

연구논문

GIS 기반의 다기준 의사결정분석을 위한 평가기준도 구축 방안에 관한 연구 - dasymetric mapping 방법을 이용하여 -

A Study on the criteria map building method for MCDA based on GIS - using daysimetric mapping technique -

김형태* · 안재성** · 김상욱***

Kim, Hyung Tae · Ahn, Jae Seong · Kim, Sang Wook

要 旨

GIS 기반의 다기준 의사결정분석에서 공간현상을 제대로 재현할 수 있는 평가기준도를 작성하는 것은 정확하고 합리적인 적지분석 결과를 도출하기 위한 중요한 작업이다. 적지 분석 과정에서 행정 구역 자료를 이용한 평가 기준도가 널리 사용되고 있지만 아직까지 dasymetric mapping 방법을 이용하여 평가 기준도를 제작할 수 있는 방법에 대한 연구는 없었다. 본 연구에서는 공간 단위로 집계된 사회경제적 속성 값을 세부 공간 단위로 재할당하는 dasymetric mapping 기법을 활용하여 다기준 의사결정분석에 필요한 평가기준도를 작성하는 방법을 제안하였다. 본 연구에서 제안한 방법을 산업입지 분석에 적용한 결과, 노동력 평가기준도, 기존 도시와의 거리 평가기준도를 제작하여 속성의 공간 분포 패턴을 세부 공간단위로 재현할 수 있었다. 또한 다기준 의사결정분석 과정에 적용되어 산업입지 후보지에 대한 분석 결과를 도출하였다.

핵심용어 : 다기준 의사결정분석, dasymetric mapping, 평가 기준도, 적지분석

Abstract

In MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis) based on GIS, building the CM(Criteria Map) which represents the space phenomenon properly is important process to deduce precise and efficient site analysis result. The CM using administrative district data is widely used for site analysis process. But, there are not enough studies on site analysis using dasymetric mapping technique. For MCDA, this study suggests building the CM by using dasymetric mapping technique, which re-assigns the social-economic attribute value to more detail space unit. The suggested method is used for industrial site analysis. The criteria map for workforce and criteria map for the distance to the city were built and criteria map which represents attribute's space distribution pattern is documented. The criteria map is successfully applied to multi-criteria decision making process and eventually the analysis result of proposed suitable industrial site is derived.

Keywords : MCDA, dasymetric mapping, criteria map, Site Analysis

1. 서 론

GIS의 중요한 응용분야 중에 하나가 다기준 의사결정 분석(Multicriteria Decision Analysis, MCDA) 절차를 결합하여 다양한 공간 문제를 해결하는 것이다. 다기준 의사결정분석은 GIS 기반의 의사결정과정에서 여러 대안

들을 평가할 수 있는 합리적인 방법과 피드백 절차를 제공해 주어 의사결정에 신뢰성을 높여주는 역할을 한다 (Malczewski, 2006). 그리고 GIS는 공간적인 속성을 가지는 정보를 기반으로 하는 의사결정지원 시스템으로서의 역할을 수행할 수 있다. 이러한 장점을 활용할 수 있는 GIS 기반의 다기준 의사결정분석(GIS-MCDA)은 GIS 분

2008년 7월 16일 접수, 2008년 8월 18일 채택

* 정희원 · 한국토지공사 국토도시연구원 책임연구원 (kht@iklc.co.kr)

** 정희원 · 한국토지공사 국토도시연구원 책임연구원 (ahnguhn@gmail.com)

*** 교신저자 · 정희원 · 원광대학교 생명환경학부 환경조경학전공 전임강사 (laughi@wonkwang.ac.kr)

야에서 공간의사결정지원 패러다임(Eastman *et al.*, 1995; Malczewski, 1999; Jankowski and Nyerges, 2001)을 불러 일으키는 데 큰 역할을 하였다.

GIS와 다기준 의사결정분석의 결합을 통한 시너지 효과가 확인되면서 다양한 분석기법과 응용분야에 대한 연구가 진행되어 왔다. 특히 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법(Satty, 1980)과 결합한 도시계획이나 토지이용 분야에서의 적지분석은 GIS 기반의 다기준 의사결정분석의 중요한 응용분야이다. 전통적인 적지분석에서 사용된 중첩 기법(McHarg, 1969)은 대부분의 GIS에서 공간 연산으로 구현되어 있고, AHP 방법은 각 레이어의 가중치를 평가할 수 있는 방법을 제공하기 때문에 다양한 적지분석의 문제를 해결하는데 합리적인 해결 방안을 제공할 수 있는 장점으로 인해 여러 응용분야에서 적용되어 왔다(오규식 · 권오경, 2001; 김영 등, 2003; 김태준 · 이근상, 2006).

AHP 방법을 적용하는 적지분석에 적용되는 GIS 기반 다기준 의사결정분석에서 GIS의 역할은 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 대안을 평가하기 위한 속성자료 레이어 단위로 관리하는 것이다. 전통적인 GIS¹⁾는 실제 개별 사상들을 레이어 단위로 관리하는 방식을 취해왔기 때문에 지리공간적인 특성을 갖는 속성들은 단일 레이어 단위로 표현된다. 두 번째 역할은 GIS의 분석기능을 활용하여 대안을 평가하기 위한 속성 레이어를 생성하는 것이다. 기하학적인 거리나 면적을 측정하는 연산에서부터, 버퍼링 분석이나 오버레이 분석 등을 통해서 다양한 속성 레이어들을 만들어낸다. GIS가 관리하고 만들어 내는 이러한 레이어는 평가기준도(criteria maps)라 불린다(Malczewski, 1999). 즉, 평가기준도는 대안들을 평가하기 위한 속성을 나타내는 지도라고 할 수 있다.

평가기준도는 GIS 레이어에 해당되기 때문에 래스터나 벡터 자료 모형으로 재현될 수 있는데, 보통은 래스터 자료모형으로 재현되는 것이 일반적이다. 왜냐하면 평가기준도를 만들어 내고 각각의 평가기준도를 비교하는데 활용되는 지도대수(Tomlin, 1990)라고 불리는 공간연산은 래스터를 기반으로 하기 때문이다. 따라서 벡터와 래스터가 혼재되어 재현되어 있는 경우에 벡터 자료모형으로 재현된 평가기준도는 래스터로 자료변환 과정을 거쳐서 활용되는 것이 일반적인 과정이다.

적지분석은 자연환경, 사회경제적 조건 등을 평가하여 최적의 입지를 찾아내는 작업이기 때문에 평가기준도가 공간현상을 제대로 재현하지 못하는 것은 평가결과에도 영향을 미칠 수 있는 중요한 문제이다. 따라서 공간현상

을 제대로 재현할 수 있는 평가기준도를 작성하는 것은 정확하고 합리적인 적지분석 결과를 도출하기 위한 중요한 작업이 된다.

평가기준도 작성 과정에서 사회경제적 자료의 문제점은 행정경계를 기준으로 하는 합역 자료를 이용함으로써 공간 현상을 재현하는데 한계를 가진다는 점이다. 예를 들어, 행정구역단위로 집계된 데이터는 공간단위 내에 자료의 분포가 동질적이라고 가정한다. 이러한 가정 하에서는 한 행정구역 내에서 주거지역이 아주 작은 면적만을 차지하고 있더라도, 행정구역 전체에 걸쳐서 인구가 골고루 분포한다고 여기게 된다. 하지만 실제 인구 분포는 일부주거지에서만 나타나고 나머지 지역은 사람이 살지 않는 것이 사실에 가까운 분포 형태인데, 합역 자료에서는 이러한 현실적인 분포를 반영하지 못하는 문제가 있다. 이러한 문제로 인해, 벡터 자료를 이용하는 경우에는 행정경계의 중심점 하나에 속성 값을 할당하고, 래스터 자료를 이하는 경우에는 전체 행정구역에 동일한 값을 할당하게 된다. 두 경우 모두 구역경계 내의 변화를 재현하는 데는 한계를 가진다. 이러한 합역 문제를 해결하는 대안 중에 하나가 *dasymetric mapping* 방법을 이용해서 구역 내의 속성 값을 공간적으로 재할당 시키는 방법이다. 지금까지 *dasymetric mapping*은 행정 구역 내 인구를 재할당하고 인구 분포의 모델링 방법으로 널리 사용되었다(Kim, 2007).

적지 분석 과정에서 행정 구역 자료를 이용한 평가 기준도가 널리 사용되고 있지만 아직까지 *dasymetric mapping* 방법을 이용하여 평가 기준도를 제작할 수 있는 방법에 대한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 산업입지 분석을 사례로 하여 AHP 방법을 활용하는 GIS 기반 다기준 의사결정분석에서 사회경제적 조건 등을 재현할 수 있는 평가기준도 작성을 위한 *dasymetric mapping* 기법을 활용하는 방법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해서 사회 경제적 공간현상을 제대로 재현하여 다기준 의사결정분석을 기반으로 하는 적지 분석의 합리성을 제고하고자 한다.

2. GIS 기반의 산업입지 분석

2.1 GIS 기반의 다기준 의사결정분석을 활용한 산업입지 분석

GIS 기반 산업입지 분석은 GIS 환경에서 산업입지를 결정하는 다양한 입지요인을 평가하는 다기준 의사결정

1) object-oriented GIS, feature-based GIS와 구별하기 위해 이 글에서는 전통적인 GIS라고 표현하였음

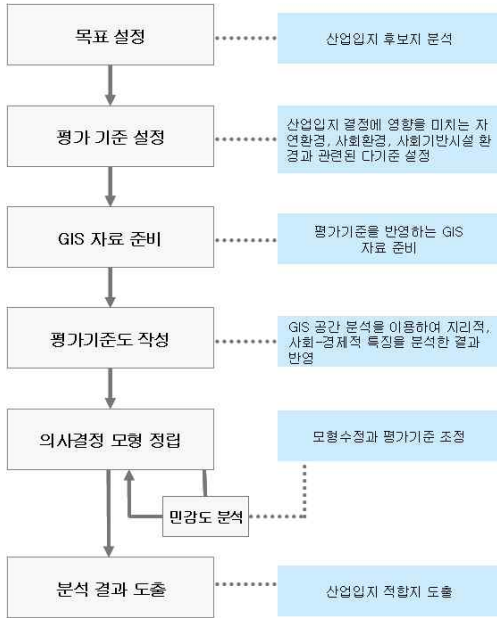


그림 1. GIS 기반 산업입지 후보지 분석 절차

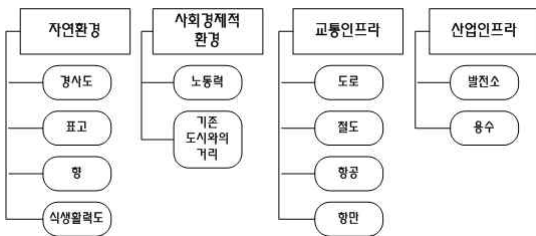


그림 2. 산업입지분석 평가기준

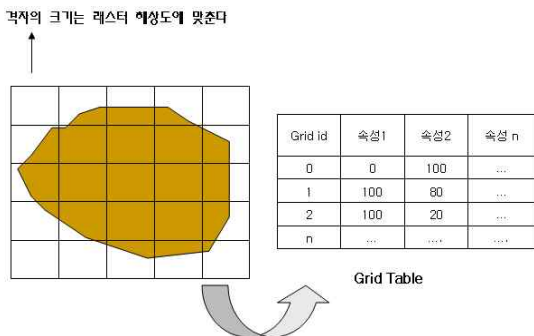


그림 3. 격자형 자료와 속성 테이블

분석 기반의 적지 분석을 의미한다. 본 연구에서 적용한 GIS를 기반으로 하는 입지분석법은 그림 1 과 같은 분석 단계를 가정한다. 먼저, 산업입지 후보지 분석이라는 목표를 설정하고, 산업 입지 평가 기준을 마련한다. 다음으

로 평가 기준을 반영하는 GIS 자료를 구축한다. 이 과정에서는 다양한 GIS 분석 방법을 적용하여 입지 기준의 지리적, 사회/경제적 특징을 지도화하여 평가기준도를 작성한다. 그리고 의사결정모형에서는 입지 기준들의 평가 방법을 정의하고, 최종 의사결정 과정에서의 대안 선택 방법들을 규정한다. 입지분석모형이 정립되고 나면, 실제 모형을 실행하여 분석 작업을 수행한다. 이 과정에서 분석결과에 대한 민감도 분석을 통해서 의사결정모형과 평가기준을 수정한다.

본 연구에서는 평가기준 설정, GIS자료 구축, 평가기준도 작성 단계에 관한 내용을 다룸으로써 산업입지 평가 기준을 제대로 구현할 수 있는 평가기준도 작성 방안에 대해서 설명하도록 한다.

2.2 산업입지분석 기준 설정

산업입지 후보지 분석에서 입지에 영향을 미치는 분석 기준을 자연환경, 사회경제환경, 교통/산업 인프라 항목으로 구분할 수 있으며, 각 항목별로 다시 지표를 세분화할 수 있다(그림 2). 세분화된 평가지표들은 산업입지 분석과정에서 평가의 기준으로 활용된다.

3. 평가기준도 작성 방안

3.1 자료모형

평가기준도는 실세계를 제대로 재현해야 하기 때문에 속성에 따라 각기 다른 자료모형을 사용하게 된다. 자연환경 분석은 DEM과 같은 래스터 자료를 활용하고, 사회경제적 환경이나 교통/산업 인프라 구축은 벡터 자료를 선택하는 것이 대표적인 사례이다.

평가기준도 작성 과정에서 벡터와 래스터를 혼합해서 사용해야 하기 때문에 두 가지 자료모형이 서로 호환될 수 있는 자료모형을 고려할 필요가 있다. 이러한 특징을 가진 것이 벡터자료모형으로 구축된 격자형(grid) 자료이다(그림 3). 격자형 자료는 래스터의 픽셀 단위와 호환이 되고, 벡터 자료를 활용한 공간분석기법을 적용할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 벡터와 래스터 간에 높은 호환성을 보장해 준다. 격자형 자료를 이용하기 위해서는 연구지역을 일정한 간격의 단위 격자로 덮어야 하며, 각 단위 격자의 크기는 래스터 자료와의 호환성을 고려해서 래스터 자료 해상도에 맞추어야 한다.

그리고 평가기준도의 격자는 모두 잠재적인 적지 후보지이다. 이러한 후보지 평가를 위해서는 개별 격자에 할당된 속성 값을 이용해야 한다. 따라서 다기준 의사결정 분석을 위한 평가기준도는 각 격자에 속성값이 할당된 테이블 형태로 저장된다.

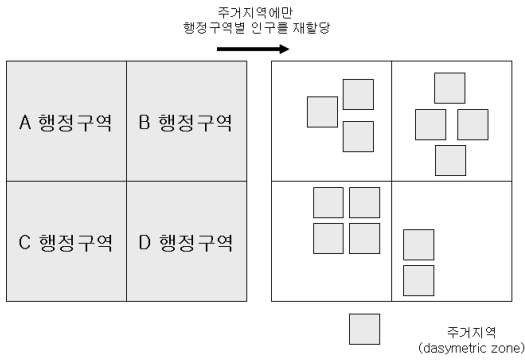


그림 4. dasymetric mapping 개념

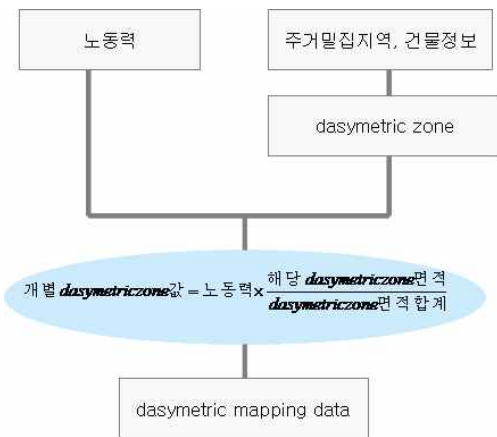
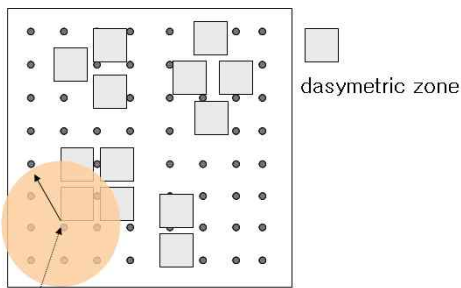


그림 5. 노동력 평가기준도 작성을 위한 dasymetric mapping 방법



후보지 I 를 중심으로 일정 반경에 포함되는 dasymetric zone의 인구값 부여

그림 6. 후보지에 dasymetric zone 인구 자료 할당 방법

3.2 dasymetric mapping

dasymetric mapping 기법은 Wright(1936)의 방법에서 부터 시작되었다. 그는 USGS의 지형도를 이용하여 주거지와 비주거지역으로 나눈 공간단위에 인구를 재분포시

키는 기법을 사용하였다. dasymetric mapping 기법은 행정구역별로 집계된 데이터들을 토지피복(Land Cover)이나 토지이용(Land Use)등의 부가적인 정보를 이용하여 생성된 dasymetric zone에 재할당하여 자료의 공간적 분포를 조정하는 방법이다(그림 4).

연구 지역 내에서 토지이용도나 주거 밀집지역 분포도와 같은 부가 정보를 이용하여 dasymetric zone을 구축하고 나면, 각각의 dasymetric zone에 값을 할당해야 한다. 개별 dasymetric zone에 값을 할당하는 방법은 다음 식 (1)과 같다.

$$dz_i = w_i \times dza_i \times \frac{V}{\sum_{i=1}^n dza_i} \tag{1}$$

dz_i : 연구 지역 내에 존재하는 i dasymetric zone의 속성값(예: 인구)

dza_i : 연구 지역 내에 존재하는 i dasymetric zone의 면적

w_i : dasymetric zone의 성격에 맞는 가중치 (예: 인구 분포에서 아파트 밀집지역이나 단독주택지역이나에 따라 각기 다른 가중치 할당)

n : 연구지역 내에서 추출된 dasymetric zone의 갯수

V : 연구지역 내의 속성값 (행정구역 단위로 집계된 값)

연구 지역 전체 속성값(V)을 할당하기 위해서는 해당 속성값을 dasymetric zone의 면적대비 비율로 재할당해야 한다. 이 과정에서 dasymetric zone의 속성을 반영하여 가중치를 부여할 수도 있다. 만약 dasymetric zone의 특징을 추출할 수 없다면, 면적대비 비율로만 속성값을 할당하게 된다.

3.3 dasymetric mapping 방법을 이용한 평가기준도 작성

3.3.1 노동력 평가기준도 작성

이 연구에서는 노동력 평가기준도를 작성하기 위해서 dasymetric mapping 방법을 활용한다. 먼저 행정구역 단위로 집계된 노동력 자료를 준비한다. 그리고 주거지나 주거밀집지역을 나타내는 dasymetric zone을 구축하고, dasymetric zone의 면적 비율에 따라 노동력 인구를 재할당한다(그림 5).

그리고 후보지에 부여되는 노동력 평가기준 값은 후보지를 중심으로 일정 반경 안에 포함되는 dasymetric zone의 인구값을 합산하여 구한다(그림 6).

3.3.2 기준도시와의 거리 평가기준도 작성

기준도시와의 거리 평가기준도는 중력모형 기반의 접근성 측정 방법과 dasymetric mapping 방법을 동시에 활용한다.

중력 모형은 접근성 분석에서 교통 요소와 활동 요소를 함께 고려하는 특징을 갖는다. 사람들은 거리가 가까운 곳으로만 이동하는 것이 아니라, 시설규모가 갖는 유인력, 이용가능한 교통 수단 등 다양한 요인을 고려하기 때문에 중력모형을 이용하면, 주위에 존재하는 대규모 시설물이나 대규모 인구 집적지의 영향을 고려해서 접근가능성의 크기까지 함께 고려할 수 있는 장점을 가진다. 본 연구에서 사용한 중력 모형은 식 (2)와 같이, 입지후보지의 각 지점마다 매력도(M_j)와 거리($d_{i,j}$)를 고려한 잠재력을 계산한다. 그리고 이 값을 가지고 기준도시와의 거리

평가기준도를 작성한다.

$$P_i = \sum_j \frac{M_j}{d_{i,j}^a} \tag{2}$$

- P_i = 지점 i 에서의 잠재력
- M_j = j 지점의 규모 (흡입력 혹은 매력도)
- $d_{i,j}$ = i 와 j 사이의 거리
- a = 거리조락계수 (이 연구에서는 $a=2$)

기준도시와의 거리계산은 기준도시와의 거리를 측정하는 기준을 정하는 것이 중요하다. 후보지에서부터 도시 경계까지의 거리를 계산할 수도 있고, 도시의 중심점까지의 거리를 계산할 수도 있다. 이 연구에서는 기준도시와의 거리를 계산하면서 도시의 영향력이 거리가 멀어질수록 감소한다는 중력모형 기반 모델을 활용하기 때문에 단순히 도시 경계나 도시 중심점을 거리 측정의 기준으로 활용하기에는 무리가 있다. 따라서 단순 거리 계산 중심점을 사용하기 보다는 도시의 영향력을 충분히 반영할 수 있는 지점을 중심점으로 삼아야 할 것이다.

이러한 특징을 반영할 수 있는 것이 도시의 인구 중심점을 기준점으로 삼는 것이다. 인구중심점은 dasymetric mapping으로 만들어진 인구의 공간적 분포를 고려해서 해당 지역의 인구분포를 대표할 수 있는 중심점을 의미한다. 이 연구에서는 dasymetric zone의 중심좌표를 구해서 해당 dasymetric zone의 인구값을 가중치로 하는 가중평균 중심점을 인구 중심점으로 사용한다(그림 7).

기준도시와의 거리 평가 기준도 작성 절차는 그림 8 과 같다. 먼저, 행정구역별 노동력 자료와 건물 정보를 이용하여 dasymetric mapping 기법으로 인구를 재할당한다. 그리고 재할당된 인구분포를 이용하여 해당 행정구역의 인구중심점을 추출한다. 기준 도시와의 거리는 후보지와 각 행정구역의 인구중심점간의 거리와 각 행정구역별 인구값을 이용하여 중력모형 기반의 접근성으로 계산한다. 접근성 계산과정에서 중력모형을 구성하는 매력도 값은 해당 행정구역의 노동력 수(Pop_i)를 사용한다.

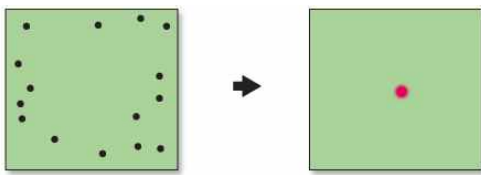


그림 7. 가중 평균 중심점 개념과 수식

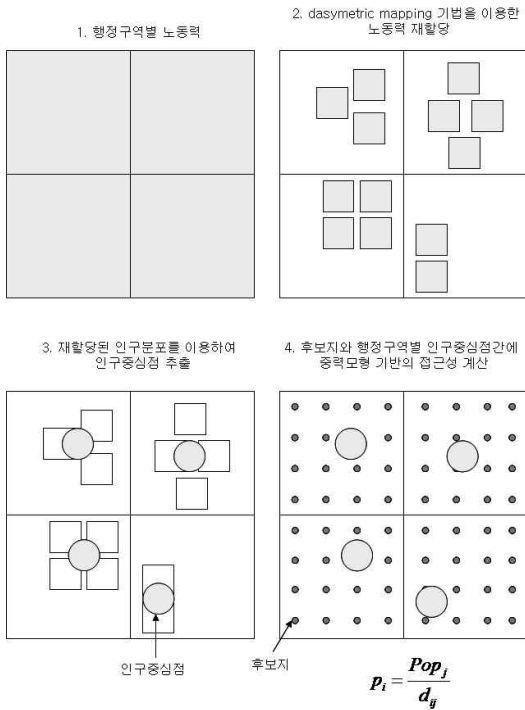


그림 8. 기준도시와의 거리 평가기준도 작성 과정

4. 산업입지 분석 사례

4.1 후보지 자료 준비

후보지는 격자형 자료모형으로 구축하며 해상도는 100m로 한다. 실제 분석과정에서는 자료의 조작과 분석을 용이하게 하기 위해서 단위 격자의 중심점을 추출한 후, 포인트 자료를 사용하였다(그림 9).

후보지는 각 평가기준도의 정보를 담고 있어야만 다



그림 9. 후보지 격자의 중심점

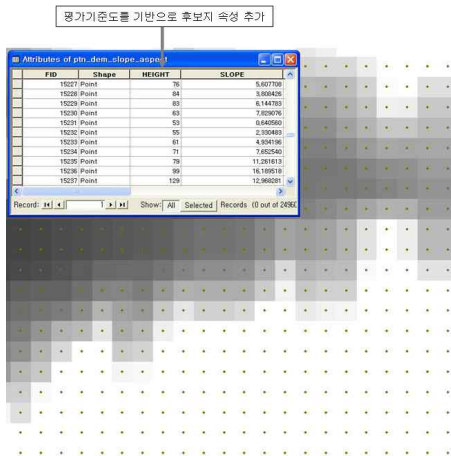


그림 10. 평가기준도 자료를 이용한 후보지 속성 추가

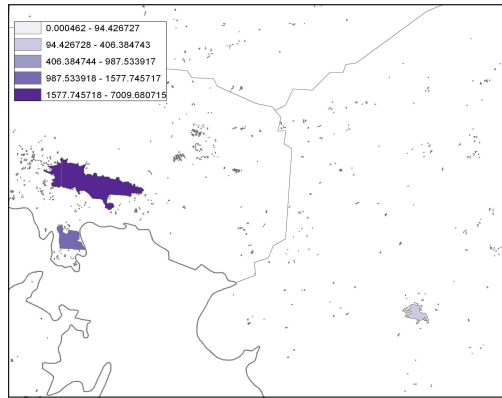


그림 11. 건물정보를 이용한 dasymetric mapping

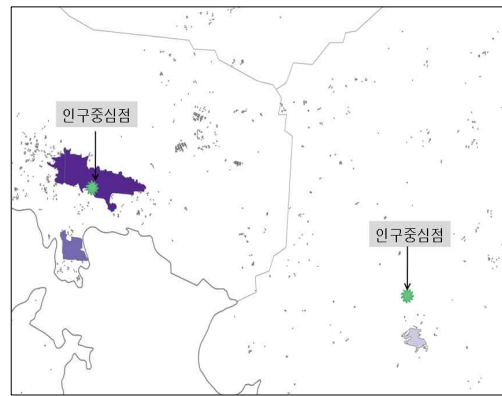


그림 12. 인구중심점 산출

준 의사결정분석을 수행할 수 있다. 이 연구에서 평가기준도 정보는 단위 격자의 중심점에 연결되는 속성 값으로 구축된다. 따라서 평가기준을 추가할 때 마다 후보지 포인트 자료에는 속성 필드가 하나씩 추가되며, 최종 분석과정에서는 속성 필드 값을 분석하게 된다(그림 10).

4.2 평가기준도 제작

4.2.1 사회경제환경

사회경제환경과 관련된 평가기준도 작성을 위해서는 dasymetric mapping 방법에 의한 인구자료를 제한당시키는 작업이 선행되어야 한다. 해당 시군별 dasymetric zone은 건물정보를 이용하여 구축한다. 최종 계산과정에서는 시군별 인구를 건물 면적 비율에 따라 재분해한다(그림 11).

dasymetric mapping 방법으로 구축한 자료는 후보지의 노동력 공급 크기를 계산하는데 활용되고, 기존도시와의 거리를 계산하기 위한 인구중심점을 추출하는 과정에서도 사용된다. 시군별 인구중심점은 dasymetric zone의 중심점 분포자료를 구한 후, 각 dasymetric zone의 인구값

을 가중치로 하는 가중평균 계산방법으로 추출하였다(그림 12). 최종분석과정에서 기존도시와의 거리는 각 후보지에서 가장 가까운 시군별 인구중심점까지의 거리를 의미하며, 중력기반 접근성 분석법을 적용하기 때문에 매력도는 시군별 인구를 사용한다.

4.2.2 자연환경, 교통·산업 인프라

자연환경과 관련된 평가기준도는 DEM을 이용한 지형 분석결과를 이용하였다. 그리고 식생활력도는 위성영상을 이용한 토지피복분류 결과를 이용해서 계산하였다. 교통인프라 평가기준도는 도로, 철도, 비행장, 항구로부터의 거리를 계산한 값을 활용하였다. 그리고 산업인프라 관련 평가기준도는 용수나 발전소로부터의 거리를 계산한다.

4.3 분석결과

자연환경, 사회경제적 환경, 교통·산업 인프라를 평가하기 위한 평가기준도를 작성하고 나면, 각 후보지 격자

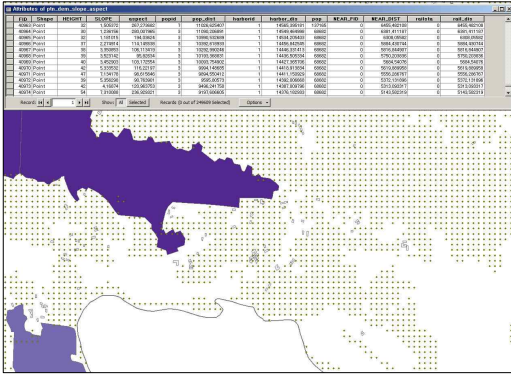


그림 13. 격자 후보지의 속성 테이블

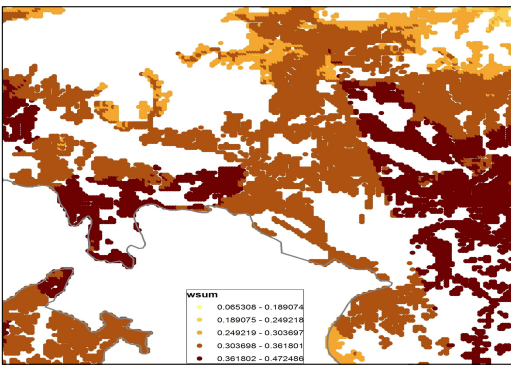


그림 14. 분석결과

의 속성 테이블에 관련 값들을 할당한다(그림 13). 격자의 속성값은 AHP 방법을 이용한 다기준 분석에 이용되어 최종 결과값이 계산된다. 최종 계산 결과는 적지분석의 정도를 나타내는 평가 결과이며, 의사결정자는 이 값을 고려하여 산업입지에 적합한 위치를 파악할 수 있다(그림 14).

4.4 평가

행정구역 단위로 집계된 노동력 자료를 이용하여 평가기준도를 작성할 경우에는 단위 구역에 포함되는 격자의 속성값은 동일한 값을 가진다. 또한 중력 모형을 고려하여 기존 도시와의 거리값을 계산하는 경우에는 단위 구역의 중심점과 각 격자 중심점 간의 거리를 계산하게 된다. 이런 방식으로 제작된 평가 기준도에는 단위 구역단위에 포함된 격자(후보지)에 단위 구역의 대표값만을 할당하게 되어 구역 내 공간 패턴의 다양성을 제대로 구현하지 못한다.

하지만 *dasymetric mapping* 기법을 이용하여 구역 내 인구 분포를 고려하여 노동력 값을 할당하고, 이러한 분

포를 고려하여 인구 중심점을 구현 후, 노동력과 기존도시와의 거리에 대한 평가기준도를 제작하면 속성 값의 공간적 분포 특성을 제대로 재현할 수 있는 장점을 가진다.

산업 입지 분석을 위한 사례연구에서도 개별 행정구역 단위의 대표 값만을 사용할 경우에는 파악할 수 없었던 구역 내 공간 패턴의 다양성을 확인할 수 있었으며, 이러한 특성을 다기준 평가 과정에도 반영할 수 있었다. 또한 기준에 대표값을 사용하던 사회경제적 속성에 대한 평가 기준도에 비해 세밀한 해상도의 다양한 정보를 재현할 수도 있었다.

5. 결 론

이 연구는 공간 다기준 의사결정분석을 위한 평가기준도를 *dasymetric mapping* 방법을 활용하여 제작하는 방안을 제안하였다. 특히, 산업 입지 분석 과정에서 고려하는 사회 경제적 속성 중에서 노동력 평가기준도, 기존 도시와의 거리 평가기준도를 제작할 수 있는 방법과 알고리즘을 구현하여 실제 산업 입지 분석 과정에 적용해 보았다. 이 과정에서 개별 행정구역 단위의 속성 값만을 사용하는 경우에는 파악할 수 없었던 다양한 공간 패턴을 재현할 수 있는 평가기준도를 제작할 수 있었다. 그리고 자연환경이나 교통-산업 인프라 평가기준도를 이용하여 다기준 의사결정분석 과정에도 활용할 수 있었다.

공간 다기준 의사결정분석에서 평가기준도는 사회경제적 혹은 자연적 속성을 제대로 재현해 주어야만 정확한 분석 결과를 도출할 수 있다. 따라서 정확한 공간 특성을 재현하는 것은 합리적인 분석 결과를 도출하는 측면에서 중요하다고 하겠다. 이 연구에서 노동력의 크기, 기존 도시와의 거리를 나타내는 평가기준도는 사회경제적 혹은 자연적 속성의 공간적 분포 특성을 재현하였다는 점에서 다기준 의사결정분석 결과의 합리성을 제고하는 방법이라 평가할 수 있다.

앞으로 다양한 *dasymetric mapping* 기법을 활용하거나 다기준 의사결정분석에 활용되는 새로운 평가 기준도를 작성하는 방안을 찾아내는 것은 남겨진 과제이다.

참고문헌

1. 김영, 김경환, 류태창, 2003, "다기준 의사결정기법을 이용한 응급의료시설의 공간 입지분석에 관한 연구", 국토계획, 제38권, 4호, pp. 19-32.
2. 김태준, 이근상, 2006, "GIS기반 AHP 기법을 이용한 작물재배 적지분석", 대한토목학회 논문집, 제26권, 4D호, pp. 695-702.
3. 오규식, 권오경, 2001, "다기준-공간의사결정 지원시스템(MC-

- SDSS)의 구축과 활용”, 한국GIS학회지, 제9권, 2호. pp. 227-238.
4. Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. K., and Toledano, J., 1995, “Raster procedures for multicriteria, multi objective decisions”, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61, pp. 539-547.
 5. Jankowski, P. and Nyerges, T., 2001, *Geographic Information Systems for Group Decision Making: Towards a Participatory*, *Geographic Information Science*, Taylor & Francis, New York.
 6. Kim, H. W., 2007, “Comparison of three dasymmetric methods for population desnity maping”, *The Geographical Journal of Korea*, Vol. 41, No. 4, pp. 411-419.
 7. Malczewski, J., 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, Wiley, New York.
 8. Malczewski, J., 2006, “GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature”, *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 20, No. 7, pp. 703-726.
 9. McHarg, I., 1969, *Design with Nature*, The Natural History Press, Garden City, New York.
 10. Saaty, T. L., 1980, *The Analysis Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
 11. Tomlin, C.D., 1990, *Geographic information systems and cartographic modeling*, Prentice-Hall, New Jersey.
 12. Wright, J. K., 1936, “A method of mapping densities of population with Cape Cod as an example”, *Geographical Review*, 26, pp. 103-110.