

# GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계 분석

김우관\* · 임용호\*\*

본 연구는 최근 지리학에서 많이 이용되고 있는 GIS를 지형분석에 적용하기 위하여 한반도의 남해안에 위치하는 거제도를 대상으로 지형 및 하계망의 특성 및 지질과 지형, 지질과 하계망, 지형과 하계망과의 관련성을 GIS를 이용하여 분석한 것으로 상용 Data인 DTED<sup>1)</sup>와 지형도상의 Data를 같이 사용하고 이를 비교하여 봄으로써 장차 지형분석에 GIS의 이용 가능성과 DTED를 이용한 지형 및 하계분석의 가능성을 평가하고자 한다.

거제도의 자연 환경을 지형도 Data와 DTED를 이용 GIS Tool로 분석하여 그 결과를 비교한 결과 GIS Tool로 지형분석에는 문제가 없었으나 GIS자체가 지형분석을 위해 만들어진 Tool이 아니기 때문에 방법상의 문제가 제기되었다. 또한 지형도상의 Data와 DTED의 분석결과를 비교한 결과 DTED가 지형도 Data에 비해 정밀도가 떨어지고 좌표상의 오차가 발생하였다. 이러한 문제가 있기는 하나 접근이 불가능한 지역이나 넓은 지역을 대상으로 한 분석에서는 DTED가 유용한 자료로 사용될 수 있다.

**主要語** : GIS, DTED, 고도, 단면도, 수계밀도

## 1. 서론

### 1) 연구목적

GIS는 1960년대 Canada의 Tomlinson이 국토자원의 효율적인 관리를 위해 처음 고안된 이후 다양한 분야에서 활용되어 왔으며 Hardware와 운영체계의 발달과 더불어 그 기능 또한 매년 발전을 거듭하고 있다.

GIS를 이용하여 공간분석에 사용되는 기본 Data로 빼놓을 수 없는 것이 지형도이다. 대부분의 GIS분석에는 지형 Data를 사용하고 이를 이용하여 지형분석도 하고 있지만 피상적인 지형분석일 뿐이고 실질적인 지형분석을 하지 못하고 있는 실정이다. 현대사회는 급격한 도시화로 도시의 거대화 과밀화가 되어가기 때문에 불가피하게 도

시는 확대되어 간다. 도시가 확대될 때 많은 문제가 대두되므로 자연지형과 관련된 자료분석 또한 무시할 수 없는 것이다.

본 연구의 목적은 거제도 지역을 대상으로 지형도와 지질도 및 DTED를 ARC/INFO<sup>2)</sup>라는 GIS Tool을 이용하여 지형 및 지질, 하계분석을 실시하여 봄으로써 거제도의 지형과 관련된 정보를 구축하고 그 결과는 토지이용이나 개발 및 재해예측의 자료로 사용할 수 있도록 하는 데 있으며 분석시 발생하는 문제점과 사용한 Data의 문제점을 제언하고자 한다.

### 2) 기존 연구동향

GIS 연구기법은 1960년 이래 Canada를 중심으로 활기를 띄면서 미국은 물론 세계 각국이 경

\* 경북대학교 지리학과 교수

\*\* 경북대학교 대학원 지리학과 석사과정

## GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

쟁적으로 사용하게 되었다. 특히 산업사회의 발달로 인한 지표의 관리나 환경문제 해결에 가장 적합한 방법으로 정량적이고 신속하게 자료를 처리하고 제공함으로써 지표의 환경측정, 관리, 평가, 보전에 쉽게 활용되어 그 효율성은 세계적으로 인정되고 있다.

국내에서 GIS를 자연지리 분야에 적용한 예는 이현숙(GIS 기법을 이용한 울릉도 지형분석, 1993), 최희만(GIS를 이용한 수치지도(Digital Map)의 활용방안에 관한 연구, 1993), 박은경(GIS를 이용한 산불확산 모델링, 1995), 박종숙(도시화에 따른 하천유역분지내의 지형환경 변화 연구, 1995), 김윤정(산불 예측모델에 관한 연구, 1996), 이사로(지리정보시스템(GIS)을 이용한 청주지역의 광역적 산사태 분석 연구, 1993) 등이 있다.

국외에서 GIS를 자연지리에 적용한 예는 Lovejoy(Watershed management for water-quality protection, 1997), Ferrier(An integrated GIS and knowledge-based system as aid for the geological analysis of sedimentary basins, 1997), Vanwesten(An approach towards deterministic landslide hazard analysis in GIS, 1996)등 다양하고 많은 분야에서 GIS를 사용하고 있었다.

### 3) 연구지역 개관

연구지역은 한반도 남해안의 동부에 위치하고 있는 거제도로서 한반도에서 2번째로 큰 섬이다. 행정구역은 경상남도 거제시에 해당되며 1:25,000지형도 9장에 주섬과 30여 개의 크고 작은 부속도서로 나타난다. 본 연구에서는 연구편의상 부속도서는 제외하고 주섬만을 대상으로 하였다. 주섬의 총 면적은 382.7km<sup>2</sup>이다.

연구지역의 지형은 해안선이 심한 만입과 돌출을 하는 Rias식 해안이고 남동안에 급경사지를 이루는 해식애가 발달하기도 한다. 거제도 내부에서의 산계와 수계는 특정한 방향성은 볼 수 없으나 섬의 지체구조가 영성하나마 십자형을 이루고 있어 산릉은 크게 보아 북북동-남남서와 북서서-남

동동 방향의 것으로 구분할 수 있다. 수계가 비교적 짧은 것은 거제도의 지형에 기인한 것으로 보며 하천의 규모가 큰 것은 4차수하천으로 둔덕천과 연초천이 이에 해당한다. 거제도의 고도분포는 해안선(0m)에서부터 500m 전후의 높은 봉우리가 분포한다.

연구지역의 지질은 신생대 백악기의 경상계 퇴적암층과 이를 관입 또는 분출한 것으로 믿어지는 화성암류와 반심성암류, 불국사화강암류, 산성 내지 염기성맥암류 그리고 제4계의 녹설층과 충적층으로 대부분할 수 있으며 경상계 퇴적암층은 화성암류의 관입에 의하여 호른펠스화 되었다.

연구지역의 3차원 경관을 보면 <그림 1>과 같다.

### 4) 연구방법 및 사용기자재

본 연구는 GIS를 활용하여 거제도의 지형 및 지질, 하계망 분석을 수행한 것으로 본 연구에 사용한 자료는 국립지리원발행 1:25,000지형도 9매(황포, 신통, 가조, 고현, 충무, 거제, 장승포, 매물, 갈곶)와 자원연구소 발행 1:50,000지질도 3매(거제, 울포, 충무)이고 고도값의 추출을 위해 지형도와 미국 DMA<sup>3)</sup>사에서 만든 DTED를 사용하였다.

본 연구의 분석에 사용된 ARC/INFO의 Module은 ARC/INFO, TIN, GRID, Arcpress를 주로 사용하였다.

#### (1) 분석용 시스템

본 연구에 사용된 Software는 다음과 같다. GIS Database구축은 주로 Cadcore(Rev 2.0)를 사용했으며 지형분석은 가장 대표적인 GIS Software인 ARC/INFO(Rev. 7.0.4)를 이용하였다.

본 연구에 사용된 Hardware는 Vidar Truscan 800 Scanner, IBM Pentium PC, SUN SPARC 10 Workstation, HP DesignJet 750c Plotter 등을 이용했다.

#### (2) 지형분석과정

본 연구의 지형분석은 아래의 <표 1>에서 보는

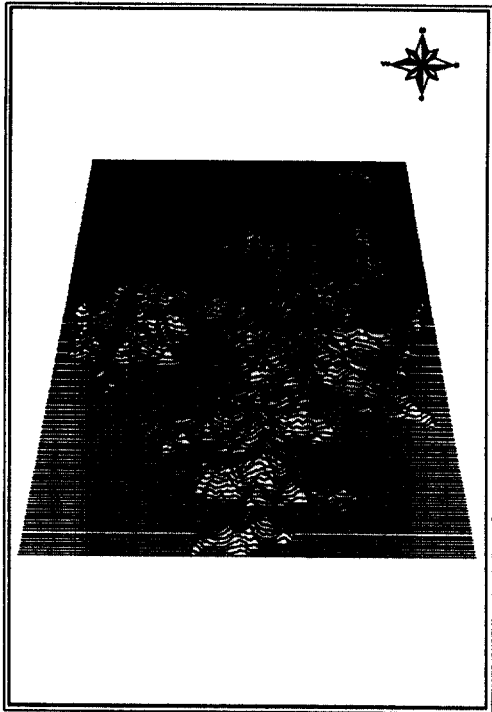


그림 1. 거제도 3차원 경관도

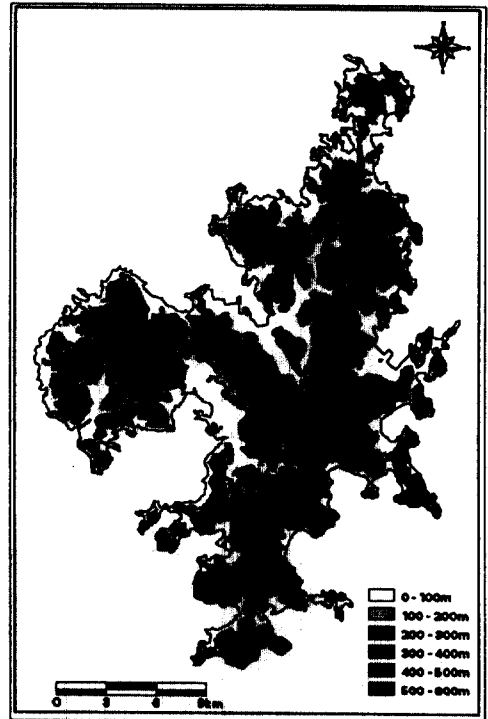
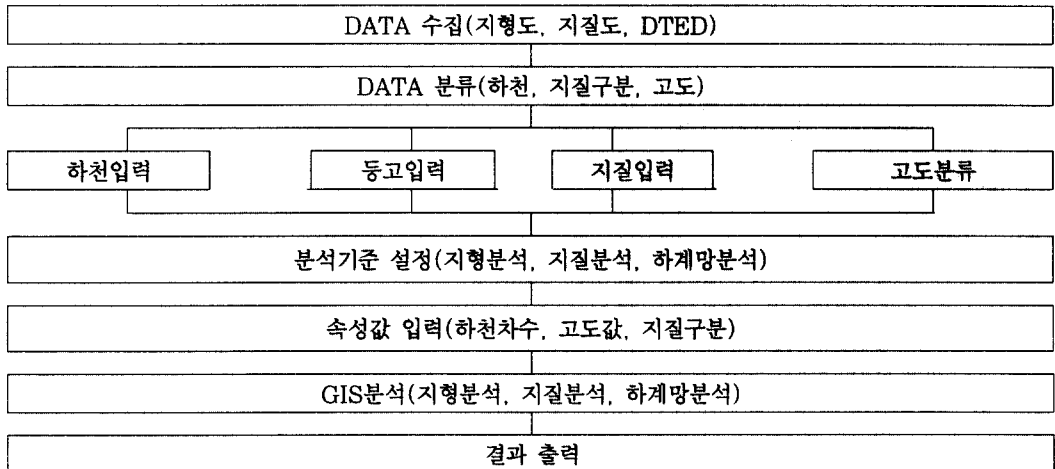


그림 2. 거제도 고도분포도

바와 같은 과정을 거쳐 수행되었다.

표 1. 지형분석과정



2. 본론

1) 거제도의 지형분석

(1) 지형고도

해발고도는 기온과 공기밀도의 차이를 유발하기 때문에 생물의 생육과 밀접한 관계를 갖게됨은 물론 각종 계획시 토지용도에 많은 영향을 준다.

거제도의 고도분석을 실시하기 위해 사용된 Data는 국립지리원발행 1:25,000지형도와 DTED인데 이는 100m마다 고도값을 Sampling하여 저장된 격자상의 Raster Data로 이 Data를 ARC/INFO에서 사용할 수 있는 GRID로 변경하여 분석을 하였다.

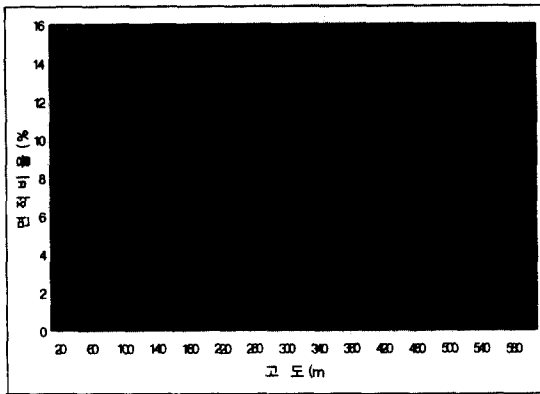


그림 3. 거제도 20m간격 고도분포표

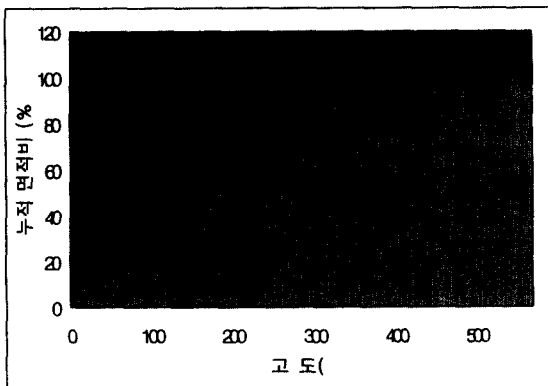


그림 4. 누적고도곡선

지형도상에서 거제도의 고도분포는 0m에서 580m에 이르는 반면 DTED에서 볼 때 거제도의 고도분포는 0m에서 546m에 이른다. 전반적인 지형도상의 고도분포는 <그림 2>와 같다. 이 그림에서 볼 때 거제도에서 고도가 높은 지역은 주로 거제도의 중심부에 남북선 과 동서선으로 발달하며 다른 섬과 마찬가지로 산지가 많으며 전체적으로 해안에서 내륙으로 감에 따라 고도가 증가한다. 다만 거제도의 종축과 횡축이 만나는 섬의 중심부인 거제시 신현읍 일대는 상대적으로 낮은 고도를 나타내고 있는 것이 특이하다.

거제도의 평균고도는 지형도에서는 124.7m, DTED상에서는 101.9m로 나타났는데 이는 산술적인 값이 아니라 전체지역을 평지화 했을 경우의 고도에 해당한다. 지형도에서의 고도별 면적을 매 20m 간격으로 알아보면 그림-3과 같다. 그림-3에서 볼 때 고도가 증가함에 따라 면적이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 거제도의 고도는 100m 이하의 면적이 전체의 51%를 점하고 있으며 200m 이하 지역이 79%로 나타나 대부분의 지역이 200m 이하의 지역임을 알 수 있다.

거제도의 고도별 면적의 누적량을 보면 그림-4와 같다. 그림-4에서 볼 때 고도에 따른 누적면적은 특이한 분포성 없이 증가하고 있는데 이는 원래의 산록 하단부가 해수에 의해 덮이고 고도가 높은 산의 중턱이 해수면 위에 존재하기 때문에 이런 면적분포를 보이는 것으로 추정된다.

(2) 지형경사 및 사면방향

지표면의 경사도는 각종 개발이나 재해발생시 많이 고려되는 요소로서 경사의 완·급에 따라 토지이용 형태나 개발가능성 여부 및 재해발생 조건이 결정되는 경우가 많으며 사면의 방향은 태양의 일조량을 결정하기 때문에 식물의 생육이나 취락의 입지 등을 결정짓는 요소가 된다.

① 거제도의 지형경사

지형경사를 계산하는 방법은 고도를 간직한 Data의 하나인 Cell에서 주변의 Cell을 참조하여 가장 고도차이가 큰 Cell을 결정하고 Cell의 크기를 밀변으로 하고 고도차이를 높이로 하는 직각삼각형을 만들고 그 직각삼각형에서 경사각을 구하

여 결정한다.<sup>4)</sup> 거제도를 대상으로 경사분석을 한 결과 지형도에서는 평지에서 52.2° 까지 경사를 나타내고 평균경사도는 17.6° 를 나타냈으며 DT ED Data상에서는 평지에서 38° 의 분포를 나타내고 평균경사가 11.9° 로 나타났다. 거제도의 경사분포를 보면 <그림 5>와 같다.

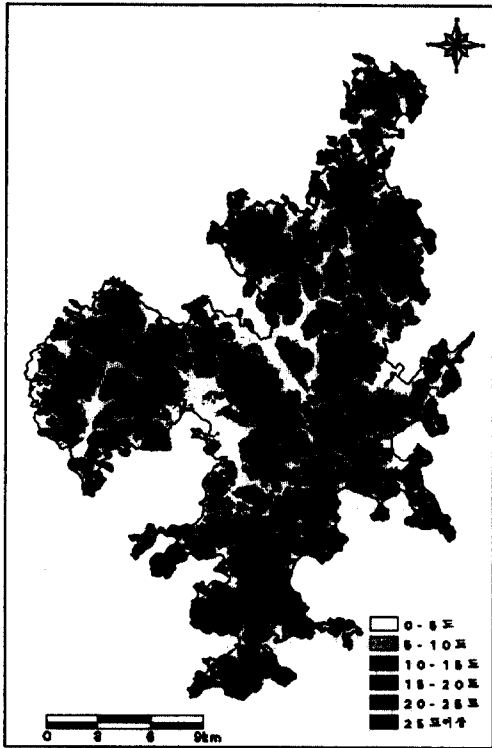


그림 5. 거제도 경사분포도

<그림 5>에서 경사분포는 동남해안은 해안에 인접하여 급사면이 형성되고 북서해안은 대부분 평지로 해안에서 산정으로 가면서 경사가 증가하고 있다. 경사분포의 특징은 고도가 높은 지역에 높은 경사도가 나타나지만 산정부분은 대부분 경사가 완만한 특색을 나타내고 있는데 이는 산정부분에 완사면이 나타나기 때문으로 추정된다.

거제도의 사면경사가 차지하는 면적비율을 5° 간격으로 알아보면 <그림 6>과 같다. <그림 6>에

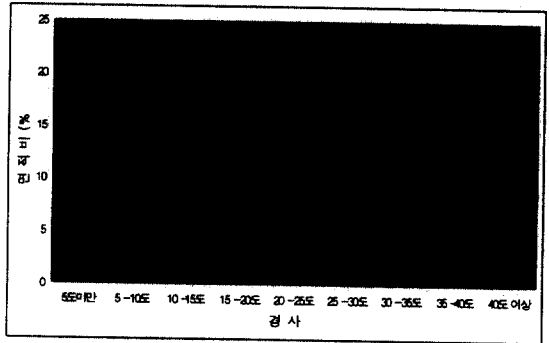


그림 6. 거제도 5° 간격 경사분포도

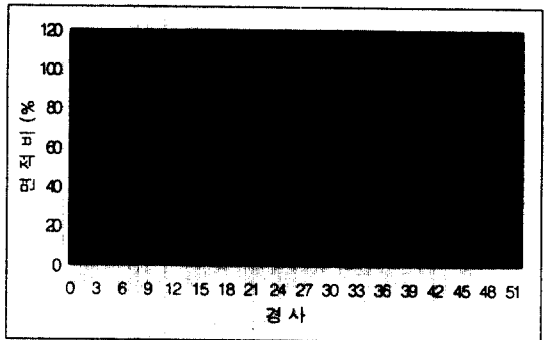


그림 7. 거제도 누적경사분포곡선

서 보면 경사도가 5° 미만의 평탄지가 13.3% 정도이고 5° 이상 15° 미만의 완경사지가 25.0% 정도이며 15° 이상 25° 미만의 급경사지가 37.1%를 차지하고 25° 이상의 급경사지가 24.6%로 나타났다<sup>5)</sup>. 전체적으로 경사도 15° 미만의 완경사지가 38.3%를 차지하는 반면 15° 이상의 경사를 보이는 곳이 61.7%로 나타나 저산성 산지의 특성보다는 산지의 특성을 보이고 있다. <그림 6>에서 일반적으로 내륙지방에서는 0° 에서 5° 미만이 가장 많은 면적을 차지하는데 비하여 거제도는 20° 이상 25° 미만의 경사도가 가장 많은 면적을 차지하는 것이 특이하다.

거제도의 누적경사분포곡선은 앞의 <그림 7>과 같다. <그림 7>에서 보면 0° 에서 11° 경사까지는 완만한 기울기를 가지나 11° 에서 18° 까지 기울기가 급해진 다음 18° 에서 30° 까지 최대기울기를 형성하며 30° 이후에는 완만해져 34° 이후에

GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

는 거의 기울기를 갖지 않는 곡선을 보여주고 있다. 누적경사분포곡선으로 미루어 보아 거제도의 경사지는 11° 와 18° 그리고 30° 에서 경사의 천이점을 찾을 수 있다. 전체적으로 볼 때 경사도 18° 까지가 전체의 50%를 넘게 차지하는 것을 알 수 있다.

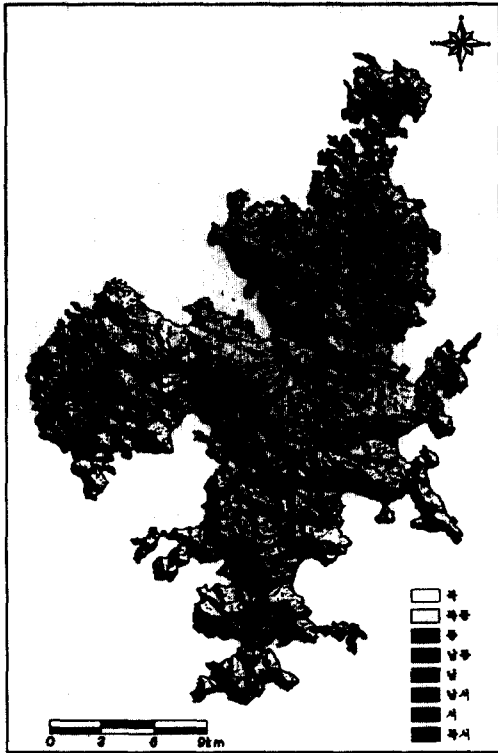


그림 8. 거제도 사면방향도

② 거제도의 사면 방향<sup>6)</sup>

사면방향을 구하는 방법은 고도값을 가진 Data 를 이용하여 하나의 Cell에서 주변의 Cell과의 고도값을 비교하여 가장 큰 고도차이를 보이는 방향을 계산하여 산출하는 것으로 0° 에서 360° 까지 의 값으로 나타난다. 이를 8방향으로 분류하여 사면방향을 구하고 이를 지도에 나타낸 것이 <그림 8>이다.

그리고 8방향별 차지하는 면적비를 보면 <그림

9>와 같다. <그림 9>에서 보면 8방향 모두가 10

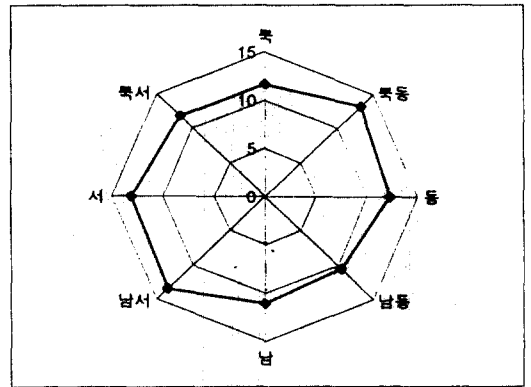
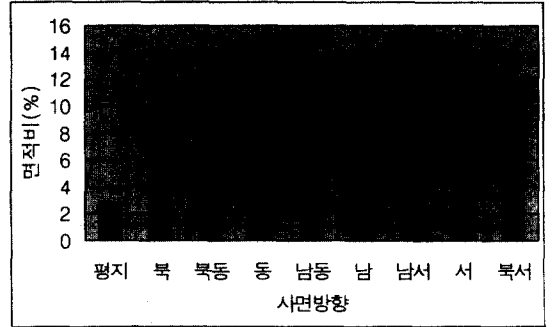


그림 9. 거제도 사면방향별 면적비

% 이상에서 15% 미만의 고른 사면 방향의 분포를 보여주고 있다. 사면 방향이 어느 특정한 방향으로 치우치지 않은 것은 지피의 특정 부분을 대상으로 하지 않고 거제도 전체를 대상으로 하였기 때문이라 추정된다. 그러나 8방향중 북동과 남서 방향이 우세한 것으로 미루어 지피의 방향이 북서에서 남동방향으로 이루어졌음을 알 수 있다. 남동 사면의 면적이 적은 것은 해안이 대부분 절벽으로 이루어져 있기 때문이다. 특이한 점은 평지가 2.8% 밖에 되지 않는데 이는 대륙부에서 사면방향이 평지인 곳이 약 30% 정도를 차지하는 것과 대조되는 특색을 나타내고 있다.

(3) 지형단면도

거제도는 남북으로 제1 장축이 있고 동서로 제2 의 장축이 있는 영성한 십자가형의 섬으로서 남북



그림 10. 거제도 단면작성 선

간의 수직거리는 약 35km이다. 거제도를 3차원으로 표현해 보면 <그림 10>과 같은데 이는 태양의 방위각이 45°, 태양고도가 30°인 경우의 음영기복도이다. 그림상의 직선들은 단면도를 작성하기 위한 Section line이다. 이들 선을 기준으로 단면을 작성하면 <그림 11>부터 <그림 14>까지와 같다.

가장 높은 부분은 거제시 남부면의 가리산(585m)의 중턱을 나타낸다. 거제도 북부횡단면의 길이는

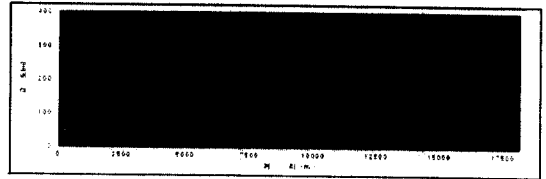


그림 12. 거제도 북부 횡단면도(b-b')

12.8km이고 서쪽의 높은 지대는 앵산(507m)을 나타내고 있으며 동쪽의 급경사지는 망월산(226m)을 나타내고 있다.

거제도 중부횡단면의 길이는 23km이고 첫번째의 뾰족한 부분은 안치봉(344m)의 중턱을 나타내고 다음 높은 지대는 산방산(507m)과 대봉산(460m)의 중턱을, 가운데 가장 높은 부분은 계룡산(566m)을 나타내며 동쪽 해안에 인접한 낮은 산은 장승포시 사모동의 고지를 나타내고 있다.

거제도 남부횡단면의 길이는 6.5km이고 거제시 남부면을 횡단한 것으로 특이한 산은 없으나 중앙부가 가장 높은 것은 거제도의 남부에 발달한 가리산(585m)중턱을 나타낸다.

(4) 지형 분석 정리

거제도의 지형을 분석한 결과 다음과 같은 특징을 알 수 있다. 거제도의 최고고도는 DTED상에

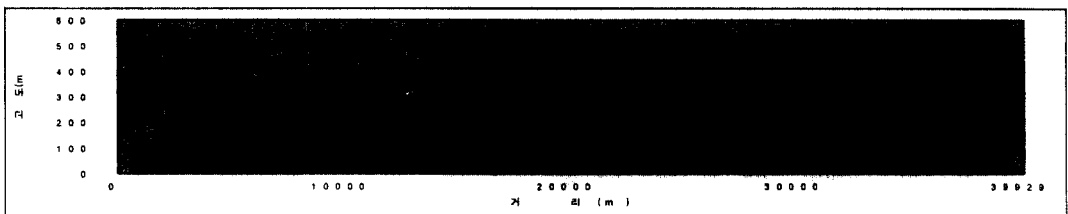


그림 11. 거제도 북-남 종단면도(a-a')

거제도 북-남 종단면의 총 길이는 약 38km에 달하며 지표면의 기복은 위와 같다. <그림 11>에서 546m이고 평균고도는 101.9m로 상당히 높은 고도를 나타내며 420~440m 사이를 제외하고는

## GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

고도가 증가할수록 면적이 줄어들고 있어 일반적인 특징을 보이고 있었으며 거제도의 최고경사도는 38° 였으며 평균경사도는 11.9° 로 비교적 경사가 심한 사면의 특성을 보이고 있다. 거제도사면의 향을 분석한 결과 8방향에서 고른 분포를 나타내고 있었으나 상대적으로 남서사면의 면적이 가장 넓고 북사면의 면적이 가장 좁은 것으로 보아 남서사면은 완사면을 이루고 있고 북사면은 급사면을 이루고 있음을 알 수 있다. 거제도의 지형단면도는 거제도 고도의 윤곽을 한눈으로 확인할 수 있었다.

표 2. 거제도 지질별 면적비율

구분	층적층	퇴적암	화강암	화산암
면적비	14.5%	27.8%	30.3%	27.4%

이상이 화강암으로 되어 있으며 화강암과 화산암을 합한 화성암이 50% 이상을 차지하고 있는데 반해 퇴적암은 27.8%에 불과한 것으로 보아 거제도가 경상남도 해안에 발달한 화성암지역에 해당한다. 각각의 지질의 분포특성을 보면 층적층은 고도가 낮은 하천변에 주로 분포하며 퇴적암은 거제도의 북동부와 남부에 주로 분포하고 있다. 또한

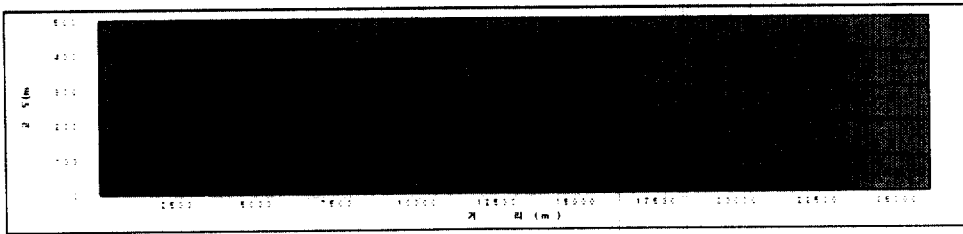


그림 13. 거제도 중부횡단면도(a-a')

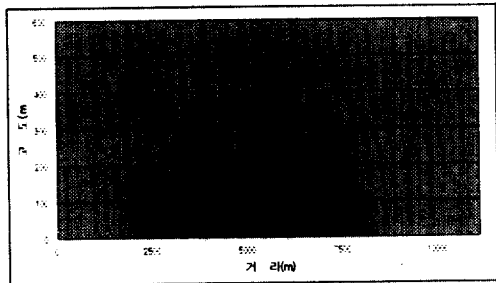


그림 14. 거제도 남부횡단면도(d-d')

## 2) 거제도의 지질분석

### (1) 지질개관

거제도의 지질은 자원개발연구소발행(1980) 1:50,000지질도에 의하면 총 18개의 구분으로 분류되어 있다. 연구의 편의상 이를 층적층, 퇴적암, 화강암, 화산암으로 다시 분류하여 나타내면 거제도의 지질분포는 <그림 15>와 같다.

거제도에서 각각의 지질이 차지하는 면적은 <표 2>와 같다. <표 2>에서 보면 거제도 전체의 30%



그림 15. 거제도 지질분포도



화강암은 거제도의 전체에 분포하고 있어 일정한 분포의 특징을 볼 수가 없으나 화산암은 주로 거제도의 중서부에 많이 분포하고 있다 하지만 특정 지역에 특정한 지질이 집중분포하지는 않고 전역에 걸쳐 고른 지질 분포를 하고 있다.

(2) 지질과 지형고도

지질별 지형고도는 특정한 지질이 어떤 고도에서 주로 분포하는가를 알 수 있으며 특정 지질이 높은 산지를 형성하는 지를 확인할 수 있다. 거제도에서 각각의 지질이 분포하는 고도를 알아보면

표 3. 지질별 고도분포

지질 고도(m)	층적층	퇴적암	화강암	화산암
최소고도	0.0	0.0	0.0	0.0
최고고도	190.0	568.0	570.0	560.0
평균고도	24.2	142.6	139.9	144.9

〈표 3〉과 같다. 〈표 3〉에서 보면 층적층을 제외하면 거의가 비슷한 평균고도를 나타내고 있는데 이는 특정지질이 특정한 고도에만 분포하지 않고 거의 모든 사면을 차지하고 있음을 알 수 있다. 거제도의 평균고도가 124.8m임을 보면 층적층만 평균고도보다 낮은 지역에 위치하고 나머지 지질은 모두 평균고도가 섬 전체의 평균고도보다 높게 나타났다. 각각의 지질이 분포하는 범위를 보면 최저고도는 모두 해안선에 해당하고 최고고도는 층적층이 190m이고 나머지 지질은 500m 이상의 높은 고도까지 분포하는 것을 알 수 있다.

(3) 지질과 경사도

지질별 경사도는 특정한 지질이 어떻게 풍화하여 사면을 이루고 있는지를 확인할 수 있는 자료가 되며 지질별 침식강도를 추정할 수 있다. 거제도에서 각각의 지질별 경사분포를 보면 〈표 4〉와 같다. 〈표 4〉에서 보면 층적층을 제외하면 거의가 비슷한 경사도를 나타내고 있는데 이는 특정 지질이 특정한 사면에만 분포하지 않고 거의 모든 사면을 차지하고 있음을 알 수 있다. 거제도의

표 4. 지질별 경사도

지질 경사(도)	층적층	퇴적암	화강암	화산암
최소경사	0.0	0.0	0.0	0.0
최대경사	37.0	49.7	51.7	52.2
평균경사	4.6	20.5	19.4	19.7

평균경사도가 17.6°임을 고려해볼 때 층적층 부분만 평균경사도보다 낮은 경사도를 나타내고 나머지 지질은 모두 전체의 평균경사도보다 높은 경사를 나타내고 있다.

(4) 지질과 하계밀도

지질에 따라 하계가 얼마나 발달해 있는가를 알아보기 위해 지질별로 하계밀도<sup>7)</sup>를 알아보았다. 하계밀도는 각각의 지질 위를 지나는 하천의 총 길이를 각각의 지질면적으로 나눈 것으로 특정지질이 하천의 형성과 발달에 어떠한 영향을 미치는가를 알 수 있는 좋은 자료가 된다. 거제도의 지질별 하계밀도를 알아보면 〈표 5〉와 같다. 〈표 5〉에

표 5. 지질별 하계밀도

	층적층	퇴적암	화강암	화산암
면적(km <sup>2</sup> )	55.6	106.4	115.9	104.9
총길이(km)	217.1	130.6	118.8	131.1
하계밀도	3.9	1.2	1.0	1.2

서 보면 층적층에서는 1km에 총연장 3,900m 정도의 하천이 흐르고 있으며 나머지 지질에서는 1km정도의 하천이 흐름을 알 수 있다. 하천 밀도는 층적층에서 매우 높은 하계밀도를 나타내며 층적층을 제외하고는 거의가 동일한 하계밀도를 나타내고 있는데 이는 층적층은 표면이 상대적으로 약하기 때문에 하천이 많이 발달하였고 나머지 지질은 경사도가 심하고 고도가 높으며 표면의 경도가 크기 때문에 쉽게 하천이 발달하지 못한 것으로 평가할 수 있다.

(5) 지질과 하계빈도

지질과 하계망과의 관계를 구하는 다른 면은 하

## GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

계빈도<sup>8)</sup>를 알아보는 것인데 이는 각각의 지질사면을 지나는 하천의 숫자를 각각의 지질이 차지하는 면적으로 나눈 값이다. 거제도에서 각각의 지질별 하계빈도를 알아보면 <표 6>과 같다. <표 6>에서

표 6. 지질별 하계빈도

	층적층	퇴적암	화강암	화산암
면적(km <sup>2</sup> )	55.6	106.4	115.9	104.9
하계수	857	427	398	432
하계빈도	15.4	4.0	3.4	4.1

보면 층적층에서 1km<sup>2</sup>에 15개 이상의 하천이 흐르고 나머지 지질에서는 3~4개의 하천이 흐름을 알 수 있다. 하계빈도의 순서를 보면 층적층이 가장 높으며 화산암, 퇴적암, 화강암의 순으로 높은 빈도를 나타내고 있다. 하계빈도가 위의 표와 같이 나타난 이유는 앞의 하계밀도에서와 동일한 이유로 추정할 수 있다. 하계밀도와 하계빈도와의 상관관계를 분석한 결과 0.9998이라는 높은 수치가 나타났다. 그러므로 하계밀도와 하계빈도는 높은 상관관계를 가지고 있다고 할 수 있다. 즉 하계빈도가 높을수록 하계밀도도 높다고 볼 수 있다.

### (6) 지질 분석 정리

거제도는 전반적으로 퇴적암질보다는 화성암질 암석이 더 넓게 분포하고 있으며 퇴적암은 거제도의 동부와 남부에서만 주로 분포하고 있었다. 지질별 지형고도를 분석해본 결과 층적층을 제외하고는 지질과 고도와는 큰 관련이 없이 비슷한 결과를 나타냈다. 지질별 하계밀도에서는 화강암이 가장 낮고 층적층에서 가장 높게 나타났으며 하계빈도도 이와 동일한 결과를 보여주고 있었다. 하계밀도와 하계빈도 사이에는 매우 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

## 3) 거제도의 하계망분석

### (1) 하계분포 및 하계밀도

거제도의 하계분포는 거제도의 규모에 비하여 비교적 잘 발달한 형태를 보여 주고 있다. 거제도

에서 규모가 큰 하천은 연초천, 둔덕천, 아주내, 삼거리내 등이 있으며 규모가 큰 하천은 대부분 서측해안으로 유입되고 있다. 거제도의 하계분포는 <그림 16>과 같다. 전반적으로 보아 하계의 발달은 북쪽해안과 서쪽해안에서 하계가 잘 발달했으며 남동해안에는 발달되지 못한 것으로 보인다. 이는 동남해안은 해안선에서 급사면을 이루며 해발고도가 증가하기 때문으로 추정된다. 한 지역의 하계를 한눈에 볼 수 있게 하계의 분포를 기록한 지도가 하계망도인데 이는 하계의 발달과 형상을 연구하는 데 많이 사용되고 있다. 거제도의 하계망도를 보면 <그림 16>과 같다.

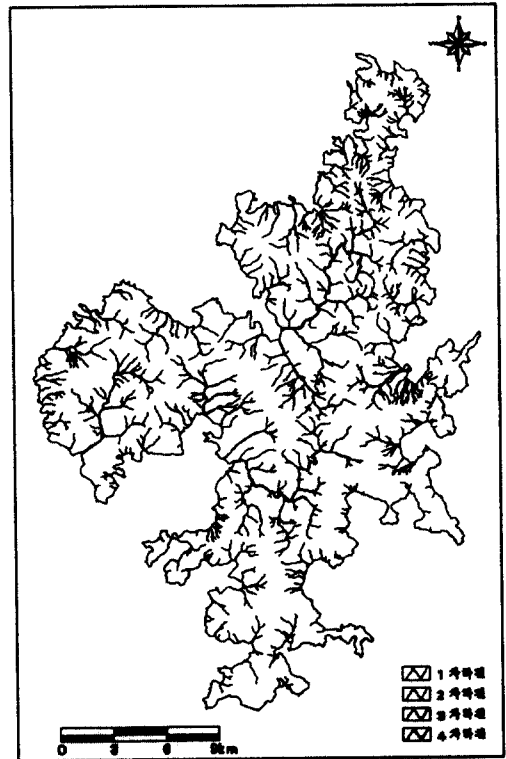


그림 16. 거제도의 하계망도

하계밀도는 하계망을 양적으로 표현하는 방법의 하나로 특정한 지역에 하천이 얼마나 발달해 있는가를 나타내는 지표가 된다. 하계밀도는 하천의 길이를 유역면적으로 나눈 값으로 이 수치가 높을수

록 하천이 잘 발달한 것이고 낮을수록 하천이 발달하지 못한 것이다. 거제도의 총 면적은 382.8km<sup>2</sup>이고 하천의 총길이는 597.6km이므로 거제도의 하계밀도는 1.6이라는 높은 수치를 나타낸다. 하계밀도는 하나의 유역에서 측정하는 것이 정상적이거나 거제도 전체를 대상으로 한 것이기 때문에 다른 유역과의 비교에는 다소간 문제가 있다. <그림 17>은 거제도를 1km의 방안으로 구분하여 그 방안 내의 하천의 길이를 합하여 작성한 하계밀도도이다.

이 그림에서 보면 거제도의 하계밀도는 거제도의 중부와 북부에서 높게 나타나며 전반적으로 분

수로 짐작할 수 있기 때문에 하천 분석에서 중요한 부분을 차지한다. 하천차수를 정하는 방법은 Horton이 고찰하고 Strahler가 수정 보완한 수계차수의 개념을 가장 많이 이용한다. 이 개념에 의하면 1차수하천은 지류를 갖지 않는 상류부의 세류를 말하고 2차수하천은 1차수하천과 1차수하천이 합류하는 수류를 말하며 3차수하천은 2차수하천과 2차수하천이 합류하는 수류를 말한다. 이런 식으로 하천의 차수는 증가하여 하구에서 가장 높은 차수를 나타낸다.

거제도의 하천 차수와 분기율을 보면 <표 7> 같

표 7. 거제도 차수별 하천수 및 분기율

하 천 수				분 기 율		
1차	2차	3차	4차	1차/2차	2차/3차	3차/4차
706	173	34	5	4.08	5.08	6.80

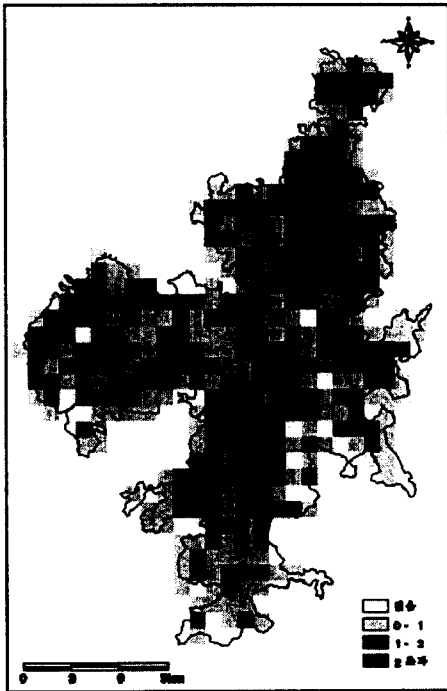


그림 17. 거제도 하계밀도

포의 특이성은 없으나 고산지대나 남동부 해안 등 하천이 하나도 없는 곳이 나타나기도 한다.

(2) 하천차수와 분기율

하천의 차수는 하천의 등급을 나누는 기준이 되어 왔으며 특정 지역의 하천 발달 정도를 하천차

수로 나타낼 수 있다. <표 7>에서 보면 1차수하천에서 4차수하천으로 하천의 차수가 높아짐에 따라 하천의 분기율도 같이 높아지는 특징을 확인할 수 있다. 위의 표에서 살펴본 분기율은 유역별로 조사한 것이 아니고 거제도 전체에 대한 것이기 때문에 유역의 특성을 이해하기에는 적합하지 못하다. 이는 다음 연구에서 유역별 분석을 할 예정이다. 따라서 본연구는 거제도 전체의 전반적인 분포를 보는 것으로 한다.

하천차수 별 길이와 차수별 하천의 숫자를 알아보는 것은 하천의 특징을 이해하는 데 많은 도움을 준다. 차수별 평균길이와 길이의 비를 알아보면 <표 8>과 같다.

표 8. 차수별 하천평균길이 및 길이비

하천평균길이(km)				길 이 비		
1차	2차	3차	4차	2차/1차	3차/2차	4차/3차
0.57	0.71	1.39	4.52	1.24	1.95	3.25

<표 8>에서 보면 하천의 차수가 높아질수록 하천의 평균길이는 길어지는 것을 확인할 수 있다. 일반적으로 길이의 비가 낮으면 하천의 지류가 발달한 것이고 길이의 비가 높으면 하천의 지류가

GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

발달하지 못한 것으로 평가하고 있다. 거제도에서의 길이비는 다른 내륙하천의 길이비와 비교하여 볼 때 큰 차이는 없지만 1, 2, 3차수하천은 지류가 발달한 반면 4차수하천은 큰 지류가 없는 것으로 평가할 수 있다. 하천의 분기율과 길이비의 상관관계를 분석한 결과 0.9998이라는 높은 상관관계를 나타냈다. 즉 분기율이 높으면 하천의 길이비도 높다는 것을 알 수 있다.

(3) 하천차수별 평균고도

하천의 차수별로 평균고도를 구하는 것은 차수에 따른 분포의 위치를 확인하는 데 많은 도움을 준다. 차수별로 평균고도를 구하여 보는 것은 하천의 지류가 어떤 고도에서 주로 합류해 있는가를 확인하는 데 도움을 주며 차수별 평균고도를 비교하여 봄으로써 차수간의 경사 및 지질조건 등 합류조건을 이해할 수 있다.

거제도에서 하천차수별 평균 고도를 보면 <표

표 9. 차수별 고도분포

차수 고도(m)	1차	2차	3차	4차
최소고도	0.0	0.0	0.0	0.0
최고고도	384.5	239.6	200.0	111.2
평균고도	74.6	40.0	35.6	28.5

9)와 같다. <표 9>에서 보면 1차하천에서 4차하천으로 증가함에 따라 하천의 고도가 낮아지고 있음을 알 수 있었으며 1차와 2차간의 고도 차이가 다른 차수간의 고도 차이보다 훨씬 크다는 것을 확인할 수 있었다.

(4) 하천차수별 평균경사

하천의 평균경사는 하도의 경사를 평균한 것으로 일반적으로 산중턱에서 발달하는 세류의 하도 경사는 평지의 분류보다 크다는 데 착안하여 하도의 평균경사를 구하여 봄으로써 하천의 차수별 경사를 알 수 있다.

거제도에서 하천차수별 평균경사를 보면 <표 10>과 같다. <표 10>에서 보면 최고경사와 평균경

표 10. 차수별 경사분포

차수 고도(m)	1차	2차	3차	4차
최소경사	0.0	0.0	0.0	0.0
최고경사	41.8	32.8	31.4	35.9
평균경사	10.2	4.7	3.1	2.2

사는 모두 하천의 차수가 높아질수록 낮아지는 것을 알 수 있다. 즉 하천의 규모가 커지면 커질수록 경사도는 낮아지는 특징을 갖고 있다.

(5) 주요하천의 유역 특성

거제도의 하천중 가장 규모가 큰 연초천과 삼거리내의 유역의 특성을 알아보면 다음과 같다.

연초천은 거제도의 북서부에 위치한 하천으로 주류의 연장은 13,556m이며 하천차수는 4차 하천이다. 유역면적은 42.1km<sup>2</sup>이며 유역내의 최고고도는 460m이고 평균고도는 115.2m이며 유역내의 최고경사도는 43.2° 이고 평균경사도는 17.3° 로 나타났다. 고도와 경사도는 섬 전체와 비교해 볼 때 평균고도는 조금 낮으나 평균경사도는 섬 전체와 거의 비슷했다.

삼거리내는 거제도의 남서부에 위치한 하천으로 주류의 연장은 12,009.6m이며 하천차수는 4차 하천이다. 유역면적은 38.8km<sup>2</sup>이며 유역내의 최고고도는 568.1m이고 평균고도는 181.7m이며 유역내의 최고경사도는 52.2° 이고 평균경사도는 18.8° 로 나타났다. 평균고도와 경사도는 섬 전체와 비교해 볼 때 평균고도와 평균경사도 모두 조금 높은 수치를 나타내고 있다.

표 11. 차수별 하천수 및 분기율

	하천수				분기율		
	1차	2차	3차	4차	1차/2차	2차/3차	3차/4차
연초천	70	19	3	1	3.7	4.7	4
삼거리내	66	18	6	1	3.7	3	6

연초천과 삼거리내의 분기율을 알아보면 <표 11>과 같다. <표 11>에서 볼 때 하천 분기율은 섬

전체와 비교해 볼 때 두 하천 모두 모든 차수에서 낮은 수치로 나타났으며 이러한 분기율은 내륙지역의 다른 하천의 분기율과 큰 차이가 없다. 유역평균폭( $B=A/L$ )<sup>9)</sup>을 구하면 연초천은  $42.1/13.6 = 3.1$ 이고 삼거리내는  $38.8/12.0 = 3.2$ 로 나타났으며 이는 내륙지방의 유역평균폭에 크게 못미치는 수치이다. 형상계수( $F=B/L$ )를 구해보면 연초천은  $3.1/13.6 = 0.23$ 이고 삼거리내는  $3.2/12.0 = 0.27$ 로 나타나 비교적 긴유역임을 나타내며 이는 내륙지방의 형상계수<sup>10)</sup>와 비슷하다. 수계밀도( $D=\Sigma//A$ )를 구해보면 연초천은  $80.4/42.1 = 1.9$ 이고 삼거리내는  $68.2/38.8 = 1.8$ 로 나타났는데 이는 거제도 전체의 평균치인 1.6보다 높은 것이며 내륙지방(낙동강 0.34, 남한강 0.36)과 비교할 때 매우 높은 밀도를 나타내고 있다.

표 12. 연초천 차수별 평균길이 및 길이비

	하천평균길이(km)				길이비		
	1차	2차	3차	4차	2차/1차	3차/2차	4차/3차
연초천	0.66	0.71	3.13	8.28	1.07	4.41	2.64
삼거리내	0.54	0.94	1.00	9.61	1.74	1.06	9.61

연초천과 삼거리내의 차수별 길이비를 알아보면 <표 12>와 같다. <표 12>에서 볼 때 연초천의 길이비는 섬 전체와 비교해 볼 때 3차와 2차 사이의 길이비를 제외하고는 모두 낮은 길이비를 나타내고 있다. 3차와 2차 사이의 길이비가 높은 것으로 보아 연초천은 2차수하천의 길이가 섬 전체의 2차하천과 비교할 때 짧은 현상을 나타내고 있다고 할 수 있다. 한편 삼거리내는 3차와 2차 사이의 길이비를 제외하고는 모두 높은 길이비를 나타내므로 3차수하천의 길이가 섬 전체의 3차수하천과 비교하여 짧은 것으로 볼 수 있다.

연초천의 차수별 고도 분포를 보면 <표 13>과 같다. <표 13>에서 볼 때 두 하천 모두 차수가 증가함에 따라 평균고도가 낮아짐을 알 수 있으며 차수별 평균고도분포를 섬 전체와 비교할 때 연초천의 4차하천을 제외하고는 모두 높은 고도를 나타내고 있다.

표 13. 연초천의 차수별 고도분포

고도(m)	차수				
	1차	2차	3차	4차	
최저고도	연초천	10.0	4.4	9.7	0.3
	삼거리내	0.8	10.0	10.0	0.1
최고고도	연초천	307.2	130.0	133.5	56.6
	삼거리내	383.2	236.6	200.0	111.2
평균고도	연초천	86.2	47.4	45.3	17.4
	삼거리내	134.2	88.2	71.4	46.8

표 14. 연초천의 차수별 경사분포

경사(도)	차수				
	1차	2차	3차	4차	
최소경사	연초천	0.0	0.0	0.0	0.0
	삼거리내	0.0	0.0	0.0	0.0
최고경사	연초천	35.9	25.9	24.0	30.8
	삼거리내	37.1	32.9	29.5	35.9
평균경사	연초천	12.0	4.0	3.4	1.7
	삼거리내	11.6	8.9	4.5	3.4

연초천의 차수별 경사분포를 보면 <표 14>와 같다. <표 14>에서 볼 때 차수가 증가함에 따라 하도의 평균경사가 낮아짐을 알 수 있으며 차수별 평균경사를 섬 전체와 비교해 볼 때 연초천은 큰 차이는 없이 나타났으나 삼거리내는 모든 차수에서 높은 경사를 나타냈다.

(6) 하계망 분석 정리

거제도의 하계망을 분석해 본 결과 남동부를 제외하고는 전반적으로 하계의 발달이 왕성하고 1:25,000지형도상에서 4차수하천이 최대차수로 나타났으며 주로 서측해안으로 유입되는 하천이 잘 발달된 것으로 나타났다. 전체 하천분기율은 4 이상으로 높게 나타났는데 이는 각 유역분지를 대상으로 한 것이 아니라 거제도 전체를 분석한 것이다. 하천길이비는 1.2에서 3.3의 분포로 나타났는데 차수가 높을수록 길이비가 큰 것으로 보아 1, 2차수하천의 발달해 있으나 3차수하천의 발달이 미약함을 알 수 있었다. 하천차수별 고도 및 경사

## GIS를 이용한 거제도 지형 및 하계분석

를 분석해 본 결과 하천의 차수가 높을수록 고도가 낮고 경사도도 낮아지는 일반적인 특징을 보이고 있었음을 알 수 있었다. 거제도의 하천중 규모가 큰 연초천과 삼거리내를 대상으로 하계분석을 실시한 결과 섬 전체의 분석치와 큰 차이는 없었다.

### 4) 분석치의 특성과 종합평가

거제도는 한반도의 남해안 동부에 위치하며 한반도에서 두번째 큰 섬으로 화성암이 넓게 분포하고 있는 것으로 보아 화산의 분출 또는 관입의 영향을 받은 섬이라 할 수 있으며 비교적 높은 고도를 나타내고 있다. 지질별로 보아 화성암에 해당하는 지역의 고도가 일반적으로 높게 나타나며 하천의 발달이 미약한 것으로 나타난 반면 충적층은 고도가 낮으면서 하천발달이 왕성함을 알 수 있다. 또한 지형상 사면방향이나 경사도에서의 특이한 점을 찾을 수 없다. 전반적으로 거제도에서는 지질과 지형과는 큰 관계가 없는 것으로 평가되며 지질과 하계망과의 관련 또한 크게 나타나지는 않았다. 그러나 지형과 하계망과의 관련성은 높게 나타나는 것으로 보아 하계망은 그 지역의 지형에 의해 특징지워진다는 것을 알 수 있었다.

## 3. 결론

이상과 같이 분석 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다. 지형은 고도가 0~570m까지이고 평균고도는 124m로 나타났으며 높은 고도는 화성암으로 형성된 지역이 많았고 지질별 고도분포의 큰 차이는 발견할 수 없었다. 사면경사는 0~52°까지이고 평균경사는 17.6°로 나타났으며 화성암에 해당하는 지역이 경사가 높게 나타나는 경향이 있었으나 지질별 경사분포의 큰 차이는 찾을 수 없었다. 사면방향은 8방향 모두 비슷한 분포를 나타냈으며 상대적으로 남서방향에 많은 면적을 차지하고 있었다.

지질은 화강암이 가장 넓게 분포하며 화성암이 60% 가까이 차지하고 있었다. 지질이 지형에 미

치는 영향을 분석한 결과 큰 차이가 없었다. 지질이 하계에 미치는 영향을 분석한 결과 화강암에서 하천발달이 가장 미약했으며 화산암, 퇴적암, 충적층의 순으로 하계가 발달하고 있음을 알 수 있었다.

하계망은 남동부를 제외하고는 양호한 발달을 확인할 수 있었다. 하천차수는 1:25,000지형도상에서 4차하천이 최대차수로 나타났고 하계밀도는 1.6으로 높게 나타났다. 하천의 분기율은 4이상으로 매우 높게 나타났으며 길이비는 1.24에서 3.25까지 나타났다. 하천차수별 경사도와 고도는 차수가 높아질수록 경사도와 고도가 낮아짐을 알 수 있었다.

본 연구의 결과 중 경사도와 사면방향 Data는 거제도의 토지이용이나 토지개발 및 재해예측의 기본자료로 충분히 활용할 수 있는 자료라 할 수 있다.

본 연구는 지형과 하계망을 연구하기 위해 1:25,000지형도와 1:50,000지질도 및 DTED를 이용 GIS기법을 응용하여 분석하여 위와 같은 거제도의 전반적인 지형과 하계망의 특성을 알 수 있었다. 그러나 여러 부분에서 DTED와 지형도와의 좌표가 일치하지 않는 문제점이 나타났다. 이러한 좌표의 불일치는 미세한 분석치의 오차를 유발하여 분석의 신뢰도를 떨어뜨린다는 것을 알 수 있었다. 차후 지형분석에 DTED를 이용하기 위해서는 좌표값의 보정에 신경을 써야할 것으로 본다. 그리고 GIS Tool인 ARC/INFO를 지형분석에 사용할 때의 문제점은 지형분석에 알맞게 Program화 되지 않아 여러 단계를 거쳐야만 하나의 분석을 할 수 있었으며 분석결과의 출력에 다소간의 문제가 있는 것으로 나타났다. 이후 ARC/INFO를 이용하여 지형분석을 하기 위해서는 먼저 분석의 표준안을 만들어야만 시행착오를 줄일 수 있을 것으로 본다.

그러나 본 분석의 결과는 좌표상의 다소간의 오차는 있으나 후진국개발이나 자연적 또는 정치적으로 접근이 불가능한 지역의 연구나, 고산지대 등의 각종 계획 및 자연재해의 예측에 활용할 수는 있을 것으로 본다.

註

- 1) DTED (Digital Terrain Elevation Data) : 미국 국방성산하기관인 DMA사에서 만든 고도 Data로 지표면에 대해 고도값을 저장한 Data
- 2) 미국 ESRI사에서 만든 GIS Software로 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 GIS Package임
- 3) DMA (Defense Mapping Agency) : 미국 국방성 산하의 기관으로 세계각지의 고도Data를 수집하여 국방성의 전략수립에 도움을 주는 기관
- 4) 경사결정법은 인접한 고도와 비교하여 가장 고도차이가 큰 값을 높이로 하고 Cell의 크기를 밀변으로 하여  $\theta$  값을 구하고 이를 tangent값으로 바꾸어 결정한다.
- 5) 김우관, 1985, 한반도(남한)의 산지사면과 지형자원 연구, 죽파 홍순완 교수 회갑기념논문집.
- 6) 사면방향을 구하는 방법은 주변의 고도와 비교하여 가장 차이가 큰 쪽으로 기울어진 각도를 측정하여 계산한다.
- 7) 하천 유로의 총연장  $\Sigma l$  을 그 지역 면적 A로 나눈 값으로 그 결과는 단위면적내의 유로길이를 나타내므로 Neumann은 이를 하계밀도라 하였다. 즉  $D = \Sigma l / A$
- 8) 단위 면적에 나타나는 하천의 수를 면적으로 나눈 값. 회수가 많으면 하천발달이 좋고 적으면 하천 발달이 나쁘다.
- 9) 유역의 면적을 본류의 길이로 나눈 값을 말한다. 유역의 평균폭은 큰하천일 경우 비례적으로 커진다.
- 10) 형상계수 F의 값이 1.0에 가까우면 유역모양이 원형에 가깝고 F의 값이 작을수록 좁고 긴 모양의 유역이다.

文 獻

金又寬, 1983, 地形學, 螢雪出版社, 서울.  
 權赫在, 1984, 地形學原論, 法文社, 서울.  
 鄭昌熙, 1981, 新地質學概論, 博英社, 서울.  
 金又寬, 1973, 洛東江 流域의 浸蝕 研究, 慶北大 論文集, 17.  
 金又寬, 1985, 韓半島(南韓)의 山地斜面과 地形資

源 研究, 죽파 홍순완 교수 회갑기념논문집, 1~14.

전영권, 1997, 경남 밀양 얼음골 일대의 지형적 특성, 한국지역지리학회지, 3(1).  
 崔喜萬, 1993, GIS를 이용한 수치지도의 활용 방안에 관한 연구, 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 박은경, 1995, GIS를 이용한 산불확산 모델링, 서울대학교 석사학위논문.  
 李賢淑, 1993, GIS 技法을 利用한 鬱陵島의 地形分析, 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 朴鐘淑, 1995, 도시화에 따른 하천유역분지 내의 지형환경 변화연구, 이화여자대학교 석사학위논문.  
 김윤정, 1996, 산불예측 모델에 관한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문.  
 이사로, 1992, 지리정보시스템을 이용한 청주지역의 광역적 산사태 분석연구, 연세대학교 석사학위논문.  
 高山茂美, 1975, 河川地形, 共立出版, 東京.  
 恩田裕一외, 1996, 水文地形學, 古今書院, 東京  
 ESRI, 1996, *Using GRID with ARC/INFO* Rev6.1.  
 ESRI, 1996, *Introduction to ARC/INFO*.  
 Lovejoy, S.B, 1997, Watershed management for water-quality protection, *Journal of Soil And Water Conservation*, 52(2), 103~108.  
 Ferrier, G, 1997, An integrated GIS and knowledge-based system as aid for the geological analysis of sedimentary basins, *International Journal Of Geographical Information Science*, 11(3), 281~297.  
 Vanwesten, C.J, 1996, An approach towards deterministic landslide hazard analysis in GIS, *Earth Surface Processes And Landform*, 21(9), 853~868.

## Landform and Drainage Analysis in Geoje-Do Using GIS

Wookwan-Kim\*  
Yongho-Lim\*\*

### Summary

The purpose of this study is to find out the characteristics of landform in Geoje-Do using GIS and DTED data.

The characteristics of landform in Geoje-Do are as follows: First, the height-range of Geoje-Do is 0~580m, and the average elevation of it is 124m. Volcanic and granite region is mainly appeared at high elevation-region. But, we can't find out outstanding difference of elevation, according to its geology.

The second, the slope-range of Geoje-Do is 0~52 degree, and the average slope of it is 17.6 degree. The slope of volcanic and granite area is more steeper than any other region. But the results of analysis of the geology in Geojo-Do, don't show outstanding difference of the slope.

The third, the area-rate of the aspect of Geoje-Do is almost same in all direction. And the area-rate of south-west direction is the highest.

According to the geology of Geoje-Do, granite is distributed the most widely, and the area of volcanic and granite occupy 60% of entire island's area. According to analysis of influence of geology with elevation, geology has little relationship with elevation. According to analysis of

geology and drainage network, streams are inclined to be developed well in Alluvium area.

Drainage network is well developed throughout the entire island, except south-east area. The highest order of stream is 4 in 1:25,000 topographic map. The density of stream in Geoje-Do is very high, such as 1.6. The bifurcation-ratio of stream is also higher than 4 in all order. The length-ratio of stream is ranged from 1.24 to 3.25. According to the relationship between order and elevation, order is the greater, elevation is the lower. According to the relationship between order and slope, order is the greater, slope is the gentler.

In this study, we use DTED Data, and compare it with topographic map data. According to the comparison, there is a little difference between DTED data and topographic map data. Therefore, to use DTED data in landform analysis, it is required coordinate matching process. This process is very important, and take very long time. Thus, if you use DTED in landform analysis, some processes are required.

DTED data can be taken very easily, but

---

\* Professor, Department of Geography, Kyungpook National University.

\*\* Graduate Student, Department of Geography, Kyungpook National University.



its using is not simple. Because coordinate adjust is very hard work.

**key word** : GIS, DTED, elevation, cross-section profile, drainage density.