

ORIGINAL ARTICLE

도시 거점녹지유형의 그린인프라 계획요소 고찰 -ASLA 사례분석을 중심으로-

권진욱 · 김건우^{1)*}

영남대학교 산림자원및조경학과, ¹⁾한양대학교 도시대학원 도시설계 · 경관생태조경학과

A Survey on Green Infrastructure Design Element in Urban Hub Green - Focused on ASLA's Case Studies-

Kwon, Jin Wook, Kim, Gunwoo^{1)*}

Department of Forest resources & Landscape Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

¹⁾Department of Urban Design and Landscape Ecological Architecture, Graduate School, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

Abstract

The purpose of this study was to analyze examples of green infrastructure presented by the American Society of Landscape Architects as a part of basic research to assess hub green spaces in cities. With the specific goal of green infrastructure in mind, the study samples were classified according to their purpose: 'humanities', 'hydrology', 'ecology', and 'environment'. Based on this we assessed the elements of planning for the target sites and obtained the following results. With regard to the aspect of humanities, planning urban hub green spaces was related to the satisfaction in leisure activities and the 'quality of life' that people expect to enjoy at parks or other green areas in general. Rather than focusing on direct and visible benefits, which might come from green infrastructure's technological elements, people hoped that parks and green areas have macroscopic values. For hydrological characteristics, the 'ecologically manages stormwater' was applied the most in planning hub green spaces in cities, and it mainly took the form of technological elements or factors. Third, the planning elements pertaining to ecological characteristics were identified as a combination of strategies and technological elements that 'reintroduces native plants' and 'habitat for wildlife'. As for the plans to instill eco-friendly aspects, the study found that the research on air, climate, weather, heat reaction, soil, energy efficiency, and use and application of resources is important. However, it was difficult to measure the potential quantitative benefits of 'reusing or recycling materials', 'reducing urban heat', and 'cooling air temperature'. The result of this study is meaningful in that it can be used for the assessment of urban hub green spaces in the future.

Key words : Green infrastructure, Hub space, Planning elements, Urban park

Received 7 October, 2019; Revised 16 October, 2019;

Accepted 20 October, 2019

*Corresponding author: Kim, Gunwoo, Dept. of Urban Design and Ecological Architecture, Graduate School, Hanyang University, Gyeongsan 38541, Korea
Phone: +82-2-2220-0274
E-mail : gwkim1@hanyang.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

근대 이후 도시는 성장양적 팽창에 반하여 도시민들의 삶의 질, 도시환경 등은 도시화율의 증가와 수많은 문제를 야기하며, 지속적인 관리의 대상이 되었으며, 지구적 차원의 기후변화 대응의 중심영역으로 인식되고 있다. 또한 최근 기후 변화의 영향으로 도시의 재해·재난 빈도 및 강도가 증가하고, 여름철 도시 열섬 현상이 증가하며, 대기오염 문제 등은 도시기능 마비와 인간 삶에 대한 위협과 경제적 손실까지 초래하는 현실에 직면하였다(Kim, 2013). 이에 북미지역의 선진국을 중심으로 환경적으로 지속가능하며 리질리언스(Resilience)가 높은 도시로의 발전 노력이 이어지고 있으며, 그 목적으로 공원·정원·녹지 등을 포함한 그린인프라(Green infrastructure)가 강조되고 있다. 또한 그린인프라는 논의의 빈도가 증가하고 있는 계획기법 중 하나이다(Lee et al., 2014).

이와 같이 도시에서 공원과 녹지는 그린인프라의 주요 요소이자 도시계획의 주요 기법으로, 1990년대 후반 이후 공원과 녹지에 대하여 미적인 가치와 쾌적성을 강조하던 전통적 가치를 뛰어넘는 그린인프라의 개념이 나타나고 강조되었다(Kang, 2011). 우리나라의 경우 이러한 그린인프라의 효과와 도시기후환경의 변화로 인하여 최근 많은 국내 도시개발 및 재생지역에 그린인프라 기법의 적용이 고려되고 있으며(Kim et al., 2014), 그린인프라 관련 정책이 검토·도입되고 있으나 단위사업 중심의 양적 확충에 치중하고 있는 실정이며, 연구 결과는 요소기술 위주의 구조적 기법에 편중되어 있다(Kang, 2012). 특히 한국의 조경 분야는 도시의 물 순환 능력의 회복을 위한 개념적 대안으로 분산형 빗물 관리시스템, 생태 도시, 물순환 체계개선방안 등에 집중한 여러 유형의 연구가 진행되었다(Lee et al., 2014).

이러한 선상에서 도시의 공간은 더욱 많은 녹지공간의 확보를 통하여 시민들의 지속가능한 삶을 영위하도록 혜택을 주어야 하는데, Park et al.(2014)은 도시공원의 중요성에 대한 가치를 환경적 측면과 경제적 측면에서 제시하였고, 여기에 덧붙여 사회적 측면의 가치도 강조하였다. 즉 공원에 대한 가치는 사회적으로 환경에 대한 쾌적성과 미적 가치를 제공하고, 여가활동을 통한 건강 증진, 사회적 소통의 기회 증대 등을 기대하는 것이다. 환

경적 측면으로는 생물 다양성 보존, 수질 보호 그리고 대기 질 정화에 대한 효과를 기대할 수 있으며 이것은 곧 기후 변화에 대한 대응과 연계될 것이다. 즉 도시 열섬현상을 저감시키며 대기오염 개선, 물순환 개선을 통한 홍수 및 우수유출 감소 그리고 탄소저장 격리에 대한 효과를 기대하게 한다. 아울러 녹색 경관에 대한 가치는 주변의 지가 상승에도 긍정적인 영향을 미치며, 지역관광 산업과도 연계성을 가진다(Kang, 2011).

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 ‘생태학적 시대에 도시 녹지공간에는 어떠한 형태를 부여하여야 할 것인가’에 대한 연구 의문을 시작으로, 그린인프라의 다기능적 개념에 해법을 둔 계획적 관점을 모색하였다. 따라서 본 연구는 그린인프라의 구성요소 중 핵심지역(Hubs)인 공원을 비롯한 거점녹지가 지향하여야 할 그린인프라의 적용 방안을 찾기 위한 기초연구로서 의미를 가진다. 연구를 위하여 그린인프라의 개념적 범위를 상호 연결된 녹색공간들의 핵심지역(Hubs)과 연결지역(Links)의 의미로 한정하고, 그 중 그린인프라의 핵심지역의 유형에 해당하는 공원과 오픈스페이스를 대상으로 사례연구를 진행하였다. 그러므로 본 연구는 거점녹지 유형에 대한 사례연구를 통하여, 그린인프라의 목적에 따른 ‘인문학적 특성’, ‘수문학적 특성’, ‘생태적 특성’, ‘환경적 특성’ 등에 대한 개념적 다의성과 상관성을 파악하며 이에 따른 계획인자를 도출하는 데 목적을 가진다.

1.2. 연구범위 및 방법

본 연구는 그린인프라에 대한 선행연구와 사례연구를 중심으로 고찰하였다. 선행연구는 그린인프라의 개념적 고찰과 기능, 적용 범위들을 파악하는 데 중점을 두어 국내외 서적, 논문, 보고서 등을 통하여 자료를 수집하였다. 사례연구는 미국조경가협회(American Society of Landscape Architects, ASLA)에서 제시한 Professional Practice Green Infrastructure의 40곳을 대상으로 도시 거점녹지에 해당하는 유형을 추출하여 분석하였으며 그 과정은 다음과 같다. 첫째, ASLA에 대한 사례연구는 문헌을 중심으로 진행하였으며, 공식 홈페이지(ASLA, 2019)를 중심으로 고찰하였다. 둘째, 연구대상의 추출은 그린인프라의 유형 중 핵심지역(Hub) 중 기능이 발현되는 공간으로 한정하였으며, 그 위계 중 근린공원의 성격 및 거점녹지의 성격과 유사한 ‘중(Medium)’ 규모를 선별하였다

Table 1. Classification of green infrastructure categories of hub

Function	Scale	Green infrastructure categories
Hub	Small	Infiltration tools, detention pond, permeable pavement, trees, rain barrel etc
	Medium	Children playground, forest, garden(allotment, community, urban), green roof, green walls, park(natural, agricultural), parking lot, rain garden, sports playground, wetland etc
	Large	Vegetated surface, farm, wildlife habitat etc

Source: Lee et al., 2018

(Table 1). 셋째, 추출한 사례대상지를 중심으로 대상지별 ‘계획적 특성’, ‘환경에 미치는 이익과 효과’, 그리고 ‘계획요소’를 정리하였다. 넷째, 대상지별 특성을 종합하여 그린인프라 정의문의 목적에 따른 유형(인문학적 특성; 수문학적 특성; 생태적 특성; 환경적 특성, (Lee et al., 2014))에 해당하는 계획요소를 구분하여 파악하였으며, 이를 바탕으로 그린인프라적 관점의 거점녹지 평가를 위한 활용 방안을 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 그린인프라에 대한 개념과 관점

그린인프라는 지속가능한 도시개발과 기후변화에 대한 대응으로서 1990년대 후반 북미에서 통용되기 시작하였는데, 1999년 미국의 지속가능한 커뮤니티 개발을 위한 다섯 가지의 전략 중 하나로 언급되었다(Kim and Zoh, 2015). 가장 일반적인 그린인프라의 정의는 “자연 생태계의 가치와 기능을 보존하고 인간에게 편익을 제공하는 상호 연결된 녹색 공간의 네트워크”로 정의되거나 (Benedict and McMahon, 2002), 그린인프라에 관한 다양한 연구와 논의의 진행과 함께 그 의미 또한 다의성을 가지며 발전되었다. Allen(2012)은 도시사회 문제를 해결하기 위한 한 방법으로 다양한 스케일의 물리적 공간으로 해석하였고, Park et al.(2014)은 자연자원과 생태계 서비스를 통하여 건강과 삶의 질을 지속하는 보편적인 복지의 필수요소라 주장하였다. 그러므로 포괄적 의미에서 그린인프라는 커뮤니티 이면에 있는 생태계를 종합적으로 구성하는 요소인 토지, 자연 자원, 그리고 자연 서식지 등의 시스템으로서 부정적인 환경적 영향을 상쇄하기 위해 사용되는 요소로 이해 할 수 있다(Kang, 2012).

한편 Chang(2009)은 그린인프라의 의미를 크게 두 가지로 살펴보았는데, 장소적 개념이 내포된 공공용지로서의 의미와 인간과 자연에게 유일한 토지 이용계획을 장려하는 전략적 접근의 과정으로서 의미를 부여하며, 그린인프라의 핵심을 포괄적인 환경의 순환시스템으로 주장하였다. 그린인프라의 전략적 접근에 대하여 Kang(2012)은 인간에게 다양한 혜택을 주는 녹색 공간의 자연자원과 도시 내의 건물과 구조물을 포함한 환경 정책의 개념이며 생태적 가치를 높이기 위한 경관 네트워크로 요약하고 있다. 조금 더 구체적으로 Cho(2010)는 그린인프라를 자연적 요소의 네트워크로서 ‘다기능성’에 주목하는데, 이것은 그린인프라가 가지는 기존의 보존보전 등의 소극적 행위의 개념을 넘어 도시의 경제 생산과 공공문화 및 환경적 가치를 창출하는 적극적 생산의 기반시설로서 규정한 것이다. 이러한 개념적 다의성을 고려할 때, 본 연구에서 정의하는 그린인프라는 자연요소의 구조와 기능을 최대한 활용하여 인간 삶의 영위와 질적 향상을 도모할 수 있는 도시공간의 요소이자 시스템을 의미한다고 하겠다.

2.2. 그린인프라의 적용과 요소

그린인프라는 공간의 생태적 기능을 바탕으로 한 변화를 대상으로 하고 있기에 자연과 인간의 지속가능한 공존을 위한 공간계획의 수단으로써 활용 가능성을 시사한다(Lee et al., 2014). 그러나 그린인프라에 대한 선행 연구들은 대부분 제도와 정책적 연구를 통하여 활발한 제언이 이루어지고 있으나 기술 분야에서는 아직 탐색적인 수준에 머무르고 있다. 따라서 실행적 측면에서 그린인프라는 적용되는 공간에 대하여 현실화 가능한 실천적 계획의 일환으로 접근하여야 하며, 도시 속에서 인간의 지속가능한 삶을 지켜주는 자연 생태계의 기능으로

투영되어야 할 것이다.

그린인프라의 의미구조를 파악하기 위한 Lee et al. (2014)의 연구는 47개의 논문을 대상으로 정의문 등에 명시된 동사와 목적어를 추출하였는데, 여기에서 목적어는 그린인프라의 작용의 대상, 동사는 그린인프라를 적용함에 따라 추구하는 작용을 의미한다고 밝힌다. 이에 따라 그린인프라의 목적에 대한 의미 군은 ‘보존(Conserve)’, ‘생산(Produce)’, ‘제공(Provide)’, ‘저감(Reduce)’, ‘개선(Improve)’으로 구분하였으며, 연구 결과는 대상 공간에 대한 그린인프라의 적용 여부를 평가하거나 계획을 위한 기본 전제로서 의미를 가진다. 그러므로 그린인프라를 통한 공원과 같은 거점녹지에 대한 계획적 가능성은 공간계획에 대하여 이러한 의미 군이 상응하고 충족되어야 할 것이며, 의미 군에 대한 세부지표를 추출하는 것은 역으로 공원이 그린인프라의 목적과 역할에 부합되는지에 대한 평가 척도가 될 것이다.

한편 미국환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)은 그린인프라의 적용 성격과 규모에 따라 그 유형을 ‘도시 차원’, ‘커뮤니티 또는 근린차원’, ‘부지 차원’ 등으로 구분하였다. 여기에서 본 연구범위에 해당하는 부지 차원에서의 그린인프라는 수목식물 등의 자연식생을 바탕으로 대상지의 수문학적 관점으로 접근하였으며, 기술요소로서 강우 유출수를 관리하는 레인가든, 투수성 포장, 옥상녹화, 빗물저장 등을 제시하였다(Kim and Zoh, 2015). 그러나 이러한 내용은 도시 물순환에 편중된 그린인프라의 적용관점을 기술하였기에, 거점 녹지공간에 대한 그린인프라적 요소들은 다각적 관점에서 의미 해석을 통한 계획 및 기술유형을 고찰하여야 할 것이다.

3. 결과

3.1. 그린인프라 조경계획에 대한 사례 및 대상지 선정

미국조경가협회(ASLA)에서는 Professional Practice Green Infrastructure를 통하여 그린인프라의 목적에 부합된 조성 프로젝트 40개소를 소개하였다(ASLA, 2019). 그 대상들은 규모 적인 범주에서 다양하고 광범위한 스펙트럼을 지니는데, 유형을 구분하면 도심지의 브라운 필드와 하천가로 등에 해당하는 공원녹지의 유형, 건축물을 중심으로 한 단위 공간에 대한 조정 계획 유형,

도심지의 TOD 계획 및 도시계획의 일환으로 전개된 종합 계획적 성격의 유형들로 구분된다(Table 2). 본 연구는 거점 녹지에 해당하는 사례대상지를 선별하여 사례 연구를 적용하였다. 이미 서술한 바 대상지 선별은 그린인프라의 유형은 핵심지역(Hub) 중 기능이 발휘되는 공간의 위계 중 ‘중(Medium)’에 해당하며 완공된 사례를 채택하여 선별하였다. 추출 결과 총 16개의 대상지가 도출되었으며, 대상지의 유형은 캠퍼스, 도시공원, 오픈스페이스, 옥상녹화 공간 등이었으며 교육목적의 캠퍼스 공간이 가장 많은 비중을 차지하였다.

3.2. 그린인프라 연구 대상지별 특성 및 분석

도시의 공원 및 거점 녹지는 자연경관의 보호와 시민의 건강휴양 및 정서 생활의 향상에 기여하기 위한 목적으로 포괄적인 장소로서 의미를 가진다. 이것은 그린인프라의 다기능성과 관계를 맺으며, 도시 공간 속 그린인프라는 다양한 측면의 효과를 발휘하는데 광의의 의미에서 그 영역은 사회적, 환경적, 경제적, 기후변화 측면에서 그 효과를 발휘한다(Kang, 2011). 따라서 본 연구에서는 선정된 16개의 계획내용이 환경에 미치는 전반적인 이익과 효과를 검토하였고, 그에 따른 그린인프라의 내용적 인자들을 추출하였다. 그 결과 계획요소로서 가장 많이 적용된 내용은 ‘생태학적 우수처리(Ecologically manages stormwater)’ 11회, ‘자생식물의 도입과 활용(Reintroduces native plants)’ 8회, ‘재료에 대한 재활용 측면(Reuse or recycle materials)’ 8회, ‘도시 열 감소(Reduces urban heat)’ 8회, ‘야생동물 서식지 측면(Habitat for wildlife)’ 7회, ‘신선한 공기의 온도(Cools air temperature)’ 6회 등의 순으로 나타났다(Table 3).

계획의 목적별 대상으로 물과 관련하여 분류하면 ‘생태학적 우수처리(Ecologically manages stormwater)’, ‘수질 정화(Cleans water)’, ‘집수(Captures water)’, ‘물 보존(Conserves water)’, ‘수 순환(Circulate water)’ 등의 내용이 포함되었다. 대기환경과 관련한 내용으로는 ‘도시 열 감소(Reduces urban heat)’, ‘신선한 공기의 온도(Cools air temperature)’, ‘이산화탄소 배출 저감(Reduces CO₂ emissions)’, ‘생태 발자국 감소(Reduces carbon footprint)’, ‘탄소 격리(Sequesters carbon)’ 등이 포함되었다. 토양환경과 관련한 내용으로는 ‘독성화학물질 제거(Removes toxic chemicals)’, ‘건강한 토양

Table 2. ASLA list of sustainable projects (2019)

Division	Title(completed)	Location	Site category	Size(m ²)	Selected
01	Transformative Water(1990)	Pitkin County, Colorado	Brownfield	161,874	×
02	Bryant Park(1992)	New York City	Urban park	39,000	○
03	Pete V. Domenici U.S. Courthouse(1996)	Albuquerque, New Mexico, U.S.A.	Urban park	1950	○
04	The Crack Garden(1999)	San Francisco, California	House	74	×
05	Burbank Water and Power Eco-Campus(2000)	Burbank, California, U.S.A.	Campus	13,000	○
06	The Steel Yard(2001~)	Providence, Rhode Island, U.S.A.	Mixed-use	14,100	○
07	NE Siskiyou Green Street(2003)	Portland, Oregon	Street	55	×
08	Garden/Garden: A Comparison in Santa Monica(2004)	Santa Monica, California	House	176(each)	×
09	Kresge Foundation Headquarters(2005)	Troy, Michigan	Corporate	11,088	○
10	James Clarkson Environmental Discovery Center(2005)	White Lake, Michigan	Museum	283,280	×
11	From Brownfield to Greenfield(2005)	Wellesley, Massachusetts	Campus	54,633	○
12	Chong Gae Cheon(2005)	Seoul, Korea	Canal	5.8km	×
13	The Woodland Discovery Playground(.)	Memphis, Tennessee, U.S.A.	Playground	16,100	×
14	Gary Comer Youth Center(2006)	Chicago, Illinois	School	758	○
15	Washington Mutual Center Green Roof(2006)	Seattle, Washington	Public buildings	1,858	○
16	Mount Tabor Middle School Rain Garden(2006)	Portland, Oregon	School	372	○
17	Lily Lake Residence(.)	Dalton, Pennsylvania	House	356,123	×
18	Crosswaters Ecolodge(2006)	Guangdon, China	Reserve	25,000,000	×
19	Sidwell Friends School(2007)	Washington, D.C.	School	20,234	○
20	Nueva school(2007)	Hillsborough, California	School	2,510	○
21	Underwood Sonoran Landscape Laboratory(2007)	Tuscon, Arizona	Campus	4,856	○
22	Geos Net Zero Energy Neighborhood (Designed 2007)	Arvada, Colorado	House	102,385	×
23	Viet Village Urban Farm(Designed 2007)	New Orleans, Louisiana	Town	113,312	×
24	California Institute of Technology Master Plan(Designed 2007)	Pasadena, California	Campus	497,763	×
25	HtO Park(2007)	Toronto, Canada	Urban park	22,993	○
26	California Academy of Sciences(2008)	San Francisco, California	Museum	30,351	○
27	Pacific Cannery Lofts(2008)	Oakland, California	Mixed-use	10,927	×
28	The Red Ribbon, Tanghe River Park(2008)	Qinhuangdao City, China	Riverfront	200,000	×
29	Gowanus Canal Sponge Park(Designed 2008)	Brooklyn, New York	River	46,134	×
30	Greensburg Sustainable Comprehensive Plan(Designed 2008)	Greensburg, Kansas	Town	3,900,000	×
31	Transit Revitalization Investment District Plan(Designed 2008)	Philadelphia, Pennsylvania	City	-	×
32	Park 20/20: A Cradle to Cradle Master Plan(Designed 2009)	Haarlemmermeer, Netherlands	Mixed-Use	114,000	×
33	High Point(2006, 2009)	Seattle, Washington	Residential	485,623	×
34	High Line Park(2009, 2011)	New York City	Railroad	21km	×
35	Quarry Garden(2011)	Shanghai, China	Botanical garden	40,500	×
36	Sherbourne Common(2011)	Toronto, Canada	Urban park	14,579	○
37	Sunnylands Center & Gardens(2012)	Rancho Mirage, California, U.S.A.	Resort	60,747	×
38	Living Breakwaters(Designed 2012)	Staten Island, New York, U.S.A.	Costal waterfront	-	×
39	Lafayette Greens(2014)	Detroit, Michigan, U.S.A.	Urban o.s.	1,720	○
40	Drs. Julian and Raye Richardson Apartments(2015)	San Francisco, California, U.S.A.	Housing courtyard	-	×

Table 3. Introduction of case studies

Division	Title	Site category	Characteristics	Contents of green infrastructure
02	Bryant Park	Urban park	Showed design impacts human behavior	Reduces CO ₂ emissions, reduces urban heat, salvages materials, role of social space
03	Pete V. Domenici U.S. Court house	Urban park	Public plaza, sustainable landscape for desert climates	Re-uses waste, reintroduces native plants, ecologically manages stormwater, conserves water, solar powered, improves walkability, urban wildlife, rain garden, solar powered, LED lighting
05	Burbank Water and Power Eco-Campus	Campus	Sustainable campus landscape, showcase stormwater	Ecologically manages stormwater, solar powered, reduces urban heat, reuses materials, green roof, LED lighting, salvaged concrete and gravel pathways
06	The Steel Yard	Mixed-use	Historic mills transformed community space, brownfield into a modern public park	Re-uses waste, removes toxic chemicals, reintroduces native plants, captures water, water-loving plants
09	Kresge Foundation Headquarters	Corporate	Restored the native landscape on corporate campus	Circulates water, cools air temperature, ecologically manages stormwater, reduces carbon footprint, native Plants, restores biodiversity, salvages materials
11	From Brownfield to Greenfield	Campus	Removal of the asphalt parking lot, and new wetland created	Captures water, cleans water, cools air temperature, habitat for wildlife, soil health, soil erosion, protects water supply, reduces carbon footprint, reduces urban heat, removes toxic chemicals
14	Gary Comer Youth Center	School	Roof garden serves urban farm and after-school learning space for community youths and seniors	Cools air temperature, ecologically manages stormwater, produces food, reduces urban heat, sequesters CO ₂ emissions, after-school learning & entertainment, recycled materials
15	Washington Mutual Center Green Roof	Public buildings	Demonstrates sustainable landscape roof design need	Captures water, cleans water, conserves water, cools air temperature, habitat for wildlife, prevents soil erosion, reduces urban heat, sequesters carbon
16	Mount Tabor Middle School Rain Garden	School	Transformed asphalt parking area into rain garden	Captures water, cleans water, cools air temperature, prevents soil erosion, protects water supply, reduces urban heat, removes toxic chemicals, environmental education
19	Sidwell Friends School	School	Outdoor living classroom captures, filters, re-uses building wastewater and site runoff	Circulates water, cleans water, creates habitat for wildlife, ecologically manages storm water, reintroduces native plants, re-uses waste, green roof, terraced wetland, habitat pond, educates public
20	Nueva school	School	Transformed old parking lot into outdoor space, merges the new student center, library, and classroom building	Habitat for wildlife, ecologically manages stormwater, generates renewable energy, reduces CO ₂ emissions, native plants, re-uses waste, salvages materials
21	Underwood Sonoran Landscape Laboratory	Campus	High-performance landscape garden for sustainable design	Cools air temperature, habitat for wildlife, ecologically manages stormwater, provides shade, native plants, re-uses waste, salvages materials
25	HtO Park	Urban park, waterfront	Park involved remediation of a contaminated brownfield	Habitat for wildlife, ecologically manages stormwater, restores soils, salvages materials
26	California Academy of Sciences	Museum	Green roof, foot observation deck & outdoor exhibit	Creates habitat for wildlife, ecologically manages stormwater, generates renewable energy, reduces site's carbon footprint, reduces urban heat, reintroduces native plants, ecosystem, educates public
36	Sherbourne Common	Urban park, waterfront	Waterfront's main green space, park and stormwater treatment plant	Cleans water, ecologically manages stormwater, recycles materials, reintroduces native plants, reduces urban heat, reduce light pollution, recreation, educates public
39	Lafayette Greens	Urban o.s.	Public garden, urban agriculture, herbs and vegetables in public space	Produces food, recycles material, ecologically manages stormwater, restores biodiversity, educational space, public-private partnerships

(Soil health), '토양 복원(Restores soils)', '토양 침식(Soil erosion)' 등이 포함되었다. 에너지 및 재료 활용 측면에서는 '재료에 대한 재활용(Reuse & recycle materials)', '태양 및 재사용한 에너지의 활용(Solar powered, generates renewable energy)' 등이 포함되었다. 자연자원 및 생태적 측면에서는 '자생식물의 도입과 활용(Reintroduces native plants)', '야생동물의 서식지(Habitat for wildlife) 제공', '생물 다양성 복원(Restore biodiversity)' 등이 포함되었다. 그 외의 목적별 대상으로는 '보행환경 개선(Improves walkability)', '식량 생산(Produce food)', '그늘 제공(Provides shade)' 등의 내용이 도출되었다.

4. 고찰

4.1. 인문적 특성에 대한 계획

거점 녹지형 그린인프라 계획 내용 및 편익을 인문학적 관점에서 바라보면 그린인프라의 접근과 적용은 미적 관점에서의 어메니티에 대한 가치 충족, 인간의 건강과 관련된 야외레크리에이션 기능, 삶의 질에 영향을 미치는 인자들, 도시농업 활동을 통한 생산과 커뮤니티 교류, 체험형 교육과 주민의 자발적 참여를 통한 의식 고취, 그리고 이에 따른 경제적 가치와 혜택 등을 언급할 수 있다(Lee et al., 2014). 구체적으로 1992년에 재조성된 'Bryant Park'의 경우 '사회적 공간'을 마련하여 디자인이 인간의 행동에 어떤 영향을 미치는가를 보여주며, 공공장소가 어떻게 인간의 상호작용을 용이하게 보여주는 경제적 지속가능성의 모델이다. 이와 같은 'Bryant Park'의 영향은 거점녹지로서의 환경개선뿐만 아니라, 지역의 부동산 가치 증대와 사업 번영을 통하여 지역사회에 영향을 미치고 있다. 생태환경에 대한 체험과 교육적 역할은 가시화된 공원 요소를 통하여 전달하는데, 녹색 가로외의 수질 정화 시스템을 쇼 케이스로서 보여주기도 하며(Burbank Water and Power Eco-Campus), 빗물 정원(Rain garden)을 조성하여 학교 구성원과 지역주민들에게 환경교육을 위한 캔버스 기능을 부여하고(Mount Tabor Middle School Rain Garden), 옥상정원의 과수채소·초화류 등의 재배와 생산과정에 대한 체험을 통하여 도시농업적 가치와 환경적 지속가능성에 대한 체험을 제공하고 있다(Gary Comer Youth Center).

'Sidwell Friends School'의 경우 종합적인 계획 내용이 캠퍼스와 지역사회의 연결고리를 구축하는데 중심이 되었는데, '계단식 습자레인 가든·서식지 연못' 등은 우수·오수 처리시스템을 기반으로 연계되는 특징을 가지며 자연과학 수업을 위한 야외학습장으로 활용된다(Kim, 2013). 공원계획과 빗물처리를 주제로 연계하여 조성한 'Sherbourne Common'의 경우 기술적 요소와 시각적 요소가 결합하여 대중에 대한 교육 효과를 기대하는데, 수생식물을 통한 수질 정화 수로와 9미터에 달하는 캐스케이드 즉 '조명 샤워(Light showers)'가 그 역할을 담당한다. 한편 'Lafayette Greens'은 공개공지에 도시농업을 통하여 도시재생에 성공한 유형이며, 공공과 민간의 파트너쉽에 의한 자생적인 교육을 운영하여 지속가능한 유지관리의 대표적인 사례로 주목받고 있다.

4.2. 수문학적 특성에 대한 계획

수문학적 특성에 대한 계획의 목적은 '보전·저감·개선'의 특성을 주로 반영한다(Lee et al., 2014). 보전의 경우 지하수에 대한 고려와 인접 수자원에 대한 관리적 차원에서 고려해야 할 사항이라면, 거점 녹지 내부적 차원에서 주목하여야 할 것은 '우수 및 오수의 생태적 처리'와 '강우저장 및 재활용'의 측면이 해당한다(Kim, 2013). 사례연구 결과 수문학적 특성에 대한 계획내용은 대부분 기술적 요소로서 표출되었는데, '생태학적 우수처리', '수질 정화', '집수', '물 보존', '수 순환' 등으로 나타났다. 그중 가장 많이 언급된 '생태학적 우수처리'의 경우 대부분의 수 처리 기법을 포괄적으로 포함하며, 우수와 오수를 대상지 내에서 '증발산', '저류', '저장', '여과', '침투' 등에 대한 작용을 계획하였다. 이에 대한 기술요소는 '식생 기반형 기술요소'와 '비 식생 기반형 기술요소'로 구분하기도 하는데, 전자의 경우 강우 유출수를 식생과 토양을 통하여 처리하는 것을 의미하며 후자는 불투수층 지면에서 발생하는 강우 유출수를 인공재료와 기술을 활용하여 처리하는 것을 의미한다(Kim and Zoh, 2015). 본 연구 사례대상지의 경우 식생 기반형 기술요소로는 식생 수로(Bio swale), 강우 플랜티(Storm-water planter), 플랜티 박스(Planter box), 인공습지(Constructed wetland), 레인가든(Rain garden), 옥상녹화(Green roof) 등이 도출되었다. 비 식생 기반형 기술요소로는 침투 통(Dry well), 침투 트렌치(Infiltration

trench), 투수성 포장(Permeable pavement), 빗물저장 시설(Rain barrel) 등이 도출되었다. 주목할 점은 이러한 계획요소들은 독립적 요소로서 기능적 역할과 의미를 부여할 수 있지만 여과에서 저류까지 일련의 과정에 대한 복합적인 시스템으로 작동하여야 함을 시사한다.

4.3. 생태적 특성에 대한 계획

생태적 특성에 대한 계획은 자연생태계에 대한 가치 증진과 그에 대한 수혜를 목적으로 한다. 그러므로 내용적 범위에는 자생종(Native species)에 대한 고려, 야생 동물에 대한 혜택(Benefits to wildlife), 야생 서식처(Wild habitat), 생태적 다양성(Ecological diversity), 생태적인 서비스(Ecological service), 생태계 시스템에 대한 서비스(Ecosystem service) 등에 대한 고려가 적용되어야 한다(Lee et al., 2014). 구체적으로 ‘Pete V. Domenici U.S. Court house’의 경우 대상지가 입지한 사막기후 적 특성을 고려하여 가뭄에 잘 견디는 자생 수종으로 전체 79%를 적용하였으며 이는 도시에서 야생동물을 위한 서식 기반을 마련하였고, ‘Sherbourne Common’의 경우 182종의 자생 수종과 지역 토착 수종을 반영하여 유지관리의 효율성을 도모하였다. ‘Lafayette Greens’은 공공공간에 허브와 채소를 위주로 한 오픈스페이스를 조성하였는데, 여기에 200여 그루의 수종을 더하여 별, 나비와 같은 꽃가루 매개자들에 의한 생태적 다양성을 유도하였다. 이와 같이 자생식물 도입을 통한 환경적인 적응성과 종 다양성에 대한 기대는 ‘California Academy of Sciences; Washington Mutual Center Green Roof; Sidwell Friends School; Underwood Sonoran Landscape Laboratory’ 등의 사례에서도 발견할 수 있다. ‘Kresge Foundation Headquarters’의 경우 새로운 야생동물의 서식처를 조성하고 생물 다양성을 회복하기 위하여 초지를 중심으로 옥상녹화를 완성하였고, ‘Nueva school’은 캘리포니아 고유의 초지 정원을 조성하여 자생조류 및 곤충들을 위한 서식처를 마련하였다. 한편 ‘From Brownfield to Greenfield’와 ‘Sidwell Friends School’의 사례에서는 새롭게 습지를 조성하여 서식처의 역할을 제공하며 다양한 식물 종과 동물들의 번식을 유도한 특징을 발견할 수 있다.

4.4. 환경적 특성에 대한 계획

환경적 특성을 고려한 계획은 공기에 대한 관점(Air

pollution; Air quality; Urban air temperature; Reduces CO₂ emissions), 기후에 대한 관점(Climatic adaptation; Climate change resilience; Micro climate), 열작용에 대한 관점(Heat island effect; Heat stress; Urban cooling), 토양에 대한 관점(Soil health; Restores soils; Soil erosion), 재료의 활용과 적용에 대한 관점(Reuse & recycle materials), 에너지 활용에 대한 관점(Solar powered; Generates renewable energy; Re-uses waste) 그리고 소음(Noise)에 대한 관점 등으로 구분하여 분석하였다. 구체적으로 열작용에 대한 계획내용은 잔디와 같은 포장의 피복 재료를 통하여 도시 열을 감소하였다고 제시하거나(Bryant Park; Sherbourne Common), 옥상녹화를 통하여 감소하였다고 제시하였으며(Burbank Water and Power Eco-Campus; Gary Comer Youth Center; Washington Mutual Center Green Roof; Academy of Sciences), 아울러 건물 내부의 냉방비용 절감에도 영향을 미쳤음을 밝힌다. 그 외 밝은 색상의 투과성 포장재료를 적용하여 도시 열섬효과를 감소하기 위하여 노력하였고, 특별히 제작된 조명기구를 통하여 빛 공해를 감소시켰다(Sherbourne Common).

재료에 대한 관점은 기존 부지의 주차장을 철거하며 발생한 콘크리트를 잡석으로 재활용하여 개비온 옹벽을 만들거나(Burbank Water and Power Eco-Campus; HiO Park; Kresge Foundation Headquarters), 제거가 불가피한 교목을 재생하여 테크 시설을 조성하고 옥외가구를 제작하여 재료에 대한 지속가능한 이용을 보여주었다(Nueva School). ‘Underwood Sonoran Landscape Laboratory’ 사례의 경우 지역에서 철거된 건물들의 벽돌과 콘크리트 잡석을 활용하여 생태수로와 작은 연못을 조성하였다. ‘Lafayette Greens’은 재활용 재료를 적극적으로 활용하였는데, 철거된 보도의 재료들은 정원의 포장에 사용하였고 정원창고는 우드파렛(Wood pallet)과 인양문짝을 활용하여 제작하였고, 어린이 정원의 플랜터는 스틸 드립통을 재활용하였다. 또한 ‘Sherbourne Common’에서는 지역생산 재료를 활용하였음을 계획에서 강조하였다. 한편 ‘신선한 공기의 공급’에 대한 것과 ‘이산화탄소 배출 저감’에 대하여는 특별한 계획요소를 제시하지 않고 전반적 계획에 따른 미 기후적 효과로 언급하고 있다.

5. 결론

본 연구는 도시 거점 녹지 평가를 위한 기초연구의 일환으로 ASLA에서 제시한 거점녹지 유형의 그린인프라 사례를 분석하였다. 도시에 적용된 거점녹지는 그린인프라의 핵심지역(Hub) 중 기능이 발현되는 ‘중(Medium)’의 위계로 한정하여 그린인프라적 관점의 계획 및 적용요소를 도출하는 데 목적을 두었다. 연구 분석은 그린인프라의 정의에 따른 목적대상을 ‘인문학적 특성’, ‘수문학적 특성’, ‘생태적 특성’, 그리고 ‘환경적 특성’ 등으로 구분하여 사례대상지에서 해당하는 계획요소를 파악하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 인문학적 특성에 따른 계획요소로는 공원녹지에서 기대하는 보편적 여가활동에 대한 만족과 ‘삶의 질’과 관련성을 내포하며, 그린인프라의 기술요소에 의한 일차적이며 가시적 혜택을 기대하기보다 전략적이며 거시적 가치를 기대하는 것으로 나타났다. 둘째, 수문학적 특성에 대한 계획요소로서 가장 많이 적용된 내용은 ‘생태학적 우수처리’이며 대부분 기술요소나 인자로 도출되었다. 주목할 점은 이러한 계획요소들은 독립적 요소로서 기능적 역할과 의미를 부여할 수 있지만 ‘여과·침투·저류’와 같은 일련의 과정에 대한 복합적인 시스템으로 작동하여야 함을 시사한다. 셋째, 생태적 특성에 대한 계획요소로는 ‘자생식물의 도입과 활용’에 중점을 두어 적용의 필요성과 당위성은 제시하였으나 적용기준은 발견하기 힘들었다. 다만 지속가능성의 측면에서 기후적 특성을 고려하여 도입수종을 선별하였고, 야생동물 서식지의 생성과 보존을 위한 전략과 공간별 특성이 결합하여 도출되었다. 넷째, 환경적 특성에 대한 계획요소로 고려하여야 할 것은 공기에 대한 관점, 기후에 대한 관점, 열작용에 대한 관점, 토양에 대한 관점, 재료의 활용과 적용에 대한 관점, 에너지 활용에 대한 관점 등이 다루어져야 함을 제시하였으나 도시 열 감소 그리고 신선한 공기의 온도 등에 대한 적용기준과 정량적 효과 등은 발견하기 힘들었다.

본 연구결과는 향후 도시형 거점녹지 평가를 위한 기초자료로써 의미를 가지며, 차후 연구로서 각 계획요소에 대한 정량적 혹은 정성적 평가 기준을 마련하여야 할 것이다. 다만 본 연구의 사례 대상지는 북미 자료에 국한되어 다소 계획요소들이 빗물처리시스템에 편중된 내용

적 한계를 가진다. 아울러 국내에 그린인프라를 적용하기 위한 계획 및 전략적 측면에서는 연구결과에 따른 분야별 특성을 포괄적으로 수용 할 수 있으나, ‘생태적 특성’에 대한 기술요소는 향후 국내 사례연구를 통하여 재정립하여야 할 필요성이 제기된다.

REFERENCES

- Allen, W. L., 2012, Environmental reviews and case studies: advancing green infrastructure at all scales: from landscape to site, *Envi. Prac.*, 14(1), 17-25.
- ASLA, 2019, <http://www.asla.org>.
- Benedict, M., McMahon, E., 2002, Green infrastructure: smart conservation for the 21st century, *Renew. Reso. J.*, 20(3), 12-17.
- Chang, S. H., 2009, Criteria for construction of green infrastructure to upgrade water management in new cities, *KEI Issue Studies*, Vol. 2009, Korea Environment Institute, Sejong.
- Cho, S. W., 2010, Urban environment & green design: urban green infrastructure construction & design through landscape architecture, *Urban Affairs*, 45(499), 12-16.
- Kang, J. E., 2011, Urban renewal strategy for adapting to climate change: use of green infrastructure on flood mitigation, *KEI Projects Reports*, 2011-07, Korea Environment Institute, Sejong.
- Kang, J. E., 2012, Green infrastructure strategy for urban climate adaptation, *KEI Projects Reports*, 2012-11, Korea Environment Institute, Sejong.
- Kim, D. H., Seo, H. J., Lee, B. K., 2014, Method of green infrastructure application for sustainable land use of non-urban area: the case study of eco-delta city, *J. Kor. Soc. Env. Eng.*, 36(6), 402-411.
- Kim, S. H., 2013, A Study on sustainable urban landscape design: focused on the american society of landscape architects sustainable landscape designs, *J. Urb. Design Ins. Kor. Urb. Design*, 14(1), 97-108.
- Kim, S. H., Zoh, K. J., 2015, Green infrastructure plan and design for urban hydrological cycle restoration: focused on the overseas case studies of landscape architecture plan and design, *J. Urb. Design Ins. Kor. Urb. Design*, 16(3), 37-51.
- Lee, E. S., Noh, C. W., Sung, J. S., 2014, Meaning

structure of green infrastructure: a literature review about definitions, *J. Kor. Ins. Land. Archi.*, 42(2), 65-76.

Lee, H. M., You, S. J., Park, S., Chon, J. H., 2018, A study on categories of green infrastructures to enhance urban resilience, *J. Kor. Plan. Ass.*, 53(1), 215-235.

Park, J. C., Yang, H. M., Jang, B. K., Suh, J. H., Ra, J. H., Kim, H., Kwon, K. H., Lee, K. J., Yoon, S. J., Ahn, M. J., 2014, Understanding & methods of installation for

green infrastructure, *Kor. Ins. Land. Archi.*, Chokyung, 122-135.

-
- 권진욱, 영남대학교 산림자원및조경학과 교수
kwnji@yu.ac.kr
 - 김건우, 한양대학교 도시대학원 도시설계 · 경관생태
조경학과 교수
gwkim1@hanyang.ac.kr