

# 지리정보시스템(GIS)을 이용한 경산시의 토지잠재력 분석

오정학\* · 정성관\*\*

\*계명대학교 환경학부 강사 · \*\*경북대학교 조경학과

## A Land Capability Analysis in Kyungsan, Korea Using Geographic Information System

Oh, Jeong-Hak\* · Jung, Sung-Gwan\*\*

\*Faculty of Environmental Studies, Keimyung University

\*\*Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

### ABSTRACT

The purpose of this study is to provide the basic data for land use in the future, which result from analyzing land use, obtained after studying on the natural environment by Geographic Information System and Remote Sensing. The results of this study are as follows;

- According to the classification of land-cover, agricultural land use is relatively prominent except for overall natural covering. According to the average value of Green Vegetation Index(GVI) class, the average value of GVI is 3.0, and 45% of the regions have relatively good condition of floral state.

- With a view to natural environment, the survey shows that the altitude of 90% of the total areas is below 400m, and most of them are flattened or moderately-inclined area. Therefore, this region has a good condition to be used for development.

- The area for the first class in preservation degree of natural scenery of Namcheon-Myun is 2.3% of the total areas. According to the results about unstable areas on all sides, unstable districts are distributed in so small-scale units that they will be safe from some damages drawn by developing activity. But we have to consider every aspects for the future development of them.

In this study, the natural environment-variables are regarded firstly, and effective designation of the land with natural environment is researched too. However, to establish more practical developing plan, ecological and human variables should be regarded.

*Key Words : Geographic Information System, Remote Sensing, Land-cover Classification, Landscape Preservation, Landslide Hazard*

# I. 서론

최근 인구 및 산업의 양적 성장과 확대가 곧 발전이라고 보는 성장주의 시대가 막이 서서히 내리고, 생태계의 균형과 지속적인 발전에 노력하는 '지속가능한 개발(sustainable development)'이라는 패러다임이 국제사회 여러 분야에서 지지를 받고 있으며(김수봉, 1996), Rio환경회담에서 채택된 선언문과 환경관련문서<sup>1)</sup>에서는 합리적인 토지이용을 위한 정보의 구축 및 활용의 중요성이 언급되어 지리정보시스템(GIS ; Geographic Information System) 및 위성사진을 이용한 원격탐사기법(RS ; Remote Sensing) 등의 신기술의 활용이 더욱 부각되고 있는 실정이다(오정학, 1997).

국내에서도 국토의 특수성과 제약성을 감안하여 국토종합개발계획 등의 수립을 통해 토지자원의 종합적 기획과 관리의 효과성 확보 및 국토이용관리법을 개정하여 토지이용 행위제한을 개발목적과 보전목적으로 구분하여 개발지역의 행위규제를 완화시키고 있다(건설교통부, 1996).

또한 국내의 GIS 연구는 80년대에 소개되어 90년 이후부터 점차 다양한 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있으나, 환경을 고려한 토지이용계획을 수립하기 위해서는 환경의 제요소들이 모두 취합되어 서로 연관성 있는 계획이 이루어져야 함에도 불구하고 지금까지 이러한 측면의 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

본 연구에서는 환경보전적인 도시개발을 추구하기 위해 경상북도 경산시를 사례대상지로 하여 '이용'과 '보전'의 두 이념의 조화를 추구하는 가운데 원격탐사기법과 지리정보시스템을 이용하여 자연자원의 훼손을 사전에 방지하거나 혹은 최소화하기 위해 자연입지적인 측면에서의 개발에 대한 잠재력 및 개발제한지역을 선정하여 향후 도시계획이나 경관기본계획 수립시 정책수립결정에 있어서 기초자료로 제공하고자 한다.

# II. 연구의 범위 및 방법

## 1. 대상지 개요

본 연구의 대상지인 경산시는 1996년 기존의 경산시(舊)와 경산군을 통합한 지역으로서 행정구역상 총면적은 411.34km<sup>2</sup>의 규모이며, 대구광역시, 영천시, 청도군 등을 경계로 하고 있다(경산시, 1996). 하천은 오목천과 남천이 북으로 흘러 금호강과 합류되며, 하천변 평야지역은 비옥한 토지와 관개시설로 농업생산에 이바지하고 있다. 또한 교통이 사면으로 발달하여 대구, 부산을 잇는 경부고속도로, 경산시를 횡단하여 동으로 뻗는 산업도로와 하양읍을 경유하여 경주에 이르는 국도가 있으며, 철도 또한 경부선과 중앙선의 양대 철도가 횡단하고 있다. 특히 대구광역시 인접지역으로 각종 생산공장과 종합대학유치로 교육, 문화 및 공업지역으로서의 경산시를 이룩한 지역여건을 갖추고 있다(경상북도, 1994).

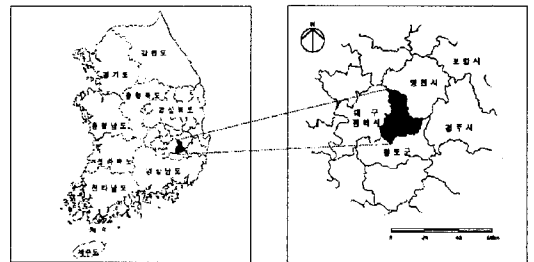


Fig 1. Location Map of the Study Area

지금까지의 경산시는 국가개발계획 측면, 공업단지의 조성, 청장년 연령층 인구의 유입, 도시기능적 측면, 그리고 주변지역의 역류효과(Backwash effect)에 의해 성장하였으나, 최근 경산시(舊)의 인구 및 산업에 따른 과밀혼잡현상으로 가용토지면적의 부족과 교통혼잡, 환경문제 등이 심각함으로써 농농통합 후 경산시(舊)의 인구 및 산업의 분산화경향이 주변

1) "환경문제를 효율적으로 다루기 위해서는 관심을 가지고 있는 모든 시민들의 참여가 전제되어야 한다. 국가는 공공부문에서 소유하고 있는 환경관련정보를 국민들에게 공개함으로써 그들이 정책결정과정에 참여할 수 있는 기회를 증대시켜야 한다."(리우환경선언문 제 10항)

"모든 국가 특히 개발도상국가에는 토지자원관리를 위하여 지리정보시스템, 인공위성사진을 활용한 원격탐사기법 등의 신기술을 활용할 수 있는 기회가 주어져야 한다."(리우환경회의 의제 21 제7장 33절)

지역으로 가속화될 전망이다(김기철, 1995). 또한 2016년을 목표로 행정구역 전체를 도시계획구역으로 확대·지정하여 도시계획이 수립되어 있지만, 구체적인 실행계획들의 미비로 도시관리상의 다양한 문제들의 도출이 예상되며, 전국최고의 과수 생산지라는 농업적 기반을 보전하기 위한 노력들로 인해 개발과 보전간의 다양한 유형의 갈등이 예상되고 있는 지역이다.

## 2. 조사 및 분석방법

연구대상지의 자연물리적 조사는 국립지리원에서 발행한 축척 1/25,000지형도 8도엽을 조사자료의 기준으로 사용하였으며, 그 외의 주제도로는 한국자원연구소 발행 1/50,000 지질도 4도엽, 농촌진흥청 발행 1/50,000 개략토양도, 환경청에서 발행한 1/50,000 현존식생도 및 Landsat TM (Thematic Mapper) 위성영상자료를 사용하였다.

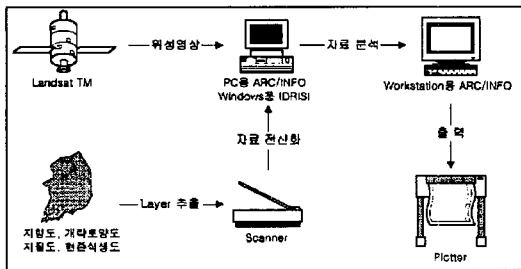


Fig 2. System Configuration

지형자료의 입력은 Vidar Truscan 800 Scanner를 사용하였고, scanning된 자료를 raster자료이므로 수치·전산화시키는데 어려움이 있어 Cadcore (Rev 2.0)를 이용하여 입력된 raster data를 vector data로 변환하였다. 이렇게 입력된 자료의 간단한 수정은 PC용 ARC/INFO 3.4D에서 수행하였으며, GRID와 TIN으로의 변환(ESRI, 1996) 등 분석작업은 ARC/INFO 7.0.4에서 수행하였다. 또한 연구대상지의 토지의 피복 현황 및 식생의 활력도를 파

악하기 위한 토지피복분류 및 녹색식생지수 등의 Landsat TM(Resolution;30m×30m) 영상분석은 IDRISI (Eastman, 1992)을 이용하였다.

## III. 분석 및 고찰

### 1. 개발잠재력 분석

#### 1) 토지피복분류(Land-cover classification)

위성영상을 통한 토지피복분류는 도시규모 이상의 광역적인 지역의 토지정보를 효율적인 방법으로 수집할 수 있는 도구가 된다. 또한 수집된 자료를 사용자의 주관을 배제시킨 객관적인 자료로서 가치를 지닌다(노재덕, 1995).

위성영상을 이용한 토지피복의 분류는 미국지질조사국(USGS : United States Geological Survey)의 분류기준에 따라 아래의 Table 1과 Fig. 3에서 보는 것과 같이 수역, 도시역, 농경지, 그리고 산림의 경우 상록수림 및 낙엽수림 지역의 5가지로 대부분류<sup>2)</sup>하였으며, 분산되어 있는 취락이나 시설물, 주거지역은 도시역의 범주에, 밭과 논, 초지를 포함한 지역들은 농경지의 범주에 포함시켰다.

Table 1에서 살펴볼 때 경산시의 토지피복율은 자연피복상태가 되는 상록수림과 낙엽수림으로 구분되는 임야(58.7%)와 수계가 전체면적의 59.9%인 245.5km<sup>2</sup>로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 다음으로 농경지와 과수원, 나지 등의 농업적 이용의 토지가 120.1km<sup>2</sup>이고, 시지역, 취락, 공장 등 도시공업적 토지이용이 44.1km<sup>2</sup>의 순으로 나타났다. 이중 일반적인 자연피복을 제외하면 농업적 토지이용이 도시공업적 토지이용보다 상대적으로 활발한 것으로 나타났다. 또한 현재의 토지이용형태는 농경지와 녹지가 대부분을 이루고 있어 상대적으로 양호한 개발과 주거여건을 지니고 있다고 볼 수 있으므로, 이러한 지역에 대해서는 개발에 따른 피해를 줄이기 위하여 농경지보전에 대한 별도의 정책과 계획수립의 필요성이 요구된다.

2) 위성영상에 의한 토지피복의 분류방법에는 감독분류(Supervised classification)와 무감독분류(Unsupervised classification)가 있으며, 감독분류에는 최단거리법, 평행영역법, 확률분포법 등 3가지가 있다. 본 연구에서는 감독분류법의 확률분포법을 사용하였다(Lillesand, 1994).

Table 1. Analysis of Land-cover Classification by Landsat TM

단위 : km<sup>2</sup>(%)

구분	수역	도시역	농경지	상록수림	낙엽수림	계
경산시 (舊)	0.7 (1.7)	9.5 (23.4)	14.8 (36.5)	12.2 (30.0)	3.4 (8.5)	40.6 (100.0)
남산면	0.4 (1.0)	2.6 (6.8)	12.7 (33.1)	16.9 (44.0)	5.8 (15.1)	38.4 (100.0)
남천면	0.3 (0.4)	2.0 (2.8)	8.3 (11.8)	30.7 (43.7)	29.0 (41.3)	70.3 (100.0)
압량면	0.2 (1.2)	4.4 (25.4)	11.2 (64.7)	1.5 (8.7)	-	17.3 (100.0)
와촌면	0.5 (1.1)	3.5 (7.4)	14.3 (30.2)	20.5 (43.2)	8.6 (18.1)	47.4 (100.0)
용성면	0.4 (0.5)	3.9 (5.0)	13.4 (17.0)	40.9 (52.0)	20.1 (25.5)	78.7 (100.0)
자인면	1.0 (1.4)	2.8 (12.7)	11.8 (53.6)	6.3 (28.6)	0.8 (3.6)	22.0 (100.0)
진량면	1.4 (3.0)	9.3 (20.0)	19.0 (40.9)	15.7 (33.8)	1.0 (2.2)	46.4 (100.0)
하양읍	0.8 (1.6)	6.1 (12.6)	14.6 (30.0)	19.2 (39.5)	7.9 (16.3)	48.6 (100.0)
계	5.0 (1.2)	44.1 (10.8)	120.1 (29.3)	163.9 (40.0)	76.6 (18.7)	409.7 (100.0)

지형고도별로의 분포상태를 보면 임야는 전고도에 걸쳐 분포하지만 저고도의 구릉지보다는 대부분이 고도 200m이상에 분포하고 있고, 하천 등의 수계는 지형고도 200m이하에서 약 87%정도가 나타나며, 농경지와 과수원, 나지 등의 농업적 이용의 토지는 약 77%정도가 100m이하에 위치하고 있다. 또한 도시적 토지이용도 지형고도 100m 이하인 지역에서 약 89%가 분포하고 있다. 이는 현재 개발이 되었거나 개발이 가능한 토지는 저지대의 구릉지에서 대부분 이루어지고 있다고 사료된다.

2) GVI(Green Vegetation Index) 분류

도시녹지를 분석하기 위해서는 토지피복분류에 의해 식생의 분포범위를 정량적으로 파악할 수 있으며, 다시 식생의 활력도를 측정함으로써 도시녹지의 상태를 계량화하여 평가할 수 있다. 위성영상을 통한 식생의 활력도 측정은 여러 가지 방법이 있으나, 본 연구에서는 그 중 현재까지 가장 정교한 것으로 평가되고 있는 녹색식생지수(GVI)를 이용하였으며, GVI의 각 밴드별 변환계수는 Crist와 Cicone의 변환계수(Crist and Richard, 1984)를 사용하였다.

GVI에 의한 식생의 활력도 측정은 Landsat TM 영상의 각 밴드에 의해 산출된 평균을 기준으로 하여 표준편차(Standard Deviation)에 의해 5등급으로 구분하였다. 평균을 기준으로  $\pm SD/2$  이내의 부분을 3등급으로 하고, 3등급에서 1SD만큼 아래쪽을 2등급, 위쪽을 4등급으로 하였고, 그 이하·이상을 1, 5등급으로 구분하였다. 즉 등급이 높아짐에 따라 식생이 양호한 지역을 나타내고, 등급이 낮아짐에 따라 불량한 지역을 나타내게 된다.

분석된 GVI등급을 행정구역별로 표시하면 Table 2 및 Fig. 4와 같으며, Table 2에서 평균값은 해당 등급의 면적과 등급값을 곱하여 산출되었다.

경산시의 GVI현황을 살펴볼 때, 행정구역별 녹지상태의 척도가 되는 GVI등급이 가장 양호한 행정구역은 남천면으로서 3.7이며, GVI등급값이 가장 낮은 행정구역은 압량면으로서 1.8이다. 전체적으로 볼 때 GVI의 평균값은 3.0이고, 전체면적의 약 45%인 181.7km<sup>2</sup>인 지역이 GVI 4등급 이상인 지역으로서 비교적 양호한 식생임을 알 수 있다.

대상지역의 녹지현황의 특징은 시가화 구역이 시외

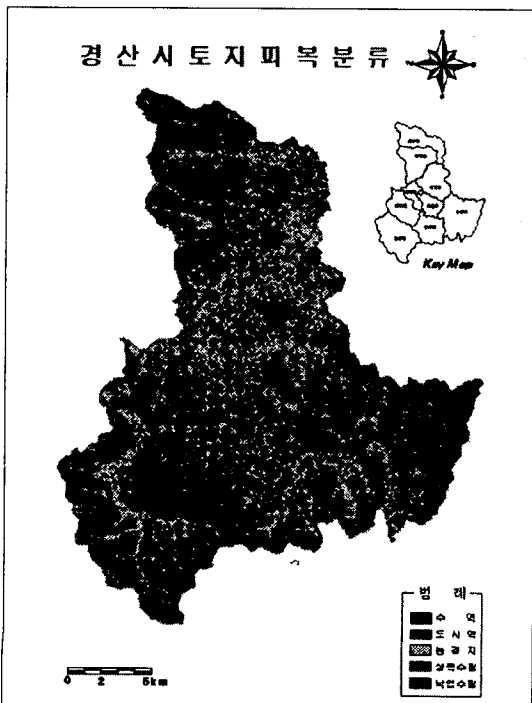


Fig. 3. Map of Land-cover Classification

Table 2. Evaluation of GVI Class by Landsat TM

단위 : km<sup>2</sup>(%)

구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	계	평균
경산시 (舊)	8.5 (20.9)	12.2 (30.0)	11.3 (27.8)	8.6 (21.2)	-	40.6 (100.0)	2.5
남산면	3.3 (8.6)	7.9 (20.6)	10.4 (27.1)	16.5 (43.0)	0.3 (0.8)	38.4 (100.0)	3.1
남천면	1.3 (1.8)	5.5 (7.8)	8.3 (11.8)	53.0 (75.4)	2.2 (3.1)	70.3 (100.0)	3.7
압량면	6.5 (37.6)	7.8 (45.1)	2.9 (16.8)	0.1 (0.6)	-	17.3 (100.0)	1.8
와촌면	5.2 (11.0)	7.3 (15.4)	14.3 (30.2)	20.5 (43.2)	0.1 (0.2)	47.4 (100.0)	3.1
용성면	2.7 (3.4)	9.4 (11.9)	13.8 (17.5)	51.8 (65.8)	1.0 (1.3)	78.7 (100.0)	3.5
자인면	4.6 (20.9)	8.3 (37.7)	5.6 (25.5)	3.5 (15.9)	-	22.0 (100.0)	2.4
진량면	10.1 (21.8)	14.6 (31.5)	15.6 (33.6)	6.1 (13.1)	-	46.4 (100.0)	2.4
하양읍	6.2 (12.8)	10.1 (20.8)	14.3 (29.4)	18.0 (37.8)	-	48.6 (100.0)	2.9
계	48.4 (11.8)	83.1 (20.3)	96.5 (23.6)	178.1 (43.5)	3.6 (0.9)	409.7 (100.0)	3.0

광지역에 위치하는 대면적의 산림과 농경지에 위요되어 경관생태학에서 말하는 교란지역 (Disturbed Patch)의 특성을 가지고 있으며, 본 지역의 지리적 특성의 하나인 많은 저수지들은 농업용수원으로 중요할 뿐만 아니라, 그 위치와 규모로 보아 여가와 환경적 자원으로서의 잠재력이 매우 높은 곳이고, 부지내를 가로지르는 금호강 등의 수계는 도시녹지체계화에 있어 선형적 도시공간의 녹지축으로서의 기능을 강화할 수 있는 잠재성 있는 공간이다(경상북도, 1994).

또한, 대구와 인접한 시가화 구역의 급속한 확대 및 시가지내 잔존녹지의 개발에 따라 대규모 녹지는 시외곽에만 존재하고 있어 시가지내의 GVI등급이 높은 야산 등의 녹지는 장래의 여러 개발을 예상할 때, “개발을 위한 보존”이 아니라 “보존을 위한 개발”로 그 보존의 필요성이 부각되고 있다.

3) 지형고도

본 지역은 경산분지에 해당하는 지역으로 해발고도 분포는 최저고도가 40m이고 최고고도는 880m로 나타났으며, 대상지역의 지형고도는 아래의 Table 3 및 Fig. 5와 같이 분포하고 있다.

Table 3에서 보는 바와 경산시는 50m~100m미만 지역이 전체면적의 31.6%로 가장 많았고, 다음으로 100m~200m미만, 200m~300m미만, 300m~400m미만의 순으로 나타났으며, 전체의 평균지형고도는 191.8m로 약간 높은 구릉성 산지를 이루고 있는 것으로 조사되었다.

지형고도만을 고려할 때, 압량면과 진량면, 자인면, 경산시(舊), 남산면, 하양읍은 대체로 지형고도가 낮아서 토지의 경제적인 활용 가능성이 높은 반면, 와촌면과 용성면, 그리고 남천면은 경산시 전체의 평균지형고도보다 높은 것으로 조사되었으며, 행정구역내 토지피복 중 임야로 분류되는 상록수림과 활엽수림의 면적이 가장 많고, 이미 개발이 되었거나 개발이 가능한 토지가 다른 행정구역에 비해 떨어지는 것으로 조사되었다.

그러나, 건설부(1988)의 자료에 따르면 일반적으로 개발에 제한을 두는 표고는 400m로, 경산시는 전체면적의 약 90%(367.1km<sup>2</sup>)에 해당하는 지역이 표고 400m미만 지역인 것으로 조사되어 토지의 경제적인 효율성은 높은 것으로 조사되었다.

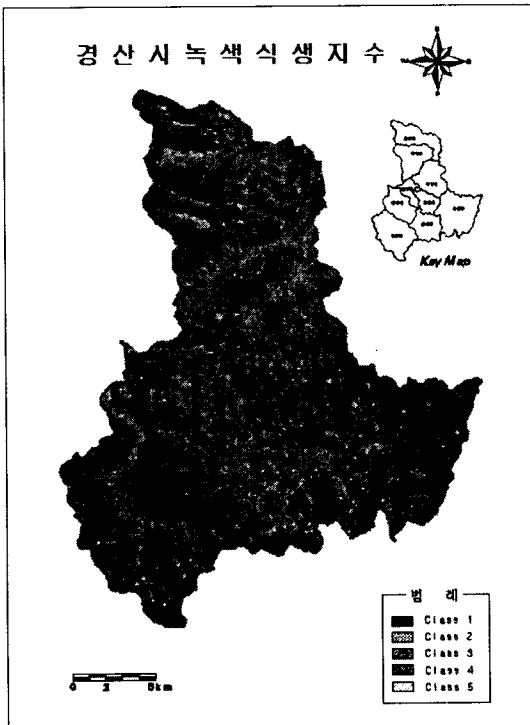


Fig. 4. Map of GVI Class

Table 3. Elevation Analysis

단위 : km<sup>2</sup>(%)

구 분	50m 미만	50~100m 미만	100~200m 미만	200~300m 미만	300~400m 미만	400~500m 미만	500~600m 미만	600~700m 미만	700~800m 미만	800m 이상	계	평균지형 고도 (m)
경산시 (舊)	5.8 (14.3)	21.0 (51.7)	7.2 (17.8)	3.9 (9.6)	2.2 (5.4)	0.5 (1.2)	-	-	-	-	40.6 (100.0)	115.6
남산면	-	11.5 (30.0)	16.0 (41.7)	5.7 (14.8)	3.2 (8.3)	1.6 (4.2)	0.4 (1.0)	-	-	-	38.4 (100.0)	173.0
남천면	-	3.9 (5.6)	15.0 (21.3)	18.8 (26.7)	17.5 (24.9)	10.2 (14.5)	3.8 (5.4)	1.0 (1.4)	0.1 (0.2)	-	70.3 (100.0)	294.4
압량면	9.1 (52.6)	8.2 (47.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	17.3 (100.0)	52.5
외촌면	-	16.5 (34.8)	10.5 (22.1)	5.6 (11.8)	5.3 (11.2)	4.3 (9.1)	2.7 (5.7)	1.5 (3.2)	0.8 (1.7)	0.2 (0.4)	47.4 (100.0)	233.2
용성면	-	7.8 (9.9)	23.0 (29.2)	22.3 (28.4)	16.0 (20.3)	7.1 (9.0)	2.2 (2.8)	0.3 (0.4)	-	-	78.7 (100.0)	250.2
자인면	0.9 (4.1)	15.2 (69.1)	5.0 (22.7)	0.8 (3.6)	0.1 (0.5)	-	-	-	-	-	21.9 (100.0)	90.4
진량면	5.8 (12.5)	31.1 (67.0)	7.7 (16.4)	1.3 (2.8)	0.6 (1.3)	-	-	-	-	-	46.4 (100.0)	88.7
하양읍	9.8 (20.2)	14.1 (29.0)	7.9 (16.3)	6.1 (12.5)	4.8 (9.9)	3.1 (6.4)	1.9 (3.9)	0.7 (1.4)	0.2 (0.4)	-	48.6 (100.0)	180.7
계	31.4 (7.7)	129.3 (31.6)	92.2 (22.5)	64.5 (15.5)	49.7 (12.1)	26.8 (6.6)	11.0 (2.7)	3.5 (0.9)	1.1 (0.3)	0.2 (0.1)	409.7 (100.0)	191.8

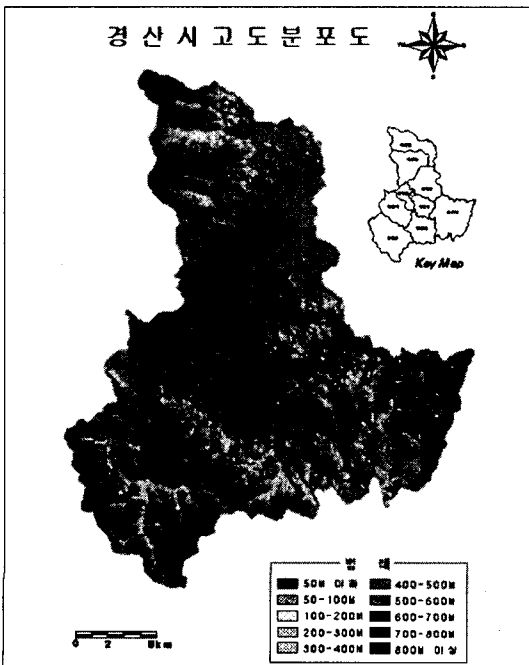


Fig. 5. Map of Elevation

4) 사면경사도

경사도는 일정거리에 대한 두 지점간의 높이차를 나타내는 것으로 지형의 특성을 나타내는 중요한 지표로 사용될 뿐만 아니라, 토지이용성에 상당한 영향을 미치는 요인으로 간주되고 있다.

본 연구에 있어서 경사도의 분류기준은 김우관(1985) 및 건설부(1988)의 분류방법을 참고로 하여, 평탄지(0°~5°미만), 완경사지(5°~15°미만), 급경사지(15°~30°미만), 급준경사지(30°이상)의 4단계로 구분하였다. 여기에서 평탄지는 개발가능지로서 택지 개발 및 공장건설 등 각종 건축물이 들어설 수 있는 부지로 활용이 가능하고, 완경사지는 농경지로 활용이 가능하며, 급경사지 및 급준경사지는 경제적 목적의 토지활용은 불가능한 지역이다(이현숙, 1993).

경산시의 경사도 현황은 Table 4 및 Fig. 6과 같은데, 5°미만인 지역이 전체 행정구역 면적의 35.9%로 가장 많았고, 다음으로 15°~30°미만, 5°~15°미만, 30°이상의 순으로 나타났으며, 평균경사도는 12.6°로 약간 급한 완경사지를 이루고 있는 것으로

나타났다. 또한 경사 15°미만의 완경사지가 전체 면적의 약 59%를 차지하여 저산성 분지의 특징을 나타내고 있다.

경산시(舊)는 지형고도가 낮을 뿐만 아니라 경사도도 완만한 것으로 나타났다. 그리고 이미 활용되고 있는 토지의 비율이 59.9%인 것에 비해 농경지 이상으로서의 활용이 가능한 경사지의 비율은 77.6%로서 구역내 임야내에도 상당한 정도의 개발가능한 부지가 존재해 있는 것으로 조사되었다.

남천면의 평균경사도는 21.1°로 9개 행정구역 중 가장 급한 경사를 나타냈으며, 평균지형고도가 또한 높아 급하여 구역내 경제적인 측면에서의 토지활용은 어려울 것으로 생각된다.

압량면은 5°미만인 지역이 거의 대부분인 91.3%를 차지하는 것으로 나타났고, 평균경사도도 1.4°로 9개 행정구역 중에서 가장 완만한 것으로 조사되었다. 압량면은 지형고도도 낮고 경사도도 가장 완만하여 구역내 토지활용 가능성은 가장 높다고 말할 수 있다. 또한, 토지피복별 이용현황에 있어서도 이미 활용되고 있는 도시지역이 전체면적의 25.4%인데 비

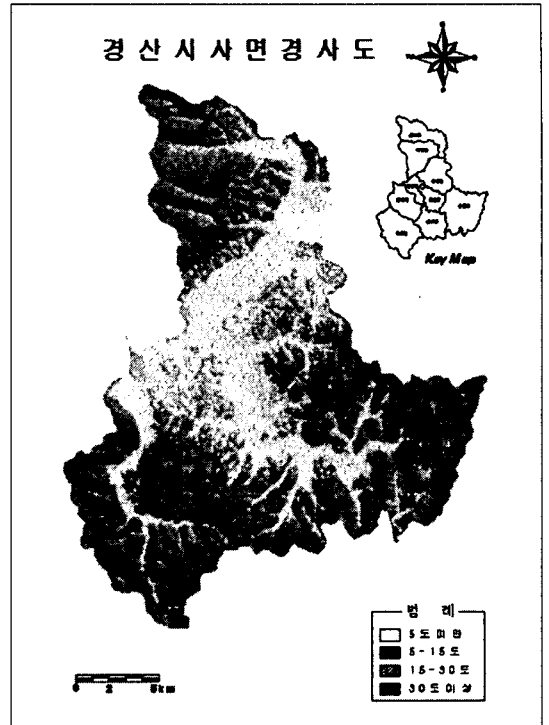


Fig. 6. Map of Slope

Table 4. Slope Analysis

단위 : km²(%)

구분	5°미만	5°~15° 미만	15°~30° 미만	30° 이상	계	평균 경사도(°)
경산시 (舊)	22.9 (56.4)	8.6 (21.2)	8.1 (20.0)	1.0 (2.5)	40.6 (100.0)	7.8
남산면	12.1 (31.5)	10.4 (27.1)	13.8 (35.9)	2.1 (5.5)	38.4 (100.0)	12.7
남천면	6.4 (9.1)	10.0 (14.2)	42.0 (59.7)	11.9 (16.9)	70.3 (100.0)	21.2
압량면	15.8 (91.3)	1.4 (8.1)	0.1 (0.6)	-	17.3 (100.0)	1.4
와촌면	15.3 (32.3)	13.3 (28.1)	16.2 (34.2)	2.6 (5.5)	47.4 (100.0)	12.3
용성면	12.1 (15.4)	19.0 (24.1)	40.7 (51.7)	6.9 (8.8)	78.7 (100.0)	17.1
자인면	14.2 (64.5)	4.7 (21.4)	2.9 (13.2)	0.2 (0.9)	22.0 (100.0)	5.7
진량면	29.6 (63.8)	12.5 (26.9)	3.9 (8.4)	0.4 (0.9)	46.4 (100.0)	5.1
하양읍	18.6 (38.3)	12.5 (25.5)	15.2 (31.3)	2.4 (4.9)	48.6 (100.0)	11.3
계	147.0 (35.9)	92.3 (22.5)	142.9 (34.9)	27.5 (6.7)	409.7 (100.0)	12.6

해 아직 도시적 토지이용으로 전환할 수 있는 농경지와 나지가 64.7%(11.2km²)로 구역내 토지의 개발가능성이 가장 높은 만큼 장기적인 계획을 통하여 무분별한 토지의 훼손이 발생되지 않도록 해야 하겠다.

지형고도와 사면경사도를 종합하여 지형지세적인 측면에서 살펴보면 총면적 409.7km²중에서 개발이 용이한 고도 100m미만 지역이 160.7km²로서 전체의 39.3%를 점하고 있는 것으로 조사되었으며, 경사도를 중심으로 볼 경우에는 평탄지로 볼 수 있는 경사도 5°미만인 지역이 전체의 35.9%인 147.0km²이고, 개발이 용이한 5°~15°미만인 지역이 22.5%인 92.3km²를 점하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 지형지세의 측면에서 볼 경우 경산시는 개발가능지가 비교적 풍부한 편으로서 시가지 형성에 유리한 조건을 지니고 있는 것으로 사료된다. 반면 이미 활용되고 있는 도시지역의 비율이 44.1km²로 10.8%, 농경지 및 나지로 존재하는 지역이 120.1km²인 29.3%로 전체면적의 약 40%를 차지하고 있는 것으로 볼 때, 구역내 임야내에도 약 20%정도의 개발가능지가 있는 것으로

조사되었는데, 이러한 개발가능지에 대한 철저한 조사와 더불어 토지이용계획을 수립함으로써 각종 개발 사업의 피해를 방지해야 할 것이다.

## 2. 개발제한지역 선정

가용지란 문자상으로는 '어떤 용도로든 쓸 수 있는 땅'을 말하나, '현실적으로 가용지'란 그 지형의 특성을 단순히 이용하는 것이 아닌 '인간의 의지와 계획에 의해, 필요한 경우 그 토지의 형태를 개조하고 시설을 수용하는 것이 가능한가 여부로 판정'해야 한다. 물론 이 경우에도 오늘날의 토목기술상의 경제성을 생각하지 않는다면 변형할 수 없는 지형은 별로 없으며 쓸 수 있는 땅의 규모를 필지 단위로 분할하여 본다면 역시 가용지가 아닌 곳이 없다(김정호, 1994).

그러나 지형적으로 아무리 가용성이 있다고 하더라도 현행 법률이 특정 용도로 전환을 규제하고 있는 경우 그 토지의 현실적인 가용성은 영(zero)에 가깝다. 또한 환경적인 측면에서 볼 때 녹지자연도가 높고, 고도가 높으며, 급경사를 이뤄 개발이 불가능한 지역, 생태계의 파괴가 있는 지역, 그리고 잠재적인 자연재해지역 등은 보전의 필요성이 있는 지역이라고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 먼저 기존의 선행연구에서 제시한 분석기준을 참고로 하여 자연경관이 우수하고, 사면이 불안정하여 개발이 부적합한 지역을 선정하여 개발불가능지로 판단하여 개발제한지역을 선정하고자 한다.

### 1) 자연경관보존지역

하나의 자원으로써 경관은 한 번 훼손이 되면 원상으로 회복되기가 대단히 어려운 심각성을 가지고 있으며, 자원의 개발과 관리에 대한 의사결정에 있어서 중요한 인자가 된다. 따라서 경관적으로 우수한 자연자원을 분류해 내고 그것을 잘 관리함으로써 인간의 무분별한 개발행위에 의해 훼손되는 것을 미연에 방지할 필요가 있다(서준호, 1996).

김성균(1995)의 연구를 기초로 작성된 분석기준(Table 5)에 의거하여 분석등급이 1등급이면 1점을, 6등급이면 6점을 부여한 후 자료 Layer들을 중첩시

켜 평균과 표준편차를 이용하여 3급지로 구분하였다(Table 6). 즉, 평균을 기준으로  $\pm SD/2$  이내의 부분을 2급지로 하고, 그 이하·이상을 1, 3급지로 구분한 다음, 자연경관보존분석도를 작성하였다. 분석 결과의 급지가 높을수록 자연경관이 불량한 지역이며, 급지가 낮을수록 자연경관이 우수한 지역을 나타낸다.

분석기준에 따라 연구대상지를 분석한 결과 2급지가 전체면적의 51.6%인 211.4km<sup>2</sup>로 가장 많은 면적을 점하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 3급지, 1급지의 순으로 나타났다.

자연경관보존도 1급지가 가장 많은 곳은 남천면으로서 경산시 전체면적의 2.3%인 9.2km<sup>2</sup>의 면적을 차지하고 있으며, 다음으로 와촌면 1.0%(3.9km<sup>2</sup>), 하양읍 0.6% (2.6km<sup>2</sup>)의 순으로 나타났다. 특히 남천면의 하도리, 원리 일대의 지역은 자연환경이 매우 수려한 것으로 조사되었으며, 압량면은 1급지가 존재하지 않는 것으로 조사되었다. 이는 압량면의 표고가 대부분 100m이하이고, 경사도도 5°이내인 식생이 거의 존재하지 않는 지역으로서 GVI등급 평균값도 전체의 평균값보다 아주 낮은 1.8인 것과 비교하면 유사한 결과라 사료된다. 반면 자연환경보전도가 높은 남천면과 와촌면, 하양읍의 GVI 평균값은 전체평균값과 거의 유사한 2.9~3.7의 값을 보이는 지역으로 식생의 활력도도 또한 높은 지역이라 할 수 있다.

또한 남천면과 와촌면, 용성면, 하양읍은 토지피복상 임야가 행정구역별 면적의 50%이상을 차지하고 있어 자연자원이 풍부한 지역이므로 장래에도 자연환경보전기능을 더욱 강화해야 할 것으로 사료된다.

Fig. 7의 자연경관도상에 1급지로 나타난 지역은 삼림으로 우거진 산지로서 자연경관이 매우 우수한 지역으로서 보존을 위주로 관리하고, 2급지지역은 시가지를 관통하는 금호강과 기존 시가지 내에 위치

Table 5. Criteria of Natural Landscape Preservation

구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급
식생	GVI 1등급	GVI 2등급	GVI 3등급	GVI 4등급	GVI 5등급	
고저도	100m미만	100-150m	150-200m	200-250m	250-300m	300m이상
경사도	15°미만	15°-20°	20°-25°	25°-30°	30°-35°	35°이상
수계연면		15m이상		10-15m		10m미만
암석노출			비노출지			노출지



Table 6. Analysis of Natural Landscape Preservation Class

단위:km<sup>2</sup>(%)

구 분	경산시(舊)	남산면	남천면	압량면	와촌면	용성면	자인면	진량면	하양읍	계
1급지	0.2 (0.6)	0.6 (1.6)	9.2 (13.1)	-	3.9 (8.1)	1.7 (2.2)	-	0.1 (0.2)	2.6 (5.3)	18.3 (4.3)
2급지	12.8 (31.6)	21.1 (54.9)	53.9 (76.7)	1.3 (7.5)	23.8 (50.2)	62.8 (79.8)	5.1 (23.2)	8.7 (18.8)	21.9 (45.1)	211.4 (51.6)
3급지	27.6 (68.8)	16.7 (43.5)	7.2 (10.2)	16.0 (92.5)	19.8 (41.7)	14.2 (18.0)	16.9 (76.8)	37.6 (81.0)	24.1 (49.6)	180.1 (44.1)
계	40.6 (100.0)	38.4 (100.0)	70.3 (100.0)	17.3 (100.0)	47.4 (100.0)	78.7 (100.0)	22.0 (100.0)	46.4 (100.0)	48.6 (100.0)	409.7 (100.0)

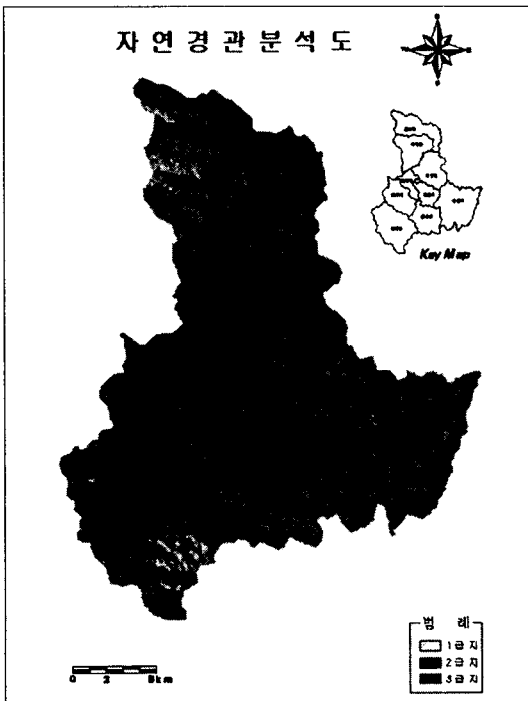


Fig. 7. Map of Natural Landscape Preservation

한 남매지, 문천지, 연지 등의 저수지 주변지역 및 산지와 가까운 녹지지역으로서 시각적 질이 우수한 지역으로 보호를 원칙으로 하면서 부분적인 이용행위를 허용하는 경관계획을 수립해야 할 것이다. 3급지지역은 대부분이 이미 개발이 되었거나 개발이 가능한 농경지, 주택, 상가 및 공장지역으로서 주위경관과 부조화를 이루는 경관구성요소를 제거시켜 자연경관을 회복하거나, 차폐 또는 경관을 보강시키는 새로운 경관구성요소들을 많이 도입하여 자연경관을

보강시키는 지역으로 자연경관계획을 수립해야 할 것이다.

2) 사면불안정지역

경사진 지형에서 사면붕괴는 일반적인 것이다. 그리고 최근의 지역개발 행위는 상당한 범위로 사면붕괴의 가능성을 증가시키므로, 환경파괴의 최소화를 위하여 개발대상지역의 사면에 대한 안정지역과 불안정지역을 구분하는 것이 필요하다(Mehrotra, 1992).

사면붕괴의 유발은 기존의 약한 지질구조를 갖고 있는 산사태 가능지역이거나 과도한 지형변경으로 인한 붕괴가 우려되는 경우를 말하며, 산사태는 경사도, 식생, 지질, 토양, 사면방향 등에 영향을 받는다(김윤중, 1991 ; 김성균, 1995). 본 연구에서는 이들 요소를 바탕으로 산사태발생 위험지역을 등급화하여 토지이용계획에 있어서 재해를 예방할 수 있는 기초자료로 이용하고자 사면불안정재해도를 작성하였다.

본 연구에서는 이사로(1992)의 분석기준을 참고로 하여 Table 7과 같이 분석기준을 만들었다. 이렇게 만들어진 분석기준으로 자료 Layer들을 중첩시켜 산출된 평균을 기준으로 하여 표준편차에 의해 4급지로

Table 7. Criteria of Landslide Hazard

구 분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	가중치
경사도	0°~5°	5°~15°	15°~30°	30°~60°	60°이상	×5
향	Flat	NW,N	NE,SW,W	SE,E	S	×2
지 질	화강암	화산암	퇴적암	충적층		×3
토 성	GP	SP	SM	SC	ML	×4
식 생	유	무				×2

Table 8. Analysis of Landslide Hazard

단위:km<sup>2</sup>(%)

구 분	경산(舊)	남산면	남천면	압량면	와촌면	용성면	자인면	진량면	하양읍	계
1급지	4.9 (12.7)	3.5 (9.1)	2.7 (3.8)	1.9 (11.0)	5.9 (12.4)	6.4 (8.1)	3.6 (16.3)	2.4 (5.2)	2.4 (4.9)	33.7 (8.2)
2급지	20.7 (51.0)	20.0 (52.1)	40.4 (57.5)	10.6 (61.3)	19.0 (40.1)	48.4 (61.5)	12.1 (55.0)	25.7 (55.4)	22.1 (45.5)	219.0 (53.5)
3급지	14.9 (36.7)	14.4 (37.5)	23.5 (33.4)	4.8 (27.7)	22.0 (29.5)	23.2 (29.5)	6.2 (28.2)	18.2 (39.2)	23.2 (47.7)	150.4 (36.7)
4급지	0.1 (0.3)	0.5 (1.3)	3.7 (5.3)	-	0.5 (1.1)	0.7 (0.9)	0.1 (0.5)	0.1 (0.2)	0.9 (1.9)	6.6 (1.6)
계	40.6 (100.0)	38.4 (100.0)	70.3 (100.0)	17.3 (100.0)	47.4 (100.0)	78.7 (100.0)	22.0 (100.0)	46.4 (100.0)	48.6 (100.0)	409.7 (100.0)

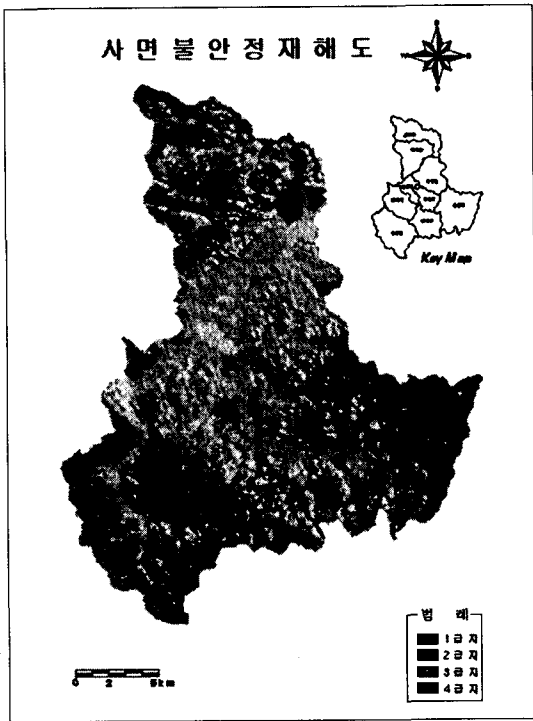


Fig. 8. Map of Landslide Hazard

구분하였다. 평균을 기준으로 1SD만큼 아래쪽을 2급지, 그 위쪽을 3급지로 하고, 그 이하·이상을 1, 4급지로 구분하였다. 즉 급지가 낮아짐에 따라 사면이 안정한 지역을 나타내고, 급지가 높아짐에 따라 사면이 불안정한 지역을 나타낸다.

사면불안정지역 분석기준에 따라 사례대상지역을 분석한 결과 Table 8 및 Fig. 8과 같이 2급지가 전

체면적의 53.5%인 219km<sup>2</sup>로 가장 많은 면적을 점하고 있으며, 다음으로 3급지, 1급지, 4급지의 순으로 나타났다. 분석결과 사면이 안정하여 개발에 문제가 없는 1,2급지의 지역은 전체면적의 약 62%에 해당하는 252.7km<sup>2</sup>인 것으로 나타났으며, 사면이 불안정한 3,4급지의 지역은 전체면적의 약 38%(157km<sup>2</sup>)의 비율을 점하고 있는 것으로 조사되었다.

연구지역에서 산사태 발생예상지역은 전체적으로 남서쪽과 북서쪽 산지에서 높게 나타나 이 지역이 산사태의 발생 가능성이 높으며, 특히 남서쪽이 북서쪽보다 더 발생가능성이 높은 것으로 나타났다.

행정구역별로 볼 때 사면이 가장 불안정한 행정구역은 남천면과 하양읍으로서 전체면적의 3.7km<sup>2</sup>, 0.9km<sup>2</sup>의 면적을 각각 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 사면이 가장 불안정한 지역의 면적은 1.6%인 6.6km<sup>2</sup>의 면적을 점하고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 Fig. 3의 고도분포도와 중첩시킨 결과 이들 지역들이 대부분 해발고도가 400m이상인 지역들이고, 또한 면적이 소단위로 분포하는 지역들이므로 택지개발 등의 도시적 토지이용에서 뿐만 아니라 농업적 토지이용에서의 영향은 없을 것이라고 사료되지만, 향후 개발시 주의를 요할 필요가 있다. 특히 산전리와 삼성리 일대의 지역들은 해발고도가 200m이내인 지역으로 택지개발 등의 토목공사가 이루어질 경우 이러한 지역에 대한 많은 조사가 선행되어야 할 것이다.

## IV. 결론

본 연구에서는 원격탐사기법과 지리정보시스템을 이용하여 자연입지적인 측면에서 개발의 잠재력을 파악한 후 장래의 토지이용을 위한 기초자료를 제공하고자 하였으며, 자연환경요소를 고려하여 개발제한지역을 선정하고자 하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 위성영상을 이용한 토지피복분류에서는 자연피복상태가 전체면적의 59.9%인 245.5km<sup>2</sup>를 차지하고 있으며, 농업적 이용의 토지가 125.1km<sup>2</sup>(30.5%), 도시공업적 토지이용이 44.1km<sup>2</sup>(10.8%) 순으로 나타났다. 이중 일반적인 자연피복을 제외하면 농업적 토지이용이 상대적으로 활발한 것으로 나타났다.

2. 녹지상태의 척도가 되는 GVI등급의 평균값을 보면 녹지상태가 가장 양호한 행정구역은 남천면으로서 3.7이며, 용성면, 남산면, 와촌면, 하양읍, 경산시(舊), 자인면, 진평면의 순으로 나타났고, GVI등급 평균값이 가장 낮은 행정구역은 압량면으로서 1.8이다. 전체적으로 볼 때 GVI의 평균값은 3.0이고, 전체면적의 약 45%인 181.7km<sup>2</sup>인 지역이 GVI 4등급 이상으로 비교적 양호한 식생상태임을 알 수 있다.

3. 경산시의 평균지형고도는 191.8m, 평균경사도는 12.6°로 약간 급한 환경사지를 이루고 있었다.

자연환경적인 측면에서 고려해 보면 전체면적의 약 90%에 해당하는 지역이 표고 400m이하인 지역으로서 토지의 경제적인 효율성은 높은 것으로 조사되었으며, 또한 경사도는 일부 급경사지를 제외하면 대부분이 평탄지 혹은 완경사지를 이루고 있어 개발적 측면에서의 토지이용에 알맞은 조건으로 사료된다.

4. 자연경관보전도 1급지가 가장 많은 곳은 남천면으로서 전체 면적의 2.3%(9.2km<sup>2</sup>)를 차지하고 있고 다음으로 와촌면, 하양읍의 순으로 나타났으며, 압량면은 1급지가 존재하지 않는 것으로 조사되었다.

5. 사면불안정지역 분석결과 사면이 안정하여 개발에 우려가 없는 1, 2급지의 지역은 전체면적의 약 62%에 해당하는 252.7km<sup>2</sup>인 것으로 나타났으며, 사면이 불안정한 지역들은 소규모 단위로 면적이 분포하는 지역들로서 개발에 의한 피해는 없을 것이나, 향후 개발시 주의를 요할 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 GIS를 이용하여 자연입지적인 측면에서의 토지의 잠재력을 파악하는데 중점을 두었으므로 자연환경적인 변수를 위주로 선정하였으나, 앞으로는 본 연구에서 고려되지 않은 생태적 측면에서의 변수 및 인문환경적 변수도 함께 고려하여 연구되어야 할 것으로 사료된다.

## 인용 문헌

1. 건설교통부(1996) 국토이용관리법령집:16.
2. 건설부(1988) 2000년대의 공영개발을 위한 구릉지개발 적지조사
3. 경산시(1996) 통계연보:33.
4. 경상북도(1994) 경산학원도시기본조성계획:356-361.
5. 김기철(1995.8) 도·농 통합형 경산지역의 발전방안. 영남대학교 환경대학원 석사학위논문:27-29.
6. 김성균(1995) 도시주변 산의 경관보전 및 관리를 위한 GIS의 이용. 한국GIS학회지 3(2):124-134.
7. 김수봉(1996) 지속가능한 도시개발을 위한 효과적 도시환경계획의 방법에 관한 연구. 국토계획, 31(5):79-94.
8. 김우관(1985) 한반도 산지사면과 지형자원연구. 홍순완 교수 환갑논문집:36-40.
9. 김윤종(1991) GIS를 이용한 광역지질재해(산사태)분석연구. 대한원격탐사학회지 7(2):110.
10. 김정호(1994) 한국의 토지이용 규제. 한국경제연구소 규제연구센터:366.
11. 노재덕(1995) 도시녹지의 모니터링 및 관리방안에 관한 연구:성남시(분당신도시)를 사례연구지로. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문:28-42.
12. 서준호(1996) 지리정보체계(GIS)를 이용한 시각자원관리에 관한 연구 영남대학교 조경학과 석사학위논문:1-40.
13. 오정학(1997) 지리정보시스템(GIS)을 활용한 환경친화적 토지이용방안. 경북대학교 조경학과 석사학위논문
14. 이사로(1992) 지리정보시스템(GIS)을 이용한 청주지역의 광역적 산사태 분석 연구. 연세대학교 지질학과 석사학위논문:9-18.
15. 이현숙(1993) GIS기법을 이용한 울릉도의 지형분석. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문:15-19.
16. Crist, E.P. and R.C. Cicone(1984) Comparison of the Dimensionality and Features of Simulated Landsat-4 MSS and TM Data. Remote Sensing of Environment 14:235-246.
17. Eastman, J.R. (1992) IDRISI : A Grid-Based Geographic Analysis system, Ver. 4.1. Worchester : Clark Univ.
18. ESRI(1996) Using Grid with ARC/INFO Rev 6.1
19. Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer(1994) Remote Sensing and Image Interpretation 3th edit. Wiley and Sons:524-647.