

격자형 토지적성평가방법의 개선방안 연구

김학열* · 안재성**

An Improved Method in Grid-based Land Suitability Assessment

Hag-Yeol Kim* · Jae-Sung Ahn**

요 약

현재 시행되고 있는 토지적성평가체계는 관리지역의 보전 및 이용가능성의 정도에 따라 필지별로 생산·보전·계획관리지역으로 세분화하도록 규정하고 있다. 본 연구는 현행 필지별 토지적성평가체계의 문제점을 분석하고 이에 대한 개선점을 도출하여 합리적인 평가방법을 제시하는 것을 목적으로 한다.

GIS를 활용하여 사례지역을 대상으로 민감도 분석을 수행하여, 보다 상세한 필지정보를 획득할 수 있는 10m 해상도의 격자형 평가방법을 대안으로 제시하였다. 또한 단 하나의 기개발지 및 공공시설만을 선택하여 개발적성에 반영하는 현 평가방법의 대안으로써, 해당지역의 기개발지 및 공공시설의 분포를 고려하여 두개이상의 기개발지 및 공공시설을 선정하여 평가하도록 제안하였다. 마지막으로 개별 필지의 개발적성산출에 영향을 미칠 수 있는 기개발지 및 공공시설의 특성을 반영하는 방법으로, 중력 모형의 매력도 변수를 합리적으로 조정하여 보다 과학적인 평가모형을 제시하였다.

주요어 : 토지적성평가, 격자, 잠재력

ABSTRACT : This paper draws new guidelines on the current method in Land Suitability Assessment (LSA), enforced to identify potential of parcels related to agricultural productivity, preservable value, and economic viability. In order to make recommendations of current LSA methodology, this study analyzes the issues related to the parcel-based LSA and addresses its inappropriateness for incorporating characteristics of each parcel.

Through case studies and sensitivity analyses using GIS, the results show that (1) the 10×10m grid-based LSA is much better assessment method than parcel-based one, because it

* 서경대학교 도시공학과 조교수 (hagkim@skuniv.ac.kr)

** 서울대학교 지리학과 박사과정 (grahn03@snu.ac.kr)

gives detailed informations on attributes of each parcel; (2) more than one-distance factor should be taken into account to calculate the appropriate potential measure; and (3) the characteristics of public facilities or urbanized areas including size, density, and land use should be incorporated into the attraction variable of any potential model. Finally future research areas are outlined.

Keywords : Land Suitability Assessment, Grid, Potential

1. 서 론

국토계획및이용에관한법률의 제정으로 난개발 방지 및 선계획-후개발이라는 국토개발체계의 시행으로 기존의 준도시지역과 준농림지역이 관리지역으로 통합되는 용도지역의 변화가 이루어졌다. 관리지역은 해당 토지의 보전 및 이용가능성의 정도에 따라 생산·보전·계획관리지역으로 세분화하도록 규정되어 있는데, 이러한 토지적성에 적합한 이용과 보전의 합리적인 평가결과를 산출하는 것이 적성평가의 목적이며, 이 세분화를 위한 평가과정이 토지적성평가의 절차에 해당한다.

그러나 2003년부터 시행되어온 토지적성평가제도는 제도운영에 필요한 제반여건의 미비 및 일선행정의 경험부족 등으로 인하여 시행상 어려운 점이 많이 발생되고 있어, 제도의 효과적 시행과 안정적인 운영을 위하여 실무적 차원의 개선방안이 필요한 상태이다(채미옥·김정훈, 2003).

본 평가제도의 문제점으로는 도시기본계획과의 연계성미비, 평가기초자료의 정비미비, 평가단위 문제, 평가방법문제, 평가지표설정 문제, 업무담당자의 전문성부족, 촉박한 평가일정 등이 지적되고 있

다(임종훈, 2004; 채미옥·김정훈, 2003, 이종용·이용범, 2004). 이러한 문제점을 최소화하고 합리적인 평가가 수행될 수 있도록 평가지침의 개정(건설교통부, 2004)이 이루어져 일선행정의 평가추진의 단순화에 어느 정도 기여할 수 있을 것으로 기대되나 현 평가체계의 근본적으로 내재된 문제점들이 개선되지 않아 아직 보완될 점이 많은 상태이다.

이 중, 분석 및 평가단위에 대해서는 관련연구가 다수 진행되어 격자단위(Grid)의 평가방법이 필지단위 평가에 비하여 보다 적절한 분석단위라는 연구결과를 도출하고 있다(김영숙, 2003; 최내인, 2003; 임종훈, 2004; 이종용·이용범, 2004). 이 중, 임종훈(2004)은 엔트로피이론을 적용하여 15m 이하의 격자단위를 제안하였고, 이종용·이용범(2004)의 연구에서는 20m×20m의 격자를 활용하여 격자단위 분석방법의 유용성을 필지단위 방법과 비교분석하였다.

그러나 기존 연구들은 평가의 대상이 되는 필지들의 적정한 격자크기에 관하여 분석되었을 뿐, 개발압력의 영향을 미치는 기개발지 및 공공시설의 특성에 관한 고려가 미흡하였고, 개별필지의 입지특성산출을 위한 주변지역 혹은 시설의 영향력

을 적절히 반영하였는지에 대한 심도있는 논의가 부족한 것이 문제점으로 지적된다.

따라서 본 연구에서는 현재 토지적성평가체계 중, 평가체계 I의 필지별 평가체계의 문제점을 파악하고, 공간입지특성을 합리적으로 반영할 수 있는 개선안을 마련함으로써, 합리적인 적성평가방법을 제시하는데 그 목적을 둔다.

2. 현 평가체계 I의 문제점

2.1 필지별 평가단위의 문제점

현행 지침상 토지적성평가는 필지단위로 평가하는 것을 원칙적으로 하고 있다. 따라서 필지별 적성등급이 부여되면 해당 속성값이 폴리곤(polygon) 내부에 균등(homogeneous)하게 분포한다고 가정되어, 해당 필지의 면적이나 형상에 상관없이 동일한 적성등급이 적용된다. 그러나 필지 면적이 넓거나 그 형태가 긴 경우에는 한 필지에 하나의 적성등급을 적용하기에는 무리가 있다. 이러한 필지의 중심부분과 경계부분이 갖는 토지특성이 달라질 수 있는데, 현 필지기반의 평가체계에서는 면적이 넓은 필지내부에서 나타나는 공간적 이질성을 제대로 고려할 수 없는 체계로 규정되어있다.

이러한 문제는 거리지표 산출에서도 문제가 된다. 대부분의 거리지표들이 필지 중심점을 기준점으로 하여 공공시설이나 기개발지와의 거리를 측정하도록 되어있는데, 필지의 규모가 크거나 필지의 장단

축의 차이가 큰 막대모양의 경우에는 필지내부의 각 지점별로 거리값의 차이로 개발적성값 계산에 지대한 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 필지의 경우에, 필지내부의 하나의 거리값이 대표값으로 간주되거나 필지전체에 균등한 값을 가진다는 가정은 수정되어야 한다.

현 토지적성평가지침에서는 대규모 필지 문제를 고려하여 필지면적이 1만 m² 이상이고 필지 내에 두 가지 이상의 환경, 물리적 특성 및 토지이용상황이 존재할 경우에는 동일한 물리적 특성 및 토지이용상황을 지닌 부분으로 세분하여 평가함을 원칙으로 규정하고 있다. 하지만 그 분할방법이 명확히 제시되고 있지 못하고, 동일한 특성을 가진 부분을 분할한다 하더라도 나뉜 면적의 규모나 형상에 따라 세분화 이전과 동일한 문제가 여전히 남을 수 있다.

따라서 새로운 평간단위는 필지의 면적이나 기하학적인 형태에 영향을 받지 않는 새로운 평가단위를 적용할 필요가 있다. 이러한 목적에 적합한 것이 대상지역을 일정한 간격의 격자(Grid)로 나누는 방법이다. 격자구조는 필지경계나 행정구역 등과 같은 면을 구획하는 경계선에 영향을 받지 않는다. 이러한 특징으로 인해 경계를 나타내는 폴리곤을 나누거나 합하더라도 격자 단위의 정보는 변화지 않아서 공간적으로 안정적이라고 받아들여진다. 또한 폴리곤 경계보다 작은 단위의 격자를 사용하면 폴리곤 단위로 집계되어 나타나는 현상을 세밀하게 분해해서 표현

할 수 있다. 예를 들어, *dasymetric mapping*은 행정구역 단위로 집계되어 있는 자료를 격자 단위로 분해하여 세밀한 정보를 얻는 방법으로 사용된다(Martin 1996; Mennis, 2003). 따라서 격자방법은 폴리곤의 크기나 형상에 따라서 왜곡될 수 있는 정보를 수정할 수 있는 대안으로 사용될 수 있는 자료모형이다.

다만, 격자자료구조를 사용할 경우에는 격자의 해상도와 격자의 시작점을 고려해야 한다. 공간분석결과는 자료조사의 공간단위와 그 공간단위의 집계수준에 따라 달라지는 가변공간단위문제(MAUP: Modifiable Area Unit Problem)가 나타나는 것이 일반적인 현상이므로 (Openshaw, 1984) 적절한 해상도를 선택하는 것이 격자를 활용하는데 중요하게 고려해야 할 요소이다. 또한 격자의 시작점을 어디에 두느냐에 따라 격자와 중첩되는 필지경계가 변동될 수 있으므로 이러한 점들을 고려해야 한다.

2.2 입지특성 산출의 문제점

2.2.1 거리측정대상의 시설/지역의 개수

토지적성평가에서는 개발에 적합한 토지의 공간적 입지특성을 평가하기 위해 공공시설 및 기개발지와의 거리를 평가자료로 사용한다. 공공시설은 「도시계획시설의결정·구조및설치기준에관한규칙」에 따른 도시계획시설을 말하며 그 종류는 7개 분류군 53종에 달한다. 현행 토지적성평가에서 사용되는 공공시설은 교통시설

과 공공·문화체육시설의 두 가지 분류군만을 고려하여 각 분류군에 속하는 도시계획시설까지의 최단거리를 각각 계산한 후, 분류군에 관계없이 최단거리를 측정값으로 사용한다. 그리고 중력 모형을 이용하여 공공시설에 대한 거리지표를 계산한다. 따라서 시설의 종류나 성격에 상관없이 최단거리에 위치한 하나의 시설만이 거리측정의 고려대상이 되며, 개별필지로부터 기개발지와의 거리측정에 있어서도 동일한 방법으로 수행되므로, 개별 필지 주변에 얼마나 많은 지역이 이미 개발되었느냐에 대한 지역특성의 반영은 이루어지지 못하고 있다.

이는 현 평가체계가 개별 필지의 관점에서 볼 때, 주변에 분포된 다양한 개발상황 및 여러 공공시설과 관계없이, 오직 하나의 기개발지역과 공공시설만이 개발압력으로 작용하고 있는 것으로 가정하고 있음을 나타낸다. 하지만 이러한 가정은 일반적인 사회현상과는 상당한 거리가 있다. 비록 가까운 공공시설이 멀리 위치한 시설보다 그 영향력이 높고, 하나의 시설로부터 영향력은 거리에 따라 그 크기가 감소하는 것은 보편적인 현상이라고 받아들일 수 있으나, 평가체계 I에서의 가정하는 것처럼 가장 근접한 단 하나의 시설이 그보다 거리가 먼 모든 시설의 영향력을 대표한다고 보기는 무리가 있다고 판단된다. 따라서 지표산정 고려대상 시설종류 및 시설개소의 변화에 따른 영향력을 반영할 수 있도록 개발적성 산출방법을 수정할 필요가 있다.

2.2.2 거리측정대상 지역/시설의 특성

현 평가체계 I에서 사용하는 중력모델¹⁾은 거리측정대상이 되는 기개발지역 및 공공시설이 갖는 매력도의 결정에 있어서, 그 종류와 특성에 상관없이 고정된 것으로 가정하고 있으므로 합리적인 적성값 산출에 문제가 있다.

중력모형은 기본적으로 활동기회요소와 거리 요소로 구성되어 있는데, 활동기회요소는 매력도로 표현되며 이용인구, 인구, 매출액, 소득, 특정 물자의 공급 등 다양한 변수의 사용이 가능하다(허우궁, 2004). 즉 중력모형의 활동기회요소로 선정하는 변수는 그 사용목적에 따라 다양한 변수의 채택이 가능하며 그 크기도 변화될 수 있음을 의미한다. 따라서 평가체계 I에서는 특정지역 및 공공시설이 갖는 매력도를 변수로 간주하여 종류별 특성별로 그 값을 다르게 적용할 필요가 있다. 예컨대 공공청사의 경우, 해당 주민 수 및 공공청사의 종류/위계에 의해 매력도의 크기가 변화되는 측면을 반영할 필요가 있다.

매력도를 산정하는데 있어서 만약 어떤 2개의 필지가 특정지역(거리측정대상지역) 및 시설에 동일한 거리에 위치한다고 하더라도 그 규모나 밀도가 높을수록 그

매력도는 상대적으로 높을 것이다. 예를 들어 그림 1에서 제시된 바와 같이 (a)와 (b)의 경우는 기개발지(회색지역)로부터 동일한 거리에 위치하고 있어 현재의 평가체계 I의 측정방법으로는 동일한 개발압력을 받는 것으로 계산되나 실질적인 잠재력은 기개발지의 규모가 큰 곳의 인근에 위치한 (b)필지가 더 높은 개발잠재력이 존재할 것으로 예상된다.

또한 (c)의 경우, 개발밀도가 높은 지역의 인근에 위치한 (c)의 필지가 (a)의 필지보다 상대적으로 높은 잠재력을 지닐 것으로 평가된다. 만약 표 1과 같이 기타 조건은 동일하면서 집적경제에 따른 상승효과가 존재하지 않고 단지 M_j (매력도)만이 다르게 결정된 기개발지들이 존재한다면, (b)와 (c) 경우의 필지는 (a)에 비하여 각각 4배, 2배 가량 높은 잠재력을 나타낼 것으로 계산되었다²⁾. 따라서 개개의 필지로부터 거리계산의 대상이 되는 지역 및 공공시설의 규모와 밀도가 반영이 되어 필지적성을 좀 더 합리적으로 계산할 필요가 있다.

물론 정확한 잠재력 계산을 위해서는 잠재력의 거리조락함수뿐만 아니라, 특정지역과 공공시설의 규모 및 특성에 따른 매력도의 변화함수를 정확히 알고 있어야 하나, 현재까지의 선행연구에는 이에 대

1) 본 연구에서 사용된 잠재력 모델은 다음과 같다.

$$P_i = \sum_j \frac{M_j}{d_{i,j}^a} \text{ 이며,}$$

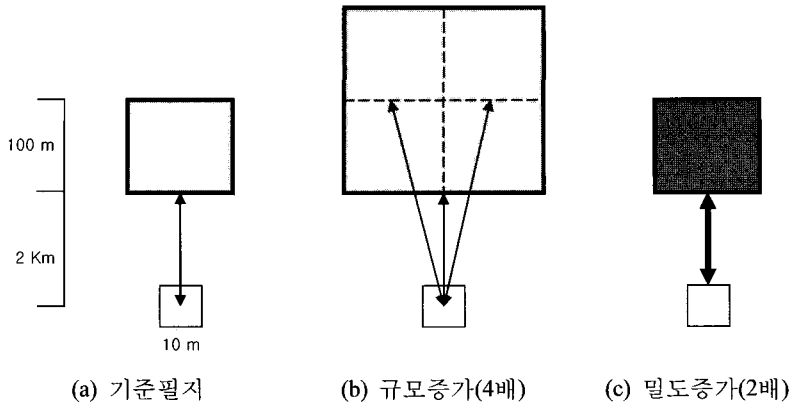
여기서 P_i = 지점 i 에서의 잠재력

M_j = 센터 j 의 규모 혹은 흡입력/매력도

$d_{i,j}$ = i 와 j 사이의 거리

a = 거리조락계수(일반적으로 $1 \leq a \leq 2$). 본 연구에서는 $a=2$ 로 가정하여 분석

2) 평가체계 I에서 사용된 중력모델을 사용하여 계산함. 단지 기개발지의 면적과 밀도에 비례하여 매력도의 크기를 결정함.



[그림 1] 규모 및 이용밀도에 따른 잠재력의 변화

<표 1> 기개발지의 규모 및 이용밀도변화에 따른 잠재력 계산

필지 구분		잠재력 계산			
		M_j	$d_{i,j}$	a	P_i
기준필지	(a)	100	2	2	25
큰 규모의 경우	(b)	각각 100	(2, 2, 2.1, 2.1)*	2	95
높은 이용밀도의 경우	(c)	200	2	2	50

*4개로 구분된 기개발지까지의 거리

한 구체적인 연구결과는 없으므로 향후 심도있는 연구가 필요하다. 현재까지는 기존 연구에서 주로 사용되었던 중력모형에 의해 잠재력의 상대적 비교만이 가능한 상태이다.

2.2.3 거리측정 대상지역 및 시설간의 상호작용

현 평가체계 I에서는 가장 근접한 1개의 시설 혹은 가장 근접한 1개 지역만을 거리측정 대상지역으로 결정하여 평가에 반영함에 따라, 시설간/지역간의 상호영향력을 근본적으로 배제하고 군집(Clustering)

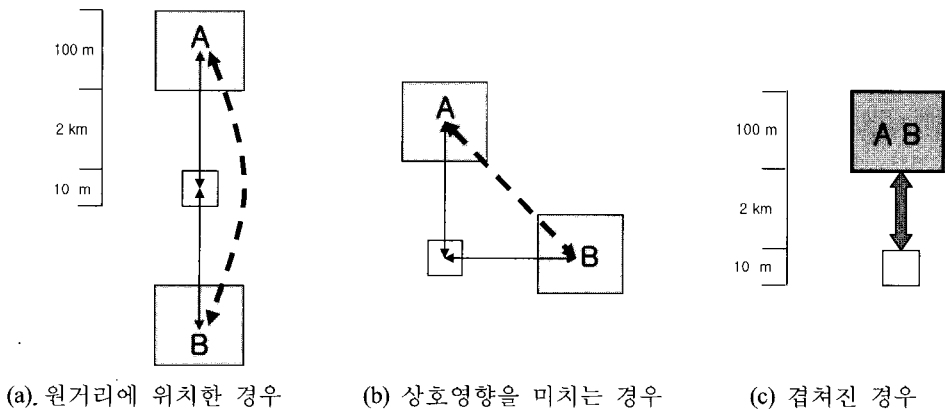
혹은 집적에 따른 외부성을 평가하지 못함으로써 필지가 지니는 잠재력의 일부분만을 고려하는 것이 문제점이다.

[그림 2]는 한 필지가 두개의 기개발지역(A, B)으로부터 같은 거리에 위치하고 있는 세가지 경우를 예시하고 있는데, 기개발지역들의 집적효과 혹은 상호작용이 없다면 이 세가지의 경우는 모두 동일한 잠재력을 갖는다. 그러나 (b), (c)의 경우는 (a)에 비교하여 상대적으로 높은 군집성향을 나타내고 있으므로 (a)의 경우보다 주변에 비치는 개발적성이 높을 것으로 예상된다.

그러나 이러한 예측도 항상 성립되지는 않을 것이다. 만약 A와 B가 서로 상승효과를 발생시키지 않을 정도로 원거리에 위치한다면, A와 B는 독립적으로 영향을 미치게 되어 한 필지의 잠재력은 A와 B의 독립적 영향력의 산술적인 합산으로 계산될 것이다. 이와 달리 A와 B가 근접하여 집적효과를 나타내는 경우는 A, B의 개별 영향력뿐만 아니라 A, B 집적에 의한 상승효과가 발생할 가능성이 높다. 극단적으로는 A, B가 겹쳐져 있는 상태(밀도가 2배가 되는 경우)를 가정할 수 있으며, 이 경우 그 상승효과가 더 크게 발생할 것으로 예상된다. 그림 2의 경우를 살펴보면, A와 B의 크기가 100m × 100m 이고 매력도가 100인 기개발지로부터 2km 거리에 위치한 (a), (b), (c)의 세가지의 유형이 있다고 가정하자. 여기서 A, B의 상승효과를 A, B의 잠재력 벡터의 합으로 표현한다면, (a)의 경우 50, (b)의 경우 85, (c)의 경우는 100정도의 총 잠재력이 계산된다(참고 <표 2>). (b)와 (c)에서 계산된

상승효과 크기는 개별필지의 영향력보다 큰 35.4, 50으로 나타나 그 값이 비현실적으로 과다하게 산출된 것으로 판단된다.

이러한 결과를 예측하기 위해서는 상호작용이 형성될 수 있는 기개발지의 규모, 거리, 상호관계(보완/경쟁) 등에 관한 이론적이고 실증적 자료를 바탕으로 기본적인 가정이 설정되어야 한다. 만약 기개발지 A, B의 규모가 상당히 작거나, A와 B 사이의 거리가 상당한 원거리에 위치하는 경우는 상기의 상승효과는 기대할 수가 어려우며, 이와 반대로 A, B의 규모가 상당히 광대하거나 혹은 필지로부터 A, B까지의 거리가 상당히 근접하여 위치하는 경우에도, 상기의 상승효과 규모에 대한 예상은 유효하지 않을 것이다. 또한 A와 B의 용도, 보완·경쟁관계 등에 따라 상승효과 크기가 변화될 것으로 예상된다. 그러나 현재까지 기개발지 및 시설과 관련된 집적효과 크기, 상승효과 발생 거리 및 규모 등에 관하여 국내외 선행연구가 전무한 상태이다.



[그림 2] 기개발지 혹은 시설의 군집 영향력

<표 3> 상호영향에 의한 잠재력 계산 예시

사 례	거 리			잠재력			총 잠재력
	d_A	d_B	d_{AB}	P_A	P_B	P_{AB}	
(a)	2	2	4.00	25	25	0.0	50.0
(b)	2	2	2.83	25	25	35.4	85.4
(c)	2	2	0.00	25	25	50.0	100.0

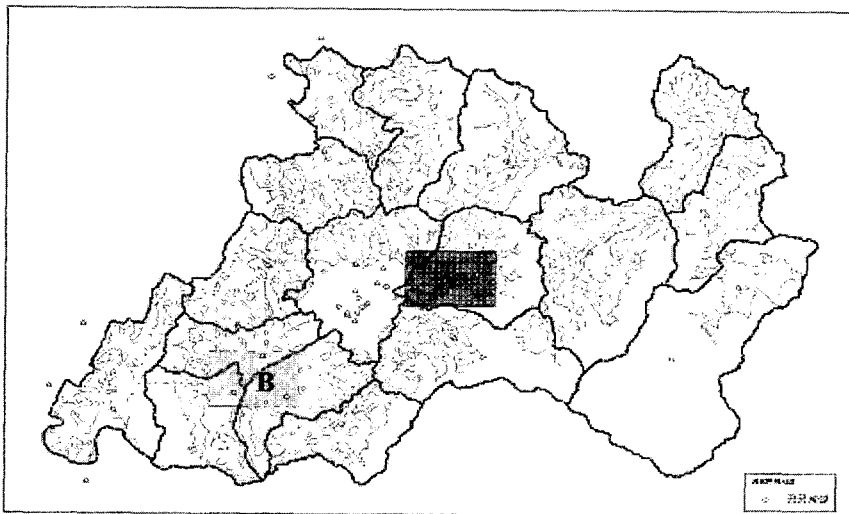
3. 사례분석

3.1 사례지역 현황

현행 토지적성평가체계가 갖는 문제점을 평가단위의 문제점과 입지특성 산출의 문제점으로 나누어 살펴보기 위하여 [그림 3]의 전라남도 소재의 1개 市지역을 대상으로 사례연구를 수행하였다. 사례연구의 분석시간을 고려하여 사례지역 중 일부지역을 표본지역으로 선정하였는데, A지역

은 평가단위의 문제점을 살펴보기 위한 표본지역이고, B지역은 입지특성 산출의 문제점을 살펴보기 위한 대상지역이다.

사례지역과 표본지역에서의 관리지역으로 지정된 토지의 현황은 1만 m² 면적의 필지를 기준으로 표 3, 4, 5에 정리되었다. 사례지역내에는 교통시설 6개, 공공문화체육시설 32개를 포함하고 있으며, 사례지역에서 면적이 1만m² 이상인 관리지역은 총 7,084 필지가 존재하며 그 중 A 지역은 69필지, B 지역은 112 필지가 이에 해당하는 것으로 나타났다.



[그림 3] 사례분석 지역

<표 3> 사례지역 전체의 관리지역 현황

구 분	필지 수(필지)	최대면적(m ²)	평균(m ²)	표준편차(m ²)
전체 관리지역	183,911	7,495,628	2,230	22,545
면적 1만m ² 이상 관리지역	7,084	7,495,628	35,366	109,561
면적 1만m ² 미만 관리지역	176,827	9,998	902	1,422

<표 4> A 지역의 관리지역 현황

구 분	필지 수(필지)	최대면적(m ²)	평균(m ²)	표준편차(m ²)
전체 관리지역	7,671	195,160	778	2,998
면적 1만m ² 이상 관리지역	69	195,160	20,060	22,533
면적 1만m ² 미만 관리지역	7,602	9,812	603	1,028

<표 5> B 지역의 관리지역 현황

구 분	필지 수(필지)	최대면적(m ²)	평균(m ²)	표준편차(m ²)
전체 관리지역	8,141	268,967	1,019	5,707
면적 1만m ² 이상 관리지역	112	268,967	27,643	39,394
면적 1만m ² 미만 관리지역	8,029	9,761	648	1,164

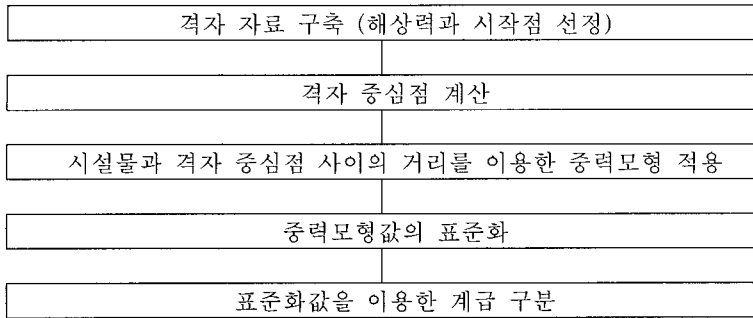
3.2 분석방법

필지단위 평가체계의 문제점 분석을 통하여 개선점을 도출하고자, 평가체계 I에서 사용하는 평가지표 중 평가지침상 상대적 가중치가 높고 계산이 용이한 ‘공공시설과의 거리’ 지표를 사용하여 사례분석하였다.

분석절차로는 먼저, 해상도(격자크기)와 격자의 시작점을 설정하여 격자를 생성한다. 다음으로 필지내 격자중심점으로부터 가장 근접한 공공시설까지의 거리를 계산한후, 평가지침상 평가체계 I에서 사용한 중력모형을 적용하여 격자별 잠재력을 계

산한다. 여기서, 공공시설이 갖는 매력도는 지침과 동일한 100으로 가정하고, 1km 이내의 지역은 매력도 100을, 1km 이상인 지역은 거리조락함수($1/d^2$)를 적용하여 잠재력을 계산한다. 계산된 중력모형값의 표준편차와 평균을 이용하여 모형값을 표준화시키고, 마지막으로 표준화된 값(Z 값)이 평균으로부터 벗어난 정도에 따라 5개 등급으로 구분한다. 이는 현 평가체계 I 지침상의 최종 적성등급 결정방법과 동일하다.

적정한 격자크기의 설정을 위하여 3개 종류의 해상도를 선정하고 공공시설로부터의 거리에 따른 개발입지특성을 비교분



[그림 4] 격자 자료를 이용한 분석 절차

석하였다. 필지로부터 거리측정 대상이 되는 공공시설의 특성과 개수에 대한 분석을 위해서는, 행정구역내의 인구규모를 반영한 중력모형을 활용하였고, k-최근린 시설 기법을 이용하여 평가에 반영되어야 할 적절한 공공시설의 개수를 분석하였다.

3.3 격자의 크기 및 기준점 분석

3.3.1 분석내용

본 분석에서는 ‘공공시설과의 거리’ 지

표만을 고려하여 격자크기와 격자기준점에 관하여 분석한다. 이에 공공시설은 토지적성평가지침에 제시된 교통시설과 공공□문화체육시설을 사용하였고, 필지자료는 관리지역 중 우선 분류대상이 아닌 필지를 이용하였다.

[그림 5]는 앞서 설명된 A 표본지역을 확대한 것이다. A 지역에는 면적이 넓은 필지뿐 아니라 비정형의 필지들이 다수 존재하고 있어서 필지 내부에서 격자별로 적성값이 다르게 존재할 수 있는 가능성이 높으므로 분석지역으로 선정되었다.



[그림 5] A 지역내 관리지역 현황(1만㎡이상의 필지)

3.3.2 필지단위 평가와 격자단위 평가의 비교

평가체계 I에서 제시하고 있는 중력모형과 평가기법을 이용하여 가장 근접한 1개 공공시설까지의 거리만을 이용하여 개발적성을 산출하였다. [그림 6]과 같이, 필지의 규모나 형태에 상관없이 동일 필지 내부에는 서로 다른 적성값이 존재하는 것이 불가능하다.

이에 필지를 세밀하게 분해하여 필지내부에 존재할 수 있는 이질성을 반영하기 위해 3가지 해상도의 격자 자료를 사용하여 비교분석하였다. 사용한 격자의 해상도로는 100×100m, 50×50m, 10×10m를 사용하였고 격자별로 공공시설과의 거리를 계산하여 개발적성에 반영하였다. 100×100m의 격자는 평가지침상 명시하고 있는 ‘면적 1만 m²’ 필지에 대응되는 것으로써 본 분석의 최대해상도로 설정되었다. 10×10m 해상도는 개발의 최소단위라고 판단할 수 있는 국민주택규모(85m² 이하)를 고려하여

본 분석의 최소단위 격자로 선정하여 사례연구에 적용하였다. 또한 해상도에 따른 변화를 탐색하기 위해 상기의 두 해상도 사이의 50×50m 격자를 추가로 사용하였다.

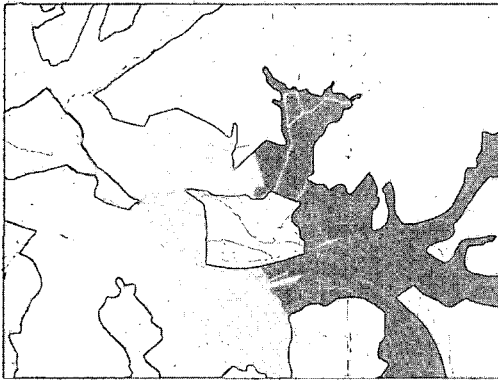
세 가지 격자를 이용한 분석결과를 살펴보면(그림 7, 8, 9), 격자 구조가 폴리곤 내부의 속성값을 분해할 수 있는 적절한 자료모형임을 확인할 수 있다. 면적이 넓거나 가로나 세로로 긴 형태, 혹은 비정형적인 필지에 대해서는 필지내부의 각 격자별로 세부적인 적성값의 산정이 가능하여 해상도가 높아질수록 본래의 필지형태에 맞는 상세한 분석이 가능함을 알 수 있다. 그러나 해상도의 상승은 처리시간과 비용의 문제와 연결되므로 필요이상의 과도한 해상도 설정은 피해야 한다. 해상도 증가에 따른 문제를 최소화하기 위하여, 전체 대상지를 한꺼번에 처리하지 않고 몇 개 지역으로 나누어 처리함으로써 컴퓨터 과부하 문제의 해결이 가능하다.

<표 6> 격자 해상도의 선택 기준

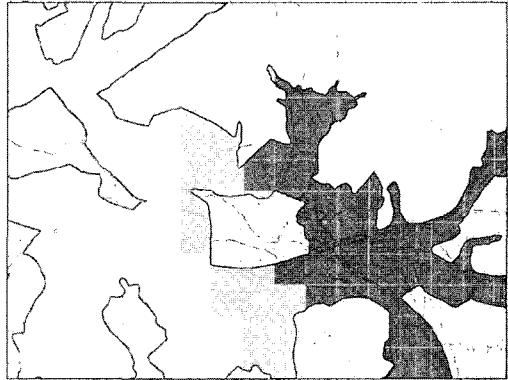
해상도	설 명
10×10m	국민주택규모(85m ² 이하) 면적에 대응
50×50m	해상도 변화에 따른 민감도분석에 사용
100×100m	평가지침의 “필지면적 1만 제곱미터” 면적에 대응

본 분석에서는 가장 높은 해상도인 10×10m 격자를 사용한 결과, 낮은 해상도에서 한가지 등급으로만 처리되었던 격자가 세분화되어 다른 등급을 갖는 경우가

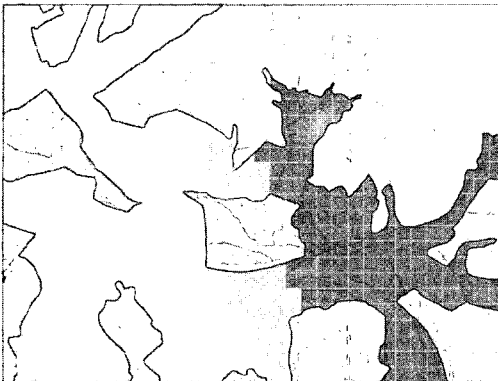
다수 발생됨을 확인할 수 있었다. 따라서 비정상적인 필지형태를 고려하고 보다 과학적인 평가를 위해서는 높은 해상도의 격자가 필수적인 것으로 분석되었다.



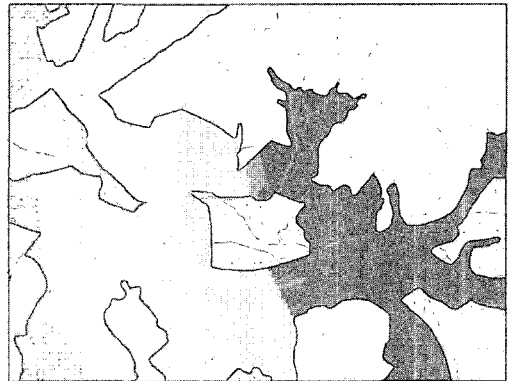
[그림 6] 필지단위평가



[그림 7] 격자단위평가(100m 격자)



[그림 8] 격자단위평가(50m 격자)



[그림 9] 격자단위평가(10m 격자)

<표 7> 표본지역내 관리지역의 해상도별 등급면적비율(%)

등급	필지단위평가	100m 격자단위	50m 격자단위	10m 격자단위
1 등급	-	-	-	9.5
2 등급	-	5.3	18.2	43.2
3 등급	44.8	48.8	41.0	15.1
4 등급	24.2	14.3	10.7	32.3
5 등급	31.0	31.5	30.1	-

<표 8> 격자 기준점의 평가

평가기준	행정구역 최외곽점	지형지물	도엽기준점
불가변성	×	○	◎
적용의 일관성	×	×	◎
좌표획득의 편의성	○	○	◎
일반적 인지도	×	◎	○

◎ 높음; ○ 보통; × 낮음

격자자료의 생성시, 격자의 해상도와 아울러 격자의 시작점 혹은 기준점을 반드시 고려되어야 한다. 저해상도에서 이 기준점은 특히 중요하며 등급별로 분포지역이 일정간격으로 이동되거나 면적자체의 변화도 발생된다.

격자 기준점으로 사용될 수 있는 지점으로는 다음과 같은 지점이 고려될 수 있다. 첫째로, 적성평가가 실시되는 행정구역의 최외곽점을 시작점으로 사용할 수 있다. 토지적성평가가 시·군 별로 실시되기 때문에 행정구역의 최외곽점을 사용하면, 해당 시·군의 전체 지역을 포괄할 수 있다. 그러나 행정경계의 “최외곽점”의 결정에 있어서 절대성 및 일관성이 유지되기 어렵다. 두 번째로, 해당 시·군 내의 불변의 특정한 지형지물을 기준점으로 활용하는 방법이다. 여기에는 산악의 정상, 중심이 되는 건축물을 예로 들 수 있는데 이는 인지도측면에서는 기준점으로 사용가능하나 어떤 지형지물을 선택하느냐에 따른 논란의 여지가 높다. 마지막으로, 국내의 지도제작시 사용되는 도엽기준점을 이용할 수 있다. 이는 국립지리정보원의 수치지형도의 도엽기준점이며 1:50,000지도의 도엽기준점을 기준으로 하

여 일정한 비율만큼 나눈 값이다. 따라서 축척이 다른 지도를 사용하더라도 동일한 기준점을 적용할 수 있는 장점을 지니고 있어 지리참조의 일관성을 유지할 수 있다.

상기의 기준점 대안을 검토한 결과, 격자의 기준점으로는 사례지역을 포함하는 1:5,000 수치지형도의 최소한의 도엽의 좌측상단 지점을 기준하여 격자의 시작점을 사용하는 것이 바람직한 것으로 평가되었다.

3.4 시설의 특성 및 개소

3.4.1 분석내용

본 사례연구에서는 표본지역 B를 대상으로 하여 두 가지의 수정된 모형을 적용하였다. 사례 I에서는 k-최근린 공공시설을 적용하는 방법으로써, 한 격자로부터 근접한 공공시설을 거리순서로 나열하여 k-번째로 가까운 공공시설까지의 거리를 모두 반영하는 방법이다. 예를 들어, 3-최근린 공공시설까지의 거리를 계산하기 위해서는 공공시설을 거리 순으로 정렬한 후, 세 번째까지 근접한 공공시설까지의 거리를 선택하여 각 공공시설까지의 접근성을 계산하여 그 값을 합산한다. 사례 II

<표 9> 시설의 특성 및 개소에 관한 사례연구

구 분	설 명	모 형
사례 I	· k-최근린 공공시설 적용	$P_i = \sum_{n=1}^k \frac{100}{d_{in}^2}$
사례 II	· 시설의 이용 인구수를 매력도의 크기로 사용	$P_i = \frac{Pop_j}{d^2}$

* i =필지, Pop_j =행정구역 j 내의 인구수, d_n =필지 i 로부터 시설 n 까지 거리

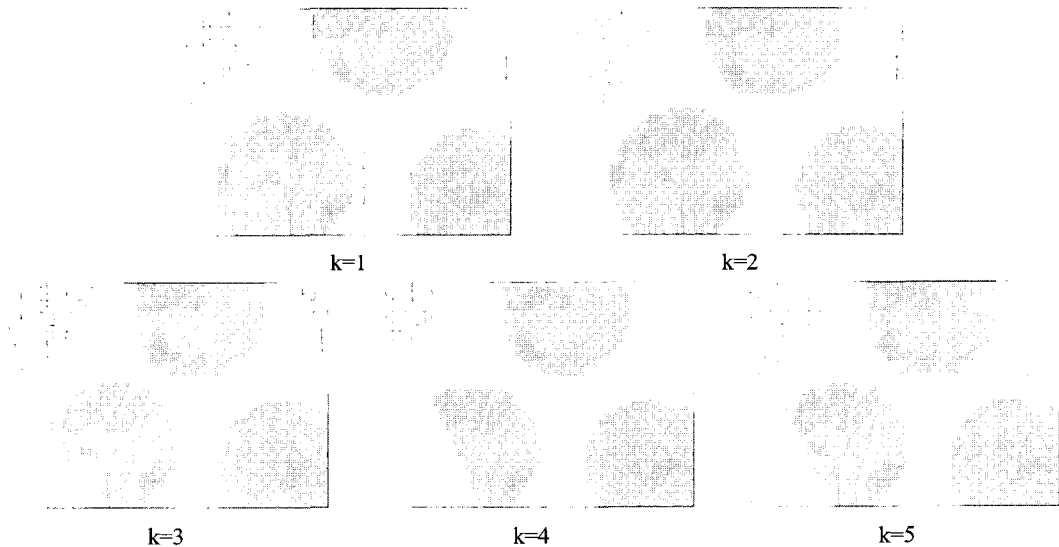
에서는 공공시설의 이용가능인구를 반영하는 경우로써, 그 매력도의 크기를 행정구역 내의 인구수로 표현하는 모형을 적용하였다.

3.4.2 k-최근린 시설 분석: 사례 1

k-최근린 공공시설을 고려하여 k값의 변화에 따른 적성등급분포를 분석하였다. 즉 개별 격자로부터 각 공공시설까지의

거리를 계산한 후, 거리가 가까운 시설에서 먼 시설의 순으로 정렬하고 k값의 변화에 따라(k=1, 2, 3, 4, 5) 잠재력을 합산하여 개발적성을 계산하였다.

분석 결과, 분석에 이용되는 공공시설 개수의 증감에 따라 결과값이 변화되나, 일정 개수 이상을 고려하다 보면, 그 변화의 폭이 점차 둔화되는 k값이 존재함을 알 수 있다. k=3 이후에 나타나는 평가등급의 공간적 분포양상이 유사하므로, 본



[그림 10] k-최근린 공공편의시설 분석결과

<표 10> 근린 공공시설의 개수별 평가등급 비율변화(%)

계급구분	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
1 등급	9.04	12.04	12.53	7.41	12.42
2 등급	27.61	16.78	15.52	19.01	15.31
3 등급	17.70	24.02	26.47	34.86	28.87
4 등급	45.64	47.17	45.48	38.73	43.41

사례지역에서는 세 개의 공공시설을 고려할 필요가 있음을 알 수 있다.

여기서 이 k 값은 절대적으로 정해진 값이 아니고, 해당지역내 공공시설의 분포특성에 따라 달라질 수 있음을 유의해야 한다. 만약 공공시설이 일정한 간격으로 균등하게 분포되어있다면 하나의 공공시설을 고려하더라도 그 대표성을 지닐 수 있으나, 이러한 경우는 일반적인 것은 아니다. 적절한 k 값을 구하기 위해서는 평가대상지역별로 고려해야할 공공시설의 개수를 사례연구를 통해 결정할 필요가 있다. 또는 이와는 달리, 개별 격자에 영향을 미칠 수 있는 거리를 정하고(예: 5km) 이 반경내의 모든 공공시설을 반영하는 것도 대안일 수 있다.

3.4.3 행정경계내 인구수의 반영

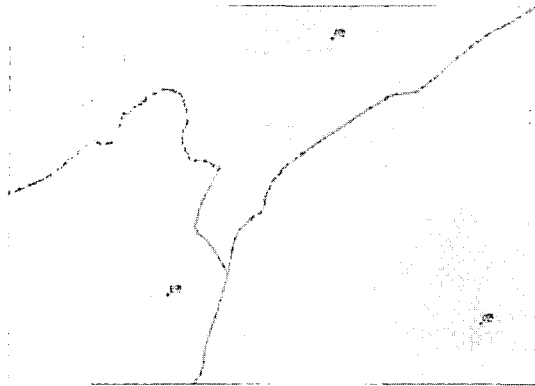
A, B, C 면에 걸쳐있는 본 표본지역에서, 공공시설을 활용하여 현행 평가지침에 의한 평가와 행정구역내 인구규모를 매력도로 반영한 결과를 비교분석하였다. 여기서 A, B, C의 2000년 센서스인구는 각각 3358, 2540, 1627명이다.

기존 방법의 경우는 현행 평가체계 I에서 가정된 것처럼, 모든 공공시설의 매력

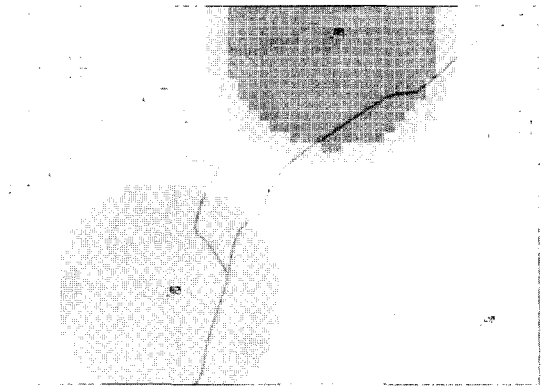
도는 100으로 가정하고 각 격자에 하나의 최근린 공공시설을 연계하여 잠재력을 계산하였다. 현 적성평가체계를 사용하면, 시설의 성격 및 주변여건과 관계없이 그 적성값이 각 시설로부터 동일한 동심원모양의 패턴이 발생한다. 따라서 개별필지의 관점에서 볼 때, 필지주변에 위치한 시설의 종류 및 분포패턴보다는 하나의 시설로부터의 거리만이 핵심 요소로 작용한다.

시설의 매력도를 합리적으로 설정하기 위한 방법으로, 본 분석에서는 각 시설의 이용가능고객을 매력도로 가정하여 잠재력을 산출하였다. 본 사례지역은 개별필지의 최근린 공공시설이 모두 공공청사(면사무소)이므로, 각 공공청사가 속하는 행정구역의 센서스 인구수를 매력도로 적용하여 평가등급을 산출하였다. [그림 12]의 결과를 살펴보면, 행정구역내 인구의 크기가 평가 결과에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 특히, 인구가 가장 작은 C면의 경우에 다른 면 보다는 개별 적성값이 현저하게 떨어지는 것을 알 수 있다.

시설의 이용특성을 반영하는 방법은 기존 평가방법에 비해 합리적인 매력도 설정방법이라고 판단되며, 그 결과에 있어서도 기존의 결과와 뚜렷한 차이가 나타



[그림 11] 현 평가방법에 따른 평가결과



[그림 12] 인구규모 반영

<표 12> 현행 방법과 인구규모를 반영한 방법의 등급별 면적비율(%)

등급구분	현행	인구규모 반영
1 등급	9.04	4.25
2 등급	27.61	30.39
3 등급	17.70	30.34
4 등급	45.64	22.55
5 등급	-	12.47

난다. 현재의 평가체계는 개발 혹은 보전 적성을 산정함에 있어서 지나치게 단순화된 점이 문제점이며, 시설의 특성을 체계적으로 반영하는 과학적인 평가방법이 수립되는 것이 필요하다.

4. 결 론

본 연구는 현행 토지적성평가체계 중, 평가체계 I의 필지별 평가체계의 문제점을 파악하고 이에 따른 합리적 해결방안을 사례연구를 통하여 모색하였다. 연구의 주요결과 및 시사점은 다음과 같다.

첫째로, 적절한 격자의 크기를 결정하기

위해서 세가지 해상도(10×10m, 50×50m, 100×100m)를 이용하여 민감도 분석을 수행한 결과, 10×10m 해상도가 가장 적합한 것으로 판단된다. 이는 도형자료의 속성정보 보전이라는 장점 이외에 국민주택규모의 면적과 비슷한 개발의 최소단위를 고려할 수 있는 장점이 있다. 다만, 세밀한 격자자료를 생성하는데 발생하는 시간과 비용문제는 분석대상지역을 몇 개의 지역으로 분할하여 처리하여야 하는 문제가 있다.

둘째로, 단 하나의 최근린 기개발지 및 공공시설만을 고려하는 현 평가체계는 개발영향력을 나타내는 다양한 요소를 반영하는데 한계가 있으므로 이를 수정할 필요가 있다. 개별필지의 입지특성에 영향

을 미치는 공공시설의 개소 수를 결정하기 위해서, 공공시설에 대한 k -최근린 방법을 활용하여 k 값의 변화에 따른 등급분포의 변화양상을 분석하였다. 그 결과, 등급의 공간적 분포는 특정 k 값을 지나면서 일정한 패턴을 유지하였다. 이러한 현상은 일정한 k 값에서 발생하는 것은 아니며, 분석지역의 전체 공공시설의 분포에 따라 그 값이 달라진다. 만약 전체 공공시설이 일정한 간격으로 균등하게 분포한다면, $k=1$ 인 경우의 결과치가 나머지의 경우와 크게 다르지 않을 것으로 예상된다. 그러나 공공시설이 균등분포하지 않는다면 그 분포특성에 영향을 받아 일정한 패턴을 유지는 k 값이 대상지역별로 변화하여 나타나게 된다. 따라서 합리적인 k 값의 결정을 위해서는 사례지역을 다양한 k 값을 이용하여 분석하여야 하나, 처리시간상의 문제가 있으므로 개발영향력이 미약한 범역을 설정하여(예: 5km) 개별 필지로부터 그 범역내에 위치하는 모든 공공시설 및 기개발지를 고려하는 것이 합리적인 방법이라고 판단된다. 향후에 이러한 범역설정에 관한 분석이 보다 심도있게 논의될 필요가 있다.

셋째로, 거리산출의 대상이 되는 지역과 공공시설의 이용인구, 규모, 밀도 등 그 특성을 반영하여 잠재력을 산출하는 것이 바람직하다. 그 특성을 반영하는 방법으로는 중력모델의 분자(매력도)에 그 정도를 적용하는 방법이 있다. 즉 특성별로 기준이 될 수 있는 매력도의 크기를 결정하고 이에 비례하여 기개발지 혹은 공공시설의 매력도를 상대적으로 결정하는 방법이다. 또 다른 방법으로는 특성에

따른 거리조락정도를 중력모델에 반영하는 방법이 있을 수 있다. 여기서 거리조락계수는 1과 2사이에 존재한다고 일반적으로 알려져 있으나 명확한 계수는 대상별 입지특성별로 실증적 연구를 통하여 산출될 수 있으므로 이에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- 건설교통부, 2004. 토지의적성평가에관한지침.
- 김영숙, 2003, “보전성을 중심으로 한 토지적성평가 개선방안에 관한 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문.
- 이종용·이용범, 2004, “효율적인 토지적성평가를 위한 격자 평가단위 적용에 관한 연구”, 국토계획 39(7): 97~110.
- 임중훈, 2004, “토지적성평가의 평가단위와 지표 임계치 개선에 관한 연구”, 한양대학교 박사학위 논문.
- 채미옥·오용준, 2003, 토지적성평가 매뉴얼, 국토연구원.
- 채미옥·김정훈, 2003, 토지적성평가제도의 개선방안 연구, 국토연구원
- 최내인, 2003, “GIS를 이용한 효율적인 토지적성평가에 관한 연구”, 전북대학교 석사학위논문.
- 허우궁, 2004, “교통지리정보시스템에 기반한 접근성 분석,” 지리학논총, 43: 1-31.
- Martin, D., 1996, An assessment of surface and zonal models of population, International Journal of Geographical Information Systems, 10(9): 973- 989.
- Mennis, J., 2003, Generating surface models of population using dasymmetric mapping, The Professional Geographer, 55(1): 31-42.
- Openshaw, S., 1984, The Modifiable Area Unit Problem, CATMOG.