

## 지리정보체계기법을 이용한 제주도 지형분석에 관한 연구

이 병 곁

제주대학교 해양토목공학과

### A Study on the Geographic Analysis Using Geo-Spatial Information System (GSIS)

Byung-Gul Lee

*Department of Ocean Civil Engineering, Cheju National University, Jeju-Do, 690-756, Korea*

Geo-Spatial Information System is generally to be defined as a system of hardware, software, data, and organization structure for collecting, storing, manipulating and spatially analyzing geo-referenced data. In the system, geographic analysis is one of the most important role to spatially analyzing geo-referenced data. In this study, we applied GSIS technique to Jeju Island for the geographic characteristics analysis. For the study, we used MGE and ArcView software supported by Intergraph and ESRI company. The analysis results suggest that the gradient and cross section pattern calculated by ESRI are reasonable and the gradient vector flow pattern shows general water flow very well as we expected.

**Key words** : Geo-Spatial Information System, geo-referenced data, Intergraph, ESRI, MGE, ArcView, gradient vector

### 서 론

인간을 둘러싸고 있는 환경에는 자연환경과 인문 환경이 있다. 자연환경은 지형, 기후, 토양, 지질, 수문 등을 말하며, 인문환경은 자연환경의 토대 위에서 인간의 활동에 의해 나타나는 취락, 토지이용, 교통, 문화등을 말한다. 즉 지리현상은 자연환경과 인문환경 모두를 포함하며 각 지역마다 나름의 독특한 특성을 가진다.

이러한 지리정보체계 (GSIS, GIS)는 산업화, 도시화로 지상, 지표, 지하의 모든 현실세계 (real world)에서 복잡하게 일어나는 지리현상을 체계적으로 이해하고 관리하기 위해 등장하게 되었고, 이와 관련된 광범위한 자료를 체계적으로 관리하기 위한 정보시스

템을 구축하는 모든 과정을 말한다 (김·윤, 1999).

지리정보체계에서도 자연환경을 파악하기 위해서는 수치지도, 인공위성영상사진, 항공사진, 일반지형도 혹은 주제도 등을 이용하여 전반적인 지형분석을 해야한다. 즉 자연환경을 파악하는 것은 지리정보체계의 중요한 기능이면서 가장 기본적인 기능이다. 지형분석을 정확히 하기 위해서는 우선적으로 수치지도나 일반지형도 지도를 이용하여 지형의 특성 즉 지형의 높낮이나, 지형의 종단면도, 나아가 토질의 특성이나 토양의 성질을 파악하는 것을 말한다.

본 연구대상인 제주도는 동북아시아의 중앙부에 위치하며, 한라산을 중심으로 한 식생대, 기생화산군, 해안단에 등 특이하고 수려한 경관자원이 많으며, 민속, 전설 등의 전통문화가 잘 보존된 지역이다. 이러한 국내외의 공간적인 조건과 자연의 혜택을 보존하

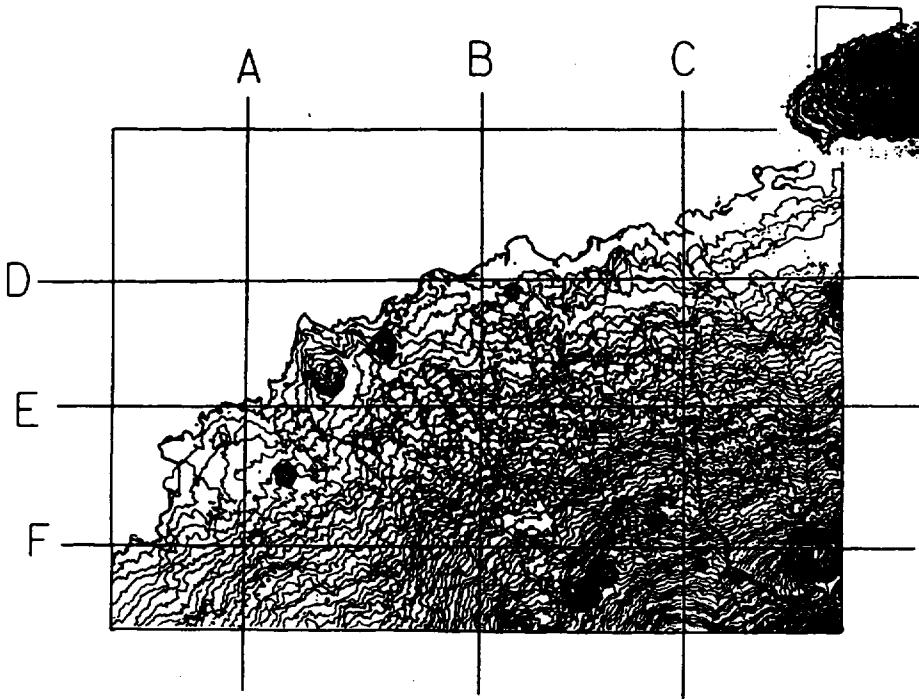


Fig. 1. Study Area of Jeju Island. The box area is around Ewol. A, B, C, D, E, F is the vertical section reference of the study area.

면서 균형적인 발전을 위해서는 지역별, 지대별 특성에 맞는 자연환경보전정책이 필요하며, 특히 제주도민의 식수가 되고 있는 지하수의 보전기능을 강화해야 한다 (濟州道, 1994).

이러한 제주도에 대해서는 이미 국립지리원에서 GIS기술을 이용해서 전반적인 지형분석을 한 바가 있다 (제주도, 1997a). 그러나 이 연구에서는 지형의 종단면도나 지형경사벡터 등과 같은 구체적인 결과를 제시하지 못하고 있다. 본 연구에서는 제주도의 애월읍부근을 중심으로 수치지형도 (1/25,000)를 이용하여 지형의 등고선분포특성, 그 지역의 연직단면도, 지형경사벡터 등을 구하여 지형의 특성을 보다 구체적으로 파악하고자 한다.

하여 국립지리원에서 발행한 수치지도 (1/25,000)를 이용하였다. 수치지도는 일반적으로 등고선뿐만 아니라 주거, 식생, 하천, 농경지 등의 정보가 포함되어 있다. 본 연구는 이러한 자료중에서 등고선자료만을 추출하여 지형분석을 수행하였다 (Fig. 1). 제주도 전체의 지형을 연구하기 전에 본 연구에서는 우선적으로 Fig. 1에 나타난 등고선중에 도엽번호 (336063, 336064)인 애월부근지역을 추출하여 지형분포현황, 종단면도 (A, B, C, D, E, F), 지형경사벡터도를 작성하여 지형적인 특성을 연구하였다. 사용된 GIS tool은 Intergraph사에서 제공하는 MGE (Modular GIS Environment)와 ESRI사에서 제공하는 ArcView를 이용하여 분석하였다.

### 자료 및 방법

#### 대상지역

본 연구대상해역의 지형적인 특성을 파악하기 위

### 결과 및 고찰

#### 표고분석

Fig. 2는 수치지도로 부터 계산된 100 m 등고선간

적으로 색상을 입혀서 전반적인 고도분포양상을 색상별로 보여주고 있다. 여기서 보라색은 바다를 나타내며, 좌측부터 붉은색까지 고도별로 다른 색상으로 표

시를 하였다. 그림에서 보면 고도가 높아질수록 면적이 줄어들며 경사가 급해지고 있음을 쉽게 알 수 있다. 이러한 그림의 목적은 특정지역의 지형을 쉽게

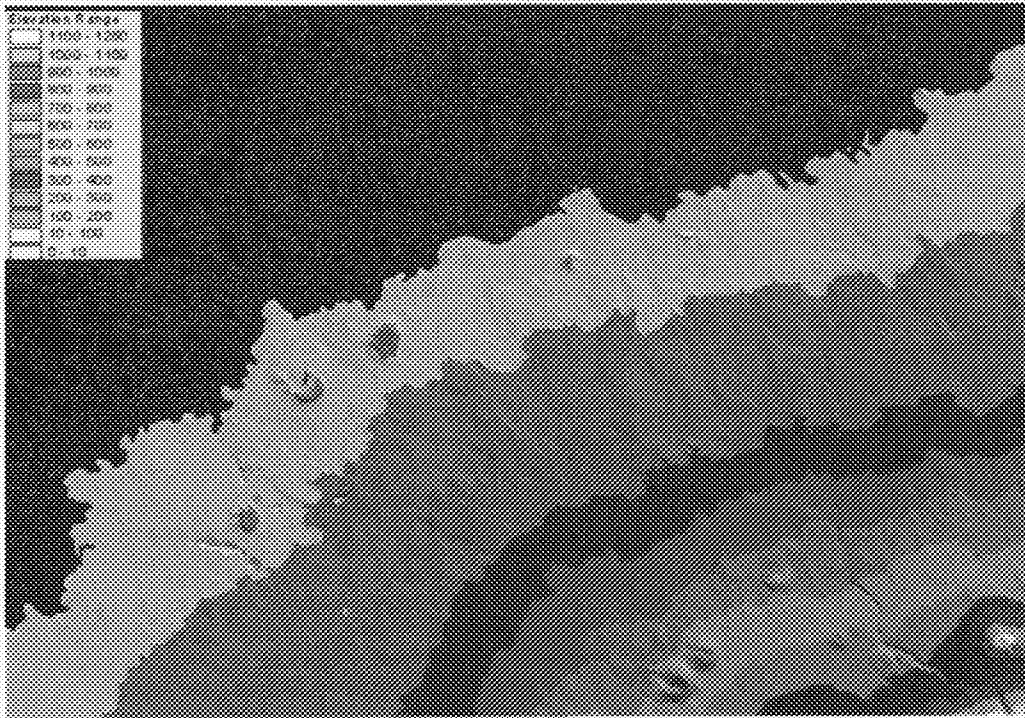


Fig. 2. Shadow relief of the study area.

Table 1. The calculated area and volume of study area using Digital Map

| Altitude (m) \ List | Area (㎡)      | %       | Volume (㎡)      | %       |
|---------------------|---------------|---------|-----------------|---------|
| 10 ~ 100            | 76696785.800  | 32.576  | 17646360280.000 | 29.203  |
| 100 ~ 200           | 46657103.600  | 19.817  | 13456629970.000 | 22.269  |
| 200 ~ 300           | 33162002.600  | 14.085  | 9443890790.000  | 15.628  |
| 300 ~ 400           | 20297845.810  | 8.621   | 6854682850.000  | 11.344  |
| 400 ~ 500           | 10353358.230  | 4.402   | 4070026335.000  | 6.736   |
| 500 ~ 600           | 14361000.820  | 6.100   | 3443617370.012  | 5.699   |
| 600 ~ 700           | 10615418.110  | 4.509   | 2184080582.461  | 3.614   |
| 700 ~ 800           | 7337791.819   | 3.117   | 1281581163.252  | 2.121   |
| 800 ~ 900           | 4728009.520   | 2.000   | 679786328.300   | 1.125   |
| 900 ~ 1000          | 2702918.601   | 1.148   | 322529726.300   | 0.534   |
| 1000 ~ 1100         | 1382792.625   | 0.587   | 113682623.300   | 0.188   |
| 1100 ~ 1200         | 485531.215    | 0.206   | 22810031.380    | 0.038   |
| 1200 ~              | 56029.516     | 0.024   | 1250950.777     | 0.002   |
| 계                   | 235438488.400 | 100.000 | 60427529201.000 | 100.000 |

인식하고 파악하기 위한 목적으로 종종 이용된다. Table 1은 Fig. 2로부터 고도별 면적 및 체적을 구한 것이다. 이 결과를 보면 면적은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 고도가 높아질 수록 감소하고 있으나, 체적도 면적과 비슷하게 고도에 따라서 줄어들고 있다. 그러나 면적에 비하여 고도에 따른 체적의 감소는 상대적으로 줄어들음을 알 수 있다. 이상의 결과는 토목공사나 개발에 따른 지형특성자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

종단면도 및 횡단면도

Fig. 1에서 보면 본 연구대상지역을 A, B, C, D, E, F의 직선이 대상지역을 각각 가로지르고 있다. 일차적으로 종단면도와 횡단면도는 토목공사의 도로측량, 지하시설물조사 등에 많이 사용하는 단면도이다. 본 연구에서는 이 지역의 전반적인 지형 및 지세를 파악하기 위하여 A, B, C, D, E, F의 선을 가로지르

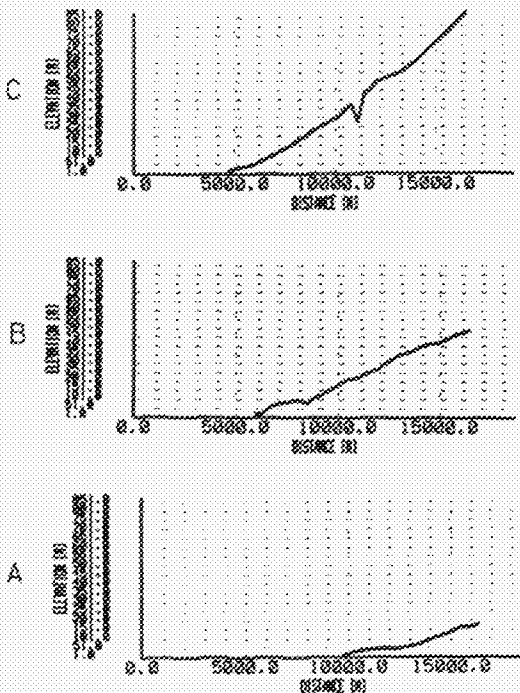


Fig. 3. Vertical section A,B,C of Fig. 1. Horizontal line is distance and vertical line is height.

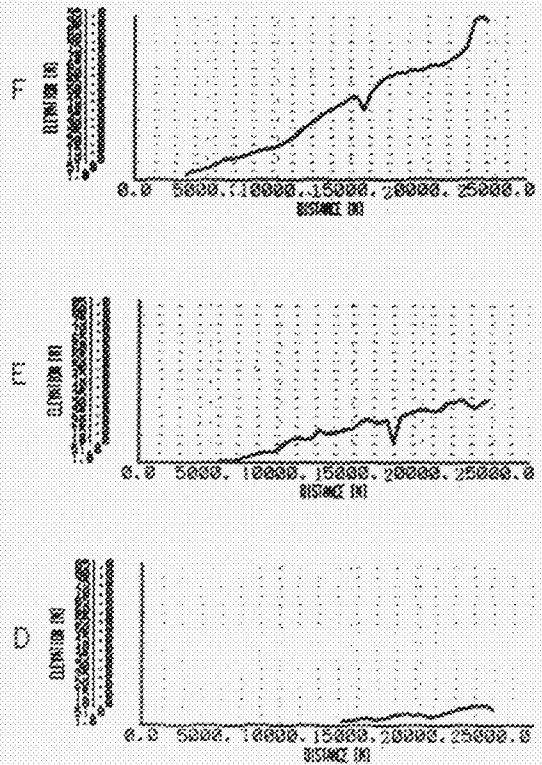


Fig. 4. Vertical section D,E,F of Fig. 1. Horizontal line is distance and vertical line is height.

는 종단면도를 조사해 보고자 한다. 본 연구에서는 D, E, F를 종단면도라고 하면 A, B, C는 횡단면도가 될 것이다.

Fig. 3은 A, B, C를 가로지르는 횡단면도를 각각 나타내고 있다. 그림에서 보면 세로축은 고도를 나타내고 가로축은 거리를 나타낸다. 단위는 m이다. A그림을 보면 가장 높은 고도가 약 150 m내외로 매우 완경사를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이경우 경사도는 15%내외이다. B와 C를 살펴보면 A에 비해서 점차적으로 경사가 급경사로 바뀔 수 있으며 C의 경우 최고고도가 약 650 m에 이르고 경사도는 55%정도이다. 따라서 A, B, C 그림으로부터 A에서 C로 진행됨에 따라 경사가 점차적으로 급경사로 변할 수 있다. 그림 D, E, F도 A, B, C와 비슷한 양상을 보여주고 있는데, 특히 D인경우 경사가 매우 완만하여 거의 경사도가 1%정도에 지나지 않는다. 이에 비해

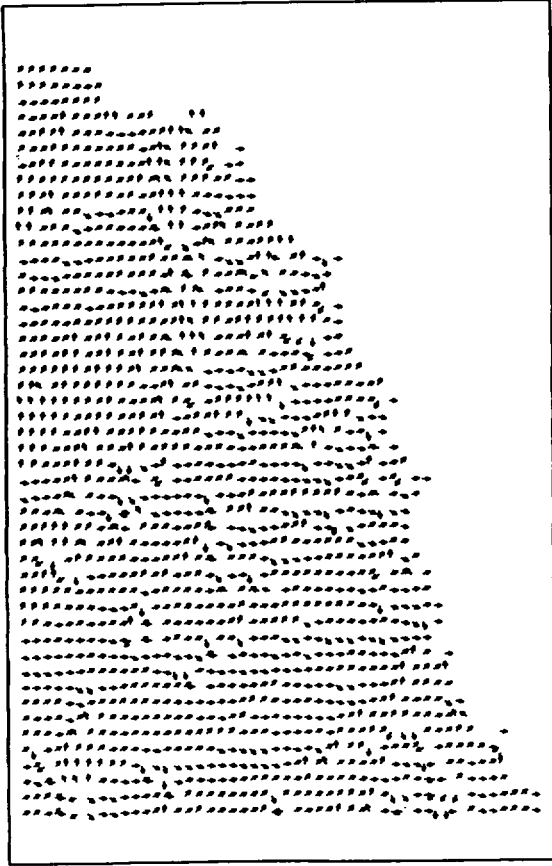


Fig. 5. Vector gradient of the study area using MGE.

F는 고도가 거의 950 m에 이르고 있으며 경사도도 4.7%정도에 이른다. 이상의 결과를 보면 A, B, C 단면 (횡단면)이 D, E, F 단면에 비하여 비교적 경사가 가파르다는 것을 알 수 있다.

### 경사벡터

일반적으로 경사벡터는 수문학에서 계곡을 따라 흐르는 지류를 조사하거나 산사태와 같은 재난예방을 위하여 계산하는 것이다. 수학적으로 그 지역의 경사 벡터 (Gradient Vector)를 구하는 방법과 같다. 경사 벡터를 구하기 위해서는 경사도와 경사방향을 결정해야한다. 즉 벡터의 크기와 방향을 각각 구하게 되는데 이때 벡터의 크기는 경사도가 되고 방향은 사면방

향이 된다. 즉 경사는 수평면에 접하는 면으로 정의할 수 있고, 방향은 가장 급경사로 향하는 수평방향 이 된다 (Yun, 1992). 이것을 식으로 나타내면

$$U = \left[ \left( \frac{\partial Z}{\partial X} \right)^2 + \left( \frac{\partial Z}{\partial Y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\tan A = - \frac{\frac{\partial Z}{\partial Y}}{\frac{\partial Z}{\partial X}} \quad (-\pi < A < \pi) \quad (2)$$

여기서 U는 경사도가 되고 A는 수평방향각이 된다.  $\delta X$ ,  $\delta Y$ ,  $\delta Z$ 는 x, y, z방향의 미분연산자이다.

위 식을 이용하여 본 연구대상지역의 경사벡터를 100 m간격으로 계산하면 Fig. 5와 같다. 그림에서 보면 전반적으로 등고선의 직각방향으로 흐르고 있으며, 따라서 전반적인 경사가 북쪽은 낮고 남쪽이 높으며 따라서 물의 흐름이 남에서 북으로 흐르는 형태를 보여주고 있음을 알 수 있다. 그리고 주목되는 것은 중앙부의 지형에서는 북서쪽 방향으로 벡터의 방향이 흐르고 있으므로 이 지역에서는 서북쪽으로 하천수가 집중될 수 있는 가능성이 있다. 그리고 그림 아래쪽의 남쪽에서는 흐름이 다소 복잡한 형태가 나타남을 알 수 있다. 이상의 결과를 이용하면 지하수의 흐름과 하천수의 흐름 등을 파악하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 본 연구결과를 벡터의 크기가 큰 차이가 없는데 이것은 지형의 경사가 대체적으로 거의 같은 기울기를 가지고 있다는 것이다.

### 요 약

본 연구에서는 GIS tool인 MGE와 ArcView를 이용하여 제주도의 예월읍부근의 지형적인 특성을 살펴 보았다. 그 결과 연구대상지역은 고도가 최고 약 950 m에 이르며, 면적이 약 244 km<sup>2</sup>에 이르고 체적은 60 km<sup>3</sup>에 이르고 있음을 알 수 있었다. 고도별 면적은 고도가 높을수록 면적이 증가하는 반면 체적은 면적과 달리 점진적으로 증가하는 경향이 있었다. 또한 단면도를 살펴본 결과 단면의 가장 낮은 경사도가 약 1%인 반면 가장 높은 경사도는 5.5% 되었다. 이러한 단면도는 토목공사나 실제적인 지형분석을 통한

국토개발에도 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 마지막으로 경사벡터를 이용하여 지형분석을 한 결과 경사방향이 전반적으로 남에서 북으로 향하고 있으며, 이러한 방향은 물의 흐름방향을 추정하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 그리고 지형의 남쪽 중앙부분에서는 벡터의 방향이 북에서 서쪽으로 향하는 성분이 강하게 나타났으며, 남쪽의 오른쪽 끝에서는 복잡한 흐름의 방향성이 나타났다. 이러한 결과는 실제적으로 강우시 물이 흐르는 방향과 직접적인 관계가 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- 濟州道. 1994. 濟州道 綜合開發計劃. 531 pp.
- 강인준. 1994. 부산지역의 재해예측기법의 개발. 과학기술처 보고서, 82 pp.
- Yun Hong Chou. 1992. Slope-line detection in vector-based GIS. PE&RE, 58: 227-233.
- 제주도. 1997a. 제주도중산간지역 종합조사. 제주도, 344 pp.
- 제주도. 1997. 환경백서. 42 pp.
- 김채승·윤창진. 1999. 지리정보체계. 대영사, 654 pp.