

**GIS 기법을 이용한 구청사 입지분석 및 타당성 검토**  
**Analysis and Evaluation on the Location of Gu - Office Facility**  
**using Geographic Information System :**  
**The case of Mapo Gu - Office in Seoul**

허 준\* · 장 훈\*\* · 이현석\*\*\*  
Huh, Jun · Jang, Hoon · Lee, Hyun Suk

- \* 성균관대학교 토목환경공학과 석사과정 · 공학사 · 031-290-7641(huhj@skku.edu)  
\*\* 정희원, 성균관대학교 토목환경공학과 전임강사 · 공학박사 · 031-290-7524(hchang@skku.edu)  
\*\*\* 건국대학교 부동산학과 조교수 · 공학박사 · 02-450-4203

---

**Abstract**

The purpose of this research is to measure a gravitational attraction about urban public service facilities and to evaluate the location of public service facilities. It is important in that these facilities should provide more inexpensive and convenience public service to users. To do this, the GIS's spatial analysis and gravity model were used to analyze the efficiency of the public facilities. The gravity model was conducted as the main analysis method, and another model for this analysis was the discrete model.

The gravity model is originally to anticipate migration flows, traffic flows and other types of movements so that this model compares the gravitational attraction between places. The discrete model is to find the optimal location and to evaluate a location of facility regarding urban areas as the combination of node and link.

In this research, these two models were adopted to compare and analyze location of Mapo-Gu Office. The results of this research indicated that the locational evaluation of urban public service facilities discovered the appropriateness of those facilities, and the public facilities was necessary to displace to other site.

keywords : GIS, spatial analysis, gravity model, efficiency, optimal location

---

**요 약**

도시 내 주민들은 경제, 문화생활 및 의식수준이 향상됨에 따라 도시정부에 대해 보다 다양하고 양질의 공공서비스를 요구하게 되었다. 주민들의 이러한 요구는 공공서비스 시설의 입지문제와 직결되는 것으로 도시의 입지결정 시 가장 중요한 고려사항 중의 하나는 공공서비스를 보다 저렴하고 편리하게 시민들이 이용할 수 있도록 제공함으로써 이용주민들의 복지를 극대화 시켜야한다는 점이다. 이러한 기본 목적을 충족시키기 위해서는 공공시설의 위치결정이 중요한 문제가 된다.

본 논문에서는 접근성 이론과 GIS 공간분석 기법을 접목하고 Gravity 모형을 이용하여 입지분석을 시행하여 연도별 최적입지의 변화추이를 살펴보고 신마포구청의 위치가 현마포구청과 비교했을 때 구청과 각 행정동 간의 상호작용관계를 평가하여 이전에 대한 타당성을 검토하였다. 이 입지분석을 위한 이론적 검토로서 공공서비스 시설의 입지이론에 대해 살펴보고 구청사의 입지 적정성을 객관적인 기준에 따라 평가할 수 있는 계량적인 입지분석 방법을 검토 정립하였다. 본 연구에서는 이론적인 근거를 실제 공공시설에 적용하기 위하여 마포구를 선정하였고, 구의 도시현황을 분석하고, 도로망, 인구추정을 통하여 관련자료를 수집하였다. 이를 토대로 정량적 분석을 통해 구청사 위치의 적정성에 대한 결론을 도출하였다.

주제어 : GIS, 공간분석, 접근성 이론, Gravity 모형, 효율성, 최적입지

## 1. 서론

공공시설이란 대다수의 시민을 위해 도시정부가 제공하는 공공서비스를 전달하는 물리적인 시설들을 말한다. 이런 공공시설들은 도시의 물리적 환경을 구성하며, 도시생활에 필수적인 구성요소이자 생활의 질을 좌우하는 시설로서, 시설의 계획건설 및 유지관리가 공공기관에 있고 그 용도가 영리에 있지 않고 공공의 복지에 있다.

최근 지방자치제 실시 이후에 주민들은 경제, 문화생활 및 의식수준이 향상됨에 따라 다양하고 양질의 공공서비스를 요구하게 되었으며, 이는 그들의 납세에 대한 정당한 급부로 인식하여 질적으로 보다 향상된 공공 서비스의 혜택을 원하고 있다(김광식, 1993). 또한 주민들은 공공서비스 시설을 보다 편리하고 공평하게 접근하여 이용하고자 하는데, 이는 공공서비스 시설의 입지문제와 직결된다.

그러나 이제까지 공공서비스 시설의 입지는 서비스 이용자 편의보다 공급자 편의상으로 결정된 부분이 많았고 그 결과 사회적인 형평성 문제와 중복 투자로 인한 예산낭비라는 불이익을 가져오게 되었다(김광식·황홍섭, 1992). 지방 자치체가 정착되고 있는 현시점에서 주민이 행정과 정책 결정에 참여할 수 있는 공간이 넓어짐에 따라 공공서비스 시설의 입지 결정문제는 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

따라서 공공서비스 시설의 입지결정 시 분석, 평가, 비교할 수 있는 합리적인 기준과 방법이 필요하다. 입지분석은 공간분석과 연결되어 객관적이고 합리적인 접근성 이론과 GIS 공간분석 기법을 접목하여 입지분석의 타당성을 검토하려는 많은 연구가 시행되었다. 주요 선행연구로는 공간상태를 유클리드 평면으로 간주하여 그 위에서 최적입지점을 선정하는 연속적 모형(김광식 외 1987, 김광식 외 1992, 조성호 외 1996)과 네트워크를 기반으로 한 접근성을 고려하는 이산적 모형분석중 네트워크 모형(김광식 1987)을 사용한 분석이 주를 이루고 있다. 이밖에 시간거리를 척도로 하는 비용거리격자자료와 인구 밀도자료를 이용하여, 특정시설에 대한 접근성 정도를

산출하여 최적입지를 선정하는 연구도 발견할 수 있다(김황배 2001). 이들 선행 연구방법에는 도로망을 고려하지 않은 연속적 모형만으로 분석하여 현실성의 반영에 있어 어려움이 있고, 격자자료에만 치중한 최적입지 산정으로 인해 벡터자료가 갖는 장점을 수용하지 못한 문제점이 발견되어 입지분석의 한계를 보였다. 특히, 연구대상시설이 근접하여 위치하는 경우에는 결과의 차이를 보여주지 못한 문제점도 있다.

본 연구에서는 연구대상시설인 현마포구청사와 이전 예정지인 신마포구청사가 근접히 위치하여 연속적 모형으로 분석시 두 구청사간의 차이점을 볼 수 없기때문에 선행 연구에 사용되었던 연속적 모형은 적합하지 않았다. 따라서, 이를 보완하기 위해 구청사와 행정동 간의 상호작용 관계를 나타내는 Gravity 모형을 통한 분석을 시도하였다. 또한 도로망 자료를 이용한 네트워크 모형 분석을 통해 구청사에 대한 접근성에 따른 연도별 최적입지를 산출하였다. 이를 통해 현구청사와 이전할 신구청사의 입지를 비교하여 공공서비스 시설의 입지점으로서 보다 적절한 입지를 판단함으로써 이전에 관한 타당성 검토를 하는 기초자료로 활용하는 것이 논문의 주목적이다.

이 연구는 2장에서 공공시설의 연구대상지역, 분석방법 및 분석모형에 대해 살펴보고, 3장에서 마포구청의 사례를 통하여 최적입지를 분석하여 현구청사와 신구청사의 입지의 비교 평가하며, 4장에서는 본 연구에서 얻은 결과를 요약하고 향후 연구과제를 제시하였다.

## 2. 공공시설의 분석방법 및 분석모형

### 2.1 연구 대상 지역

본 연구의 대상지역인 마포구는 아현동, 공덕동, 도화동, 용강동, 대흥동, 염리동, 노고산동, 신수동, 창전동, 상수동, 서교동, 동교동, 합정동, 망원동, 연남동, 성산동, 상암동의 24개 행정동으로 구분되며, 북서쪽에 위치한 상암동 주변지역은 녹지가 많은 비중을 차지하고 있으며, 남서쪽에는 아현동, 공덕동, 도화동 등 주거지역이 많은 비중을 차지하고 있다. 현마포구청의 위치는 성산 1동 내부에 위치하고 있으며, 이전이 고려되는 마포구

청의 위치는 성산 2동 내부에 위치하고 있다. 현재 마포구는 상암 DMC 조성으로 중소기업을 활성화하고 고용창출 효과를 증대시키고 아현동 뉴타운지구 개발로 난개발 방지 및 도시환경을 개선하고 균형발전을 도모하고 합정로 주변지구를 균형발전 촉진지구로 지정함으로써 마포구에 편중된 도심공간을 중앙부로 이동시켜 지역간의 균형발전을 시키려는 계획 중에 있다. 또한 종합청사 이전계획에 따라 주변에 구민 중심의 사회복지 및 의료서비스를 제공하기 위해 청소년 회관, 종합복지시설, 교육시설, 종합의료시설 등을 계획하고 있다.

## 2.2 공공시설의 분석방법

본 연구에서 사용된 정량적 분석에는 두 지역간의 물자의 이동 즉 두 지역간의 흐름의 양을 측정하여 구청과 각 행정동 간의 상호작용관계를 평가하는 Gravity 모형과 지형공간의 상태를 결절점(Node)과 통로(Link)로 구성된 Network로 간주하여 결절점 위에서 최적입지를 선정하는 네트워크 모형이 사용된다. 정량적 분석시 먼저 대상지역을 일정한 수의 행정동으로 구분하고 중심점을 선정하여 각 행정동의 인구가 그 중심점에 거주하고 있다고 가정하였으며, 토지이용도를 활용하여 주거예외지역(산지 등)은 중심점 선정 및 Gravity 모형과 네트워크 모형 분석시 고려하지 않았다. 또한 Gravity 모형 분석시 현구청사와 신구청사의 서비스 제공 수준, 구청사의 크기, 주차장 규모, 내부시설 등 다른 요인들은 모두 동등하다는 가정하에 모형을 적용하였으며, 네트워크 모형 분석시 공공서비스 시설이 입지지점에 따라 공공서비스 이용자가 부담해야하는 총통행비용(거리의 함수)을 최소화하는 정도로 입지의 적정성 여부를 평가하는 공간적 효율성을 평가기준으로 분석하였다. 효율성을 평가기준으로 하는 정량적 분석시 사용되는 인구데이터는 마포구의 상암동 개발지역을 고려한 마포구 추정인구를 사용하였으며 이를 통해 연도별 최적입지의 위치를 산출하였다.

## 2.3 Gravity 모형

Gravity 모형은 뉴턴(Newton)의 만유인력의 법칙에서 개념적 발상을 이끌어낸 것으로, 물체간의 중력 작용은 물체의 중력 크기로서 대도시는 소도시에 비해 사람이나 재화의 상호교류가 크고, 물체간에 떨어진 거리의 비유로 가까이 있는 도시가 멀리 떨어져 있는 도시보다 상대적으로 교류가 많다는 가정을 전제로 한다. 즉 두 지역  $i$ 와  $j$ 간 상호작용의 정도 또는 상호 유인력의 크기  $F_{ij}$ 는 두 지역(또는 시설)의 인구나 규모  $P_i$ 와  $P_j$ 의 크기에 비례하고(질량 효과), 반대로 두 지역간 거리  $D_{ij}$ 에 반비례한다는(거리효과) 개념을 기초로 한다.

본 연구에서는 현마포구청과 신마포구청의 서비스 제공 수준, 규모 등의 다른 요인들은 모두 동등하다는 가정하에 현구청사와 신구청사의 흡인력의 크기  $P_i$  값은 모두 100으로 가정한다. 본 모형에 실제자료를 이용하여 결정되어야 할  $k$  값은 1로 가정하여 상호 유인력( $F_{ij}$ )의 크기를 비교분석해 보았다. Gravity 모형을 이용한 상호 유인력을 구하는 식은 식 (1)과 같다.

$$F_{ij} = k \frac{P_i P_j}{D_{ij}^2} \quad (1)$$

여기서,  $F_{ij}$ 는  $i$  지역과  $j$  지역 상호관계 크기,  $k$ 는 상수,  $P_i$ 는  $i$  지역 흡인력,  $P_j$ 는  $j$  지역 인구,  $D_{ij}$ 는  $i$  지역과  $j$  지역간의 거리이다.

## 2.4 네트워크 모형

네트워크모형은 도시의 공간상태를 결절점(Node)과 통로(Link)의 결합으로 보고, 이를 이용하여 시설 입지의 최적점과 입지의 적정성을 평가하는 방법으로 효율성을 평가기준으로 하여 분석하였다. 이 효율성 평가기준의 네트워크 모형은 도로망을 지나는 수요지점의 인구를 고려한 총통행거리가 최소가 되는 행정동(최적 입지동)을 도출해 내는 분석방법이다.

네트워크 모형에서 도로망을 지나는 수요지점의 인구를 고려한 총통행거리가 최소가 되는 행

정동 (최적 입지동)을 도출해 내는 효율성 기준 모형의 식은 다음과 같다.

$$MinZ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

여기서, Z는 목적 함수, n은 해당구에 포함되는 동의 수,  $a_i$ 는 수요지점의 i의 인구,  $d_{ij}$ 는 i 지점과 j 지점 사이의 최단거리,  $x_{ij}$ 는 j 지역 이용자가 i 시설을 이용할 수 있는지의 여부(0 또는 1)이다.

위의 효율성 기준의 모형을 통해 연도별 최적 입지동과 순위를 추정하였으며, 최적 입지동과 현구청사와 신구청사의 거리를 계산하여 현구청사, 신구청사의 입지에 대한 적정성을 평가하였다.

### 3. 사례 분석

#### 3.1 인구 추정

본 연구에서 인구추정은 마포구 개발(상암택지 개발지구 등)에 따른 인구 변동을 고려한 마포구 인구추정 자료를 활용하였다. 이 자료로부터의 결과는 마포구 인구는 2005년에 396,000명, 2010년에 401,000명, 2015년에 410,000명, 2020년에 418,000명으로 추정되어 2005년부터 지속적인 증가추세를 보이는 것으로 나타났다. 특히 2005년부터 2020년까지 마포구의 아현 2동, 아현3동, 공덕 1동, 대흥동, 서교동, 합정동, 망원 1동, 상암동은 인구의 증가추세를 보이며, 나머지 동은 비슷하거나 감소추세를 보이는 것으로 나타났다.

#### 3.2 Gravity 모형 분석

마포구의 2020년 Gravity 모형에 의한 입지분석 결과 신구청사는 인구가 많은 또는 증가하는 성산 2동, 망원 1동, 상암동에 대한 상호 유인력이 커서 각 행정동에 대한 상호 유인력의 합이 구청사에 비해 좋아질 것으로 판단되었다. 이는 그림 1에서 보는 바와 같이 신구청사의 위치가 인구가 많이 분포하고 있는 성산 2동과 상대적으로 가깝고, 상암동의 택지개발로 인한 인구 증가를 반영한 신구청사 서비스에 대한 결과이다. 모형의 결과에서 2002년 보다 2020년의 현구청사와 신구청사와의 상호 유인력은 감소하는 것은 다른

동에 비해 인구수가 많은 성산 2동의 인구가 감소추세를 보여 나타난 결과로 보이며, 표 1에서 나타나있다.

결과에서 나타난 gravity의 값은 신구청사는 2002년을 기준으로 91.70으로 현구청사 gravity값인 35.79에 비하여 2배 이상의 gravity 값을 갖고 있다. 2020년의 인구추정을 바탕으로 gravity 값을 비교해본 결과, 위에서 언급한 바와 같이 수치값이 줄어들긴 했으나 신구청사에 대한 gravity 값은 여전히 2배 이상을 유지하였다. Gravity 모형의 결과는 모형적용에 있어 현구청사와 신구청사의 흡인력을 동등하다고 가정하였기 때문에 현실적으로 신구청사의 서비스가 나아지므로 위의 결과는 신구청사의 gravity 값이 좀 더 상승할 것으로 기대된다. 또한, 인구추정에 있어서 미래에 개발될 것으로 예정된 성산 2동 지역과 상암동 지역의 인구가 급증할 것으로 기대되므로, 신구청사의 값은 좀 더 증가할 것이다.

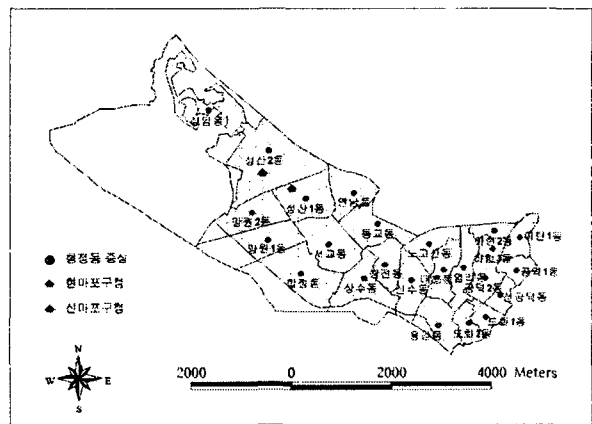


그림 1 마포구 행정동 중심 및 구청사

여기서는 신구청사에 대하여 최소의 조건을 적용하여 계산하였고, 결과에서 보는 바와 같이 최소한의 조건으로도 2배 이상의 gravity 값을 가진 것으로 나타났다. 따라서, 신구청사의 서비스의 수준이 현구청사에 비하여 향상될 경우를 모델링 한 결과 20%의 서비스 향상은 3배 이상의 효과를 보이며, 40%의 서비스의 향상은 약 4배의 효과를 보이고 있다. 본 논문에서는 서비스의 향상을 계량화하지 않았으며, 서비스의 향상은 흔히

질적인 요소를 이용하여 평가하고 있다. 질적인 요소로는 구청인 경우에는 구청사의 면적, 창구의 숫자, 부대시설의 종류와 면적, 주차장 시설, 인력 등이 포함되며, 이를 다중변수회귀분석을 이용하여 양적인 값으로 나타내나, 본 논문의 연구의 범위를 벗어나므로 제외하였지만, 여러 시나리오를 위해 20%와 40%로 한정지어 분석하였다.

표 1 마포구 Gravity 모형 분석 결과

구 분		2002년 F합수의 합	2020년 F합수의 합
현마포구청		35.79	34.43
신 마 포 구 청	현마포구청사와 서비스수준 동일	91.70	88.59
	현마포구청사 보다 서비스 수준 20% 향상	110.04	106.31
	현마포구청사 보다 서비스 수준 40% 향상	128.38	124.03

개발계획으로 인한 인구증가로 2002년 대비 2020년의 거리합수 증가율은 4.85%로 가장 낮게 나타났으며, 신마포구청과 인접한 성산2동은 2002년 대비 2020년의 거리합수값이 7.95% 증가하여 타행정동에 비해 증가율이 상대적으로 매우 작게 나타난 반면 성산 1동의 경우 11.13%로 타동에 비해서는 조금 낮은 편이지만 성산 2동(7.95%)에 비해선 높은 증가율을 보인다.

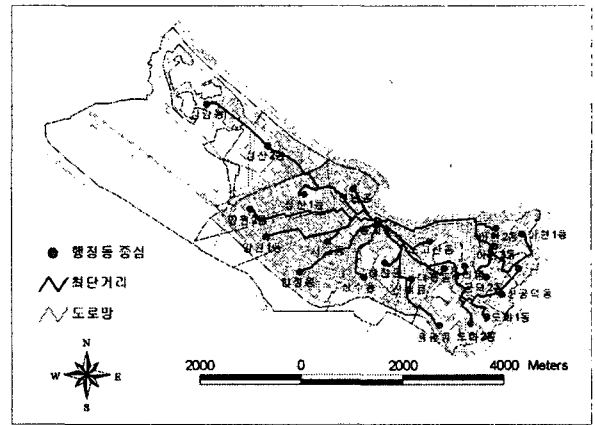


그림 2 이산적 분석 모형 (구청의 위치 동교동일 경우)

### 3.3 네트워크모형 분석

마포구의 네트워크 모형의 분석 결과를 보면 동교동의 중심점 node가 2002년, 2020년 각각 총통행거리 954,738 (km·인)과 1,098,878 (km·인)으로 최적의 입지점으로 나타났다. 2002년, 2020년 기준 현마포구청 부지와 근접한 성산 1동의 경우 총통행거리 1,201,481 (km·인)과 1,335,253 (km·인)으로 전체 24개 행정동 중 9위와 8위로 나타났다. 또한 2002년, 2020년 기준 신마포구청 부지와 근접한 성산 2동의 경우 총통행거리 1,445,776 (km·인)과 1,560,720 (km·인)으로 전체 24개 행정동 중 21위와 16위로 나타났다.

연도별 거리합수값의 증가율을 보면, 전체적으로 마포구의 남동쪽에 위치한 아현동, 도화동, 공덕동, 용강동 등은 거리합수 증가율이 전체 평균치 보다 큰 것으로 나타났으며 마포구의 북서쪽에 위치한 상암동, 성산동, 망원동등은 거리합수 증가율이 평균치보다 작게 나타났다. 특히 상암동의 경우는 거리합수값은 크게 나타났지만 상암동

표 2 이산적 모형 분석 결과

구 분	거리 합수값 (km · 인)		거리합수 증가율(%)	
	2002년	2020년	동별 증가율	평균 증가율
동교동	954,738	1,098,878	15.1	15.12
용강동	1,228,813	1,449,546	35.67	
도화 2동	1,370,905	1,608,959	17.36	
공덕 1동	1,592,683	1,852,647	16.32	
아현 1동	1,820,746	2,099,821	15.33	
상암동	1,973,961	2,069,789	4.85	
성산 1동	1,201,481	1,335,253	11.13	
성산 2동	1,445,776	1,560,720	7.95	
망원 2동	1,439,800	1,581,704	9.86	

## 4. 결론

본 연구는 기존의 입지분석시 사용되었던 연속적 모형을 사용할 경우 비교대상의 구청사의 위치가 너무 가까워서 분석시 큰 차이점을 볼 수

없기 때문에 구청사들과 각 행정동 사이의 상호 유인력의 크기를 비교하여 입지의 적절성을 검토하였으며 더 나아가 네트워크를 고려한 네트워크 모형 분석을 시행하여 총통행거리를 최소화하는 최적 입지점을 살펴보았다. 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

Gravity 모형 분석 결과 신마포구청사는 인구가 많이 분포하고 있는 성산 2동에 근접하여 있기 때문에 상호 유인력이 크게 작용하였고 상암동의 택지개발로 인한 인구 증가와 신구청사와 근접한 망원 1, 2동의 인구증가로 인해 현마포구청의 입지보다 효율성 측면에서 더 좋은 결과를 보였다. 그러나 본 연구에서 사용되었던 Gravity 모형에서는 신구청사와 현구청사의 모든 조건을 동등하다는 가정하에 분석하였기 때문에 신구청사의 규모나 서비스 제공능력, 주차장 크기, 상암동의 개발 등에 대한 영향을 고려한다면 신구청사의 상호 흡인력은 더욱 커질 것으로 판단되어진다. 따라서, 서비스 향상 부분을 각각 20%와 40%를 고려한 결과 신구청사의 흡인력은 3배와 4배 이상의 증가효과를 보여 신구청사의 입지조건이 서비스가 향상된다는 조건하에서는 매우 높았다고 결론지을 수 있다.

네트워크 모형의 효율성 측면에서 현마포구청 부지와 근접한 성산 1동의 경우 2002년, 2020년 각각 24개 행정동 중 9위와 8위를 차지한 반면 신마포구청 부지와 근접한 성산 2동의 경우 2002년, 2020년 각각 24개 행정동 중 21위, 16위를 차지했다. 그러나 성산 2동의 거리함수값 증가율이 다른 행정동에 비해 작게 나타났으며, 순위의 변동이 가장 크게 나타나 차후 신마포구청과 인접한 상암동, 망원 1동, 망원 2동의 개발에 따라 잠재적인 발전 가능성이 있을 것으로 판단되었다.

Gravity 모형과 네트워크 모형 분석 결과로 신마포구청의 입지는 현재 현마포구청보다 더 좋다고 할 수는 없겠으나, 시간이 흐름에 따라 발전 가능성이 충분히 있을 것으로 판단되며, 서비스가 개선되면 그 효과가 크게 나타날 것으로 기대된다.

그러나 좀 더 현실적인 정량적 분석을 위해서는 Gravity 모형 분석시 신마포구청의 건립계획

을 토대로 서비스 제공수준, 구청사 규모, 주차장 크기 등의 요소를 고려하여 분석해야 할 것이며, 네트워크 모형 분석시 평균속도에 대한 자료 및 상습 정체 구역 등을 고려한 접근성을 분석할 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 이와 같은 이전부지 결정과 현실과 연계된 입지분석을 위해서는 본 연구에서 시행되었던 정량적 분석에 다양한 도시개발계획(군부대 이전, 주로 도로확장, 주변 공공서비스 시설의 건립계획 등)과 그로 인한 주변 여건 변동 등을 고려한 정성적인 분석이 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김광식, 황홍섭, 1992, "대구시 구청의 입지분석과 평가", 국토계획, 제 27권 제 3호, pp.173~191
2. 황홍섭, 1994, "대도시 공공서비스 시설의 입지평가와 최적입지 선정", 경북대학교 박사학위논문
3. 김광식, 1993, "도시 공공서비스 시설의 동태적 입지-배분 분석", 국토계획, 제 28권 제 4호, pp.109~137
4. 김광식, Lüder Bach, 1988, "도시 공공서비스 시설의 입지분석", 국토계획, 제 23권 제 3호, pp.81~96
5. 조성호, 박순호, 1996, "GIS 기법을 이용한 도시공공서비스 시설의 입지 분석", 한국지역지리학회지, 제 2호 pp.69~85
6. 김황배, 김시곤, 권영인, 2001, "GIS 공간분석 기법을 활용한 도시시설의 최적입지 평가방법 연구", 대한토목학회 논문집, 제 21권 제 3-D호 pp.289~297
7. 김광식, 1987, "도시공공서비스 시설과 그 이용자간의 접근성 측정에 관한 연구", 국토계획, 제 22권 제 3호, pp. 69~84
8. Thesse, J.F. and H.G. Zoller, 1983, Locational Analysis of Public Facilities, Amsterdam
9. Reville, C., 1987, Urban Public Facility Location, Handbook of Urban and Regional Economics
10. C.S. Bertuglia, G.P. Clarke and A.G. Wilson, 1994, Modelling the city, Routledge