 증대시키는 방안으로 수변녹지 조성 공사의 장기적인 목표 공사비의 저비용을 지양하며, 생태복원의 고효율을 지향해야 한다. 부지의 환경과 수목의 특성을 고려하여 식재 목적을 달성하기 위해 적합한 수종을 선택하는 과정과(적지적수), 적지적수는 관리 비용을 최소화하게 되어 비용 최소화 및 편익을 극대화할 수 있다.

한강수변구역 그린인프라 수변생태벨트 유형으로는 습지형, 건습지형, 초지형, 숲형으로 이루어져 있다. 각각의 그린인프라 유형은 주변 환경 및 기후 위기에 따른 수목하자 요인의 중요도가 다를 것으로 예상된다. 본 연구는 기후 위기에 대응한 수변녹지 유형별 그린인프라 수목 하자 요인 중요도 비교·분석을 목적으로 한다. 연구결과는 한강수변구역 그린인프라 조성 및 유지관리 자료에 도움이 될 것이며 지속 가능한 저비용 고효율의 녹색인프라가 구축에 중요한 기초자료가 될 것이다.

II. 연구방법

수목하자 요인 중 병을 일으키는 생물적 원인으로는 곰팡이, 세균, 바이러스, 파이토플라스마, 선충, 원생동물, 기생성 종자식물 등을 들 수 있다. 좁은 의미의 병이란 이와 같은 생물적 원인에 의한 것을 말한다. 수목병의 비생물적 원인은 수목의 생장에 부적당한 모든 환경요인이라고 할 수 있으며, 즉, 온도, 수분, 토양, 오염물질 등이 수목의 정상적인 생장을 방해하며 넓은 의미의 병원체가 될 수 있다(나용준 외, 2017). 또한 수목하자피해 원인을 병리학적인 측면에서 강조할 경우에는 전염성 병, 비전염성 병(생리병), 충해의 세 가지로 나눌 수 있다(이경준, 2018).

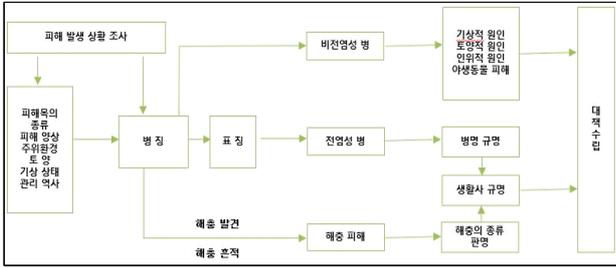


Figure 1. 수목하자 피해원인 규명과 수목병의 진단과정

수목하자 피해 진단 과정을 요약하면 수종명(species name) 규명, 병징(symptom) 파악, 수목 전체(whole tree) 관찰, 수목 생육 장소(site) 점검, 피해 양상(damage pattern) 파악, 수목 관리 역사(management history) 수집, 실험실 분석 자료 검토, 정보의 종합화와 가능한 모든 원인 나열, 최종 진단과 문헌을 통한 원인 확인으로 볼 수 있다(나용준 외, 2009).

수변녹지 수목하자 중요 요인 수집을 위해 선행연구 고찰을 통하여 수목 진단 과정 및 수목하자 중요 항목별 요인을 정리하면 크게 자연적 원인으로는 기상적 원인, 토양적 원인, 인위적 원인, 생물적 원인으로 나눌 수 있으며, 병리적 근거로는 비전염성 병, 전염성 병, 충해로 나눌 수 있다. 수목하자 중요 항목별 선호요인 정리는 Table 1과 같다.

한강수계 수변구역 수변녹지의 지속 가능한 조성 및 유지관리를 위한 대상지 유형별 수목하자 중요도 요인 도출은 크게 선행연구 및 관련 자료를 구축하여 중요도 요인을 항목별 세부 요인으로 정리하고 생태복원, 조경 및 환경전문가 등 관련 종사자의 인터뷰를 통하여 최종 설문 지표를 종합한다. 최종 설문지표를 토대로 AHP 계층구조도를 작성하고 자료를 토대로 설문·분석을 실시하여 결과를 도출한다.

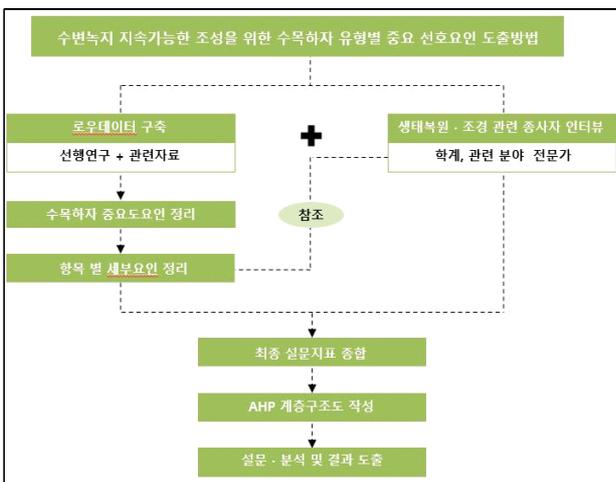


Figure 2. 수목하자 중요 선호요인 도출 프로세스

Table 1. 수목하자 중요 항목별 선호요인 정리

| 자연적 원인 분류 | 병리적 근거 분류 | | |
|-----------|---|---|----------|
| | 비전염성 병 | 전염성 병 | 충해 |
| 기상적 원인 | 고온 (염소, 피소) 저온 (냉해, 동해, 만상, 조상, 서릿발, 상열, 동계 건조) 바람 (풍해) 조풍과 해일 (염해) 폭설 (설해) 우박 한발 홍수 침수 낙뢰 화살 폭발 일조량 부족 | 침엽수의 병 활엽수의 병 침엽수, 활엽수 공통병 | |
| 토양적 원인 | 불리한 물리적 성질 (수분 과부족, 배수불량, 투수 불량, 통기 불량, 답압) 화학적 성질 (영양결핍, 극단적인 산도, 중금속 오염, 염류집적) | 곰팡이 (점무늬병, 탄저병, 흰가루병, 그을음병, 딱병, 가지마름병, 시들음병, 뿌리썩음병, 녹병 등) | |
| 인위적 원인 | 대기오염 (일산화탄소, 아황산가스, 탄화수소, 아질산, PAN, 오존, 산성비 등) 토양오염 화학물질 (약제, 약해, 제초제, 제설제 등) 기계와 장비 답압 불 도로 포장 복토 절토 심식 무리한 이식 휘감는 뿌리 잘못된 가지치기 햇빛 차단 접목불화합성 식축 해빙염과 소진염 (염해) | 세균 (뿌리혹병, 세균성 괴양병, 불마름병 등) 바이러스 (모자이크병 등) 파이토플라스마 (빛자루병, 오갈병 등) 원생동물 (코코넛야자, hartrot 등) 선충 (소나무 시들음병(소나무 제선충 병 등) 기생성 종자식물 (새삼, 겨우살이, 칩 등) | |
| 생물적 원인 | 병원 해충 (식엽성 해충, 흡즙성 해충, 천공성 해충, 벌레혹 형성 해충, 종식, 구과 해충) 기생식물 만경식물 착생식물 야생동물 | | 곤충 응애 |

이를 바탕으로 수목하자요인 중요 지표를 도출하고, 전문가 인터뷰 및 대상지 적용 평가를 하여 대상지 유형별 수목하자 중요도 요인을 선별한다. 연구의 모형은 Figure 3과 같다.

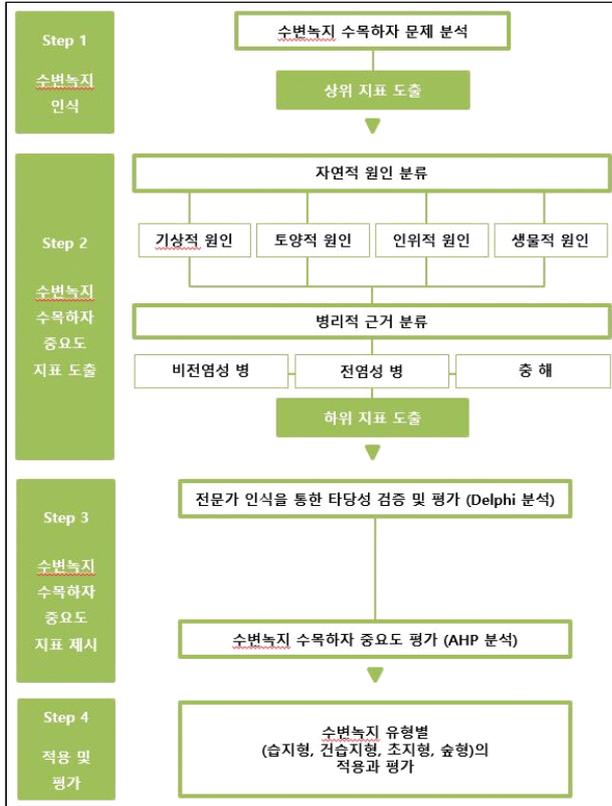


Figure 3. 연구의 모형 설정

III. 예측되는 연구결과 및 활용방안

예측되는 연구결과로는 한강수변구역 대상지 환경 특성상 지속적으로 물이 유입되는 습지형 그린인프라를 제외하고는 숲형, 건습지형, 초지형 그린인프라는 수분이 중요한 수목하자 요인으로 예상된다. 하지만 수분이 지속적으로 유입되면 토양의 환경 또한 다른 수목하자 요인보다 중요도의 차이가 있을 것이라 예상된다. 수분의 유입은 크게 대상지 수변구역 환경을 변화시키며, 그 외 대상지 환경 수목하자 중요도 요인은 비슷한 결과로 도출될 것이라 예상된다.

추후 급격하게 변화하는 기후변화에 대응하여 고온, 저온의 영향에서 수분의 역할은 수변녹지 그린인프라 수목의 생육에 크

게 영향을 미칠 수 있으며, 수목의 하자 중요도 요인 중 수분의 역할을 다른 요인보다 중요하게 나타날 것으로 예상된다.

연구의 활용방안으로 기후변화에 대응한 저탄소 녹색성장의 기초 속에서 수변녹지 조성 사업의 효율적인 조성 및 유지관리의 기초 자료로 사용될 수 있다. 또한 장기적인 관점에서 생물종 다양성 및 건강한 자연천이 방향을 제시할 수 있다.

IV. 결론

급격한 기후변화 환경에 대응하여 수변구역 적지 적소에 알맞은 수목을 식재하는 것은 중요하다. 하지만, 수목하자는 지속적으로 발생한다. 수변녹지 그린인프라 유형별 수목하자 요인 중요도 비교 연구 결과는 환경에 맞는 지속 가능한 유지관리를 통한 하자의 저감으로 공사비의 저비용(하자 비용, 유지관리)으로 나아갈 수 있고, 추후 지속 가능하고 건강한 자연천이의 수변녹지 그린 인프라 조성을 통한 탄소 저감 및 건강한 물관리, 생태복원에 기여할 수 있다. 기후변화에 대응한 수변녹지 그린인프라 유형별 수목 하자를 방지하고, 건강한 그린 인프라 조성 및 건전한 물 순환이 이루어질 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 강정은(2012) 기후변화 적응형 도시구현을 위한 그린인프라 전략 연구. 한국환경정책·평가연구원, pp. 20-29.
2. 나용준 외(2009) 조경수 병해충 도감. 서울대학교 출판문화원, pp. 464-466.
3. 나용준 외(2017) 신교 수목병리학. 향문사, pp. 18-19.
4. 박효석, 오규식, 이상현(2014) 도시 그린인프라 확충에 따른 탄소저감 증진효과 분석. 도시 행정 학보 27.4: 1-23.
5. 이경준(2018) 3차 수정판 수목생리학. 서울대학교 출판문화원, pp. 411-412.
6. 이경준(2018) 수목의학. 서울대학교 출판문화원, pp. 103-104.
7. 한강유역환경청(2020) 제3차 한강수계 수변구역관리 기본계획.
8. Ahern, J.(2007) Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. London: IWA publishing, pp. 267-283.
9. Randolph, J.(2004) Environmental Land Use Planning and Management. Washington, DC: Island Pres.