

매크로 언어를 이용한 입지인자 변수조정에 따른 토지적합성 분석에 관한 연구*

이기철^{1*}

A Study on the Land Suitability Analysis Based on Site Selection Variables using Macro Language*

Gi-Chul Yi^{1*}

요 약

본 연구는 적지분석시 이용되는 자료 중 의사결정과 관련된 입지인자를 추출하고, 매크로 언어에 의한 입지인자 조정에 따른 의사결정과정상의 이해상충을 조정할 수 있는 활용가능성을 검증하였다. 연구의 대상지역으로는 부산광역시 기장군 내의 개발제한구역을 대상으로 환경친화적인 실버타운 개발적지를 분석하였고, 지리정보체계의 지도학적 모델링 기법과 매크로 언어(macro language)를 이용한 입지인자별 변수조정에 따라 보다 효과적이고 합리적인 적지선정을 목적으로 하였다. 대상지의 현황분석 및 적지분석을 위해 기장군의 지형도, 행정자료들을 바탕으로 도로현황도, 시설물현황도, 표고, 경사, 향 분석도와 수계도 등의 수치지도 데이터베이스를 구축하였으며, 구축된 데이터베이스를 이용하여 입지성에 따른 분석을 통해 1차 적지를 선정하였다. 선정된 몇 개의 후보지들 중에서 순위를 결정하기 위해 2차 선정조건으로 접근성, 이용성, 환경성에 따른 가중치를 부여하여 2차 적지를 선정하였다. 또한 이들 모든 세부인자들과 분석과정을 매크로 언어를 도입하여 조정이 가능하도록 함으로서 발주자나 계획가의 선호 및 목적에 따라 입지인자별 변수를 조정함으로써 보다 쉽고 효과적으로 적지를 선정할 수 있도록 하여, 이와 관련된 이해상충의 조정이 가능하도록 하였다. 매크로 언어를 이용한 자동변수조정에 따른 적지분석은 기존의 적지 분석과 비교해 더 효과적이고 합리적인 방법으로 이용될 수 있을 것이다.

주요어: 적지분석, 입지인자, 지도모델, 매크로 언어

ABSTRACT

This study is to validate the use of macro language for the land suitability analysis aiming to help to resolve land use conflicts. The silver-town suitability analysis is conducted on the Geejang Gun, Busan Metropolitan city. Such digital maps as terrain, road, facility, and water body were created for various cartographic models. A cartographic model identified the best suitable areas for silver-town

2003년 2월 13일 접수 Received on February 13, 2003 / 2003년 3월 17일 심사완료 Accepted on March 17, 2003

* 이 논문은 2002학년도 동아대학교 학술연구조성비(국외연구과건)에 의하여 연구되었음

¹ 동아대학교 도시조경학부 Department of Planning and Landscape Architecture, DongA University

* 연락처 E-mail: Gcyi@daunet.donga.ac.kr

development based on the such site selection variables as a distance to facility and road, slope and aspect of terrain, land use etc. Then, the other cartographic model identified the most favorable site among the candidate sites based on the comparison of the aspect of proximity, usage and environmental quality. Macro language was used for these modeling process and was used for the manipulation of all these spatial variables used in the models to resolve land use conflicts relating to the decision making process of the final site selection. This study will improve the effectiveness and rationality of the traditional site suitability analysis.

KEYWORDS: *Land Suitability Analysis, Location Factor, Cartographic Model, Macro Language*

서 론

한 지역의 개발 또는 보전의 용도로 이용이 가능한 가용토지는 제한이 있으므로 여러 가지 토지이용 목적에 적합한 지역들을 찾아내는 작업은 한계 가용자원인 토지를 보다 효율적으로 개발하고 보전하기 위한 계획적 접근방법으로 이용되어 왔고, 일반적으로 토지이용의 적합성 분석(land suitability, capability analysis)으로 알려져 있다. 현재 우리나라의 토지이용과 관련된 23개 법률에서는 기본계획 28개와 세부 계획 25개로 총 53개의 토지이용계획이 있으나(류해웅, 1988), 계획수립시에 토지의 특성과 잠재력을 효과적으로 분석·반영할 수 있는 자료와 분석 방법이 체계화되지 못해, 주요 의사결정단계에서 계획가의 주관적 판단이 작용함으로써 객관적이고 과학적인 토지이용계획을 수립하지 못하는 경우가 많다. 기존의 토지이용계획 상의 주요 문제점으로 현황 자료수집시 시간과 비용의 과다 소요, 수작업위주의 현황분석에 따른 제반문제 발생, 수요예측모형이 너무 다양하고 일관성 있는 기준의 미비, 입지배분시에 평가기준의 객관성 미비, 예측된 토지용도별 수요치 반영과 토지 잠재력이 충분히 고려되지 못한다는 점 등이 있으며, 토지이용계획 작성 시 수작업에 의한 도면오차, 경미한 도면변경시에도 반복 작업에 따른 시간과 고비용 등이 문제점으로 지적되고 있다(박은관 등, 1998).

최근 들어 지리정보시스템(GIS, geographical information systems)을 중심으로 공간분석기술이 급속하게 발달하여 과거 수작업 위주로 수립되어져 왔던 공간계획의 비효율성이 상당부분 해결가능해지고 있으며, 보다 객관적이고 과학적인 계획대안을 수립함에 있어 효과적인 의사결정 지원수단으로서 GIS의 활용가능성이 점차 증대되어가고 있는 추세에 있다. GIS에 의한 공간분석의 경우 각종 공간 자료를 수치형태로 저장, 처리하기 때문에 도면중첩의 과정 속에 다양한 연산기능을 이용하여 수치의 합이나 평균, 가중평균 등을 이용해 객관적이고 합리적인 입지선정 기준에 근거하여 적합한 위치를 선정하고, 최적의 토지이용 용도의 적합성을 판단하는 근거로 제안해 왔다. 이 GIS를 이용하는 방법은 하드웨어와 소프트웨어를 이용하여 공간좌표에 관련되어 있는 여러 속성 자료와 공간자료를 수집하고 저장한 후, 계획의 입안, 평가, 결정시 필요한 정보를 검색, 조작이 가능하도록 하여 특정목적에 맞는 다양한 분석을 가능하게 하는 것으로, 이러한 적지분석의 사례는 매우 다양한데, 국내의 경우 폐기물 매립지(김영표 등, 1997; 배민기와 장병문, 1998; 이진덕 등, 2000), 쓰레기 소각장(이희연과 이금숙, 1998), 도시공공시설(김재익과 정현욱, 2001), 공원집단지설(황국웅과 이규완, 2000), 산불진화 저수탱크(이기철 등, 1998) 등 구체적인 토지용도의 최적지 분석과 함께 복합적 토지이용(양하백과 김천규, 1997;

국토연구원, 1997; 김영표 등 1997; 이진덕 등 2001; 구자훈과 성금영, 2001)에 적용하는 다양한 연구가 최근에 활성화되고 있다.

국외의 경우, 20세기 이후 미국을 중심으로 과학적인 토지이용 적합성 분석이 시작되었다고 볼 수 있는데, 최초의 시작을 보여준 사례로는 수작업에 의한 조정 계획가 Eliot(1902)로부터 이러한 작업을 참고로 하여 다양한 도시 및 지역계획에 적용하는 사례(Manning, 1913; Abercrombie, 1922; Adams, 1934)가 보이지만 이들 연구는 이론적 근거를 따지지 않고, 단순한 지도중첩 기법에 의한 적지분석 기법의 적용에 국한되었다(Collins 등, 2001). 그러나 이들 실제적인 몇몇 선구적인 적용사례는 계획에 필요한 지도중첩의 방법을 보편화시키는데 성공하여 공간 및 토지의 정보를 지도로 정리하는 중요한 계기로 발전한다. 대표적인 예로 1960년대 McHarg(1969)가 적용한 생태목록은 음영의 값을 이용한 투시도를 합성하는 방식에 의해 각각의 토지이용에 대한 적지분석을 효과적으로 전개할 수 있는 방법으로 발전하였다. 이후 1970년도에 들어와 컴퓨터의 의한 지도중첩의 방법이 다양하게 적용되기 시작하는데(MacDougall, 1975; Sheehan, 1979; Murray 등, 1971), 이들 컴퓨터를 이용한 방법의 이론적 근거와 기술적 방법은 Tomlin(1983)이 정립한 지도대수(map algebra)에 의해 만들어진 MAP(map analysis package)에 의해 미국내 71개 대학, 38개의 관공서, 35개의 사적기관이 활용하는 단계로 발전하게 된다. 1980년대에 들어서서는 기존의 단순중첩 방법에 의한 불리안(Boolean) 논리의 한계를 넘어서기 위한 다양한 연구가 진행되는데, 퍼지이론(Banai, 1993)에 의해 명확하게 구분될 수 없는 지역의 입지인자에 대한 모호성을 인정하고, 소속도 정도(degree of belonging)에 따라 공간정보의 불명확성 또는 모호성을 모델링 하는 연구(Burrough 등, 1992; Goodchild 등, 1993), 의사결정에 필요한 다중 의사결정 기준 평가기법

(MCDM: multiple criteria decision making or MCE: multicriteria evaluation) 연구(Dyer 등, 1992; Carver, 1991; MaCartney와 Thrall, 1991; Jankowski, 1995), 다양한 토지 입자 의사결정 인자들의 상대적 중요도를 결정하는 AHP (analytic hierarchy process) 기법의 적용에 관한 연구 (Saaty, 1994; 1995; Miller 등, 1998; Malczewski, 1996), MCE와 AHP 기법을 연계해 토지 용도배분시 우선순위 결정에 적용한 연구(Wu, 1998; Malczewski, 1996), 선형회귀식(linear programming)에 의한 토지용도 최적화(optimization) 연구 등으로 다양하게 발전한다. 최근에 와서는 이러한 모든 기법을 통합하거나 인공지능(artificial intelligence)의 적용을 시도하는 시험적인 연구로 발전해나가기 시작하고 있는데(Openshaw와 Openshaw, 1997), 시공간 속성 조절기(space time attribute machine) 등에 의한 전문가 시스템(expert system), 신경회로(neural network), 진화 프로그래밍(evolutionary programming) 등 각종 신기술과의 연계를 통한 적지분석 기법으로 발전해 가고 있다.

하지만 이들 모든 연구들의 근원적인 이론적 배경은 McHarg(1969)가 정리하였듯이 적지분석에 영향을 주는 환경 요인을 기회와 제한 요인으로 구분하여 불리안(Boolean) 논리에 의한 단순요인 분석을 통해 참과 거짓이라는 두 가지 대비되는 정보의 집합연산을 통해 토지자원이 가지고 있는 개별적 잠재력을 극대화하면서 환경피해를 감소시키는 토지이용을 찾는 지도 중첩 방법에 기초하고 있다고 볼 수 있으며, Tomlin(1990)은 지도모델과 지도대수라는 용어를 정립해 공간분석에 필요한 MAP 프로그램과 합리적인 이론적 기초를 만드는데 크게 기여했다고 볼 수 있다.

이러한 접근방법은 하나의 토지는 재생산이 불가능할 뿐만 아니라, 하나의 토지를 대상으로 하나의 이용만을 지정, 이용할 수 있는 경우에는 문제가 적지만, 여러 개의 토지이용

계획 적지를 종합적으로 고찰해야 하는 경우, 즉, 각각의 토지이용 상호간 이해상충이 발생할 경우, 이로 인해 발생된 문제의 해결을 위해서는 새로운 측면의 해결기법이 필요하다(이기철, 1994). 현실적으로 볼 때, 실제적인 토지이용계획의 집행시 하나의 적지가 판단되어졌다고 하여도 최근 국내의 사회적 문제로 등장해 가고 있는 님비현상 등 주민의 반대 등에 의해 토지이용계획 수립 및 집행시 이해상충이 생기는 경우가 많다(박종화와 이기철, 1998; 이기철, 1995; 1997; 해양수산부, 2000). 이러한 관점에서 본 연구는 적지분석 상에 발생하는 토지이용 상충문제의 해결을 염두에 두어 GIS의 적지 분석시 사용되는 입지 인자의 조정을 통해 효과적인 의사결정을 가능케 하고자 하였다. 이러한 공간분석 방법은 물리환경의 계획과정에 다양한 이익집단의 참여를 효과적으로 수행하는 도구가 될 수 있다. 즉 주요 골격이 이미 정해진 계획안에 대한 최종적 의견만을 묻던 기존의 주민참여 방식에서 벗어나서, 구체적인 계획을 수립하기 이전에 주민의 의사를 합리적인 과정을 통해 반영할 수 있는 협의적 계획(negotiated planning) 방법으로 이해당사자 집단들의 의사에 따라 다양한 토지이용 시나리오(land-use scenarios)를 신속하게 시각화하여 그에 대한 타당성을 효율적으로 검토할 수 있도록 함으로서 집단 간 의견 격차의 문제를 명확하게 인식시켜 주고, 이러한 과정 속에 최종적으로 수립되는 계획안에 대해서 보다 폭넓은 합의를 이루게 될

수 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 공간분석시 이용되는 자료 중 의사결정과 관련된 입지 인자를 추출하고, 이를 또 다른 공간변수로 인정해 토지이용상의 상충문제 해결을 염두에 두어 매크로 언어를 이용해 의사결정과정상의 이해상충 요소를 최소화 할 수 있는 방법으로 신속하고 효과적인 분석 방법을 제시해 그 활용가능성을 검증하였다. 연구의 대상지역으로는 부산광역시 기장군 내의 개발제한구역을 대상으로 환경친화적인 실버타운 개발적지를 분석하는 내용으로 지리정보체계의 지도학적 모델링 기법과 매크로 언어(macro language)를 이용한 입지인자별 변수조정에 따라 보다 효과적이고 합리적이며 이해당사자간 이해상충 조정을 염두에 둔 적지선정을 목적으로 하였다.

고령화 시대에 따른 실버타운 적지 분석의 필요성

「고령화 사회(aging society)」라 함은 총 인구 대비 고령인구(65세 이상)의 비율이 7%가 넘는 사회로 ‘인구의 고령화 또는 고령화가 진행 중에 있는 사회’를 뜻한다. 또한 14%가 넘는 사회를 「고령사회」라 하고, ‘고령인구가 일정비율로 증가한 후 어느 정도의 단계에 이르러 그 증가율이 안정적인 지속상태를 나타내는 사회’를 가리키는 것으로서 이들 용어는 모두 노인인구의 상대적 증가를 의미한다. 국

TABLE 1. A prospective of aging population

(단위: 명)

구 분	1970	1980	1990	2000	2010
60세 이상	1,705,000 (5.4%)	1,944,000 (6.1%)	3,319,000 (7.6%)	4,984,000 (10.7%)	6,826,000 (13.7%)
65세 이상	1,039,000 (3.3%)	1,446,000 (3.9%)	2,162,000 (5.0%)	3,167,000 (6.8%)	4,668,000 (9.4%)
총인구	31,435,000	37,407,000	43,390,000	46,789,000	49,683,000

자료 출처: 통계청(1994)

내에서는 1970년대 중반부터 노인인구가 증가하기 시작하여 장래인구추계에 의하면 65세 인구비율은 2000년에 7%대에 이르고, 2020년에는 13%에 달할 것으로 전망되고 있다(표 1). 이는 현대에 들어서면서 급속한 의학의 발달로 인하여 평균수명이 높아감에 따라 자연스럽게 형성되어져 가고 있으며 앞으로도 계속 될 전망이다.

노년기에는 연령이 증가함에 따라 직장에서 은퇴를 경험하게 되며 가정에서도 지위가 저하되고 역할이 축소되어, 가정과 사회로부터의 역할 변화로 심리적, 사회적으로 위축을 가져오며 고독과 소외감을 느끼게 된다. 또한, 현대사회는 핵가족의 확산으로 고령자 층의 가족 별거율이 급격히 증가하고 있으며, 국민연금의 확대에 의하여 고정적인 연금 수혜로 인해 노후에 경제적으로 자립할 수 있는 노인 계층이 증가해가고 있다. 따라서 노년기의 여러 가지 신체적, 심리적, 사회적 변화를 수용해 주고 충족시켜 줄 수 있는 새로운 노인 환경이 요구되어진다. 이에 따라 등장하게 된 실버산업은 ‘노인층의 정신적·육체적 기능의 저하를 예방 또는 유지, 치료하고 노인층의 원활한 사회활동을 위하여 민간기업이 시장원리에 입각해서 상품이나 서비스의 공급을 행하는 산업’이라고 정의할 수 있으며, 그 범위로선 양로원, 요양원 등 주거시설 외에 의료, 관광레저, 식품, 의료 등 노인 대상의 모든 산업을 포함한다.

본 연구에서는 노인주거단지의 거점으로 부상하고 있는 부산광역시 기장군을 대상으로 삼았다. 기장군은 그린벨트 면적이 전체 기장군의 약 83.7%를 차지하는 지역으로 최근 미집행도시계획 시설의 해제 또는 조정이 가시화되고 있는 지역으로 개발제한구역 내 300가구 이상 대형 취락지구 12개소(2,459가구) 147만 m²(약 44만 5천평)이 곧 해제될 예정에 있고, 또 50가구 이상 300가구 미만 취락지구 60개소와 20가구 이상 50가구 미만 취락지구 71

개소 등 나머지 취락지구 131개소(1만4천여 가구)도 순차적으로 해제되어 다른 용도로의 개발이 용이해 지고 있다. 이러한 기장군을 대상으로 실버타운을 대상으로 체계적인 토지적합성 여부를 사전에 관별하여, 추후 일어날 개발제한구역의 해제시 예상되는 과도한 난개발에 따른 자연환경의 파괴를 막으며 자연을 보전하면서 현명하게 이용할 수 있도록 유도하고, 추후 다가올 고령화 사회에 따른 노인주거단지 문제들을 합리적으로 대비하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위로는 부산광역시 기장군(전체면적 217.916km², 행정구역 2개읍-기장읍과 장안읍, 3개면-일광면, 정관면, 철마면)을 대상으로 하였으며, 내용적 범위로 실버타운 적지선정 기준을 설정하기 위한 노인의 특성과 실버산업의 개념 및 현황, 국내·외의 실버타운의 개발사례, 관련법 등의 사전연구, 실버타운 적지선정을 위한 지리정보시스템의 지도학적 모델 개발 및 이해상충에 영향을 주는 입지인자에 관한 문헌연구들을 하였고, 연구의 주요목표인 입지인자를 조정할 수 방안을 매크로 언어(macro language)를 이용해 제시하였다.

2. 연구의 방법

연구의 방법은 그림 1과 같이 첫째, 이론 및 문헌고찰을 통해 실버타운과 관련된 이론 및 개념과 실버타운의 필요성에 관한 이론적 고찰을 근거로 노인층의 욕구에 맞는 실버타운 모형을 설정하여 이를 GIS의 적지분석에 적용할 수 있는 적합한 기준을 설정하였다. 둘째, GIS를 이용하여 적지를 선정하기 위해 필요한 주제도를 제작한 후, 제작된 주제도와 실버타운 적지 선정 기준을 이용해 지도학적 모델링 분석을 통해 실버타운 개발계획시 국내

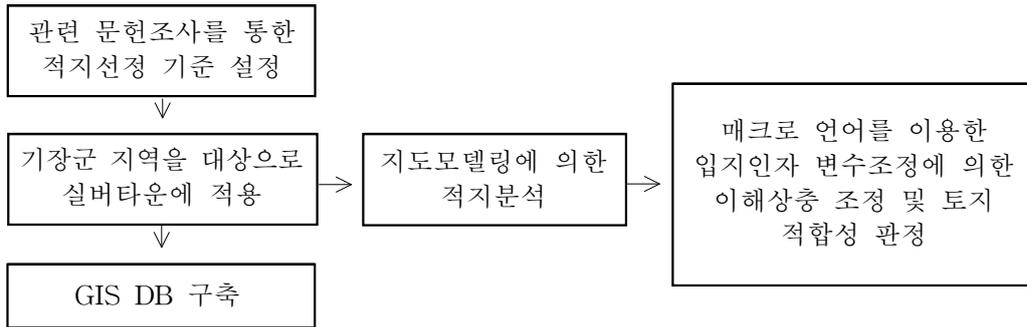


FIGURE 1. Procedure of the study

에 적용된 바 있는 입지성, 접근성, 이용성, 환경성 등을 고려한 실버타운의 개발적지를 선정하였다(한국토지개발공사, 1995). 셋째, 선정된 후보지들의 이해상충과 관련된 인자들의 조정을 통해 이해당사자 집단들의 의견을 조정할 수 있는 방안을 모색한 후, 이해상충 조정과 관련된 추후 연구를 제안하였다.

3. 연구자료의 수집 및 주제도 작성

본 연구의 기본자료는 도형자료로 지형도(1:25,000), 행정구역도(1:25,000), 도시계획총괄도(1:25,000), 공원·유원지 현황도(1:25,000), 녹지현황도(1:25,000) 등을 이용하였으며, 비도형자료로는 실버타운 개발계획에 관한 연구보

TABLE 2. A list of thematic map

원시자료목록	주제도	속성	출처	축척
지형도	표고도	20m간격으로 Digitizing하여 작성한 DEM Data	국립지리원	1/25000
	경사분석도	DEM Data를 이용해 분석한 경사분석	국립지리원	1/25000
	향분석도	DEM Data를 이용해 분석한 향분석	국립지리원	1/25000
	도로현황도	간선도로, 고속도로, 철도 현황	국립지리원	1/25000
	수계현황도	저수지, 소류지와 폭이 넓은 지류를 표시	국립지리원	1/25000
공원·유원지 현황도	공원·유원지 현황도	지역내의 어린이공원, 근린공원, 해수욕장 등의 공원시설	도시계획총괄도	1/25000
녹지현황도	녹지현황도	도시계획 총괄도에서 보존녹지 부분만을 추출	도시계획총괄도	1/25000
기장군 행정지도	행정구역도	리 경계	국립지리원	1/25000
	병원 시설도	보건소, 종합병원을 포함한 의료시설의 위치도	국립지리원	1/25000
	상업시설도	백화점, 시장 등의 상업시설의 위치도	국립지리원	1/25000
	행정시설도	읍, 면사무소 등의 행정시설의 위치도	국립지리원	1/25000
	교육시설도	학교, 대학교, 도서관등의 교육시설의 위치도	국립지리원	1/25000
	문화복지시설도	사회복지관, 강당 등의 복지시설도의 위치도	국립지리원	1/25000
	공장시설도	주거에 있어 위험 요소인 공장지역의 위치도	국립지리원	1/25000
	그린벨트구역도	그린벨트 지역인 곳과 아닌 곳을 분류도	국립지리원	1/25000

고서(한국토지개발공사, 1995), 기장군 장기발전계획(부산광역시, 1997), '98 기장군 통계연보(기장군, 1998), '98 기장군 구정백서(기장군, 1998) 등을 이용해 실버타운 적지선정 기준을 입지성, 접근성·이용성·환경성 등으로 구분하여 선정하였다. 개별적 토지이용의 적합도 분석을 실시하기 위한 요소로는 다양한 측면이 종합적으로 고려될 수 있으나 일반적으로 표고, 경사, 향 등에 따른 입지성, 철도 및 도로, 수계로 부터의 접근성, 노인들이 이용하기에 편리하고 필요한 시설들의 유무 및 등급화에 따른 이용성, 도시계획상의 그린벨트 현황 등을 환경성 인자로 구분해, 이들 현황을 정리하였다. 입지선정에는 더 많은 인자들을 선정하여 정확하게 판단하는 것이 중요하지만, 인자가 많을수록 자료구축의 비용과 시간이 증가되므로, 본 연구의 목적에 부합하는 최소 인자들로 실버타운 개발 적지의 적합도를 판정하고자 하였으며, 이렇게 결정된 인자를 중심으로 실버타운의 주이용자인 노인의 신체적·정신적 특성을 재고찰하였고, 이를 바탕으로 노인학 전문가와 현지에 살고 있는 노인 커뮤니티의 의견을 청취한 후 입지선정의 기준으로 최종 결정하였다.

수집된 도형 및 비도형자료를 이용하여 실버타운의 적지분석에 고려되는 인자별로 필요한 주제도는 그림 2~5와 같다. 1: 25,000 지형도를 10 m 간격으로 등고선을 디지털이징하여 수치지도화 한 후, 이를 수치표고모형(DEM: digital elevation model)으로 생성하여 표고도(그림 2)를 작성하였으며, 제작된 수치표고모형에 근거하여 경사향분석도(그림 3) 및 경사분석도(그림 4)를 작성하였다. 또한, 접근성 분석을 위해 기장군 행정지도와 지형도를 근거로 시가지 위치도, 도로현황도를, 이용성 분석을 위해 시설물의 위치도를, 환경성 분석을 위해 보존림구역도, 수계도 등을 디지털이징하여 수치지도화 한 후, IDRISI 소프트웨어의 래스터파일 형태로 작성하였고, 이들 모든 수치도면의 공간단위 설정방법은 연구목적이나 현지

여건, 컴퓨터 사양 여부에 따라 다를 수 있으나, 원시자료인 1:25,000 지도의 정확도와 실버타운 개발시 활용 가능성 등을 고려하여 5 m의 해상도를 가지는 격자크기로 통일하여 지도모델로 개발하였다.

연구결과 및 고찰

1. 실버타운 적지 선정

입지선정 과정은 일반적으로 두 단계를 거치는데, 먼저 입지 인자 및 이들 인자들의 상대적 중요성을 정립하는 단계와 이를 바탕으로 시설이 입지할 대상지에 대한 분석 및 평가를 통해 최적입지를 선정하는 것이다(김재익과 정현욱, 2001). 본 연구에서는 실버타운의 입지선정을 위하여 어떠한 입지인자들을 구성하고, 분석할 것인가에 대해 전문가 및 실무자의 논의와 기존의 관련연구들을 근거로 하여 1차적으로 입지성에 대한 분석을 실시하여, 1차 후보지들을 선정하고 2차적으로 1차 선정된 후보지들을 대상으로 입지인자들을 각각 접근성·이용성·환경성으로 유형화하여 그 중요도에 따라 비율을 정한 후 세부적인 평가인자에 의해 등급별로 평점을 부여하였다. 입지인자들의 상대적 중요도가 다른 이유는 이들 인자들이 지역 특성, 시설의 종류, 규모에 따라 그 영향력과 중요성이 달라질 수 있기 때문인데, 중요도 평가는 실버산업에 종사하고 있거나, 관련된 전문가들의 의견조사를 수렴해 이용성에 있어서의 중요인자(의료시설, 공원·녹지시설, 상업시설, 사회복지시설, 행정시설, 평생교육시설)들을 편리성에 따라 중요도를 결정하는 근거로 이용하였다.

1) 1차 적지선정 - 입지성에 의한 분석

입지성의 분석은 토지가 지니고 있는 고유한 자체 성질을 분석·평가하여 개발에 가장 유리한 토지를 선정하기 위한 것으로 대상토지가 지니고 있는 인문사회적 특성 및 자연·

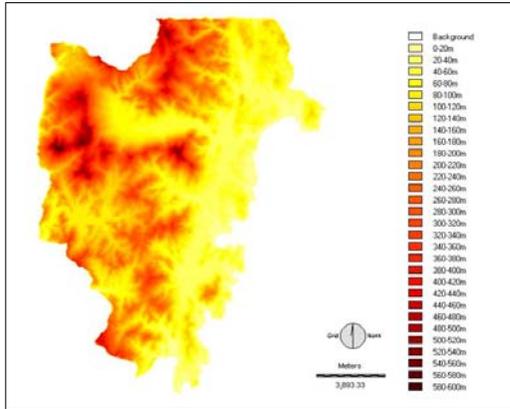


FIGURE 2. Digital elevation model

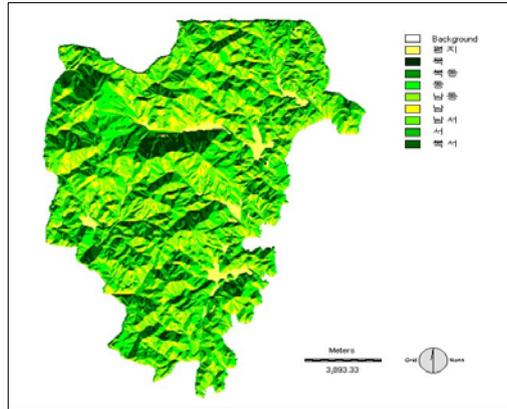


FIGURE 3. Aspect analysis map

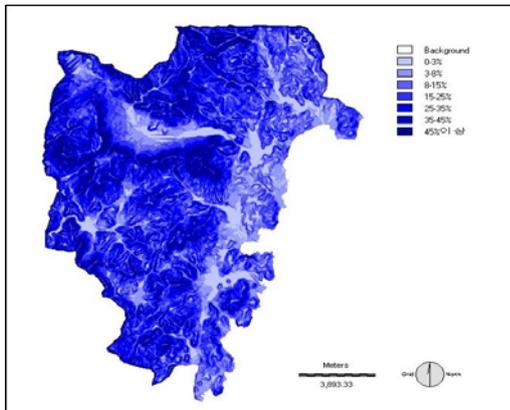


FIGURE 4. Slope analysis map

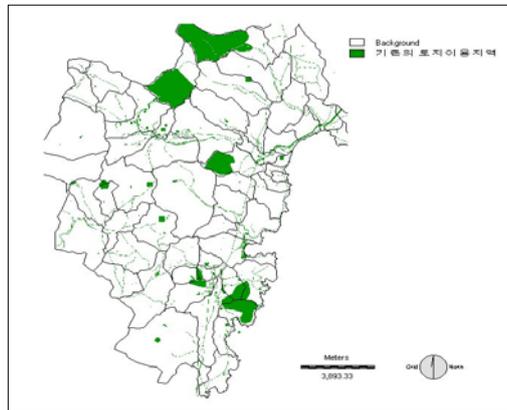


FIGURE 5. Land use map

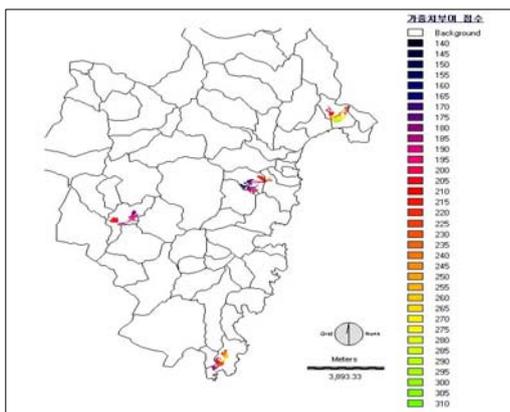


FIGURE 6. 1st suitability analysis map

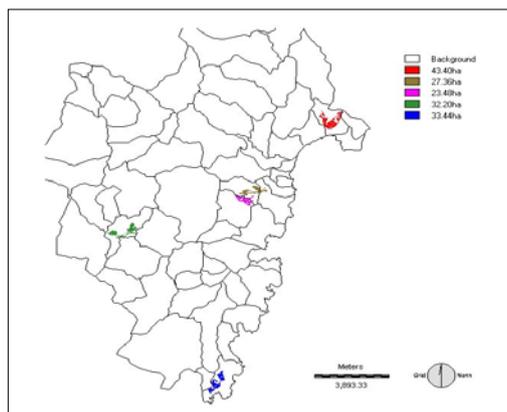


FIGURE 7. Ranking of the 1st suitable sites

환경적 특성 등을 종합하여 실버타운 입지로서의 개발타당성을 검토한 결과 다음의 내용으로 정리되었다.

- ① 경사방향은 일조환경과 직결되므로 채광을 위하여 일반적으로 남사면(남향, 남동향, 남서향)이 요구되어진다.
- ② 경사도는 노인의 이동성과 토목공사시의 경제성을 보장하기 위해 12% 이내가 적절하다. 그러나 지역 경사면의 특성을 고려하여 개발 가능한 경사도는 20%까지로 설정하였다.
- ③ 실버타운의 규모는 노인의 행동반경인 250 m를 기준으로 노인주거단지의 최소규모를 산출하여 보면 $196,250m^2 (= \pi \times 250 \times 250)$ 을 얻을 수 있다. 따라서, 인구 500인을 기준으로 할 때 일상생활에 자급자족할 수 있는 제반 시설을 갖춘 약 $200,000m^2$ 를 최소 규모로 설정하였다.
- ④ 고도는 상수도 급수를 위하여 표고 100 m 이하의 지역을 선택하고, 홍수시 범람의 위험이 있는 표고 10m 이하의 지역은 제외시켰다.
- ⑤ 매연과 소음으로부터 보호하기 위해 기존의 공장과 원자력 발전소로부터 1,000 m 이상 떨어진 지역으로 하였다.
- ⑥ 기존 시가지, 공장, 공원, 도로 등의 시설물이 들어서 있는 지역은 제외시켰다.
- ⑦ 도시계획상의 용도지구는 개발제한구역은 현재 상태로는 개발이 불가능하나, 미집행도시계획 및 그린벨트 해제 후 친환경적인 개발이 가능한 개발제한구역내의 지역으로 한정되었다.

이러한 기준에 만족하는 기장군 내 모든 대상지역의 적지를 분석하기 위하여 초기 제작된 주제도들을 조건에 맞게 경사, 향, 입접성 분석 등 각각의 목적에 상응하는 지도대수로 연산을 수행한 이후 서로 중첩(overlay)시켜 기장군 내에서 초기의 조건을 모두 만족하는 적정규모 이상의 후보지역(그림 6)을 판정

하였다. 이렇게 선정된 후보지를 대상으로 가중치의 상호비교에 의해 실버타운 개발적지로 구분된 후보지역간의 순위를 가중치 점수에 따라 비교한 최종결과는 그림 7과 같다. 그림 8은 이러한 1차 적지분석 과정이 어떻게 진행되었는지에 대한 순서도를 보여주는 지도모델로서 각 분석에 있어서 전 단계와 다음 단계간의 상호 진행과정을 한눈에 알 수 있다. 1차 선정조건에 의해 도출된 후보지들은 공장이나 원자력 발전소와 같은 위험요소들로부터 떨어져 있었으며 모두 고도가 낮고, 경사가 완만한 해안지역과 산지사이의 마을에 위치해 있었다. 또한 본 연구에서는 이 모든 과정을 매크로(macro)라는 자동실행파일로 작성해, 추후의 다른 변수에 의해 조정에 따라 적지 분석 결과를 손쉽게 재분석하거나 시각화가 가능할 수 있도록 하였다.

2) 2차 적지 선정 - 접근성, 이용성, 환경성 인자에 가중치를 고려한 기준

입지인자 들의 상대적 중요도가 중요한 이유는 이미 언급한 대로 지역의 특성, 시설의 종류, 규모에 따라 그 영향력과 중요성이 달라질 수 있고, 이들 인자들의 상대적 중요도는 행정당국, 환경단체, 주민 등의 이해집단에 따라 다르게 나타나는 경우가 많아 이를 극복하는 방안으로 전문가를 대상으로 하는 설문조사에 의존하는 경우가 많다. 본 연구는 이와 유사한 방법을 통해 실버산업에 종사하고 있거나, 관련된 전문가들의 의견조사를 수렴한 결과 다음의 내용으로 구분이 가능하였다.

① 접근성 2등급 시범리

3등급 청광리 거단지네 노인들은 시가지의 시설물 4등급 연구리 리하도록 접근이 용이해야 한다.

- 기차역, 버스정류장 등의 대중교통으로부터 5등급 화전리 이해야 한다.

② 이용성

- 노인주거단지 주변 지역의 시설들은 노인들이 이용하기에 편리하여야 한다.

- 보건시설은 부지 내에 종합의료시설을 구비하지 않을 경우에는 의료시설과 인접한 거리에 위치(250m 이내)하는 것이 좋으며, 대상지와 의료시설간에 원활한 구급차 운행이 가능해야 한다.

③ 환경성

- 노인들이 쾌적한 환경에서 여생을 편안히 누릴 수 있어야 한다.
- 그린벨트 내 산림중 보존림 지역은 개발지역으로 부적당하며, 비보존림 지역의 개발이 가능하다.
- 수계는 노인들에게 친수성을 도모할

수 있지만, 노인주거단지로부터 300m 이내의 거리로 인접된 경우 강우시 토양을 유실시킬 우려가 크므로 그 이상의 거리로 한다.

이렇게 파악된 각 인자들은 인자간 상호 비교가 가능한 표준화 작업을 수행하여야 하는데, 그 이유는 그 이유는 각 세부인자(도로, 수계 및 시설과의 접근성, 보전림 여부 등)는 각각 다른 기준과 척도로 되어 있어 통합이 어렵기 때문이다. 본 연구에서는 지도모델의 전체점수를 100점으로 가정하고, 각 세부인자

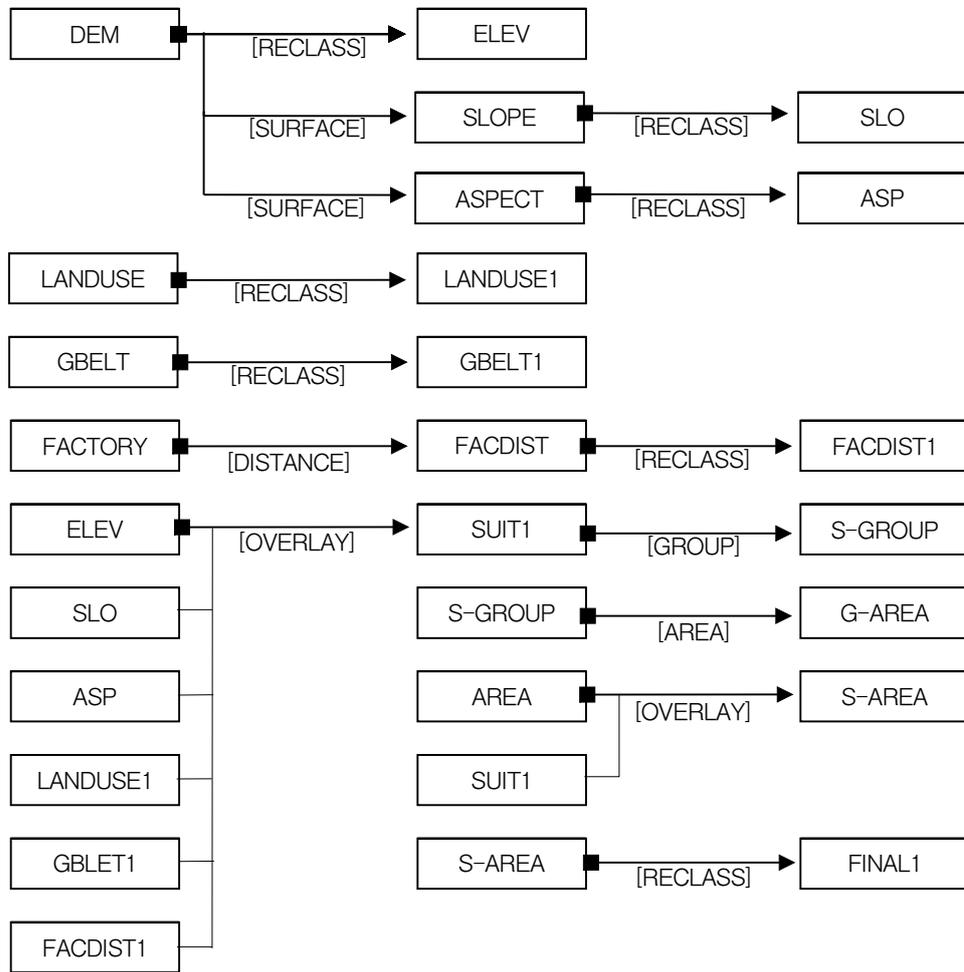


FIGURE 8. Cartographic model diagram for 1st suitability analysis

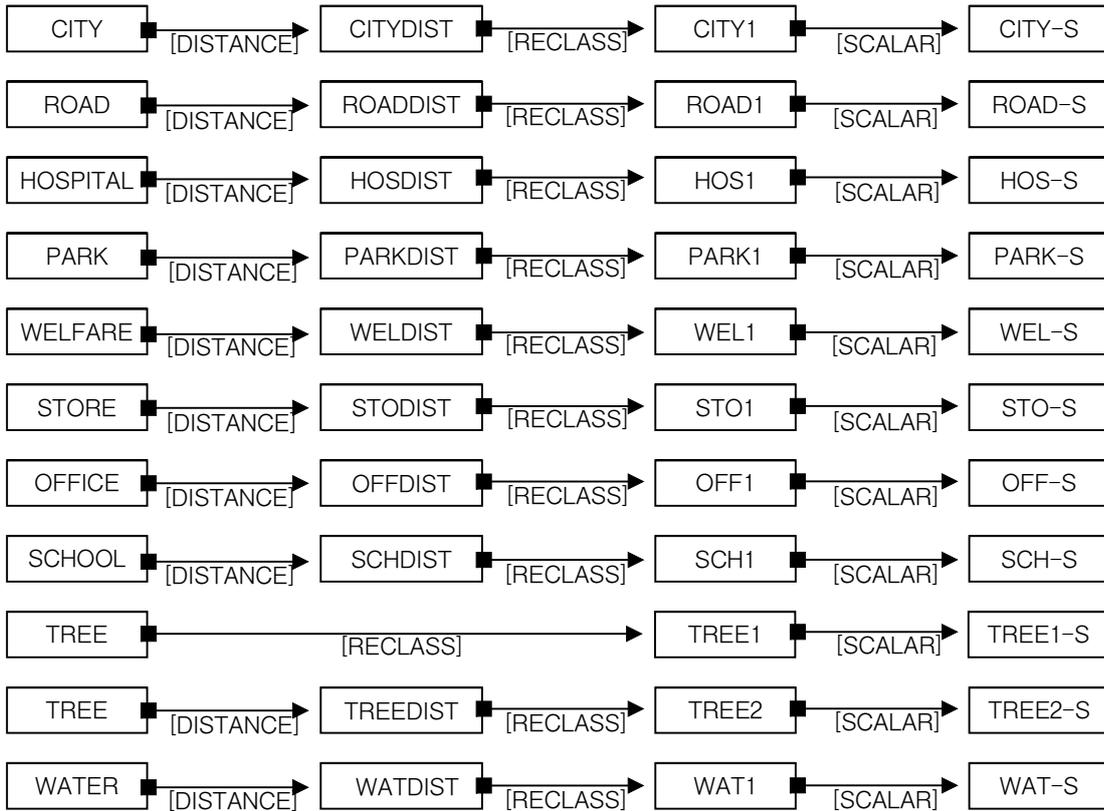


FIGURE 9. Cartographic model diagram for the manipulation of site selection variables

들의 중요도에 따라 부문별 점수를 부여해 종합점수로 비교, 평가가 가능하도록 하여 후보지의 순위를 결정하였다(표 3 참조). 그 구체적인 내용을 보면 후보지의 접근성을 평가하기 위해 노인들이 도보로 이동하기에 가장 좋은 거리인 반경 250m(왕복 500m)를 기준으로 1급의 가중치를 부여하고, 근린생활권반경이 800m를 벗어난 거리의 가중치를 4급의 가중치로 부여하였다. 그림 9는 이러한 2차 적지분석과정중 가중치를 부여하는 과정이 어떻게 진행되었는지에 대한 순서도를 보여주는 지도모델이고, 그림 10은 가중치의 상호비교에 의해 실버타운 개발적지로 구분된 후보지역간의 순위를 가중치 점수에 따라 비교하는 분석과정에 관한 지도모델이다(그림 7 참조). 이러한 과정에 의해 최종적으로 분석된 결과를 살펴

보면, 1등급의 적지로 길천리 일대, 2등급의 적지로 시랑리 일대, 3등급의 적지로 청광리 일대, 4등급의 적지로 연구리 일대, 5등급의 적지로 화전리 일대로 판정되었다.

3. 매크로 언어(macro language)를 이용한 가중치의 조정

본 연구에서는 지금까지 세부 입지인자간 부문별로 가중치를 부여하여 토지 적합성을 평가해 다수의 후보지에 대하여 최종 적지의 순위를 선정하는 일반적인 방법으로 결과를 창출하였다. 이 방법은 '순위적 우세'(hierarchical dominance)에 의해 특정 토지이용이 다른 잠재적 토지이용에 비해 더욱 가치 있다고 하는 가정이 이미 수립되어 있는 경우, 여타 토지가

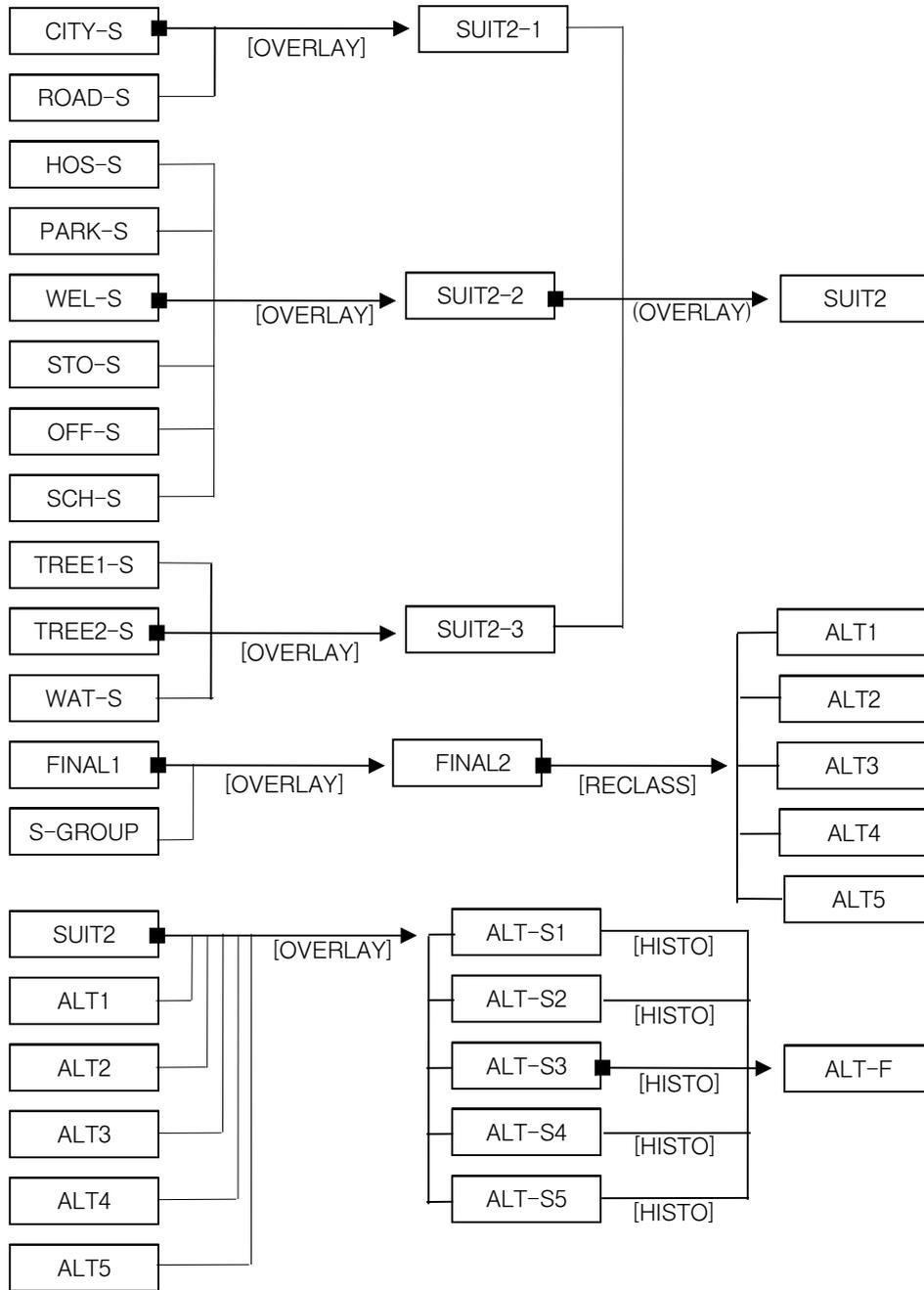


FIGURE 10. Cartographic model diagram toward ranking of site selection variables

용에 우선하여 그 이용목적을 특정지역에 부여하는 것이었다. 하지만 인근 지역주민 또는

행정당국 모두가 이러한 개발을 원한다는 가정이 현실적으로 어렵기 때문에 그에 대한 대

Table 3. Evaluated criteria for site selection variables

평가항목	평가인자	가중치	평가기준			
			1급	2급	3급	4급
접근성	시가지의 접근	15점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	도로의 접근	15점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	의료시설	15점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	공원녹지시설	10점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
이용성	사회복지시설	10점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	상업시설	5점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	행정시설	5점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	교육시설	5점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
환경성	수림대훼손방지	10점	비보전림			보존림
	수림대의 접근	5점	0-250m	250-500m	500-800m	800m이상
	수변공간의 접근	5점	300-550m	550-500m	800m이상	0-300m

```

overlay x 1 city-s road-s suit2-1
overlay x 1 hos-s park-s hp
overlay x 1 hp wel-s hpw
overlay x 1 hpw sto-s hpws
overlay x 1 hpws off-s hpwso
overlay x 1 hpwso sch-s suit2-2
overlay x 1 tree1-s tree2-s tree12
overlay x 1 tree12 wat-s suit2-3
overlay x 1 suit2-1 suit2-2 suit22
overlay x 1 suit22 suit2-3 suit2
overlay x 3 final1 s-group final2
reclass x i final2 alt1 2 0 1 216 1 216 217 0 217 999 -9999
reclass x i final2 alt2 2 0 1 409 1 409 410 0 410 999 -9999
reclass x i final2 alt3 2 0 1 431 1 431 432 0 432 999 -9999
reclass x i final2 alt4 2 0 1 543 1 543 544 0 544 999 -9999
reclass x i final2 alt5 2 0 1 802 1 802 803 0 803 999 -9999
overlay x 3 suit2 alt1 alt-s1
overlay x 3 suit2 alt2 alt-s2
overlay x 3 suit2 alt3 alt-s3
overlay x 3 suit2 alt4 alt-s4
overlay x 3 suit2 alt5 alt-s5
rem 각 적지의 가중치 평균값 분석
histo x alt-s1 1 2 1
histo x alt-s2 1 2 1
histo x alt-s3 1 2 1
histo x alt-s4 1 2 1
histo x alt-s5 1 2 1
rem alt-s..를 alt-f 하나로 overlay
overlay x 1 alt-s1 alt-s2 a2
overlay x 1 a2 alt-s3 a3
overlay x 1 a3 alt-s4 a4
overlay x 1 a4 alt-s5 alt-f
    
```

FIGURE 11. Macro file for the manipulation of site selection variables

안으로서 대상지역으로 나타난 여러 개 지역에 대한 개별적 적합성을 비교하여 보다 높은

적합성을 나타내는 방법으로 지역별로 구분하면, 실버타운을 원하는 지역의 개발 선호도에

따른 우선순위를 계량적 방법에 의해 분석, 표현이 가능하다. 이러한 방법을 활용하면 이와 관련된 이해상충을 간명하게 해결할 수 있는 장점이 있고, 이러한 방법의 적용사례로서 Berry(1991), Carver(1991), 이기철(1994) 등의 연구가 있다.

즉, 본 연구에서는 기존의 '순위적 우세'에 의한 방법에 이론적 바탕을 두고 개발된 지도 모델에서 사용된 가중치의 값들 중 신뢰성이 높지 못할 입지인자들의 주관적 판단가능성을 배제하기 위해, 계획가나 실버타운 사업자의 의견, 실버타운이 입주하게 될 지역주민과 행정당국 및 실버타운을 찾는 사람들의 의견에 따라 입지인자들의 중요도를 다르게 적용할 수 있는 방안으로, 지도모델에 사용된 입지인자들의 가중치 값들을 조정 가능하게 할 수 있도록 매크로 언어를 이용해 지도모델을 완성하였다. 이 매크로 언어란 지도모델을 구성하는 명령어들을 하나의 언어로 통합시켜 전체의 명령을 하나의 파일 속에 저장시켜 실행하는 것으로, 다양한 입지변수들의 조정이 가능하며, 연속되는 일련의 작업과정을 손쉽게 처리해 줄 수 있다. 본 연구에서 사용한 IDRISI 프로그램에서는 *.iml(idrisi macro language)이라는 확장자를 가지며, ASCII 파일로 대체될 수 있는데, 이는 흔히 이용되고 있는 일종

의 batch file과 같은 것이라 할 수 있다.

1) 매크로 언어의 적용

그림 11과 같이 매크로 언어를 이용하여 각 인자별 변수(접근성, 이용성, 환경성 등)의 가중치를 조정함에 따라 후보지의 입지 특성을 재평가하고, 그 결과를 재등급화 하였다.

① 규모에 대한 변수의 적용

도시근교형의 실버타운인 경우, 그 입지적 특성에 따라 근린시설의 이용이 도시형에 비해 제한되어 있으므로 보다 많은 편익시설의 시설내 설치를 위해선 도시형보다 많은 「300~500명」 정도의 인원이 거주하여야 할 필요성이 있으며, 적정수용규모 중 최소치인 인구 300인을 기준으로 최대 수용치인 25,000m²를 적용하면 75,000m²의 면적이 산출된다(표 4 참조). 이를 근거로 1차 적지선정 조건에서 규모를 75,000m²~200,000m²로 변경하여 매크로 작업을 실행한 결과 적지 21곳(그림 12)을 찾을 수 있었다.

② 가중치의 점수에 대한 변수 적용

개별지역의 개발 선호도를 평가하고 이와 관련된 이해상충을 조정하는 과정의 하나로 각 가중치의 변수에 대한 중요도를 환경성과 접근성, 이용성의 3가지 측면에서 서로 다르게 점수를 가산하여 분석을 하기 위해(표 4 참

Table 4. Manipulation of evaluated site selection variables

평가항목	평가인자	가중치					
		소계	대안1	소계	대안2	소계	대안3
접근성	시가지의 접근	60	30	10	5	20	10
	도로의 접근		30		5		10
이용성	의료시설	30	8	80	20	30	8
	공원녹지시설		5		15		5
	사회복지시설		5		15		5
	상업시설		4		10		4
	행정시설		4		10		4
환경성	교육시설	10	4	10	4	50	20
	수립대 훼손방지		4		3		15
	수립대의 접근		3		3		15
	수변공간의 접근		3		3		15

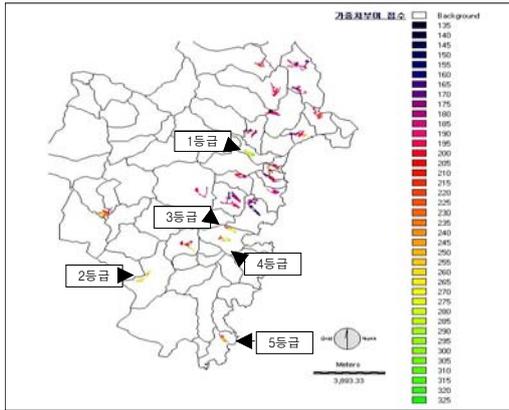


FIGURE 12. The best site selected by the manipulation of the size

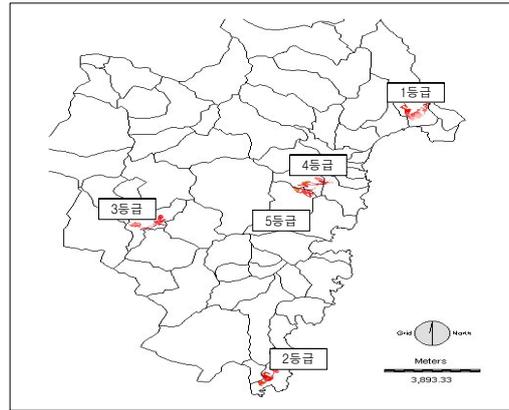


FIGURE 13. The best site selected by the manipulation of proximity

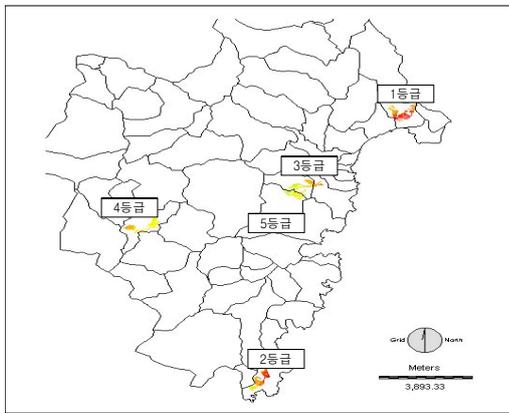


FIGURE 14. The best site selected by the manipulation of the use

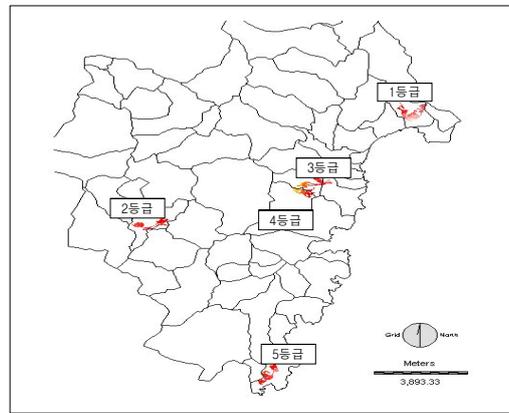


FIGURE 15. The best site selected by environmental condition

조), 모든 지도모델을 매크로파일로 만들어 입지인자들의 조정에 따른 신속한 재분석이 가능하였고, 그 결과를 시각화함으로써 보다 객관적이고 유동적인 적합성을 평가할 수 있었다.

- 「대안1」의 변수조정은 접근성에 대한 가중치를 이용성과 환경성보다 더 높게 부여하여 적지를 재분석하고, 등급화 하였다(그림 13).
- 「대안2」의 변수조정은 이용성에 대한

가중치를 접근성과 환경성보다 더 높게 부여하여 적지를 재분석하고, 등급화 하였다(그림 14).

- 「대안3」의 변수조정은 환경성에 대한 가중치를 접근성과 이용성 보다 더 높게 부여하여 적지를 재분석하고, 등급화 하였다(그림 15).

4. 고찰 및 향후 연구과제

본 연구에서는 의사결정과정상의 이해상충

요소를 최소화 할 수 있는 방안으로 신속하고 효과적인 분석 방법으로 입지인자의 조정이 가능하도록 매크로 언어를 적용하였다. 이러한 방법으로는 많은 입지 적합도 도면들의 생산을 반복되는 과정중에 기준들을 재조정할 수도 있고, 이러한 과정 속에 부지 및 상황기준에 대한 이해관계자들의 사회적인 요구를 적절히 반영할 수 있어 좀더 나은 입지결정이 이루어질 수 있다. 이와 유사한 연구로는 사회적 선호도(social preference)를 GIS의 공간분석에 적용하는 사례로 산림 보존 계획(Webb, 2002), 야생동물 보존(Worah 등, 1989) 토지 이용우선순위(Fox 등, 1996), 생태계 관리(Cox와 Madramootoo, 1998) 등에 적용한 사례가 있다. 그러나 이들 연구들은 분석과정을 자동화하기 보다는 의사결정과정 중에 이해상충을 해결하기 위해 몇 차례 반복된 유사한 분석이나 다중의사기준의 변경, 또는 새로운 분석기법의 적용 등 일련의 과정을 거쳐, 토지용도간 상충을 해소하기 위해 각각의 토지용도가 적절히 만족할 수 있는 토지용도 배분에 주력하고 있고 이를 종합하여 토지이용 계획안을 작성하여 합리적 대안 마련에 주력함으로써 사회적 갈등을 해결 또는 통합할 수 있는 수단을 보여주었다.

이와는 달리, 본 연구는 토지이용계획의 수립 및 집행시 고려될 수 있는 참여적 협의계획(negotiated planning)방법에 의한 대안 형성을 위한 방법을 제시하는데 주력하였다. 차후의 연구는 이러한 작업을 더욱 손쉽게 수행하기 위한 기능적 선택 모드를 개발해 협의적 계획에 의한 의사결정과정시 개인의 가치와 모든 참여자의 의견과 판단을 조절할 수 있는 공간적 의견 통합 틀이 필요하다. 이 공간적 틀은 기본적인 GIS 적지분석 외에도 이해갈등 해결을 위한 시나리오 설계가 가능하여야 하고, 이를 위한 개별적 특정 토지이용상충에 대한 이해상충의 요소들간 평가구조가 기반이 된다면(이기철 등, 2003), 본 연구에서 밝힌 바

와 같이 매크로 언어를 이용해 신속하게 공간적인 의사 표현을 할 수 있고, 이러한 과정 속에 이해상충의 해결에 기여하는 결과를 창출할 수 있을 것이다.

결 론

본 연구는 합리적인 입지선정을 위해 사용되는 적지 분석시 이용되는 자료 중 의사결정과 관련된 입지인자를 추출하고, 매크로 언어에 의한 입지인자 조정에 따른 의사결정과정상의 이해상충을 조정할 수 있는 활용가능성을 검증하기 위해 개발제한구역인 기장군 일대를 대상으로 실버타운의 적지를 분석한 결과, 다음 결론을 얻을 수 있었다.

1. 지리정보체계의 지도학적 모델링 기법과 매크로 언어(macro language)를 이용한 입지인자별 변수조정에 따라 보다 효과적이고 합리적인 적지선정이 가능하였다.
2. 세부인자들과 분석과정을 매크로 언어를 도입하여 자동화함으로써 발주자나 계획가 또는 지역주민의 선호 및 판단기준에 따라 입지인자별 변수의 조정이 가능하도록 함으로써 보다 쉽고 신속하게 적지를 선정할 수 있도록 하였다.
3. 매크로 언어를 이용한 자동변수조정에 따른 적지분석은 기존의 적지 분석과 비교해 이해상충 해결을 위해 더 효율적이고 효과적으로 처리될 수 있음을 보여 주었다.
4. 이해상충을 해결하기 위한 적지분석 기법은 국내의 현실상 필요성이 더욱 증가될 것이며 이에 대한 체계적이고 다양한 연구가 필요할 것이다. **KAGIS**

참고문헌

- 구자훈, 성금영. 2001. 토지이용계획의 용도별 적지분석에 있어서 퍼지이론 및 계층분석과정(AHP)의 활용. 한국지리정보학회지

- 4(1):34-45.
- 양하백, 김천규. 1997. 국토이용계획을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토연구원
- 국토연구원. 1997. 제주도 중산간지역 종합조사(중산간 GIS 개발보고서). 제주도.
- 김병주. 1994. 대도시 근교 실버타운 개발방안에 관한 연구. 동아대학교 대학원 도시공학과 석사학위논문.
- 김영표, 최용복, 박성미. 1997. 입지선정을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토연구원. 137쪽.
- 김재익, 정현욱. 2001. 도시공공시설 적지선정을 위한 GIS 활용방안에 관한 연구. 한국지리정보학회지 4(4):8-20.
- 류해웅. 1988. 토지이용제도 : 한국과 일본의 법제비교. 국토개발연구원. 38-40쪽.
- 박성복. 1998. 노년의 삶의 질 만족도에 대한 요인별 기여도 측정, 대구대학교 사회과학 연구. 1998.
- 박은관, 최병남, 김대중. 1998. 토지이용계획을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토연구원. 211쪽.
- 박종화, 이기철. 1998. Potential application of a social learning model to resolving local disputes 한국행정논집. 10(4):1009-1027.
- 배민기, 장병문. 1998. 지리정보체계를 이용한 일반폐기물 매립후보지의 입지선정에 관한 연구. 한국지리정보학회지 1(2):14-25.
- 오규식. 1995. 토지적합성 분석에 있어서 상층지역 해소를 위한 지리정보시스템(GIS)의 활용. 대한국토·도시계획학회지 31(2):95-110.
- 이기철. 1994. 토지이용의 상층성 해결을 위한 지도학적 모델의 개발. 한국지형공간정보학회논문집 2(1):131-140.
- 이기철. 1995. 님비현상과 관련된 분쟁론자들의 의식구조 분석에 관하여. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 30(6):241-258.
- 이기철. 1997. 전남 서남해안 간척지 개발로 인한 환경분쟁에 관한 연구. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 32(6):183-200.
- 이기철, 김승환, 남정철, 박승범, 강영조, 옥진아. 1998. GIS를 이용한 산불진화용 저수탱크 적지 분석에 관한 연구. 한국지리정보학회지 1(2):1-13.
- 이기철, 여기태, 박창호, 서상현, 정희균. 2003. 육해도 통합수치도를 이용한 연안통합관리 평가모형 개발. 동아대학교 지능형 통합항만관리 연구센터 기본연구 프로그램(2003.3. - 2004.2. 진행중)
- 이연숙. 1995. 경춘사. 서울. 371쪽. 미래주택과 공유공간.
- 이진덕, 연상호, 김성길. 2000. GIS를 활용한 폐기물 매립지의 적지분석 사례연구. 한국지리정보학회지 3(4):33-49.
- 이진덕, 이현화, 김성길. 2001. 도시지역의 토지이용 적지 분석을 위한 지리정보시스템의 이용 -구미시를 중심으로-. 한국지리정보학회지 4(4):29-38.
- 이희연, 이금숙. 1998. 서울시 쓰레기 소각장 입지에 관한 연구. 지역연구 14(1):91-107.
- 통계청. 1994. 인구주택 총 조사 및 장래추계 인구(1990-2021).
- 황국웅, 이규완. 2000. GIS와 다요소 의사결정 방법(MCE)에 의한 김해 대청공원 집단시설지구 적지분석. 한국지리정보학회지 3(3):45-53.
- 한국토지개발공사. 1995. 실버타운 개발계획에 관한 연구. 306쪽.
- 해양수산부. 2000. 연안이용상층지역에 대한 조정방안 연구.
- Abercrombie, P. and T.H. Johnson. 1922. The Doncastter planning scheme. Univ. of Press of Liverpool, London.
- Adams, T. 1934. The design of residential areas. Harvard Unviersity Press, Cambridge, Mass.
- Banai, R. 1993. Fuzziness in geographical information systems: contributions from the analytic heierarchy process. International

- Journal of Geographical Information Systems 7(4):315-329.
- Berry, J.K. 1991. GIS in island resource planning: a case study in Map analysis, In: D.J. Maguire et al. (eds.) Geographical Information Systems: Principles and Applications, London: Longman.
- Burrough, P.A., R.A. MacMillan and W. van Deursen. 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography. Journal of Soil Science 43:193-210.
- Carver, S.J. 1991. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. International Journal of Geographical Information Systems 5(1):321-339.
- Collins, M.G., F.R. Steiner and M.J. Rushman. 2001. Land-use suitability analysis in the United States: Historical development and promising technological achievements. environmental management 28:611-621.
- Cox, C. and C. Madramootoo. 1998. Application of geographic information systems in watershed management planning in St. Lucia. Computers and Electronics in Agriculture 20:229-250.
- Dyer, J.S., P.C. Fishburn, R.E. Steuer, J. Wallenius and S. Zionts. 1992. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: the next ten years. Management Science 38:645-654.
- Eliot, C. 1902. Charles Eliot, Landscape architect. Houghton Mifflin and Company, Boston and New York.
- Fox, J., P. Yonzon and N. Podger. 1996. Mapping conflicts between biodiversity and human needs in Langtang National park, Nepal. Conservation Biology 10:562-569.
- Goodchild, M. F., B. Parks and L. Steyaert (eds). 1993. Environmental modeling with GIS. Oxford Univ. Press, New York.
- Jankowski, P. 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making. International Journal of Geographical Information Systems 9(3):251-273.
- MacDougall, E.B. 1975. The accuracy of map overalys. Landscape Planning 2:23-30.
- Manning, W. 1913. The Billerica town plan. Landscape Architecture 3:108-118.
- MaCartney, J.W. and G.I. Thrall. 1991. Real estate acquisition decisions with GIS: ranking property for purchase with an example from Florida's St. John's Water Management District. Proceeding GIS/LIS 1:90-99.
- McHarg, I. L. 1969. Design with nature. Natural History Press, Garden City, New York.
- Malczewski, J. 1996. A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. International Journal of Geographical Information Systems 10(8):955-971.
- Miller, W., M.G. Collings, F.R. Steiner and E. Cook. 1998. An approach for greenway suitability analysis. Landscape and Urban Planning 42:91-105.
- Murray, T., P. Rogers, D. Sinton, C. Steinitz, R. Toth and D. Way. 1971. Honey Hill: a systems analysis for planning the multiple use of controlled water areas. 2 vols. Report Nos. AD 763 343 and AD 736 344. National Technical Information Service, Springfield, Virginia.
- Openshaw, S. and C. Openshaw. 1997. Artificial intelligence in geography. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- Saaty, T.L. 1994. Highlights and critical points in the theory and application of the analytical hierarchy process. Management Science 36:259-268.

- Saaty, T.L. 1995. Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decision in a complex world, 3rd ed. RWS Publication, Pittsburgh, PA.
- Sheehan, D.E. 1979. A discussion of the SYMAP program. Harvard Library of Computer Graphics. mapping collection vol. 2: Mapping software and cartographic databases.
- Tomlin, C.D. 1983. Digital cartographic modeling techniques in environmental planning. Ph.D. Dissertation, Yale Univ.
- Tomlin, C.D. 1990. Geographic information systems and cartographic modeling. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Webb, E.L. 2002. Integrating social preference in GIS-aided planning for forestry and conservation activities: a case study from rural SE Asia. Environmental Management 30:183-198.
- Worah, S., E.K. Bharucha and W.A. Rodgers. 1989. The use of geographic information systems in identifying potential wildlife habitat. Journal of Bombay National History Society 86:125-128.
- Wu, F. 1998. SimLand: a prototype to simulate land conversion through the integrated GIS and CA with AHP-derived transition rules. International Journal of Geographical Information Systems 12(1): 63-82. [KAGIS](#)