

GIS와 AHP 의사결정 방법을 이용한 도시 근린 공원의 입지 분석

홍성언* · 박수홍**

Analyzing the Location of Urban Neighborhood Parks Using GIS and AHP Techniques

Sungeon Hong* and Soohong Park**

요약 : 도시민들은 생활의 편리성·쾌적성·안전성을 극대화하면서 도시 기반 시설과 공공 편의 시설을 이용할 수 있어야 한다. 그러나 지금까지 도시내 오픈스페이스인 도시 공원 시설을 조성함에 있어서 적정성, 효율성, 접근성, 공정성, 이용성향의 수용 등과 같은 질적 기준이 아닌 인구 1인당 면적기준과 같은 양적 기준이 적용되어 도시 근린 공원의 경우 실제적인 시민의 효율적 이용이나 도시내에서 접근이 용이하지 않은 실정이다. 또한 유치 거리를 적용시킨 법적 기준에 의해 이용자에 대한 고려나 지리적인 특수한 상황을 무시한 일률적인 적용이 이루어지고 있으며, 더욱이 이러한 규정에도 미치지 못하는 근린 공원이 조성되어서 공원배분은 질적인 기준들에 지극히 맞지 않는 실정이다.

본 연구에서는 GIS의 공간분석 기능 등을 활용하여 사례지역 도시 근린 공원의 공간적인 형평성, 분포균형 등의 분포특성을 분석하고, 공원입지 필요지역을 선별한다. 이렇게 선별된 지역에 대하여 객관적인 평가기준과 AHP 의사결정 방법을 이용하여 공원입지 가능지역을 분석하고자 한다.

주요어 : 도시 공원 시설, 도시 근린 공원, 공간분석, AHP

Abstract : City's inhabitants should be able to utilize a variety of urban infrastructures and public facilities in a way of possessing the convenience, amenity, and safety of urban life. Most of the city government, however has established a policy for making and providing urban park facilities based on a very simple quantitative criteria rather than the qualitative criteria such as appropriateness, utility, accessibility, equity so far. Especially in the case of urban neighborhood parks, the usefulness to the inhabitant and accessibility to the parks may be questionable.

In this study, we intended to analyze the spatial equity and distribution characteristics of urban neighborhood parks and to select several potential facility sites required in the study area using GIS's spatial analysis functions. Finally this study analyzes the possible location of an urban neighborhood park in terms of objective criteria and AHP techniques.

Key Words : urban park facilities, urban neighborhood parks, spatial analysis, AHP

1. 서론

고도 산업사회로의 변화에 따른 도시환경의 악화와 삶의 질에 대한 관심이 높아짐에 따라 휴식과 여가활동을 위한 도시내 오픈스페이스(open space)에 대한 요구가 증대되고 있다. 그러나, 토지

자원의 제한과 토지가격의 상승으로 대형 공원의 조성을 통한 도시내 오픈스페이스 확충은 매우 어려운 실정이다. 서울시의 「공원녹지 확충 5개년 계획」(1996)에서는 이러한 점을 감안하여 대형공원 위주의 공원 정책방향을 거꾸주 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 소규모 도보권 도시공원의 연결체제

* 인하대학교 지리정보공학과 박사과정(Ph. D. Candidate, Dept. of GeoInformatic Engineering, Inha University), hongsu2005@hanmail.net

** 인하대학교 지리정보공학과 조교수(Assistant Professor, Dept. of GeoInformatic Engineering, Inha University), shpark@inha.ac.kr

구축 위주로 전환하였다(조규현 · 이인성, 2001).

도시민들은 생활의 편리성 · 쾌적성 · 안전성을 극대화하면서 도시 기반 시설과 공공 편의 시설을 이용할 수 있어야 한다. 그러나 지금까지 도시 공원 시설을 조성함에 있어서 적정성, 효율성, 접근성, 공정성, 이용성향의 수용 등과 같은 질적 기준이 아닌 인구 1인당 면적기준과 같은 양적 기준이 적용되어 도시 근린 공원의 경우 실질적인 시민의 효율적 이용이나 도시내에서 접근이 용이하지 않은 실정이다. 또한 유치거리를 적용시킨 법적 기준(도시공원법 시행규칙 3, 4조)으로 인하여 이용자에 대한 고려나 지리적인 특수한 상황을 무시한 일률적인 적용이 이루어지고 있으며, 더욱이 이러한 규정에도 미치지 못하는 근린 공원이 조성되어, 공원 배분은 질적인 기준들에 지극히 맞지 않는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 GIS의 공간분석 기능 등을 활용하여 소규모 도보권 도시 근린 공원의 공간적인 형평성, 분포균형 등의 분포특성을 분석한다. 이러한 분석을 기반으로 하여 공원입지 필요지역을 선별한 후 객관적이고 효율적인 평가기준과 AHP 의사결정 방법을 이용하여 공원입지 가능 지역을 분석해 보고자 한다.

GIS와 AHP 의사결정 방법을 이용한 공원의 입지분석에 관한 선행 연구를 고찰해 보면, 기존 도시공원 및 도시공원 시공 후에 발생될 문제점 분석(장동수, 1995; 허미선 · 진양교, 1996) 또는 도시공원 분석에서 가장 중요하다고 할 수 있는 접근성 분석 등에 GIS 공간분석 기능 등을 이용한 연구가 있었다(장동규 · 김남규, 1996). 그리고, AHP 의사결정 방법을 적용시켜 도시공원 조성시 우선순위 결정(조점임, 1999), 이를 보다 발전시켜 GIS와 AHP 또는 다양한 의사결정 방법들을 연계하여 공원의 입지 분석에 이용하려는 연구가 다양하게 진행되고 있다(황국웅 · 이규완, 2000; 조규현 · 이인성, 2001). 그러나, 이러한 현재의 연구들은 주로 특정 공원을 대상으로 하거나 소규모 연구지역을 대상으로 한 연구로, 폭넓은 지역을 대상으로 기존 공원 시설물들에 대한 공간적인 분포의 적정성 분석이나 소규모 도보권 도시공원을 대상으로 한 입지 분석에 관한 연구는 다양하지 않다. 거주지 주변에 공원을 입지시키기 위해서는 현행 소규모 도

시공원의 입지에 대한 공간적인 형평성이나 분포 특성에 대한 분석과 함께 적정 입지를 평가하기 위한 평가기준과 이에 대한 평가방법 등에 대한 연구가 요구된다.

도보권 도시공원의 경우 영향권의 반경이 비교적 작다는 특징을 가진다. 이러한 특징 때문에 도시공원 이용자의 공원선택의 형태는 무엇보다도 접근성에 의해 가장 큰 영향을 받게 된다. 물론 접근성 이외에도 예산, 지장물 등 현실적인 제약조건들이 고려되어야 하므로 다양한 평가기준들을 종합적으로 고려하여 결정할 필요가 있다.

구체적으로, 본 연구에서는 공원 입지를 분석하는데 있어 가장 중요하다고 할 수 있는 접근성의 평가 방법을 모색하여 보고, 다른 평가기준들에 대해서도 효율적으로 해석할 수 있는 방법론을 제시하고자 하였다. 이러한 방법론들의 신뢰성과 타당성을 평가하고자 민감도 분석을 시행하였고, 가설적으로 선정한 공원 후보입지와 기존 공원시설을 포함시켜 평가 수치를 비교 · 분석하였다. 공원 입지 분석 이전에 선행되어야 할 것이 평가기준(evaluation criteria) 및 가중치(weight)의 산정이다. 이를 위해 관련법률을 검토하고, 문헌연구 및 설문 조사를 시행하였다. 공간분석을 위해 Arc/view, Arc/GIS 등 범용 GIS 소프트웨어를 활용하였고, 민감도 분석에는 AHP 의사결정 전문가 소프트웨어인 Expert Choice를 이용하였다. 데이터는 강남구 토지특성 테이블 구축 자료, 인구통계 데이터, 도모당도, 행정구역도, 수치지도 등을 이용하였다.

2. GIS와 AHP 의사결정

1) 연계 · 이용의 필요성

입지의 결정 및 분석에는 수많은 변수가 이용되기 때문에 다양한 요인의 분석이 요구된다. 다양한 요인들에는 계량화하여 파악이 가능한 정량적 요인과 계량화하기는 어렵지만 입지에 영향을 미치는 정성적 요인을 모두 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 그러나 수학적 모형에 근거를 둔 적정입지선정 기법은 경제적 측면을 강조하기 때문에 공간정보의 중요성을 멀리하는 단일목적의 의사결정

이라 할 수 있다. 이러한 이유로 대안이 분명치 못하다는 단점이 있다(김영·김경환, 2001; 조재영, 2001). 때문에 다양한 의사결정 이론과 GIS를 연계하여 입지분석에 많이 이용되고 있다.

다기준 의사결정(MCDM: Multicriteria Decision Making)의 경우, 선택 가능한 여러 대안(alternative)들 중에서 미리 정한 기준(criteria)에 가장 잘 맞는 하나의 대안을 선택하는 것을 의미하는데, 이것은 다속성 의사결정(MADM: Multiattribute Decision Making)과 다목적 의사결정(MODM: Multiobjective Decision Making)으로 분류할 수 있다. 여기서, GIS에 기반한 다기준 의사결정의 경우는 공간 다기준 의사결정과 상호 교환적인 의미로 사용된다(Makczewski, 1999). GIS는 모든 종류의 공간정보를 관리하는 편리한 도구이다. 때문에 다기준 의사결정과 연계·이용될 경우 공간자료의 입력, 저장, 분석, 편집, 출력 등의 기능을 제공해준다. GIS와 다기준 의사결정의 연계·이용은 지금까지 사용되어온 공간적인 위치결정문제에 대하여 보다더 합리적이고, 객관적이며, 편향되지 않은 접근방법을 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(황국웅·이규완, 2000). 결국, 공간문제에 대한 의사결정도구로서 GIS와 다기준 의사결정의 연계·이용은 각자가 가진 장점을 충분히 발휘하는 접근방법이 될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 도시근린 공원의 공간적인 형평성, 분포특성 등을 분석하는데 있어 GIS의 공간분석 기능을 이용하였다. 그리고, 유한개의 대안들의 집합에서 하나의 대안이나 그와 선호도가 같은 몇 개의 대안을 선정하는 다속성 의사결정(MADM: Multiattribute Decision Making) 방법 중 가장 일반적으로 이용되고 있는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 의사결정 방법을 이용하였다.

2) AHP 의사결정

AHP 의사결정 방법은 다요소 의사결정 방법 중에서 가장 널리 쓰이는 방법이다. 이 방법은 Saaty(1980)에 의해 개발되었는데, 분석과정이 간단하고, 요소(element)나 대안(alternative)의 중요도 평가 과정에서 쌍대비교(pairwise comparison)를 함으로써 의사결정자의 선호정보를 얻기가 용이하며, 분석과정의 특성상 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 고려하기가 용이하다는 장점을 가지고 있어

여러 분야에서 폭넓게 활용되고 있다(김성희, 2002). 의사결정자는 문제해결을 위해 가장 먼저, 의사결정 계층구조를 구축해야 한다. 계층은 적어도 3개를 갖게 되는데, 최상위에는 문제의 목표(goal)가 있고, 중앙에는 대안을 정의하는 여러 가지 기준(criteria)들이 있으며, 최하위에는 여러 가지 대안(alternative)들이 있게 된다. 일반적으로 다음과 같은 의사결정 단계를 통하여 대안을 도출한다.

Step 1. 의사결정 계층의 확립

Step 2. 각 계층 내에서 의사결정 요소들간의 쌍대비교

Step 3. 쌍대비교 행렬로부터 의사결정 요소간의 상대적 중요도 계산

Step 4. 판단의 일관성 측정

Step 5. 계층구조의 종합화를 통한 대안들의 종합적 우선순위(ranking) 결정

3) 가중치 부여 방식

가중치를 부여하는 방식에는 요소 서열화 방식(ranking method), 비율평가 방식(rating method), 쌍대비교 방식(pairwise comparison method), 절충분석 방식(trade-off analysis method) 등이 있다. 본 연구에서는 두 가지 기준을 동시에 고려할 수 있다는 장점이 있고, 다른 방식에 비하여 이론적인 근거가 명확하며, GIS 기반의 의사결정 문제에 있어 적용이 가장 용이한 쌍대비교 방식을 이용하였다.

평가기준에 대한 가중치의 산정방법은 다음과 같은 절차를 따른다. 먼저, 쌍대비교 행렬 각각의 열값을 합한다. 그런 다음 쌍대비교 행렬에서 각각의 요소를 열의 합으로 나뉘준 후 쌍대비교 행렬의 각 행에서 요소들의 평균을 산출한다. 이런 절차를 통해 나온 최종 평균값이 쌍대비교 방법을 통해 관련 가중치를 산정 한 것이다(표 1).

각 기준들에 대한 가중치를 구한 다음, 일관성 비율(CR: Consistency Ratio)을 산출한다. 일관성 비율은 쌍대비교가 모순이 없는지에 대한 것을 평가하는 것으로 값이 0.1보다 작게 산출되어야 쌍대비교 행렬 구성에 모순이 없는 것이다. 절차는 다음과 같다. ① 원래의 쌍대비교 행렬의 첫 번째 열 중에서 첫 번째 기준에 대한 가중치를 곱하여 가중치가 부여된 합 벡터(vector)를 결정한다. ② 마찬가지로 마지막 열까지 각 기준의 가중치를 곱하

표 1. 쌍대비교 방법에 의한 가중치 산정

기준	Step 1				Step 2				Step 3
	1	2	...	n	1	2	...	n	Weight
1	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1n}	a ₁₁ /S ₁	a ₁₂ /S ₂	...	a _{1n} /S _n	T ₁ /n
2	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2n}	a ₂₁ /S ₁	a ₂₂ /S ₂	...	a _{2n} /S _n	T ₂ /n
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
n	a _{n1}	a _{n2}	...	a _{nn}	a _{n1} /S ₁	a _{n2} /S ₂	...	a _{nn} /S _n	T _n /n
Σ	S ₁	S ₂	...	S _n	1.0	1.0	...	1.0	1.0

* 여기서 T₁...T_n은 Step 2에서 구한 각 행들의 합을 말한다.

여 가중치가 부여된 행렬을 구한다. 이 행렬에서 행별로 합을 구한다. ③ 가중치가 부여된 합을 가중치로 나누어 일관성 벡터(consistency vector)를 결정한다(식(1) 참고).

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1a_{11} + p_2a_{11} + \dots + p_na_{11} \\ p_1a_{21} + p_2a_{22} + \dots + p_na_{2n} \\ \vdots \\ p_1a_{n1} + p_2a_{n2} + \dots + p_na_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{식(1)}$$

여기서, p_i는 각 기준에 대한 가중치를 말하고, a_{nn}은 각 요소에 해당하는 선호 지수값이다.

3. 입지 분석 방법 및 사례지역 적용

1) 사례지역 및 이용 데이터

본 연구에서는 사례지역을 서울시 강남구로 선정하였다. 강남구에는 현재 수치지형도, 편집지적도, 수치지적도, 위성영상, 공시지가 현황도, 토지특성 테이블 등 전산화 관련 많은 기초데이터가 구축되어 있다. 연구에서는 연구의 효율성을 극대화하고자 기 구축되어 있는 데이터를 최대한 활용하였다. 이용한 데이터는 토지특성 테이블, 편집지적도, 지가데이터, 도로망도, 행정구역도 등이다. 인구통계 데이터는 강남구의 동별 인구데이터를 이용하였다.

2) 대안생성 방법

대안생성은 적정 기준을 적용하여 후보지를 추출하는 것이다. 연구에서는 현행 근린 공원의 공간 분포 특성을 분석하여 실제 근린 공원이 필요한 지역을 추출하고자 먼저 강남구의 공원현황을 파악하였다. 그리고, 도시 공원법에서 규정하고 있는 근린 공원의 설치 기준들을 분석하여 후보지 추출을 위한 적정 기준을 정립하였다. 현재 강남구의 도시 공원은 2003년 1월 현재 표 2와 같이 자연공원이 2개소, 근린 공원이 32개소, 어린이 공원이 63개소로 총 97개소이다. 공원점유 면적 비율로 보면 강남구 전체 면적 39,547km²에서 대략 4,533km²이 공원면적이다.

도시 공원은 기능에 따라 표 3과 같이 설치기준을 정의하고 있다. 여기서, 근린 공원의 경우 근린 생활권은 500m이하, 도보권 근린 공원의 경우는 1,000m이하로 규정하고 있다. 이러한 규정은 공원 입지에 있어 가장 기본적으로 주어지는 요소이다. 따라서, 대안생성시에도 이러한 규정이 적용되어야 한다. 연구에서는 GIS의 공간분석 기능을 이용하여 현행 근린 공원을 중심으로 최대 1,000m로 공간 버퍼링을 하여 공원의 영향을 받지 못하고 있는 지역을 분석하였다(그림 1).

대안 생성을 위한 평가기준의 정의 및 적용은 정형화된 기준 항목과 값이 없다. 때문에 도시 근

표 2. 강남구 공원현황 (2003년 1월 현재)

구분	개 소	점유 면적(m ²)	비 고
자연 공원	2	2,399,752	
근린 공원	32	2,038,221	
어린이 공원	63	95,352	
계	97	4,533,325	

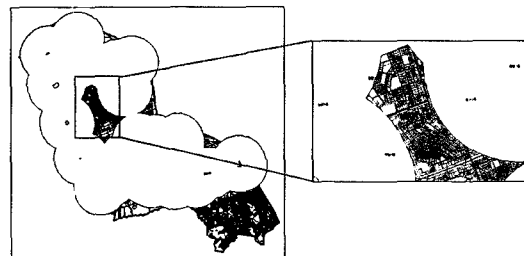


그림 1. 기존 공원의 영향권 분석

린 공원과 관련된 선행 연구(조규현·이인성, 2001; 조점임, 1999; 허미선·진양고, 1996 등 다수)를 고찰하여 정의하였다. 후보 대안을 생성하기 위한 요소로 공시지가현황, 토지이용상황, 도로 접근성 등을 선정하였다. 이러한 세 가지 요소를 가지고 단계적으로 필터링을 하여 적정 공원 후보지를 추출하게 된다. 그림 2는 대안이 생성되는 과정을 나타낸 것이다.

후보지 생성을 위해 위의 3가지 요소를 단계적으로 적용하였다. 먼저, 공원 입지선정을 위해서는 부지 매입에 소요되는 비용요소가 고려되어야 한다. 특히, 연구대상지역(강남구)의 경우 대부분이 고지가를 형성하고 있기 때문에 정확한 비용분석이 이루어져야 할 것이다. 부지 매입비용은 대상지역의 공시지가와 밀접한 관련성을 가지고 있기 때문에 필지들의 평균지가 보다 낮은 필지를 추출

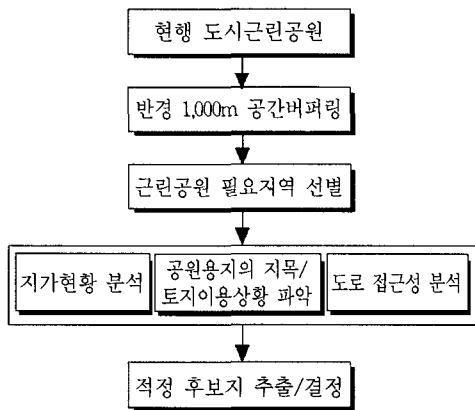


그림 2. 대안 생성 과정

하게 되면 저지가 지역을 추출·분석할 수 있다. 토지이용상황의 경우, 전, 담, 임야, 과수원, 종교용지 또는 잡종지인 토지는 실질적으로는 공원입지를 위해서 가장 적당하다고 할 수 있다. 그러나 현실적으로 대상지역의 경우는 실제 이러한 토지이용은 거의 없다. 때문에, 연구에서는 토지이용상황의 고려에 있어 현실적으로 가장 적절하다고 판단되는 나대지를 추출·분석하였다. 도로 접근성은 공원입지를 결정하는 매우 중요한 요인중의 하나이다. 500m에서 1,000m라는 접근성의 공간적인 범위보다는 실질적인 공원의 접근성이 중요하다. 연구에서의 접근성 분석 방법은 도시 공원법에서 규정하고 있는 규정을 최대한 이용하였다. 즉, 도시공원법 상 도시 근린 공원은 원칙적으로 3면 이상이 도로에 접하도록 설치하여야 한다는 규정을 기반으로 하였다(도시공원법 시행규칙 제4조). 분석 방법은 수치지적도와 도로망도를 중첩(overlay) 분석하여 각 필지별로 도로접면 상황을 실질적으로 파악하였다(그림 3). 이러한 과정을 거쳐 후보 필지들을 추출하고, 표 3에서 규정하고 있는 면적기준을 적용하여 적정 후보 필지들을 합필 과정을 거쳐 최종 후보지 5곳을 가상적 입지로 선정하였다(그림 4).

3) 평가기준 및 가중치 산정

의사결정에 있어 가장 중요한 것은 객관적인 평가기준과 가중치 값이다. 연구에서는 최대한 객관성과 신뢰성을 확보하고자 설문조사를 시행하였다. 설문조사는 2003년 9월 17일부터 2003년 9월 24일까지 진행되었으며, 조사대상자는 공원 입지 분야

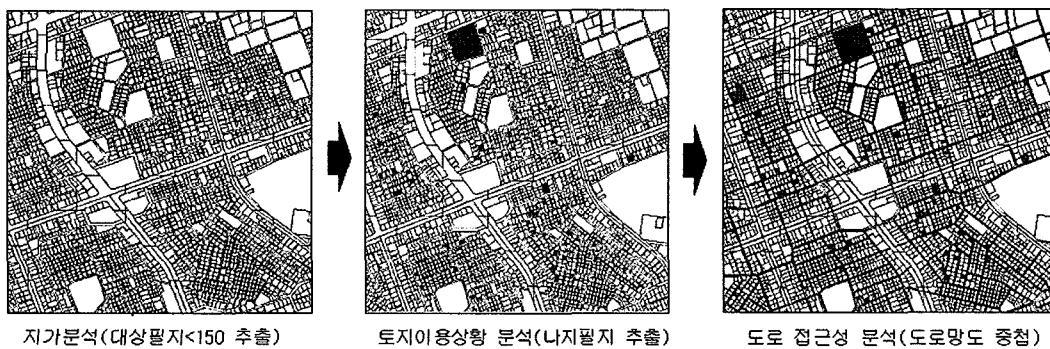


그림 3. 공원입지 후보지 추출 과정

표 3. 도시 공원 설치기준 및 분류

분류	설치목적	주 이용자	주 활동	설치기준	유치거리(m)	면적(m ²)	공원시설 설치종류	비고
어린이 공원	어린이의 보건 및 정서생활 향상에 기여	어린이	유희	제한 없음	250 이하	1,500 이상	도로, 광장, 관리 조경 휴양 유희 운동 시설	
근린공원	주로 근린 거주자의 보건·휴양 및 정서생활의 향상에 기여	근린거주자	일상의 옥외 휴양, 오락 등	"	500 이하	10,000 이상	도로, 광장, 관리 조경 휴양 유희 운동 교양 편익시설	
		도보권 안에 거주하는 자	"	"	1,000 이하	30,000 이상	"	
		도시계획구역 안의 거주자	주말의 옥외 휴양, 오락 등	당해 도시공원의 기능을 충분히 발휘할 수 있는 장소	제한 없음	10만 이상	"	
		광역거주자 (1개 도시계획 구역 초과)	"	"	"	100만 이상	"	
도시자연공원	자연경관지를 보호하고 시민의 보건 휴양 및 정서생활에 기여	일반시민	· 자원의 유지/보전 · 자원의 적절한 이용	자연조건, 역사적 의의가 있는 토지	"	10만 이상 30만 이상 50만 이상	도로, 광장, 관리 조경 휴양 유희 운동 교양 편익시설	
묘지공원	묘지이용자에게 휴식 등을 제공	참배자	정숙한 이용	· 정숙한 장소 · 자연녹지지역	"	10만 이상	도로, 광장, 관리 조경 휴양 편익시설	
체육공원	주로 운동경기나 야외활동 등 체육활동을 통하여 건전한 신체와 정신 함양 목적			당해 도시공원의 기능을 충분히 발휘할 수 있는 장소	"	1만 이상 3만 이상 10만 이상	도로, 광장, 관리 조경 휴양 유희 운동 교양 편익시설	

* 자료 : 도시공원법 제3조, 도시공원법 시행규칙 제4조, 제5조, 제6조, 제8조, 별표 2, 3, 조점임, "도시공원조성에 있어서 계층분석과정(AHP)을 이용한 우선순위 결정에 관한 연구", 동아대학교 산업대학원 석사학위논문, 1999, p.8. 참조.

의 전문가(2인)와 소관청 실무자(8인)을 대상으로 하였다. 설문지의 구성은 먼저 평가기준 요소(인구 밀도, 부지 매입비, 면적, 접근성, 기존 시설과의 거리, 토지이용상황, 경사, 표고, 식생)에 대하여 선택을 하고, 이에 대하여 요소별 상대적 중요도(1: 같다, 3: 조금 중요하다, 5: 중요하다, 7: 매우 중요하다, 9: 절대적으로 중요하다, 2,4,6,8: 중간단계 수준)를 표시하도록 하였다(표 4).

설문조사 분석 결과, 평가기준 항목의 경우, 접근성에 대하여 모든 설문응답자가 선택을 하였다. 그리고, 인구밀도(8명), 토지이용상황(8명), 부지 매입비(6명), 면적(6명), 기존 시설과의 거리(4명), 식생(3명), 경사(2명), 표고(1명) 순으로 선택을 하



그림 4. 최종 후보지 생성

표 4. 쌍대비교 척도

중요도	의미(Definition)
1	A와 B가 동등(Equal importance)
3	A가 B보다 약간 중요(Moderate importance)
5	A가 B보다 중요(Strong importance)
7	A가 B보다 매우 중요(Very strong importance)
9	A가 B보다 절대적으로 중요(Extreme importance)

였다. 여기서, 토지이용상황 평가기준은 대안생성을 위한 제약조건에 포함이 되기 때문에 기준에서 배제를 시켰다. 그리고 대상지역은 경사나 표고, 식생 정도가 비슷하기 때문에 변별력을 줄 수 없고, 모든 평가기준을 고려할 경우, 대안간에 변별력이 떨어질 수 있기 때문에 이러한 요소는 배제하였다.

설문 조사 분석을 기반으로 하여 5개의 평가기준(접근성, 인구밀도, 부지 매입비, 면적, 기존 시설과의 거리)을 확정하였다. 이렇게 확정된 평가기준에 대하여, 설문지 별 즉, 10개의 쌍대비교 행렬을 구성하고, 일관성 비율을 산출하였다. 일관성 비율은 모든 설문지가 0.1보다 작게 산출되어 쌍대비교 행렬 구성에 모순이 없는 것으로 분석되었다. 표 5는 각각의 쌍대비교 행렬을 기하 평균하여 하나의 행렬로 통합한 것이고, 표 6은 이 쌍대비교 행렬로부터 산출된 최종 가중치이다.

평가기준들간의 상대 중요도를 부여하고 가중치가 산출되면, 각 기준들을 동일한 척도(scale)하에서 평가하기 위해 각 기준들이 갖는 속성값의 일반화(normalization)가 필요하다. 즉, 모든 속성값을 0~1사이의 값으로 일반화를 해 주어야 한다. 일반화 방법에는 여러 가지가 있으나 연구에서는 일반적으로 많이 쓰이는 방법중의 하나인 선형변환(linear transformation)방법을 사용하였으며, 이윤척도에 대하여 식(2)를 이용하였고, 비용척도는 식(3)을 이용하여 일반화를 시행하였다(Malczewski, 1999).

연구에서 확정된 평가기준 중 접근성, 인구밀도, 공원면적은 평가수치가 높을수록 양호한 입지조건을 나타내게 된다. 즉, 접근성은 후보지가 도로 라인 사상을 많이 포함할수록, 인구밀도는 일정 범위 내에서 많은 인구수를 포함할수록, 공원면적은 면적이 넓을수록 공원 후보지의 입지조건이 양호하

표 5. 통합된 쌍대비교 행렬

구 분	접근성	인구밀도	부 지 매입비	공원면적	기존시설과의거리
접근성	1	3.04	4.84	5.53	1.93
인구밀도	0.33	1	1.58	1.36	0.75
부지 매입비	0.21	0.67	1	1.07	0.49
공원면적	0.18	0.74	1	1	0.43
기존시설과의거리	0.52	1.34	1	1.76	1

표 6. 최종 가중치

기 준	가 중 치	순 위
접근성	0.469	1
인구밀도	0.150	3
부지매입비	0.101	4
공원면적	0.097	5
기존시설과의거리	0.183	2
CR	0.02 < 0.1	

게 분석된다. 때문에 이러한 기준들이 갖는 속성값들은 이윤척도 식을 이용하여 일반화를 하였다. 그러나, 부지 매입비의 경우는 부지 매입에 소요되는 비용이 적어야 즉, 평가수치가 작을수록 양호한 입지조건을 가지기 때문에 비용척도 식을 이용하여 일반화를 하였다. 그리고, 기존 시설과의 거리 역시, 공원입지 후보지들이 1km를 기준으로 가장 근접해 있는 후보지가 양호한 입지조건을 가지게 되므로 평가수치가 작을수록 입지조건이 양호하게 된다. 따라서, 이 또한 비용척도 식을 이용하여 일반화하였다.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad \text{식(2)}$$

$$r_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\max(1/x_{ij})} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}} \quad \text{식(3)}$$

여기서, r_{ij} 는 일반화 값, x_j^* 는 j 번째 속성의 최대 값, x_j^{\min} 는 j 번째 속성의 최소값을 나타낸다.

4) 대안평가 방법

도보권 도시공원의 경우 상가에서도 기술했듯이 영향권의 반경이 비교적 작다는 특징을 가지기 때

문에 이용자의 공원선택의 형태는 무엇보다도 접근성에 의해 가장 큰 영향을 받게 된다. 또한, 도시공원법에서도 원칙적으로 3면 이상이 도로로 접해야 한다는 규정을 두고 있다. 그러므로 기타의 평가기준보다도 정확하고 효율적인 방법론이 요구된다고 할 수 있다. 접근성을 평가하기 위한 방법은 다양할 것이다. 연구에서는 소규모 도보권 도시 근린공원을 대상으로 하였기 때문에 도로의 폭, 차량의 통행량 등의 접근성 요소들보다는 실제 공원까지 걸어서 접근할 수 있는 도로의 정도 측정이 중요하다. 결국, 공원은 어떤 방향으로든 도로가 발달되어 있어야 한다는 것이다. 이러한 요인을 고려하여, 연구에서는 동일한 영역내에 도로 사상(feature)의 총 길이를 산출하여 접근성의 정도를 평가·분석하였다. 평가 방법은 먼저, 공원(후보지)과 연결된 모든 도로를 검색하고, 후보지의 일정 영역(1km buffer)과 교차하는 도로들을 추출한 후, 도로 사상의 모든 길이를 합산하여 접근성을 평가하였다. 그림 5는 접근성을 평가하기 위한 공간분석 과정을 나타낸 것이다.

인구밀도 평가기준은 공원이 수용할 수 있는 인구수를 평가하는 것이다. 후보지별 인구밀도 평가는 강남구 동단위 인구데이터를 이용하였다. 각 후보지를 중심으로 1km 버퍼링을 하고, 그 안에 인구수를 산출하여 비교·분석을 하였다. 부지 매입비의 평가는 후보지들의 필지별 평균 공시지가를 이용하였다. 이것은 특정 공간분석이나 연산없이 토지특성 테이블 내의 공시지가 데이터를 이용하여 평가하였다. 공원면적의 평가는 후보지들의 합

필 면적을 이용하여 평가하였고, 기존 시설과의 거리에 관한 평가는 각 후보지들과 가장 인접한 근린공원과의 거리를 산출하여 평가하였다.

4. 결과 분석 및 평가

1) 결과 분석

표 7은 각 평가기준들에 대하여 후보지별로 평가한 평가값과 순위를 나타낸 것이다. 이러한 평가값에 설문조사 분석을 통하여 산출한 기준 별 가중치를 반영하여 후보지별 입지 우선 순위 및 적정 입지 정도에 대하여 분석을 하였다. 분석 결과, 1후보지가 0.312, 4후보지가 0.182, 2후보지가 0.173, 3후보지가 0.166, 5후보지가 0.159로 평가 점수(score)를 나타내어 1후보지가 가장 양호한 공원 입지 조건을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이를 구체적으로 분석해 보면, 1 후보지의 경우 다른 후보지와 비교하여 상대적으로 가중치가 높다고 할 수 있는 접근성과 기존 시설과의 거리 기준에서 높은 평가 점수를 나타내었다. 그러나, 인구밀도나 부지 매입비 평가에 있어서는 낮은 평가 점수를 나타내었다. 4후보지는 공원면적과 인구밀도 평가 부분에서 높은 점수를 나타내었다. 그리고, 2후보지는 접근성 평가에서 1후보지 다음으로 높은 평가 점수를 나타냈고, 부지 매입비 평가에서는 가장 높은 평가 수치를 나타냈다.

2) 평가

본 연구에서는 GIS와 AHP 의사결정 방법을 이용하여 도시 근린공원의 입지를 분석하고자 실제 사례지역을 선정하고, 가설적 입지 5곳을 선정 한 후 객관적인 평가기준과 가중치 산정을 통하여 가장 양호한 공원 입지 조건을 가진 후보지를 선정하였다. 이렇게 선정된 후보지의 신뢰성과 타당성을 평가하고자 민감도 분석을 시행하였다. 또한, 실제 동일한 평가기준과 가중치를 인근의 기존 공원입지에 적용·평가하여, 연구에서 가설적 입지로 선정한 후보지들과 비교·분석하였다.

민감도 분석은 가설적으로 도출된 후보지들의 평가 단계에서 어떤 특정 수치(가중치)에 의해서

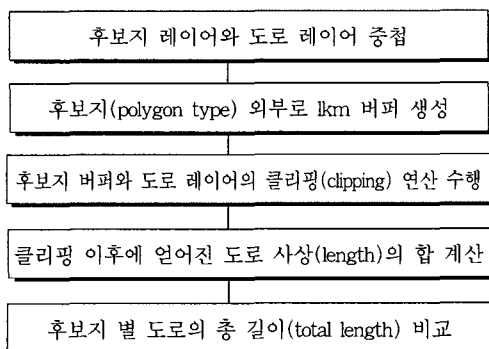


그림 5. 접근성 평가 과정

표 7. 각 평가기준의 평가값과 순위

접근성평가					
구 분	접근성(m)	일반화(normalization) 값			순 위
1후보지	89547.05	0.220			1
2후보지	86788.14	0.213			2
3후보지	79544.18	0.195			3
4후보지	77236.17	0.190			4
5후보지	73790.62	0.181			5
인구밀도평가					
구 분	인구수	일반화 값			순 위
1후보지	57941	0.198			4
2후보지	54619	0.187			5
3후보지	58239	0.199			3
4후보지	58697	0.201			2
5후보지	62612	0.214			1
부지매입비평가					
구 분	공시지가	역수 값	일반화 값	순 위	
1후보지	1530941.18	0.00000065319	0.163	5	
2후보지	1274275.86	0.00000078476	0.196	1	
3후보지	1362428.57	0.00000073398	0.183	3	
4후보지	1380085.11	0.00000072459	0.181	4	
5후보지	1280161.87	0.00000078115	0.195	2	
공원면적평가					
구 분	대지면적(m ²)	일반화 값			순 위
1후보지	12484.65	0.218			2
2후보지	7816.18	0.137			4
3후보지	11912.85	0.208			3
4후보지	17282.11	0.302			1
5후보지	7734.96	0.135			5
기존시설물과의 거리평가					
구 분	접근성(m)	-1km	역수 값	일반화 값	순 위
1후보지	1019.38	19.38	0.05160	0.776	1
2후보지	1233.93	233.93	0.00427	0.063	3
3후보지	1424.93	424.93	0.00235	0.035	5
4후보지	1177.47	177.47	0.00563	0.084	2
5후보지	1285.42	285.42	0.00350	0.052	4

민감하게 순위가 변화하는지 여부의 분석을 통하여 입지 분석에 대한 신뢰성을 확보하는 것이다. 연구에서는 민감도 분석을 위해 AHP 의사결정 전문가 소프트웨어인 Expert Choice를 이용하였다. 그림 6은 평가기준과 이에 대한 가중치를 변화시켜

가며 민감도 분석을 시행하는 그림이다. 가중치를 변화시켜가며, 그림 6에서 우측의 순위를 모니터링(monitoring)한 결과 순위에는 변화가 발생하지 않았다. 따라서, 민감도 분석결과 특정 수치변화에 의해 후보지들의 순위는 민감하게 변화하지 않아

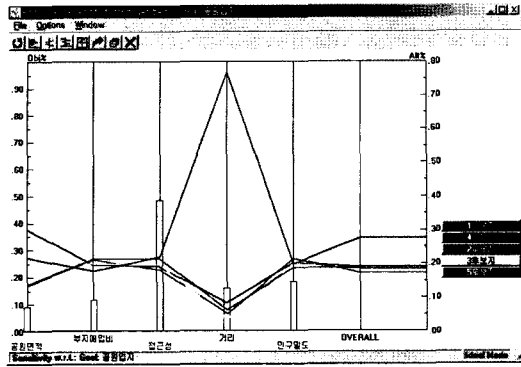


그림 6. 민감도 분석

입지 분석에 있어 신뢰성을 확보 할 수 있었다.

후보지와 기존 공원 시설과의 비교·분석을 위해 인근의 공원 입지 두 곳(기존 공원 1: 논현 2동 239공, 기존 공원 2: 삼성 2동 14공)을 선정하였다. 비교·분석 방법은 후보지 5곳에 기존 공원 시설 두 곳을 포함시켜 동일한 평가기준과 가중치를 적용하여 각 입지의 평가 수치와 순위를 분석하였다(표 8). 분석결과, 1후보지가 0.253, 4후보지가 0.138, 2후보지가 0.126, 3후보지가 0.123, 기존 공원 2가 0.122, 5후보지가 0.116, 기존 공원 1이 0.116의 평가 점수를 나타내었다. 인근의 기존 공원시설을 포함시켰을 경우도 1후보지가 가장 높은 평가 수치를 나타내는 것으로 분석되었다. 결국, 1후보지의 경우, 기존 시설물과 비교할 경우도 입지조건이 양호하다고 할 수 있다.

그러나, 면적이나 기존 공원시설과의 거리에 대한 평가는 상대적인 평가가 될 수 있다. 즉, 면적의 경우, 인근의 기존 공원이 면적이 작을 때는 정확한 평가가 이루어지기 어려울 것이다. 그리고, 기존 공원시설과의 거리의 경우 역시, 후보지는 대안 생성 과정에서 이미 거리적인 접근성이 고려되었기 때문에 문제가 되지 않으나, 기존 공원시설의 경우는 어떤 공원을 선택·평가하는가에 따라 결과가 다를 수 있어 상호 비교에 어려움이 있을 수 있다. 따라서, 정확한 비교·분석을 위해 이러한 두 가지 평가기준을 제외하고 분석을 시행하였다. 그 결과, 2후보지(0.112), 기존 공원2(0.109), 기존 공원1(0.107), 1후보지(0.104), 3후보지(0.098), 4후보지(0.096), 5후보지(0.095) 순으로 결과가 나타났다. 2후보지의 경우, 위의 분석에서는 세 번째로 입지

조건이 양호한 지역이었다. 그러나 기존 공원시설물 두 곳을 포함하고, 접근성, 인구밀도, 부지 매입비 등을 평가한 결과 가장 입지조건이 좋은 지역으로 분석되었다. 그리고, 1후보지의 경우도 기존 시설물과의 평가 점수에서 많은 차이를 보이지 않는다. 분석을 종합해 보면, 기존 시설물에 대해서 동일한 방법을 적용하였을 때 역시, 후보지들이 좋은 입지 조건을 보이는 것으로 분석되어 평가기준과 가중치 산정, 대안생성 등에 있어 타당성이 있다고 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 GIS를 활용하여 도시 근린 공원의 공간적인 형평성, 분포균형 등의 분석을 통해 공원입지 필요지역을 선별하였다. 그리고, 이렇게 선별된 지역에 대하여 객관적이고 효율적인 평가기준과 AHP 의사결정 방법을 이용하여 공원입지 가능 지역을 분석·제시하였다.

연구의 입지 분석 방법을 적용하기 위해 사례지역으로 강남구를 선정하고, 분석·선정된 공원 필요지역에 대하여 토지이용상황, 공시지가, 도로 접근성 등을 분석하여 가설적 공원입지 후보지 5곳을 대안으로 생성하여 보았다. 생성된 대안에 대하여 객관적인 평가기준과 가중치를 산정하고자 전문가와 실무자들을 대상으로 설문조사를 시행하고, 이를 기반으로 평가기준과 가중치(접근성: 0.469, 인구밀도: 0.150, 부지 매입비: 0.101, 공원면적: 0.097, 기존 시설과의 거리: 0.183)를 산정 하였다. 이렇게 확정된 평가기준들에 대하여 각각의 평가기준별 대안 평가 방법을 정의하고 실제 가설적 후보지들을 평가하여 가장 양호한 공원 입지조건을 가진 후보지를 분석·제시하였다.

연구의 대안 생성과 평가과정에서 신뢰성을 검증하기 위해 민감도 분석을 시행한 결과 특정 수치에 의한 대안의 순위에는 변화가 없음을 모니터링 할 수 있어 대안 평가 과정상의 신뢰성을 입증할 수 있었다. 또한 평가 방법론의 타당성을 평가하고자 후보지 인근의 기존 공원시설물을 포함시켜 동일한 방법론을 적용한 결과 연구에서 제시한 후보지들이 평가 수치상으로 우위를 보이고 있어

표 8. 후보지와 기존 공원 시설물의 비교

접근성평가					
구 분	접근성(m)	일반화(normalization) 값		순 위	
1후보지	89547.05	0.155		2	
2후보지	86788.14	0.150		3	
3후보지	79544.18	0.138		4	
4후보지	77236.17	0.134		5	
5후보지	73790.62	0.128		6	
기존 공원1	92785.69	0.161		1	
기존 공원2	77631.18	0.134		5	
인구밀도평가					
구 분	인구수	일반화값		순 위	
1후보지	57941	0.137		6	
2후보지	54619	0.129		7	
3후보지	58239	0.138		5	
4후보지	58697	0.139		4	
5후보지	62612	0.148		2	
기존 공원1	62232	0.148		2	
기존 공원2	67509	0.160		1	
부지매입비평가					
구 분	공시지가	역수 값	일반화 값	순 위	
1후보지	1530941.18	0.0000065319	0.109	6	
2후보지	1274275.86	0.0000078476	0.131	2	
3후보지	1362428.57	0.0000073398	0.122	4	
4후보지	1380085.11	0.0000072459	0.121	5	
5후보지	1280161.87	0.0000078115	0.130	3	
기존 공원1	1690000.00	0.0000059172	0.099	7	
기존 공원2	742000.00	0.0000134770	0.225	1	
공원면적평가					
구 분	대지면적(m ²)	일반화 값		순 위	
1후보지	12484.65	0.205		2	
2후보지	7816.18	0.129		4	
3후보지	11912.85	0.196		3	
4후보지	17282.11	0.285		1	
5후보지	7734.96	0.127		5	
기존 공원1	1819.85	0.030		6	
기존 공원2	1653.64	0.027		7	
기존시설물과의 거리평가					
구 분	접근성(m)	일반화 값			순 위
1후보지	1019.38	19.38	0.05160	0.705	1
2후보지	1233.93	233.93	0.00427	0.058	3
3후보지	1424.93	424.93	0.00235	0.032	6
4후보지	1177.47	177.47	0.00563	0.077	2
5후보지	1285.42	285.42	0.00350	0.048	5
기존 공원1	501.79	498.21	0.00200	0.027	7
기존 공원2	740.88	259.12	0.00386	0.053	4

방법론의 타당성을 입증할 수 있었다.

GIS와 AHP 의사결정 방법의 연계·이용 방법은 정책결정권자의 주관성 개입을 최소화할 수 있고, 입지선정에 있어 균형성, 정확성, 효율성 등의 확보를 가능하게 할 것이다. 연구에서는 가설적인 입지를 선정하고 이를 평가하기 위해 평가기준을 선정하고, 이의 속성을 평가할 수 있는 방법론을 제시하였다. 향후, 객관적이고 정확한 도시 공원의 입지 분석과 의사결정을 위해서는 정형화된 평가기준의 정립이 요구되고, 또한 이를 평가할 수 있는 방법론에 대한 다양한 연구가 필요하다. 즉, 연구에서 제시한 평가기준 이외에도 입지 분석에 있어 기존 건축물의 노후도, 주변 소음 등과 같은 요소를 고려할 경우 보다 더 정확한 분석이 이루어질 것으로 기대된다. 그리고, 현재 전산화 사업의 일환으로 전국적으로 막대한 예산을 들여 구축되어 있는 많은 기초데이터들이 있다. 따라서, 분석 및 평가에 있어 이러한 데이터를 최대한 활용할 수 있어야 하겠고 또한, 도시공원 뿐만 아니라 주차장, 학교, 기타 도시계획시설의 입지결정에 있어서도 이러한 기초데이터와 GIS·의사결정기법을 이용한다면 효율성을 극대화 할 수 있을 것이다.

文 獻

김성희·정병호·김재경, 2002, 의사결정분석 및 응용, 영지문화사.

김영·김경환·조재영, 2001, "다기준 의사결정모형과 GIS를 이용한 공원입지선정," 대한민국토·도시계획학회지, 국토계획, 36(6).

이성호·안상욱, 2000, "부산시 도심지내 평지공원의

입지 방안에 관한 연구," 도시연구보, (9)1.

오규식·권오경, 2001, "다기준-의사결정 지원시스템(MC-SDSS)의 구축과 활용," 한국GIS학회지, 9(2).

장동수, 1995, "GIS를 활용한 도시공원 문제점의 개선방향에 관한 연구," 한국GIS학회지, 3(2).

장동수·김남규, 1996, "GIS를 활용한 도시공원 시공 후 평가에 관한 연구," 한국GIS학회지, 4(1).

전철민, 1998, "AHP와 지형정보시스템의 통합방안에 관한 연구," 대한토목학회논문집, 18(III-1).

조규현·이인성, 2001, "도시공원 입지선정을 위한 GIS기반의 의사결정 지원시스템 개발," 한국GIS학회지, 9(1), 92.

조재영, 2001, GIS기반에서의 다기준 의사결정모형을 이용한 입지분석에 관한 연구, 경상대학교 대학원 석사학위논문.

조점임, 1999, 도시공원조성에 있어서 계층분석과정(AHP)을 이용한 우선순위 결정에 관한 연구, 동아대학교 산업대학원 석사학위논문.

황국웅·이규완, 2000, "GIS와 다요소의사결정방법(MCE)에 의한 김해 대청공원 집단시설지구 적지분석," 한국지리정보학회지, 3(3).

허미선·진양고, 1996, "GIS를 활용한 서울시 도시근린공원의 접근성 지표에 관한 연구," 한국조경학회지, 24(3), 43.

Malczewski, Jacek, 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons.

Yoon, K. and Hwang, C., 1995, *Multiple Attribute Decision Making*, Sage Publications.

<http://www.gangnam.go.kr/>

최초투고일 03. 07. 11
 최종접수일 03. 11. 26