

도시공원녹지의 생태성 및 기후변화 대응성 평가 기초 연구*

성현찬¹⁾ · 황소영²⁾

¹⁾ 단국대학교 녹지조경학과 · ²⁾ 단국대학교 대학원 녹지조경학과

A Preliminary Study on Assessment of Urban Parks and Green Zones of Ecological Attributes and Responsiveness to Climate Change*

Sung, Hyun-Chan¹⁾ and Hwang, So-Young²⁾

¹⁾ Dept. of Green & Landscape Architecture, Dankook University,

²⁾ Graduate School, Dankook University.

ABSTRACT

Problems in regard of ecological stability of urban ecosystem ensue from climate change and urbanization. Particularly, urban ecological conditions are deteriorating both quantitatively and qualitatively to a great extent. The present study aims to assess the current condition of selected sites (i. e. urban green zones and parks) in terms of preset assessment components; to find out problems and relevant solutions to improve the quality and quantity of parks and green zones; and ultimately to suggest some measures applicable to coping with climate change as well as to securing the ecological attributes of urban green zones and parks.

According to the findings of this study, from quantitative perspectives, ecological attributes and responsiveness to climate change are high on account of the large natural-soil area(80%). By contrast, from qualitative perspectives including the planting structure (1 layer: 47%), the percentage of bush area(17%), the connectivity with surrounding green zones (independent types: 44%), the wind paths considered (5.6%), the tree species with high carbon absorption rates (20%), water cycles (17%), energy (8%) and carbon storage capacities(61%), ecological attributes and responsiveness to climate

* 본 연구는 환경부 2013 차세대 에코이노베이션기술 개발사업의 지원으로 수행되었음.

First author : Sung, Hyun-Chan, Dept. of Green & Landscape Architecture, Dankook University,

Tel : +82-41-550-3632, E-mail : wona2000@dankook.ac.kr

Corresponding author : Hwang, So-Young, Graduate School, Dankook University,

Tel : +82-70-7154-2273, E-mail : hsy8617@dankook.ac.kr

Received : 12 June, 2013. **Revised** : 24 June, 2013. **Accepted** : 21 June, 2013.

change were found very low. These findings suggest that the ecological values of urban parks and green zones should be improved in the future by conserving their original forms, securing natural-soil grounds and employing multi-layered planting structures and water bodies, and that responsiveness to climate change should be enhanced by planting tree species with high carbon storage capacities and obtaining detention ponds. In sum, robust efforts should be exerted in the initial planning stages, and sustained, to apply the methodology of green-zone development along with securing ecological attributes and responsiveness to climate change.

Key Words : *Urban parks, Artificial green space, Natural green space, Assessment component, Carbon storage capacity.*

I. 서 론

지구온난화로 인한 기후변화 문제는 현대 사회가 당면한 가장 큰 현안 가운데 하나로, 이에 따른 도시열섬현상 심화, 홍수 등 도시 및 도시 생태계의 생태적 안정성에 문제가 나타나고 있고, 더불어 인구증가와 인간을 위한 토지이용 요구의 증가에 따라 급속하고 과밀한 도시화의 결과로 도시의 생태적 문제가 양적인 측면과 질적인 측면에서 모두 크게 악화되고 있다.

이에 따라, 도시 내에서 생태적 문제 해결을 위해서는, 자연지반으로 투수지역이 확보되고 수목이 식재되어 있는 공간으로 도시의 냉섬역할을 하는 녹지인 도시공원녹지면적의 확보가 가장 중요한 사안으로 떠오르고 있다.

이러한 시점에서 도시공원녹지에 관한 선행연구를 살펴보면, 조우(2003)는 식생 중심의 생태 평가방법을 적용하여 도시자연공원의 보전 및 개발을 위한 평가방법 활용 가능성을 파악하고 보전·복원·이용계획의 가이드라인을 제시하였다.

고은주(2005)는 도시녹지현황을 파악하고 질적 요소를 고려하여 도시녹지를 종합평가하였는데, 질적 평가지표 중, 도시 녹지의 생태적 기능 측면에서 서식처 구조, 종다양성, 자연성, 회귀성을 평가항목으로 하고 층위구조와 연결성을

평가지표로 정하여 도시 녹지의 생물서식 기능을 평가하였다.

박석철(2009)은 도시공원녹지를 대상으로 녹지의 양적인 확보와 동시에 녹지의 질적인 측면을 평가하는 녹지평가지표를 개발하여 도시공원 녹지의 실질적 개선에 대한 근거를 마련하는 도시공원녹지 평가체계 제시하였다.

박은진(2009)은 ‘도시녹지 중 도시공원 내 수목과 가로수, 산림수목에 의한 이산화탄소 흡수 효과를 산정하고 기후변화 대응 전략으로서 도시녹지 수목의 중요성을 파악하여, CO₂흡수효과를 증진시킬 수 있는 녹지 관리 방향을 제시하였으며, 이인성 등(2011)은 저탄소 녹색성장형 도시공원의 조성 및 관리전략을 도출하기 위하여 도시공원의 탄소저감효과를 연구로 도시공원의 탄소저장량, 연간 CO₂흡수량, 전력 및 상수도에 의한 CO₂배출량을 평가하였다.

안동만 외 1인(2003)은 도시녹지의 연결성 평가방법을 제시하고 연결성 증대를 위한 녹지 및 통로의 입지선정 방법을 제시하였다.

이와 같이 선행연구는 주로 생태적 기능 향상을 위한 식재방안, 식생복원, 생물서식처 조성방안에 초점이 맞춰진 생태적 공원 조성방법이나, 탄소저감을 위한 탄소저장량 및 흡수량 등에 관한 연구, 도시녹지의 연결성에 관한 연구를 다루고 있으며, 도시공원녹지평가 연구에서는 주로

평가체계 틀만을 제시하고 있어, 도시공원녹지 대상지의 전체에 대한 현황을 파악하여, 생태성을 확보하거나 기후변화에 대응하기 위한 기법을 제시한 연구는 아직 부족한 것으로 분석되었다.

본 연구는 이러한 배경에 따라, 도시공원녹지의 현황 평가 요소를 설정하고, 사례대상지를 대상으로 현황을 평가하여, 이를 토대로 문제점과 공원녹지의 양과 질을 높여, 도시내 공원과 녹지가 생태성을 확보하고 기후변화에 대응할 수 있는 방안을 제안하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 범위 및 방법

1. 연구범위

1) 도시생태계로서의 공원과 녹지에 대한 유형별 분류

먼저, 도시생태계로서의 공원과 녹지에 대한 현황 평가를 위하여, 도시공원녹지를 유형별로 분류하였다.

공원과 녹지의 유형별 분류는 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」상의 분류로, 도시공원은 생활권공원으로 소공원, 어린이공원, 근린공원으로 설정하였고, 주제공원으로 역사공원, 문화공원, 수변공원, 체육공원, 묘지공원으로 설정하였으며, 녹지는 완충녹지, 경관녹지, 연결녹지로 설정하였다.

또한, 법률상의 유형을 기본으로 하되, 입지 유형에 따라 공원의 특징과 성격이 달라지는 대표적인 유형인 근린공원의 경우, 산지에 입지하고 있으면서, 기존수림대가 있는 공원인 ‘산지형 근린공원’과 기존 수림대가 거의 없고, 인공적으로 조성된 공원인 ‘평지형 근린공원’으로 구분하여 설정하였다.

2) 도시생태계로서의 공원과 녹지 유형별 대상지 선정

현황 평가를 위한 대상지는, 개발정도가 가장 많이 진행된 수도권인 경기도 31개 시·군을 대

상지로 선정하였으며, 도시공원으로는 규모가 작아 기능의 평가가 의미 없다고 판단되는 ‘소공원’은 제외하고 생활권 공원, 주제공원과, 도시자연공원구역도 포함하였다.

또한, 도시공원은 도시민의 이용이 중심이 되는바, 이용할 도시민의 인구를 고려하여, 도시인구 50만 이상 도시인 수원, 성남, 부천, 안양, 안산, 용인, 화성, 고양 8개시 중에서 공원녹지 대상지를 선정하였다.

‘생활권공원’중 근린공원은 규모에 따라 4가지 유형의 근린공원이 있으므로, 도시공원의 공간구성을 가장 잘 반영할 수 있고, 효율적인 조사가 이루어 질 수 있도록 면적 3만²~5만²이하의 도보권 근린공원 2개소와 10만²이상의 도보권 혹은 도시지역권 근린공원 2개소를 대상으로 산지형과 평지형을 나누어 선정하였다.

‘주제공원’의 경우, 법 제정 시기가 얼마 되지 않아 각 시·군별의 주제공원의 수가 적고, 도시의 인구수 보다 각각의 주제에 대한 특징을 가지고 있는 공원이 중요하다고 생각되는바, 경기도 31개 시·군 모든 도시를 대상지로 하되, 주제의 목적을 가장 잘 나타내고 있는 공원을 대상으로 선정하였다.

녹지의 경우는, 녹지가 가장 많이 지정·조성된 지역인 수원시와 조성된 연결녹지가 존재하는 광명시의 완충녹지와 경관녹지, 연결녹지를 대상지로 선정하였다.

상기의 선정기준에 따라, 어린이공원 2개소, 근린공원(산지형, 평지형) 각각 2개소씩 총 4개소, 주제공원 유형별 1개소씩 총 5개소, 도시자연공원구역 1개소, 녹지 유형별 각각 2개소씩 총 6개소, 총 18개의 대상지를 선정하였다.

2. 연구방법

1) 공원녹지 현황평가를 위한 평가요소 설정

공원녹지 현황평가를 위한 평가요소는 크게 기후변화 대응의 요소와 생태성 요소 두 가지로 분류하였다.

Table 1. Typological classification of parks and green zones, and the sites studied as cases in point.

Category		Site	
Urban parks	Livi-ng-zone parks	Small park	
		-	
	Neighborhood park	Children's park	
		Yongin Wangsan Children's park(5,884m ²)	
		Hwaseong MeahwaChildren's park(2,215m ²)	
		Mountainous land	Hwaseong Byeongjeom Neighbor-hood park(49,171m ²),
	Anyang Freedom Park(169,118m ²)		
	Flat land	Ansan Dunbaemi park(44,535m ²)	
		Anyang Pyeongchon Central park(119,843m ²)	
	Urban natural park zone		Seongnam Imae Urban natural park(2,551,540m ²)
The-me parks	History park		Seongnam Pangyo History park(4,892m ²)
	Culture park		Ansan banamuri park(82,463m ²)
	Riverside park		Gunpo Banwol Lake park(8,910m ²)
	Cemetery park		Yongin Yongin Cemetery park(1,307,080m ²)
	Sports park		Yongin Jukjeon Sports park(12,645m ²)
Green	Green buffer zone		Suwon Yeongtong-gu Maetan-dong 1347(1,163m ²) Gwangmyeong Soha-dong 1305(3,623m ²)
	Scenery green zone		Suwon Yeongtong-gu Maetan-dong 866-25(261.9m ²) Gwangmyeong Soha-dong 1352(10,581m ²)
	Connector green zone		Suwon Yeongtong-gu Maetan-dong 1209-3(1,998.7m ²) Gwangmyeong Haan-dong 612-1(1,732m ²)

평가요소 선정을 위하여, 기존의 연구 사례를 대상으로 생태성 평가요소 사례 6가지, 기후변화 평가요소 사례 4가지를 검토하였다.

각 평가요소는 주로 도시(단지, 지구)차원에서의 요소가 주를 이루고 있어, 그 중 공원녹지에서 적용 가능한 평가요소만을 종합하고, 1차로 연구진의 종합토의를 거쳐 평가요소를 선정하였다.

1차 평가요소 설정안은, 생태성 요소, 기후변화 대응요소 2개부문으로 구분하였고, 생태성 요소는 토지이용, 주변녹지 연계성, 수림대(식생), 수체 도입의 4개 대분류와 10개 중분류 요소로 구성하였으며, 기후변화 대응요소는 토지이용, 수림대(식생), 에너지, 탄소흡수율의 4개 대분류와 8개 중분류 요소로 구성하였다.

이후, 평가요소의 최종설정을 위하여 2차로 2012년 8월에 전문가 30명을 대상으로 설문조사

를 실시하였으며, 이를 통하여 가장 적합한 최종 요소를 선정하였다.

이상의 1차 선행연구 사례 검토와 2차 전문가 설문을 통하여, 최종 2개 부문, 4개 대분류 19개 중분류의 생태성 요소와, 5개 대분류 16개 중분류의 기후변화 대응요소를 선정하였다.

본 연구에서 최종 설정된 평가요소와 평가방법은 다음 Table 2와 같다.

2) 공원녹지 현황평가

앞에서 제시한 평가요소들을 도면조사와 현장 조사로 구분하여 체크리스트를 작성하였으며, 대부분의 평가요소들은 도면조사와 현장조사를 병행하여 조사하고 평가하였으며, 도면조사에서는 평가가 불가능한 ‘인공지반 녹지면적’, ‘투수성포장’, ‘덤불숲 비율’, ‘영급’, ‘식재구조’, ‘저

Table 2. Components and methodology used to assess current conditions of parks and green zones.

Category	Assessment components		Assessment method	
	Classification	Sub-category		
Eco-logical components	Land use	Conservation forest area(%)(mountainous land)		(Conservation forest area/Total area of studied site)×100(%)
		Natural-soil green- coverage area(%)	Forest zone area(%)	(Natural-soil green-zone area/Total area of studied sites)×100(%) (Forest zone area/Natural-soil green-zone area)×100(%)
			Lawn area(%)	(Lawn area/Natural-soil green-zone area)×100(%)
		Artificial-ground green-zone area(%)		(Artificial-ground green-zone area/Total area of studied sites)×100(%)
		Area of park facilities(%)		(Area of park facilities/Total area of studied sites)×100
	Area of permeable pavement(%)		(Area of permeable pavement/Pavement area)×100(%)	
	Connectivity with surrounding green zones	Bilateral connectivity(Number of sites/%)		(Number of sites with bilateral connectivity, unilateral connectivity and independent type / Total number of parks and green-zone sites studied)×100(%)
		Unilateral connectivity(Number of sites/%)		
		Independent type (Number of sites/%)		
	Forest zone (vegetation)	Planted tree species (%)	Bush (%)	(Bush area/Total area of studied sites)×100(%)
Native tree species & autochthon (%)			(Number of native and autochthon tree species/ Total number of trees on studied sites) ×100(%)	
Foreign tree species (%)			(Number of foreign tree species/Total number of trees on studied sites)×100(%)	
Age class(1~6 age classes)		· Mountainous land: Age-class status on stock map plan (1~6 age classes) · Flat land: Age-class status of typical tree species on studied sites (1~6age classes)		
Planting structure (%)		3-layer structure (%) (grass+shrub+tree)		(3-layer-structured green-zone area/Green-zone area on studied sites)×100(%)
	2-layer structure (%) (grass+shrub, grass+tree, shrub+tree)		(2-layer-structured green-zone area/Green-zone area on studied sites)×100(%)	
	1-layer structure(%) (grass, shrub, tree)		(1-layer-structured green-zone area/Green-zone area on studied sites)×100(%)	
Water body	Stream (Number of sites/%)		Whether water body exists or not, and the number of sites(%)	
	Lake & pond(Number of sites/%)			
	Wetland & ecological ponds(%)			
Respon-siveness to climate change	Land use	Conservation forest area(%)(mountainous land)		(Conservation forest area/Total area of studied sites)×100(%)
		Natural-soil green-coverage area(%)	Forest zone area(%)	(Natural-soil green-zone area/Total area of studied sites)×100(%) (Forest zone area/Natural-soil green-zone area)×100(%)
			Lawn area(%)	(Lawn area/Natural-soil green-zone area)×100(%)
		Area of park facilities (%)		(Park-facilities area/Total area of studied sites)×100
		Area of permeable pavement (%)		(Permeable-pavement area/pavement area)×100(%)
	Whether wind paths are considered (location & placement of facilities) or not		Whether wind paths are considered or not	
	Forest zone (vegetation)	Planted tree species (tree species with high carbon absorption rates) (%)		(Number of planted tree species with high carbon absorption rates/ Total number of planted trees on studied sites)×100(%)
		Age class(1~6 age classes)		· Mountainous land: Age-class status on stock map plan (1~6 age classes) · Flat land: Age-class status of typical tree species on studied sites (1~6age class)
		Planting structure (%)	3-layer structure (%) (grass+shrub+tree)	
	2-layer structure (%) (grass+shrub, grass+tree, shrub+tree)		(2-layer-structured green-zone area/Green-zone area on studied sites)×100(%)	
	1-layer structure(%) (grass, shrub, tree)		(1-layer-structured green-zone area/Green-zone area on studied sites)×100(%)	
	Water cycle	Rain-water facilities (detention ponds & permeable pavement)(Number of sites/%)		Number of rainwater facilities applied (%)
		Rainwater detention ponds applied (wholly and partly)(Number of sites/%)		Whether rainwater detention ponds are used on studied sites or not, and the number of such sites (%)
		Water bodies adopted (water-body area)(%)		Water-body area/Total area of studied sites)×100(%)
	Energy	Renewable energy sources, e. g. solar, geothermal and wind-power energy applied (Number of sites/ % / power-generation capacity)		Whether renewable energy is used or not, and renewable power generation capacities calculated (Number of sites / % / power-generation capacities)
Carbon storage capacity	Carbon storage capacity (%)		(Studied sites' carbon storage capacities owing to conservation-forest area and natural-soil green-zone area / Carbon storage capacities of equal-sized forests) ×100(%)	

류지 활용’, ‘신재생에너지 활용’ 등 7개 평가요소는 현장조사를 통해 평가하였다.

도면조사의 경우, 대상지의 도면을 입수하여 각 생태계 특성을 체크리스트화 하여 조사하였으며, 현장조사의 경우, 도면조사를 기초로 하고 보완을 위한 현장조사를 실시하였다. 평가가 이루어진 시기는 2012년 6~10월까지 5개월간이었다.

III. 연구결과

1. 공원녹지 현황 평가 결과

1) 전체 평가 결과

공원녹지의 현황을 평가하기 위해 생태성 요소, 기후변화 대응요소 2개 부문의 9가지 대분류, 35개의 중분류 평가 요소를 18개 대상지에 적용하여 평가해본 결과(Table 3 참조), 평가요소 전체적으로 볼 때, 자연지반 녹지면적 등이 많아 양적인 측면에서는 생태성과 기후변화 대응성이 높은 것으로 보이나, 식재구조, 덩불숭 비율, 주변 녹지연계성, 바람길 고려, 탄소흡수를 높은 수준, 물 순환, 에너지, 탄소저장율과 같은 질적인 측면에서는, 생태성과 기후변화 대응성이 매우 낮은 것으로 나타나, 앞으로 생태적 가치와 함께 기후변화 대응성을 높이는 녹지 조성기법의 적용이 필요한 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 생태성요소와 기후변화대응요소 2개 부문으로 구분하여 평가하였으나, 각 부문별 종합 점수는 평가하지 않았다.

이는, 요소별 평가방법이 다르고, 최종 점수화 방법이 면적의 비율·개수의 비율·단순 현황 파악 등으로 다양하게 평가되고 있어, 전체적인 점수로 합치기에는 문제가 있는 것으로 판단되었기 때문이다.

2) 생태성 요소 평가 결과

생태성 요소 평가 결과를 살펴보면, 생태성 요소의 첫 번째 요소인 ‘토지이용’의 ‘원형보전립면적’ 요소에 있어서, 산지형공원은 2개소이며,

전체면적 대비 각각 56%와 67%의 원형보전립면적을 보이고 있다. 두 공원 평균 61% 수준으로서, 산지형 공원의 경우 공원면적의 60% 이상이 원형보전립으로 확보되어 생태성은 높은 편으로 분석되었다.

‘자연지반 녹지면적’에 있어서는, 공원에서의 자연지반 녹지면적도 약 72%수준으로 높은 것으로 나타났으며, 시설녹지는 98%로 공원보다 높았다. 전체적으로는 80%로서 양호한 자연지반 녹지면적을 유지하고 있어, 토지이용 측면에서는 양호한 생태성을 보이고 있었다.

또한, 자연지반 녹지면적에서 수목이 식재되어 있는 ‘수림대면적’과 ‘잔디면적’을 조사한 결과, 수림대 면적은 자연지반 녹지면적의 평균 79%로, 자연지반 녹지의 대부분이 수림대로 조성되어 있어 생태성이 높은 것으로 분석되었으며, 잔디면적은 평균 21%로, 녹지면적의 1/5은 잔디인 것으로 조사되었다. 시설녹지 역시, 5%수준만 잔디로 나타나, 대부분이 수림대로 구성되어 있는 것으로 나타났다.

‘인공지반 녹지면적’에 있어서는, 2개의 대상지에서만 인공지반 녹지면적이 조성되어 있는 것으로 나타났으며, 평균 0.46% 수준으로 공원에서 인공지반으로 이루어진 녹지면적은 거의 없어, 현재까지는 도시공원과 녹지의 경우, 자연지반 녹지로 유지되는 것으로 분석되었다. 특히 현장조사 결과, 공원 지하에 주차장과 같은 인공공간으로 활용하지 않고 건물의 옥상녹화와 수경시설의 상부를 잔디광장으로 조성한 좋은 사례로 앞으로도 이와 같은 노력이 이루어져야 할 것이다.

‘공원시설물 면적’은, 평균 27% 수준의 공원면적을 나타내고 있으며, 대부분의 공원들이 법률에서 규정하고 있는 공원시설 면적보다 비교적 낮은 시설면적을 조성하고 있었다.

‘투수성 포장면적’에 있어서는, 평균 46% 수준의 투수포장율이 나타나, 공원면적의 절반에도 미치지 못하는 것으로 나타났다. 도시자연공

Table 3. Overall assessment results of each type of sites studied.

Category	Assessment components		Children's park	Neighborhood park		Urban natural park zone	Theme parks		Mean (Parks)		Green	Overall Mean					
	Classification	Sub-category		Mount ainous	Flat		Mount ainous	Flat	Mount ainous	Flat							
Ecological components	Land use	Conservation forest area(%)(mountainous land)	-	Mount ainous 61	Flat -	-	-	Mount ainous 61	Flat -	-	-	-					
		Natural-soil green-coverage area(%)	Forest zone area(%)	62	83	74	87	83	97	72	49	72	71	98	95	80	79
			Lawn area(%)	17	17	13	13	3	3	51	51	29	29	5	5	21	21
		Artificial-ground green-zone area(%)		0	0	0.15	0.15	0	0	1.53	1.53	0.69	0.69	0	0	0.46	0.46
		Area of park facilities(%)		39.47	39.47	29.97	29.97	0.73	0.73	23.77	23.77	26.53	26.53	-	-	-	-
		Area of permeable pavement(%)		75	75	47.63	47.63	20.56	20.56	37.69	37.69	45.80	45.80	-	-	-	-
	Connectivity with surrounding green zones	Bilateral connectivity(Number of sites/%)		0	0	0	0	100	100	60	60	33.33	33.33	33.33	33.33		
		Unilateral connectivity(Number of sites/%)		50	50	0	0	0	0	20	20	16.67	16.67	33.33	33.33	22.22	22.22
		Independent type (Number of sites/%)		50	50	100	100	0	0	20	20	50	50	33.33	33.33	44.44	44.44
	Forest zone (vegetation)	Planted tree species(%)	Bush(%)	18.67	18.67	35.35	35.35	80.36	80.36	3.59	3.59	23.09	23.09	5.41	5.41	17.20	17.20
			Native tree species & autochthon (%)	57.4	57.4	41.9	41.9	50.4	50.4	79.5	79.5	60.86	60.86	70.32	70.32	64.01	64.01
			Foreign tree species (%)	42.6	42.6	58.1	58.1	49.6	49.6	20.5	20.5	39.14	39.14	29.69	29.69	35.99	35.99
		Age classes (1~6)	Mountainous land (age classes)	0	0	4-5	4-5	3	3	2-3	2-3	2-5	2-5	0	0	2-5	2-5
			Flat land(age classes)	1-2	1-2	2-3	2-3	2	2	1-2	1-2	1-3	1-3	1-2	1-2	1-3	1-3
		Planting structure (%)	3-layer structure (%)	11.99	11.99	46.37	46.37	84.64	84.64	15.12	15.12	30.81	30.81	4.89	4.89	22.17	22.17
	2-layer structure (%)		35.86	35.86	17.50	17.50	6.68	6.68	44.15	44.15	30.76	30.76	32.45	32.45	31.32	31.32	
	1-layer structure(%)		52.15	52.15	36.13	36.13	8.68	8.68	40.73	40.73	38.43	38.43	62.67	62.67	46.51	46.51	
	Water body	Stream (Number of sites/%)		0	0	25	25	0	0	33.33	33.33	25	25	-	-	-	-
		Lake & pond(Number of sites/%)		0	0	0	0	100	100	16.67	16.67	16.67	16.67	-	-	-	-
		Wetland & ecological ponds(%)		0	0	25	25	100	100	16.67	16.67	25	25	-	-	-	-
	Responsiveness to climate change	Land use	Conservation forest area(%)(mountainous land)	-	Mount ainous 61.4	Flat -	-	-	Mount ainous 61.4	Flat -	-	-	-	-			
Natural-soil green-coverage area(%)			Forest zone area(%)	62	83	74	87	83	97	72	49	72	71	98	95	80	79
			Lawn area(%)	17	17	13	13	3	3	51	51	29	29	5	5	21	21
Area of park facilities (%)			39.47	39.47	29.97	29.97	0.73	0.73	23.77	23.77	26.53	26.53	-	-	-	-	
Area of permeable pavement (%)			75	75	47.63	47.63	20.56	20.56	37.69	37.69	45.80	45.80	-	-	-	-	
Whether wind paths are considered (location & placement of facilities) or not			50	50	0	0	0	0	0	0	8.33	8.33	-	-	-	-	
Forest zone (vegetation)		Planted tree species (tree species with high carbon absorption rates) (%)		13.3	13.3	15.28	15.28	34.6	34.6	16.18	16.18	16.93	16.93	25.77	25.77	19.88	19.88
		Age classes (1~6)	Mountainous land (age classes)	0	0	4-5	4-5	3	3	2-3	2-3	2-5	2-5	0	0	2-5	2-5
			Flat land(age classes)	1-2	1-2	2-3	2-3	2	2	1-2	1-2	1-3	1-3	1-2	1-2	1-3	1-3
		Planting structure (%)	3-layer structure (%)	11.99	11.99	46.37	46.37	84.64	84.64	15.12	15.12	30.81	30.81	4.89	4.89	22.17	22.17
			2-layer structure (%)	35.86	35.86	17.50	17.50	6.68	6.68	44.15	44.15	30.76	30.76	32.45	32.45	31.32	31.32
1-layer structure(%)		52.15	52.15	36.13	36.13	8.68	8.68	40.73	40.73	38.43	38.43	62.67	62.67	46.51	46.51		
Water cycle		Rain-water facilities (detention ponds & permeable pavement)(Number of sites/%)		0	0	25	25	0	0	20	20	16.67	16.67	-	-	-	-
		Rainwater detention ponds applied (wholly and partly)(Number of sites/%)		0	0	0	0	100	100	20	20	16.67	16.67	-	-	-	-
		Water bodies adopted (water-body area)(%)		1.05	1.05	0.12	0.12	4.94	4.94	0.97	0.97	1.03	1.03	-	-	-	-
Energy	Renewable energy sources, e. g. solar, geothermal and wind-power energy applied (Number of sites/ % / power-generation capacity)		0	0	25	25	0	0	0	0	8.33	8.33	-	-	-	-	
Carbon storage capacity	Carbon storage capacity (%)		59.44	59.44	72.31	72.31	97.16	97.16	38.85	38.85	58.29	58.29	67.80	67.80	61.46	61.46	

원구역의 경우는, 대부분의 면적이 자연산림인데도 불구하고 투수성 포장면적율이 매우 낮게 나타나, 앞으로 적극적인 투수성 포장 적용이 필요한 것으로 판단되었다.

‘주변녹지 연계성’에 있어서는, 공원의 경우 절반이 고립된 독립형으로 나타났고, 시설녹지는 1/3이 고립된 독립형, 공원과 녹지 전체적으로는 44%가 고립된 독립형으로 나타나, 도시내 녹지연계성이 떨어지며, 섬처럼 고립된 녹지로 생태적 가치가 상당히 낮은 것으로 분석되었다.

다음으로 ‘수림대(식생)’의 ‘식재수종’ 요소에 있어서, ‘덤불숲 비율’은 평균 17% 수준으로 낮게 나타났으며, 시설녹지의 경우 공원보다 현저히 낮은 것으로 나타났는데, 이는 시설녹지가 대부분 교목의 식재로 이루어져 있기 때문으로 나타났다. ‘향토종·자생종’은 평균 64% 수준으로 나타나 대상지의 향토종·자생종 비율은 전체의 2/3 수준으로 나타났으며, 공원 전체로는 61%수준, 시설녹지의 경우는 70%로서 공원에 비해서는 약간 높은 것으로 나타났으나, 거의 유사한 수준이었다. 외래종은 평균 36% 수준으로 나타나, 외래종의 비율이 전체의 1/3 수준으로 나타났다.

‘영급’에 있어서는, 산림의 경우 평균 3영급(2-5영급)으로 조사되었으며, 인공조성림의 경우 평균 2영급(1-3영급)으로 조사되었다. 인공조성림의 경우, 수목을 어린 묘목으로 식재한 경우는 현재 1영급 수준, 교목과 같은 그늘 목으로 식재한 경우 2영급 수준으로 나타나는 것으로 분석되었으며, 공원의 조성년도가 오래될수록 영급이 높았다.

‘식재구조’에 있어서는, 전체적으로 1층구조의 면적이 47%, 2층구조의 면적이 31%, 3층구조의 면적이 22%로 나타나, 1층구조의 식재구조가 절반수준으로 가장 많은 비율을 보이고 있어 생태적인 가치가 매우 떨어지는 것으로 조사되었다. 즉, 자연수림대에 가까운 3층구조의 식재구조는 전체의 1/5 수준에 불과하였다. 시설녹지의 경우



Figure 1. 3-layer planting structure case.

도 3층구조는 거의 없고, 63%수준이 1층구조로 나타나, 공원보다 현저히 낮아, 앞으로 자연수림대와 유사한 식재구조의 식재노력이 필요하며, 현장조사 결과시, 대상지 조성시에는 다층식재구조로 조성하였으나, 지속적인 유지·관리가 이루어지지 않아 1,2층 구조로 퇴화하는 상태가 많이 나타나 앞으로 조성시의 노력은 물론, 조성 후의 지속적인 유지·관리 방안 마련도 필요한 것으로 판단되었다.

생태성 요소의 마지막인, ‘수체도입’ 요소는 12개 공원에서 6개소 8종의 수체가 도입되고 있으며, ‘하천’수계의 도입 3곳, ‘호수·연못’ 등의 도입 2곳, ‘습지·생태연못’의 도입 3곳으로 나타나, 전체 공원의 절반에서만 수체도입이 나타나고 있었다. 대부분의 공원에서 자연수계가 없어 관정 또는 상수를 활용한 수경시설이었고, 포장된 수로에는 식생 이입 및 야생동물 이용이 어려워 생태성 향상을 위한 기반 확보가 미흡한 것으로 나타났다.

3) 기후변화 대응 요소 평가 결과

기후변화 대응 요소 평가 결과를 살펴보면, 생태성 요소의 첫 번째 요소인 ‘토지이용’의 경우, 생태성 요소와 결과가 거의 동일하나, ‘바람길 고려’요소는, 공원에서 배려가 거의 없는(5.6% 수준) 것으로 나타났다.

‘수림대(식생)’에서, ‘영급’과 ‘식재구조’는 생태성 요소와 결과가 동일하나, ‘식재수종(탄소흡수율이 높은 수종)’에 있어서, 공원의 경우 17%, 시설녹지의 경우 26%, 전체적으로 20% 수준으로 매우 낮은 것으로 나타났으며, 공원이 시설녹지보다 더 낮은 수준으로 분석되었다. 앞으로 도시내 유일한 면적 녹지인 공원과 시설녹지에는 탄소흡수율이 높은 수종의 식재가 추가적으로 고려되어야 할 것이다.

‘물 순환’에서는, ‘우수활용시설’에 있어서는, 2개 공원에서만 우수활용시설을 도입(17%)하고 있는 것으로 분석되었으며, ‘저류지 활용’에 있어서도, 역시 2개 공원에서만 대상지 전체나 대상지의 일부를 저류지로 활용(17%)하고 있는 것으로 분석되어, 대부분의 도시공원에서는 우수활용시설과 저류지를 도입하지 않은 것으로 조사되었다. ‘수체의 도입’에 있어서는, 12개 도시공원 중 6개 공원(50%)에서 수체를 도입하고 있는 것으로 나타났으며, 수체면적으로는 전체 평균 1%로 매우 적은 면적인 것으로 분석되었다.

‘에너지’의 경우도, 공원에서의 ‘신재생에너지의 활용’이 1개공원(8%)에서만 신재생에너지를 활용하고 있어 매우 낮은 수준으로 나타났다.

‘탄소저장율’을 살펴보면, 공원의 경우, 산림



Figure 2. Renewable energy utilization case.

에서의 저장율 대비 58% 수준, 시설녹지의 경우 68% 수준으로, 시설녹지가 공원보다는 높으나, 전체적으로 61% 수준에 불과하여, 앞으로 입체적 구조의 수림대 조성을 넓히고, 탄소저장율이 높은 수종의 식재를 통해 기후변화 대응능력을 높여야 할 것으로 나타났다.

4) 공원 유형별 평가 결과

다음으로, 공원별로 살펴보면, 첫째, ‘어린이공원’의 경우, 자연지반 녹지면적이 62%로 가장 낮게 나타났으며, 이에 따라 공원시설물의 면적도 40%로 가장 높았다. 덩불숲 비율도 낮으며, 영급도 1-2영급으로 가장 낮고, 식재구조에서 3층구조 이상의 입체구조가 12%에 불과하며, 반대로, 1층구조가 53%로 가장 높아, 생태성과 기후변화 대응성이 공원 중 가장 낮은 것으로 분석되었다.

또한, 탄소흡수율이 높은 수종의 식재 비율도 13% 수준으로 가장 낮아 탄소저장율이 산림에 비해 59%에 불과하였다.

둘째, ‘근린공원’의 경우, 생태성 측면에서는 주변녹지 연계성이 전혀 없는 고립된 독립형이었으며, 외래종 수종의 식재비율이 58%로 가장 높게 나타나 문제점으로 판단되며, 기후변화 대응 측면에서는 탄소흡수율이 높은 수종이 15%로 낮으나, 신재생에너지의 활용은 유일하게 이루어지고 있고, 탄소저장율 비율(72%)은 도시자연공원구역을 제외하고는 두 번째 순위였다.

셋째, ‘도시자연공원구역’의 경우, 자연지반 녹지면적이 83% 수준으로 가장 높은 것뿐 아니라, 거의 모든 항목에서 산림과 유사한 수준으로 생태성과 기후변화 대응성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 다만, 외래수종의 식재비율이 50%로 식재수종의 절반으로 나타나, 앞으로 향토종·자생종의 수종갱신이 필요한 것으로 나타났다.

넷째, ‘주체공원’의 경우, 대부분의 항목에서 평가결과가 중간수준으로 나타나고 있으나, 덩

불숲의 비율이 4%로 가장 낮고, 식재구조에서도 1-2층의 단순구조가 85%로 매우 높으며, 탄소흡수율이 높은 수종의 식재비율도 낮아, 탄소저장율 비율도 39% 수준으로 공원 중 가장 낮아, 주제공원도 생태성과 기후변화 대응성이 공원 중 제일 낮은 것으로 분석되었다.

IV. 결 론

본 연구는 도시공원녹지 현황 평가 요소를 설정하여, 사례대상지의 공원녹지 현황을 평가하고, 이를 토대로 문제점과 공원녹지의 양과 질을 높여, 도시 내 공원과 녹지가 생태성을 확보하고 기후변화에 대응할 수 있는 방안을 제안하는데 그 목적이 있었다.

연구결과, 자연지반 녹지면적 등이 많아 양적인 측면에서는 생태성과 기후변화 대응성이 높은 것으로 보이거나 질적인 측면에서는 생태성과 기후변화 대응성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구의 결과에 미루어볼 때 향후 도시공원녹지의 생태적 가치를 더욱 높이기 위해서는 부지의 원형녹지를 최대한 보전하고, 녹지를 주변 녹지와 연결성을 높여야 할 것이며, 또한, 자연지반을 최대한 확보하고 다층구조의 식재 및 수체를 확보하여야 할 것이다. 기후변화 대응성을 높이기 위해서는 지역 향토종을 고려하면서, 동시에 탄소저장율이 높은 수종을 식재하고, 저류지 확보 등 계획 초기 단계부터 기후변화 대응을 위한 노력이 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 연구기간과 비용의 한계로 다양한 도시공원녹지를 사례지로 선정하지 못한 한계와 평가요소의 종합적 평가에 대한 어려움 등의 한계가 있으나, 이 분야의 기초 자료로서 활용이 가능할 것이며, 향후 유형별로 사례대상지를 늘리고 평가방법의 보완 및 개선을 통한 심도 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

인 용 문 헌

- National Land Planning and Utilization Act.
Act on Urban Parks, Greenbelts, ETC.
Act on the Promotion of the Development, Use and Diffusion of New and Renewable Energy.
Ministry of Environment. 2012. Development of climate change adaptation and management technique, and supportive system.
- Ban, Y. U. · Youn, J. S. · Jeong, J. H. · Woo, H. M. · Joo, K. S. · Choi, N. R. · Kim, Y. M. and Baek, J. I. 2011. Urban Planning Strategies in Integrated Response to Climate Change through Expert Survey. Seoul Studies. Vol.12, No.4, pp. 41-63.
- Hwang, H. Y. · Jang, Y. H. and Hwang, H. J. 2009. Development and Application of an Ecological Assessment Model in Urban : case of Cheongju. Journal of Korea Planners Association. Vol. 44, No. 6, pp. 183-195.
- Jeong, S. Y. and Kim, K. B. 2006. Urban Ecological Park Design: A Case of Namsan Rehabilitation Project. Seoul Studies. Vol.7, No.1, pp. 101-122.
- Kim, E. L. 2005. A Study on the Evaluation of Ecological properties for the Urban neighborhood park -In the case of Songpa-Gu, Seoul-. Master's Thesis, Hanyang University.
- Kim, J. H. · Han, B. H. and Lee, K. J. 2006. Development of Urban Ecosystem Evaluation Considering Biotop type. Journal of Korea Planners Association. Vol. 41, No. 1, pp. 167-184.
- Lee, J. J. and Choi, S. H. 2009. A Study on the Development of the Planning Indicator for Carbon Neutral on the District Unit Plan. Journal of Korea Planners Association. Vol. 44, No. 4, pp. 119-131.

- Lee, J. S. · Lee, S. K. · Han, J. · Song, Y. H. · Kim, O. K. and Hwang, H. Y. 2008. The Awareness of Ecological Contribution, Construction and Cost Efficiency on the Planning Elements of Ecological Housing Complex. *Journal of Architectural Institute of Korea*. Vol.24, No.4, pp. 63-70.
- Park, E. J. and Jwa, S. H. 2009. Quantification of CO₂ Uptake by Urban Trees and Greenspace Management for C Sequestration. *Gyeonggi Research Institute*. Vol. 2009, No. 11.
- Park, H. S. 2010. A study on the Planning Indicators of Low Carbon New Town for Climate Change. Master's Thesis, Inha University.
- Sung, H. C. 2007. Recommendations for the Improved Urban Park Policy in Gyeonggi Province through Analyzing Designation and Creation Rationale. *Journal of Korean Society of Rural Planning*. Vol.13, No.3, pp. 111-122.
- Sung, H. C. and Hwang, S. Y. 2012. A Study on the Urban Ecosystem Assessment for 31 Cities & Counties around the Capital. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*. Vol.15, No.5, pp. 165-176.
- Torstein Våland · Willy Bartholdsen · Morten Ottestad and Magne Våge, GRIMSTAD RENEWABLE ENERGY PARK, Agder University College, NO-4878 Grimstad, Norway. <http://ieahia.org/pdfs/grimstad.pdf>.
- Yaling Qian, Ronald F. Follett, John M. Kimble (2009) Soil Organic Carbon Input from Urban Turfgrasses, *Soil Science Society Of America Journal*, 74(2), 366-371.
- Yeom, I. S. 2011. Development and Application of Evaluation Model for Planning System of Low-Carbon Green City on Climate Change. Ph.D. Dissertation, ChungNam National University.
- Yoon, Y. H. 2003. Forest Stratification Effect of Air Temperature and Humidity in the Green Space. *Korean Journal of Environmental Biology*. Vol.21, No.2, pp. 120-125.
- Yu, I. P. 2007. A Study on Planning and Design Factors for Ecological Use of Storm Water Facility in Urban Park. Ph. D. Dissertation, SangMyung University.