

그린인프라의 커뮤니티 편익에 대한 사례연구*

Case Study on Community Benefits of Green Infrastructure

김동현**·송슬기***

Kim, Donghyun · Song, Seul-Kii

Abstract

The purpose of this study is to identify the type of community benefits and relative focus of green infrastructure techniques, such as bio swales, rain gardens, porous pavers, curb cuts, and green roofs. The American Society of Landscape Architects used and analyzed 447 cases. The many suggested benefits included the improvement of property values, preservation of ecological values, community revitalization, educational activities, and management of rainwater and water. The relative focus of community benefits was different for each type of green infrastructure. Bio swales focused on the improvement of built environments, rain gardens connected aesthetic benefits, porous pavers focused community revitalization and mitigating disasters, curb cuts connected the improvement of the pedestrian environment, and green roofs suggested providing open space.

키 워 드 ■ 그린인프라, 커뮤니티 편익, 저영향개발기법, 다기능성, 생태계 서비스

Keywords ■ Green Infrastructure, Community Benefit, Low Impact Development, Multi-functionality, Ecosystem Service

I. 서론

기후변화로 인한 이상기후 현상의 증가와 도시에서의 환경 친화적이고 건전한 물순환 관리에 대한 관심으로 인하여 그린인프라에 대한 다양한 논의가 진행되고 있다(Foster et al., 2011). 최근 기후변화 대응, 강우유출수 관리, 비점오염원 관리 등의 목적으로 미국을 비롯하여 유럽, 호주, 일본 등 다양한 국가의 도시에서 그린인프라가 적용되고 있으며 국내에서도 신도시와 도시재생지역에 적용하고자 하

는 논의가 활발하게 진행 중이다.

그린인프라를 도시에 적용하고자 하는 논의의 바탕에는 그린인프라가 주는 다양한 편익이 존재한다(Mell, 2009). 도시 내 다양한 환경적 편익과 지속 가능한 커뮤니티를 유지하는 방법(Benedict and McMahon, 2002), 강우 유출수 및 비점오염원 관리(Ahiablame et al, 2012; Dietz, 2007), 생태계 서비스로 인한 커뮤니티의 편익(Hansen and Pauleit, 2014; Kambites and Owen, 2006) 등의 다양한 논의가 있다. 뿐만 아니라 그린인프라는 지역의 일자리와 토지가치의 증대, 도시열섬 저감 등 여러

* 본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(12기술혁신C04)으로 한국환경정책·평가연구원의 「LID 기반 물순환 도시 조성을 위한 계획설계 통합모델 및 기술적용 개발(5차 년도)」 연구과제를 통하여 수행됨.

** Korea Environment Institute (First author, Corresponding author: donghyunkim@kei.re.kr)

*** Korea Environment Institute (sksong@kei.re.kr)

문제를 해결할 수 있는 다기능적인 특성을 지닌 것으로 논의된다(CNT, 2010; European Commission, 2013).

그린인프라는 오픈 스페이스, 자연지역, 산림 등 자연 생태계의 가치와 기능과 인간에게 편익을 제공하는 상호 연결된 녹색 공간의 네트워크로 정의된다(김승현·조경진, 2015; Benedict and McMahon, 2002). 자연상태의 토지 또는 그와 유사한 기능을 하는 녹지를 보전, 조성함으로써 자연 생태계의 가치와 기능을 유지하고 관련된 혜택을 얻는 계획 기법(서혜정·김동현, 2015), 소규모 분산형의 자연친화적인 기법을 통해 강우유출량과 비점 오염 저감, 개발 이전의 물순환 상태와 유사하게 만드는 방법(한우석, 2011; 현경학, 2010) 등으로 정의되기도 한다.

그린인프라의 개념과 그린인프라가 제공하는 편익을 공통적으로 구성하는 핵심은 연결성과 다기능성이다(Kambites and Owen, 2006; Pauleit et al., 2011). 연결성은 다양한 형태의 자연적 그리고 준자연적 공간이 서로 연계되어 있어야 함을 의미하며(European Commission, 2013), 다기능성은 연결되어 있는 그린인프라가 인간에게 있어 다양한 형태의 기능과 편익을 복합적으로 제공한다는 것을 의미한다(Ahern, 2011). 여기서 복합적인 것이 무엇인가는 생태계 서비스가 제공하는 다양한 편익을 의미한다(Connop et al., 2016; Demuzere et al., 2014; Lovell and Taylor, 2013; Tzoulas et al., 2007).

본 연구의 목적은 그린인프라가 주는 편익이 발생하는 유형과 적용된 세부 기법별 편익의 상대적 초점을 그린인프라가 적용된 다수의 사례를 통하여 살펴보는 것이다. 연구의 자료는 미국조경가협회(American Society of Landscape Architects)에서 수집한 447개의 사례이다. 사례 내 포함된 커뮤니티 편익과 적용된 기법 등을 도출하여 분석하였다.

본 연구는 우선 분석의 대상이 되는 그린인프라의 커뮤니티 편익에 대해 선행연구 고찰을 통하여 살펴본다. 그 다음으로 각 사례에 포함된 커뮤니티 편익과 적용된 세부 기법의 상대적 초점 등에 대해 분석한 결과를 제시한다. 마지막으로 본 연구가 지니는 한계와 향후 연구가 필요한 사항을 제시한다.

II. 선행연구 고찰

1. 그린인프라의 다기능성에 대한 연구

그린인프라의 다기능성은 동일한 공간적 단위에서 다양한 기능을 수행하고 다양한 편익을 제공하는 것으로(European Commission, 2013) 인간과 자연 모두에게 편익이 돌아가는 것을 강조하는 생태-사회 체계의 상호전환과 연계를 의미한다(Kambites and Owen, 2006; Lovell and Taylor, 2013; Naumann et al., 2011; NWGIT, 2008). 그린인프라는 총체적인 관점에서 각 세부기법의 공간적 연계를 고려한다. 이는 그린인프라의 세부기법이 계획 내에서 일관성을 지니며 다기능성을 바탕으로 복합적 편익을 제공할 수 있어야 함을 의미한다(Hansen and Pauleit, 2014; Kambites and Owen, 2006; Laforteza et al., 2013; TCPA, 2008).

Landscape Institute(2009)에 따르면 그린인프라의 다기능성은 자연환경이 통합된 전체로서 계획되고 관리되어야 한다는 것이며 이렇게 관리된 녹지 공간이나 서식지들은 각 부분이 가지는 편익의 합을 초과하는 편익을 제공할 수 있다는 것이다. 이러한 다기능성은 기능 간 결합을 통해 제한된 공간에서 효율적으로 활용할 수 있도록 함으로써 계획과 토지이용에 있어서 그린인프라 도입의 근거가 된다(Ahern, 2011; Hansen and Pauleit, 2014; Landscape Institute, 2009).

그린인프라는 녹지가 지닌 생태적, 사회적, 경제적, 문화적 기능들을 결합하기 위한 방안으로도 고려된다(Hansen and Pauleit, 2014). 특히 그린인프라는 생태학적 체계와 사회적 체계의 강한 상호작용이 발생하는 도시지역에 적합한 계획으로 논의된다(Hansen and Pauleit, 2014). 도시화로 인하여 생태계 및 경관이 단절되고 파편화되고 있는 현 도시에 기능적, 공간적 네트워크를 형성하여 시너지 효과를 가능하게 하기 때문이다(Lafortezza et al., 2013).

2. 그린인프라가 지니는 커뮤니티 편익에 대한 연구

그린인프라는 생태계의 구조와 과정에 변화를 가져오고 이는 기능과 서비스, 편익에 영향을 준다(Defra, 2007). 생태계와 같은 하나의 기능적 단위인 "생물학적 구조 또는 과정"은 그들이 가진 "기능"을 수행하고 이 기능들은 "서비스"를 산출하며 그에 따른 "편익"을 사람들에게 제공하게 된다(de Groot, 2006; de Groot et al., 2010; Haines-Young and Postchin, 2010; MA, 2005; Selman, 2009). 생태계가 지닌 기능-서비스-편익의 구조는 그린인프라에도 적용되어 커뮤니티 편익으로 연결되고 있으며, 이는 경제적, 사회문화적, 생태적 편익으로 구분할 수 있다.

첫 번째는 경제적 기능의 편익이다. 그린인프라는 낙후된 대상지를 매력적인 커뮤니티로 재생할 수 있는 계획수단으로 활용될 수 있으며(European Commission, 2013; TCPA, 2008; The Scottish Government, 2012; US EPA, 2010) 커뮤니티의 경제적 발전에 기여할 수 있다(City of Freeport, 2013; European Commission, 2013; Powell et al., 2005; TCPA, 2008; US EPA, 2010). 그린인프라는 커뮤니티의 사회적, 물리적, 환경적 여건을 개

선함으로써 토지의 가치를 증진시킨다(Cirillo and Podolsky, 2012; Clements and Juliana, 2013; LID Center, 2010; Odom, 2009; MMSD, 2013). 또한 그린인프라의 적용은 설계 및 시공에서는 물론 유지, 관리 등의 전반적인 과정에서 친환경 고용창출을 야기하며 물리적, 사회적 여건 개선을 통해 근무환경을 개선함으로써 생산성 증대에 기여한다(Cirillo and Podolsky, 2012; Zimmer et al., 2012). 아울러 기존의 기반시설이 그린인프라로 전환됨에 따라 기반시설에 투입되던 비용이 감소될 뿐 아니라 에너지 및 물 이용 효율성, 자연재해에 대한 안전성, 환경의 질이 높아져 기존의 예산을 저감하는 효과를 가져온다(CNT, 2010; City of Freeport, 2013; Entrix, 2010; Powell et al., 2005; US HUD, 2003).

두 번째는 사회문화적 기능의 편익이다. 먼저 그린인프라는 생태계 서비스가 담당하였던 여가활동을 촉진시키거나 커뮤니티의 심미적 선호를 구현하고, 자연으로부터 교육역할 및 역사적 자연자원 보존 등의 전통적 문화 욕구에 대한 편익을 제공한다(CNT, 2010; Cirillo and Podolsky, 2012; HBC, 2014; Lovell and Taylor, 2013; EEA, 2011; US EPA, 2010). 또한 커뮤니티의 재생을 통하여 녹지 공간 증대, 공공서비스로의 접근성 향상, 범죄 및 자연재해 예방을 통한 안전성 확보, 친환경적 주거 공간 형성, 소음완화 등의 주거환경 개선 및 쾌적성을 제공하며 인간의 심적, 정신적, 신체적 건강에 도움을 준다(CNT, 2010, Clements and Juliana, 2013; Entrix, 2010; Tzoulas et al., 2007; US HUD, 2003; US EPA, 2010). 아울러 그린인프라는 지역민들에게 자신들의 자원을 스스로 관리할 수 있도록 하여 주민들이 생태계 서비스를 극대화하기 위한 기술과 지식을 습득하고 적응적 학습으로 이어지도록 한다(Lovell and Taylor, 2013). 이러한 커뮤니티 환경에 대한 주민들의 자발적 참여는 지

역에 대한 애착심 및 지역의 화합을 이끌어 낼 수 있다(City of Freeport, 2013; Cirillo and Podolsky, 2012; Lovell and Taylor, 2013; US HUD, 2003).

셋번째는 생태적 기능에서의 편익이다. 그린인프라는 강우유출수 및 비점오염원 저감, 홍수제어에 대한 편익이 있다(CNT, 2010; Dietz and Clausen, 2005; Dietz, 2007; Zimmer et al., 2012). 또한 녹지공간을 제공함으로써 생물다양성 및 서식지 보호, 생태 네트워크에 기여하며, 토양, 물, 대기 등 환경의 질을 개선하고 미기후 개선 및 탄소저감 등 기후변화의 적응과 완화의 편익을 제공한다(CNT, 2010; LID Center, 2010; Powell et al, 2005).

다기능성은 각각의 기능들이 결합되어 생태적, 경제적, 사회문화적 편익들이 누적 또는 교대로 나타나며 이 편익들의 합이 개별 편익들의 합을 초과하는 시너지 효과를 가지게 되는 것이 특징이다(Ahern, 2011; Landscape Institute, 2009; Lovell and Taylor, 2013). 모든 개별 그린인프라 기법들이 이러한 경제적, 사회문화적, 생태적 편익들을 모두 제공할 수는 없지만 그 개별 기법들이 연계된 네트워크를 통하여 종합적인 커뮤니티 편익을 제공한다(Kambites and Owen, 2006).

III. 연구방법

본 연구에서 활용하는 자료는 미국조경가협회에서 제시하고 있는 그린인프라가 적용된 479개의 사례조사 보고서이다. 이들 사례는 미국 환경청(US Environmental Protection Agency)의 요청으로 300명의 전문가와 계획가들에 의해 미국과 캐나다를 대상으로 조사되었으며 각 사례별로 그림 1과 같은 보고서가 존재한다. 이들 보고서 내에는 적용된 그린인프라의 세부 기법, 프로젝트 적용 지역, 개발의 형태, 편익, 일자리 창출 개수, 비용 등이

기술되어 있다. 각 항목들은 미국조경가협회 내 전문가들이 조사한 것이다. 전체 479개의 사례 중 중복되는 사례를 제외하고 447개를 분석의 대상으로 하였다.



Figure 1. Example of Green Infrastructure Case Study Report by ASLA
source: asla.org/stormwater



Figure 2. Type of Green Infrastructure
source: asla.org/stormwater

본 연구에서는 각 사례조사 보고서 중 적용된 그린인프라의 세부 기법(ASLA 보고서 내에서의 design feature)과 커뮤니티 편익(ASLA 보고서 내에서의 community & economic benefits) 항목을

활용하였다. 적용된 그린인프라의 세부기법은 시설의 형태를 명확하게 제시하고 있기 때문에 제시된 것을 그대로 활용하여 분류하였다. 세부기법은 가장 주요한 그린인프라 적용 방법인 식생수로(bioswale), 빗물정원(rain garden), 투수성 포장(porous pavers), 연석절개(curbs cut), 옥상녹화(green roof) 등을 기준으로 하였으며 그림 2와 같다.

사례조사 보고서 내 커뮤니티 편익은 어떠한 편익이 발생하였는지에 대해 전문가들이 정성적으로 기술한 내용이다. 본 연구에서는 전문가들이 기술한 편익 중 표 1에서 제시되는 15개의 그린인프라 편익의 유형이 얼마나 포함되고 있는지 파악한 후 포함된 개수를 도출하였다. 커뮤니티 편익의 15개 유형은 앞선 선행연구를 바탕으로 도출된 것이며 거주환경 개선, 미기후 조정, 보행환경 개선, 생태적 가치 보전, 수질 및 우수관리, 심미적 효과, 연구 및 교육적 활용, 오픈 스페이스 제공, 인프라 설치 및 운용비용 절감, 재난재해 대비, 재산가치 상승, 녹지 접근성 향상, 지역비즈니스 활성화, 커뮤니티 활성화, 환경적 개발 모델로서의 가치 등이다.

본 연구에서 커뮤니티의 기준은 그린인프라 시설이 적용되는 사업대상지역과 도보로 이동가능한 거리 내 지역을 일부를 의미한다. 선행연구에서는 그린인프라가 일정한 공간적 범위 내에서 종합적으로 적용되는 것을 바탕으로 커뮤니티라는 용어를 쓰기에 기반하여 편익을 제시하고 있다. 본 연구의 자료로 이용되는 미국조경가협회의 사례분석 보고서 역시 시설이 적용되는 사업대상지역을 중심으로 이를 이용가능한 사람들을 대상으로 포함하고 있다.

본 연구는 미국조경가협회가 전문가 조사를 통하여 제시한 사례조사 보고서를 자료로 활용하여 정성적으로 기술된 편익과 적용된 그린인프라 세부기법을 정량적 자료로 전환한다. 그리고 그린인프라 세부 기법과 편익과의 관계를 살펴본다.

분석을 위한 정량적 자료로 전환하는 것은 각

보고서 내 사례를 기반으로 제시된 그린인프라 세부 기법과 15개의 유형으로 구분된 커뮤니티 편익의 수를 확인한다. 복수의 커뮤니티 편익의 유형을 포함하여 기술하고 있는 경우 이를 개별적으로 구성하였다. 하나의 사례에 포함될 수 있는 편익은 최소 0개에서 최대 15개까지이다.

본 연구는 어떠한 그린인프라 세부 기법에서 어떠한 종류의 커뮤니티 편익이 중요하게 나타나는지 알아보기 위해 다음의 과정을 활용한다. 첫 번째로 사례에서 제시된 각 커뮤니티 편익별 수가 전체 편익의 수에서 차지하는 비율의 역수를 도출한다. 두 번째로 그린인프라의 다섯 가지 세부 기법별로 나타나는 커뮤니티 편익의 수와 비율을 도출한다. 세 번째로 첫 번째 단계에서 도출된 것을 가중치로 활용하여 두 번째로 도출된 비율에 곱한 값을 도출한다. 첫 번째 단계에서 역수를 가중치로 하여 그린인프라 세부 기법별 편익의 비율에 곱한 것은 해당 편익과 그린인프라 기법이 다수 존재하기 때문에 나타날 수 있는 효과를 통제하기 위한 것이다. 즉 세부 기법별로 상대적 중요성을 지니는 편익이 무엇인지 파악하기 위해서 제시된 개수가 적은 경우 높은 가중치를, 많은 경우는 상대적으로 낮은 가중치를 적용한 것이다. 이는 본 연구의 대상으로 선정한 다섯가지 주요한 그린인프라 세부 기법에서 어떠한 커뮤니티 편익이 상대적으로 중요한 위치를 차지하는지 알 수 있게 해준다.

IV. 분석결과

그린인프라가 적용된 447개의 사례에서 도출된 전체 커뮤니티 편익과 가중치는 표 1과 같다. 15개의 커뮤니티 편익은 447개의 사례에서 총 3,129개가 도출되었다. 그린인프라의 적용에 따른 커뮤니티 편익은 커뮤니티 활성화, 재산가치 상승, 수질 및

우수관리, 연구 및 교육적 활용에서 많이 나타났다. 미기후 조정, 재난재해 대비, 녹지 접근성 향상 등의 편익은 상대적으로 적게 나타났다.

Table 1. Community Benefit of Green Infrastructure in 447's cases and weight

Type of Community Benefit	Total number (ratio)	Weight
Improvement of Built Environment	153 (5%)	20.45
Adjustment of microclimate	21 (1%)	149
Improvement of pedestrian environment	194 (6%)	16.13
Preserving ecological value	284 (9%)	11.02
Management of water quality and rain water	333 (11%)	9.4
Aesthetic effect	244 (8%)	12.82
Use of education and research	351 (11%)	8.92
Providing open space	221 (7%)	14.16
Reducing costs of infrastructure's installation and operation	102 (3%)	30.68
Mitigating disaster	75 (2%)	41.72
Increasing land property	330 (11%)	9.48
Improvement of accessibility to green space	74 (2%)	42.28
Improving local business	190 (6%)	16.47
Community revitalization	341 (11%)	9.18
Value of environmental development model	216 (7%)	14.49
Total	3,129	

표 2는 식생수로, 빗물정원, 투수성포장, 연석절개, 옥상녹화 등 다섯 개 세부기법에서 제시된 15개의 커뮤니티 편익이다. 표 2내의 %의 의미는 해당 세부기법이 적용되었을 때 해당 편익이 나타난 숫자의 비율이다. 15개 편익으로 분류될 수 없는 경우는 표 2의 하단에 제시하였으나 표 3과 그림 3을 도출하는데 있어서는 제외하였다. 여기서 그린 인프라 기법과 연계해 제시된 편익들은 정성적으로

평가된 편익들이다. 이 표에서 나타난 숫자는 이러한 편익이 존재한다고 보고된 사례의 수가 전체에서 차지하는 비율을 의미한다.

Table 2. Community Benefits in Type of Green Infrastructure (unit: %)

Type of Community Benefit	Bio swale	Rain garden	Porous paver	Curb cut	Green roof
Improvement of Built Environment	5.7	4.6	3.6	3.3	4.8
Adjustment of microclimate	0.4	0.6	0.9	0.8	0.6
Improvement of pedestrian environment	4.4	4.0	5.5	8.9	3.6
Preserving ecological value	9.0	8.9	6.6	6.7	10.3
Management of water quality and rain water	10.3	8.7	9.4	9.5	7.9
Aesthetic effect	7.0	7.7	7.5	7.5	6.1
Use of education and research	10.1	11.1	10.2	8.9	12.1
Providing open space	7.3	5.6	4.5	7.8	9.1
Reducing costs of infrastructure's installation and operation	1.8	1.6	2.6	1.4	4.2
Mitigating disaster	1.6	1.4	2.1	1.7	1.2
Increasing land property	10.3	8.5	9.4	7.5	9.7
Improvement of accessibility to green space	2.4	2.2	2.6	3.3	1.2
Improving local business	4.4	6.3	7.2	4.2	6.7
Community revitalization	8.4	10.9	10.7	10.9	9.7
Value of environmental development model etc.	7.7	6.5	5.8	8.4	5.5
	9.3	11.5	11.5	9.2	7.3

식생수로의 경우 수질 및 우수관리, 재산가치 상승, 연구 및 교육적 활동, 생태적 가치 보전 등의 커뮤니티 편익이 다수 나타났다. 미기후조정, 인프라 설치 및 운용비용 절감, 재난재해 대비 등의 편

익은 상대적으로 적게 나타났다. 빗물정원의 경우 연구 등의 편익이 다수 나타났으며 미기후 조정, 녹지

Table 3. Relative Importance of Community Benefits in Type of Green Infrastructure

Type of Community Benefit	Bio swale	Rain garden	Porous paver	Curb cut	Green roof
Improvement of Built Environment	1.16	0.95	0.74	0.68	0.99
Adjustment of microclimate	0.55	0.90	1.27	1.25	0.90
Improvement of pedestrian environment	0.71	0.65	0.89	1.44	0.59
Preserving ecological value	0.99	0.98	0.73	0.74	1.14
Management of water quality and rain water	0.96	0.81	0.88	0.89	0.74
Aesthetic effect	0.89	0.98	0.96	0.96	0.78
Use of education and research	0.90	0.99	0.91	0.79	1.08
Providing open space	1.04	0.80	0.63	1.10	1.29
Reducing costs of infrastructure's installation and operation	0.56	0.49	0.78	0.43	1.30
Mitigating disaster	0.69	0.59	0.89	0.70	0.51
Increasing land property	0.97	0.80	0.89	0.71	0.92
Improvement of accessibility to green space	1.01	0.94	1.08	1.41	0.51
Improving local business	0.72	1.03	1.19	0.69	1.10
Community revitalization	0.77	1.00	0.98	1.00	0.89
Value of environmental development model	1.11	0.93	0.83	1.21	0.79

연구 및 교육적 활동, 커뮤니티 활성화, 생태적 가치의 보전, 수질 및 우수관리 등의 커뮤니티 편익이 다수 나타났다. 미기후조정, 인프라 설치 및 운용비용 절감, 재난재해 대비의 편익은 상대적으로 적게 나타났다. 투수성 포장의 경우 커뮤니티 활성화, 연구 및 교육적 활동, 수질 및 우수관리, 재산 가치 등의 편익이 다수 나타났으며 미기후 조정, 인프라 설치 및 운용비용 절감, 재난재해 대비의 편익은 상대적으로 적게 나타났다. 연석 절개의 경우는 커뮤니티 활성화, 수질 및 우수관리, 보행환경 개선, 연구 및 교육적 활동 등의 편익이 다수 나타났으며, 미기후 조정, 인프라 설치 및 운용비용 절감, 재난재해 대비의 편익은 상대적으로 적게 나타났다. 옥상녹화의 경우 연구 및 교육적 활동, 생태적가치 보전, 커뮤니티 활성화, 오픈 스페이스 제공

접근성 향상, 재난재해 대비의 편익은 상대적으로 적게 나타났다.

그림 3과 표 3은 앞서 표 2에서 제시된 각 세부 기법 별로 나타나는 커뮤니티 편익의 비중을 표 1에서 도출된 가중치를 적용한 결과이다. 일부 편익에서 집중되어 나타나는 현상을 가중치로 보완한 결과 커뮤니티 편익의 초점은 그린인프라의 세부 기법별로 다르게 나타났다.

식생수로는 거주환경 개선과 수질 및 우수관리에서 다른 세부기법에 비해 편익이 상대적으로 크게 나타났다. 빗물정원은 심미적 효과와 커뮤니티 활성화에서 편익이 상대적으로 크게 나타났으며, 투수성 포장은 지역 비즈니스 활성화와 재난재해 대비, 미기후조정 등에서 편익이 상대적으로 크게 나타났다. 연석절개의 경우는 보행환경 개선과 환경적 개발모

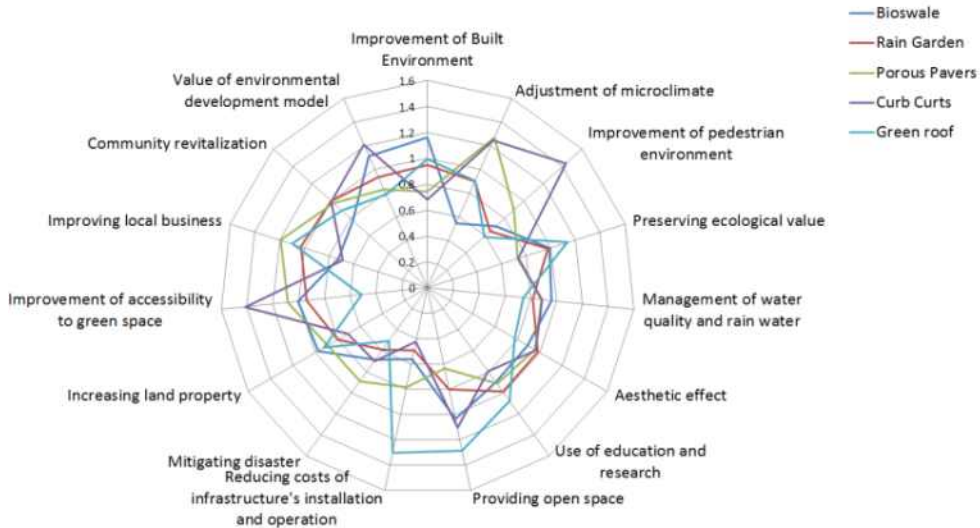


Figure 3. Comparison of Relative Importance in Type of Green Infrastructure's Community Benefit

텔로서의 가치, 녹지 접근성 향상 등에서 편익이 상대적으로 크게 나타났으며, 옥상녹화는 오픈스페이스 제공, 인프라 설치 및 운영비용 절감, 생태적 가치 보전 등에서 편익이 상대적으로 크게 나타났다.

V. 결론 및 한계

최근 그린인프라는 오염원 관리, 우수관리, 도시 열섬, 기후변화 적응 등의 목적으로 도시재생, 신도시개발, 공공시설 등에서 다양한 방식으로 적용되고 있다. 그린인프라의 편익은 최근 다양한 커뮤니티 편익의 측면에서 논의되고 있으며 기술적인 편익 외에도 사회경제적 측면에서의 편익이 포함되고 있다. 본 연구에서는 그린인프라가 적용된 다수의 사례를 바탕으로 커뮤니티 편익이 어떻게 나타나고 있으며 세부 기법별로 상대적으로 초점을 맞추고 있는 편익이 무엇인지 파악하였다. 재산가치 상승, 생태적 가치 보전, 커뮤니티 활성화, 연구 및 교육

적 활동, 수질 및 우수관리 등에서 편익이 다수 제시되었고 미기후조정, 인프라 설치 및 운영비용 절감, 재난재해 대비 등에서는 편익이 적게 제시되었다. 각 세부기법 별 편익의 상대적인 초점은 다르게 나타났는데 식생수로는 거주환경 개선에서, 빗물정원은 심미적 효과에서, 투수성 포장은 지역 비즈니스 활성화와 재난재해 대비에서, 연석 절개는 보행환경 개선에서, 옥상녹화는 오픈스페이스 제공에서 편익의 상대적 초점이 나타났다.

본 연구는 그린인프라의 다섯 가지 세부기법에서 나타날 수 있는 커뮤니티 편익을 논의하고 있지만 연구방법의 측면에서 다음과 같은 한계가 있다.

첫째, 본 연구는 정성적으로 전문가에 의해 판단된 사례조사 보고서를 기준으로 편익을 판단하기 때문에 구체적인 편익의 양상이 어떻게 나타나는지 제시하기는 한계가 있다. 예를 들어 보행환경 개선이라는 것이 구체적으로 무엇을 의미하는지, 미기후조정이라는 편익이 어떠한 효과들을 포함하는 것인지를 제시하기는 어렵다. 단지 전문가가 해당 사례

와 관련된 자료를 종합적으로 검토하여 기술된 것을 기준으로 하여 이러한 편익이 나타날 것으로 관련되어지는지를 판단할 수 있을 뿐이다. 본 연구는 그린인프라와 관련해 기존에 논의되던 기술적인 측면의 편익을 커뮤니티 편익으로 확장을 시도한 논의라는 점에서 의미가 있다. 향후 추가적인 연구를 통해 각 편익이 어떠한 양상으로 나타날 수 있는지를 정량적으로 규명할 필요가 있다. 그린인프라가 지니는 커뮤니티 편익에 대한 실증적 논의는 향후 적용에 있어 주민선택과 적용 타당성의 기준으로 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 다수의 사례를 바탕으로 결론을 도출하고 있지만, 활용된 사례들의 배경에 존재하는 니즈까지 파악하기 어렵다는 한계가 있다. 다수의 커뮤니티 편익들이 제시되고 있는 사례의 경우 그린인프라 기법이 적용되기 이전에 어떠한 커뮤니티의 니즈가 반영되었을 가능성이 있다. 하지만 본 연구의 방법으로는 해당 사례에 배경에 있는 커뮤니티 니즈가 어떠한 형태로 존재하였는지를 알기 어려우며 분석에 포함시킬 수 없다. 따라서 그린인프라 기법의 적용이 커뮤니티 편익과 연계되기 위해서는 단순히 설치되는 것이 아니라 커뮤니티 니즈와 연계한 논의가 필요하다. 그린인프라는 커뮤니티, 주민과 직접적으로 연계되는 기법이다. 식생을 기반으로 한 그린인프라의 다양한 편익은 커뮤니티의 니즈와 연계될 때 의미를 지닌다. 커뮤니티에서 무엇을 필요로 하는지를 파악하는 논의가 추가적으로 필요하다.

인용문헌

References

1. 김승현·조경진, 2015. “도시 물순환 회복을 위한 그린인프라 계획 및 설계에 관한 연구”, 『한국도시계획학회지』, 16(3): 37-51.
2. 서해정·김동현, 2015. “그린인프라 기법 적용을 위한 토지 적정성 평가 연구”, 『국토계획』, 50(3): 91-108.
3. 한우석, 2011. “도시 빗물관리 개선을 위한 미국 저영향개발 적용사례와 시사점”, 『국토정책 Brief』, 344:1-6.
4. 현경학, 2008. “저탄소 도시를 위해 가야 할 길 - LID(Low Impact Development, 저영향개발)”, 『한국지반환경공학회 학술지』, 11(6): 5-12.
5. Hyun, K-H., 2008. "Ways for low carbon city-low impact development", 『Geoenvironmental Engineering』, 11(6): 5-12.
6. Ahern, J., 2011. "From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world", 『Landscape and Urban Planning』, 100: 341-343.
7. Ahiablame, L. M., Engel, B. A., and Chaubey, I., 2012. "Effectiveness of low impact development practices: literature review and suggestions for future research", 『Water, Air and Soil Pollution』, 223: 4253-4273.
8. Benedict, M. A. and McMahon, E. T., 2002. "Green infrastructure: smart conservation for the 21st century", 『Renewable Resources Journal』, 20(3): 12-19.
9. Clements, J. and Juliana, A., 2013. "The green edge: how commercial property investment in green infrastructure creates value", 『NRDC Issue Brief』, 13-11-D: 1-8.
10. CNT(Center for Neighborhood Technology), 2010. Kim, S-H. and Zoh K-J., 2015. "Green infrastructure plan and design for urban hydrological cycle restoration", 『Journal of the Urban Design Institute of Korea』, 16(3): 37-51.

- The Value of Green Infrastructure : A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*. Chicago, US
10. Connop, S., Vandergert, P., Eisenberg, B., Collier, M. J., Nash, C., Clough, J., and Newport, D., 2016. "Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure", *Environmental Science & Policy*, 62: 99-111.
 11. City of Freeport. 2013. *Green Infrastructure Guide Book*. Illinois, US
 12. Cirillo, C. and Podolsky, L., 2012. *Health, Prosperity and Sustainability: The Case for Green Infrastructure in Ontario*. Ontario, Canada
 13. Defra(Department for Environment, Food and Rural Affairs). 2007. *An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services*. London, UK
 14. Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, E., Orru, H., Bhawe, A. G., Mittal, N., Feliu, E., and Faehnle, M., 2014. "Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure", *Journal of Environmental Management*, 146: 107-115.
 15. Dietz, M. E., 2007. "Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions", *Water, Air and Soil Pollution*, 186: 351-363.
 16. Dietz, M. E. and Clausen, J. C., 2005. "Stormwater runoff and export changes with development in a traditional and low impact subdivision", *Journal of Environmental Management*, 87(4): 560-566.
 17. European Commission. 2013. *Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI)-Enhancing Europe's Natural Capital*. Brussels, Belgium
 18. Entrix. 2010. *Portland's Green Infrastructure: Quantifying the Health, Energy, and Community Livability Benefits*. Portland, US
 19. Foster, J., Lowe, A., and Winkelman, S., 2011. *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*. Washington, US
 20. de Goot, R., 2006. "Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional Landscape", *Landscape and Urban Planning*, 75: 175-186.
 21. de Goot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., and Willemsen, L., 2010. "Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning", *Management and Decision Making, Ecological Complexity*, 7: 260-272.
 22. Haines-Young, R. H. and Potschin, M. P., 2010. "The Links between biodiversity, ecosystem services and human well-being", in *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*, edited by D. G. Raffaelli and C. L. J. Frid, 110-139. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
 23. Hansen, R. and Pauleit, S., 2014. "From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas", *AMBIO*, 43(4): 516-529.
 24. Harrogate Borough Council (HBC). 2014. *The Harrogate District Green Infrastructure Supplementary Planning Document (SPD)*. North Yorkshire, UK
 25. Kambites, C. and Owen, S., 2006. "Renewed prospects for green infrastructure planning in the UK", *Planning, Practice and Research*, 21(4): 483-496.
 26. Laforteza, R., Davies, C., Sanesi, G., and Konijnendijk, C. C., 2013. "Green infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions", *Journal of*

- Biogeosciences and Forestry*, 6: 102-108.
27. Landscape Institute. 2009. *Green Infrastructure: Connected and Multifunctional Landscapes*. London, UK
28. Lovell, S. T., and Taylor, J. R., 2013. "Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States", *Landscape Ecology*, 28(8): 1447-1463.
29. Low Impact Development (LID) Center. 2010. *Low Impact Development Manual for Southern California: Technical Guidance and Site Planning Strategies*. Maryland, US
30. Mell, I. C., 2009. "Can Green Infrastructure Promote Urban Sustainability?", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 162: 23-34.
31. Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1*. Washington, DC: Island Press.
32. Milwaukee Metropolitan Sewerage District (MMSD). 2013. *MMSD Regional Green Infrastructure Plan(chapter 5)*. Wisconsin, US
33. Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T., Pieterse, M., and Rayment, M., 2011. *Design, Implementation and Cost Elements of Green Infrastructure Projects*. Brussels, Belgium
34. NWGITT(North West Green Infrastructure Think Tank). 2008. *North West Green Infrastructure Guide, Version 1.1*.
35. Odom, J. B., 2009. *Southeastern United States Low Impact Development Guide*. Georgia, US
36. Pauleit, S., Liu, L., Ahern, J., and Kazmierczak, A., 2011. "Multifunctional green infrastructure planning to promote ecological services in the city." In *Urban Ecology, Patterns, Processes, and Application*, edited by J. Niemelä, 272-285. Oxford: Oxford University Press.
37. Powell, L. M., Rohr, E. S., Canes, M. E., Cornet, J. L., Dzuray, E. J., and McDougale, L. M., 2005. *Low-Impact Development Strategies and Tools for Local Governments: Building a Business Case*. Virginia, US
38. Selman, P., 2009. "Planning for landscape multifunctionality", *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 5(2): 45-52.
39. The Scottish Government. 2012. *Making the Most of Communities' Natural Assets: Green Infrastructure. Scotland*. UK
40. Town and County Planning Association (TCPA). 2008. *The Essential Role of Green Infrastructure: Eco-Towns Green Infrastructure Worksheet*. London, United Kingdom: TCPA.
41. Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., and James, P., 2007. "Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review", *Landscape and Urban Planning*, 81(3): 167-178.
42. U.S. Department of Housing and Urban Development (US HUD). 2003. *The Practice of Low Impact Development*. Washington, US
43. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). 2010. *Green Infrastructure Case Studies: Municipal Policies for Managing Stormwater with Green Infrastructure*. Washington, US
44. Zimmer, C., Despina, C., Lukes, R., Linden, K. V., James, P., Gupta, N., Corrigan, C., Fox, B., Walters, M., and Dhalla, S., 2012. *Low Impact Development Discussion Paper*. Ottawa, Canada

Date Received 2016-12-05
 Reviewed(1st) 2017-01-09
 Date Revised 2017-01-09
 Reviewed(2nd) 2017-01-18
 Date Accepted 2017-01-19
 Final Received 2017-01-31