

## DEM 격자크기에 따른 지형경사와 배수유역 면적의 분석 An Analysis of Terrain Slope and Drainage Basin Area by DEM Grid Size

양인태\* · 김연준\*\* · 유영걸\*\*\*

Yang, In Tae · Kim, Yeon Jun · Yu, Young Geol

### 요 旨

최근에 GIS 기법을 이용하여 수문 분석에 필요한 지형 매개변수를 분석하는 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 지형 분석에 이용되는 DEM은 수치 지형도의 등고선 자료를 이용하여 효과적으로 구축될 수 있다. 따라서 DEM의 응용성이 여러 분야에서 점차 증가되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 지형 매개변수 추출시 DEM 격자크기가 경사와 배수 유역에 어떤 영향을 주는지를 분석하고자 20m~100m 격자 크기의 DEM이 평창강과 주방천 유역에 적용되었다. 본 연구에서는 DEM 격자크기에 따른 경사변화에 대한 회귀 방정식을 도출하였다. 그 결과 DEM 격자크기가 증가함에 따라 경사가 줄어들며, 배수 유역면적은 거의 변화하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

### ABSTRACT

Recently, the research that analyze topography parameters that need in hydrology analysis using GIS techniques is achieved. DEM that is used in topography analysis can be constructed effectively using contour data of digital map. Therefore, DEM's applicability is increasing gradually in several fields. In this study, DEM of 20~100m grid size was applied PYONGCHANG river and JUBANG river basin to analyze what effect DEM grid size causes about slope and drainage watershed at topography parameter extraction. This study drew a regression equation about slope change by DEM grid size. As a result, according as DEM grid size increases, slope decreases, and basin area could know that is not change almost.

### 1. 서 론

1950년대부터 DTM(Digital Terrain Model)은 지구과학에 적용되어 왔으며, 지리정보 처리의 중요한 구성요소가 되었다. 이 DTM은 공학분야 뿐만 아니라 여러 분야에서 그의 응용성이 입증되었다. GIS에서 DTM은 지형이나 또 다른 지표면 형상에 관련된 현상들을 분석하고 출력할 수 있는 능력을 제공하였다. DTM은 지표면 지역을 디지털화하여 표현하는 것으로 이해할 수 있다. DTM의 지표면에 관련된 지형(terrain)부분의 정보가 고도(altitude)에 관련된 것으로 해석하여 DEM(Digital Elevation Model)이라는 용어를 사용하는 경우도 있다.

본 연구에서는 지형의 고도자료를 이용하여 분석을 수행하므로 DEM이라는 용어를 사용할 것이다. 유역에 대한 지형 매개변수 분석은 대단히 중요하다. 지표면의 형상에 의해서 표현되는 표면경사, 경사방향, 유역의 형태, 하천형태 및 길이 등의 지형인자는 유역에 관련된 분석에 많은 영향을 미친다. 이러한 수문 매개변수들은 GIS 자료기반으로부터 지도대수를 통하여 얻어지거나 DEM에서 추출된다.<sup>3),8),11)</sup>

그러나 이러한 격자 DEM를 이용하여 지형에 관련된 매개변수를 추출할 경우 유역에서 발생하는 모형의 모의관측 과정의 정확도는 이용할 수 있는 입력자료의 정확도, 축척, 물리적으로 표현되는 모형의 개념들을 어떻게 잘 구성하는가에 따라 달라진다.<sup>10)</sup> 또한 격자 DEM을 이용하여 격자 크기에 따라 지형 매개변수에 영향을 미친다. 따라서 지형 매개변수를 격자 DEM에서 추출하는 경우 격자 크기에 따른 영향을 분석해야만 한다.

\*강원대학교 토목공학과 교수

\*\*대원과학대학 토목과 조교수

\*\*\*강원대학교 토목공학과 박사수료

본 연구에서는 다양한 해상력의 격자 DEM에서 지형분석에 관련된 경사 및 유역 면적을 추출하여 격자크기에 따른 지형 매개변수의 영향을 분석하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 유역

유역은 강우가 지속되는 동안 유역의 유일한 유출구를 통과하는 유출에 기여하는 모든 지면으로 정의된다. 유역의 경계는 지형 분수계에 의하여 정의된다. 유역면적은 지형 분수계 내의 면적이다. 유출은 분수계의 높은 지점에서 시작하여 등고선에 대한 직각방향에서 낮은 지점으로 이동한다. 그림 1은 유역 배수 체계를 나타낸 것이다.

지형도에서 한 유역의 유역면적은 유역경계의 구분을 필요로 하고 이 면적은 일반적으로 구적기로 계산된다. 유역면적은 강우로부터 유발될 수 있는 유출의 잠재력을 나타내는 잠재유출체적(potential runoff volume)의 척도이고 침투량의 가장 중요한 인자이다.

### 2.2 유역경사

유역의 경사는 두 지점간의 표고차이와 거리와의 비로 정의되고 지표류의 유속, 유역침식능 및 지역적인 바람에 많은 영향을 갖는다. 유역 경사를 계산하는데는 여러 가지 방법들이 제안되었다.<sup>4)</sup>

#### 2.2.1 Horton방법

이 방법은 지형도상에서 유역면적을 격자망으로 나타낸

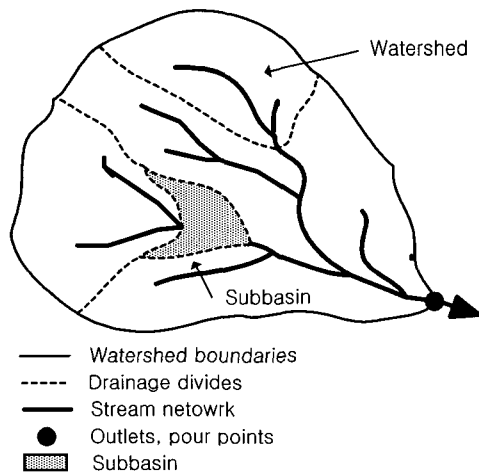


그림 1. 유역의 배수체계<sup>1)</sup>

다. 유역 경계선내의 각 가로격자선의 거리를 측정하고 이들의 합  $L_H$ 를 구한다. 세로 격자선에 대해서도 같은 방법으로 세로격자선의 합  $L_V$ 를 구한다. 가로 격자선이 등고선과 만나는 점의 수  $N_H$ , 세로 격자선이 등고선과 만나는 점의 수  $N_V$ 를 구한다. 유역경사  $S$ 는 다음 식으로 결정된다.

$$S = \frac{1}{2}(S_V + S_H) \quad (2-1)$$

여기서  $S_V$ 는 평균 세로경사로  $S_V = N_V h / L_V$ ,  $S_H$ 는 평균 가로경사로  $S_H = N_H \cdot h / L_H$ 이고  $h$ 는 등고선 간격이다.

#### 2.2.2 격자방법

격자 방법은 유역의 지형도상에 투명한 격자망을 겹친 다음 각 격자의 최대경사를 구하고 이들의 평균치를 계산한다. 이 평균치는 지표경사의 대표치로 취해진다.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (2-2)$$

이와 같은 방법으로 GIS에서 격자 DEM으로부터 유역경사를 계산한다.

#### 2.2.3 등고선법

$$S = \frac{h \times L_c}{A} \quad (2-3)$$

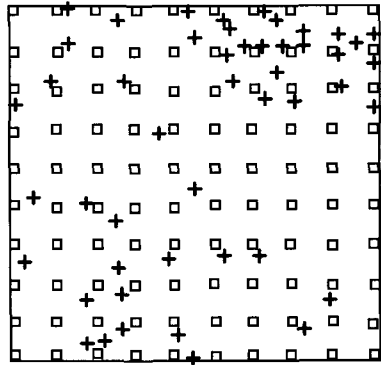
여기서  $h$ 는 등고선 간격,  $L_c$ 는 유역내 등고선의 총 길이,  $A$ 는 유역면적이다.

#### 2.2.4 Fleming 방법

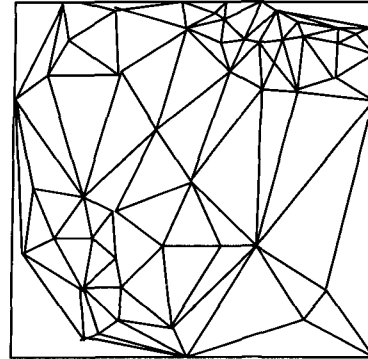
이 방법은 유역을 격자망으로 분할하고 각 격자점에서 가장 가까운 수로에 가장 경사가 급한 방향에서 선을 그어 경사를 구한다. 유역경사는 이와 같이 구한 경사들의 평균이다.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (2-4)$$

여기서  $S_i$ 는 각 격자점에서 가장 가까운 수로에 대한 경사이고  $n$ 은 격자점의 수이다.



(a) Grid



(b) TIN

그림 2. 격자 DEM과 TIN DEM 모형

### 2.3 DEM에 의한 경사와 유역분석

#### 2.3.1 DEM

여러 가지 방법에 의해서 구축된 수치자료는 규칙적이거나 불규칙한 공간 자료로 만들어진 것이다. 따라서 지표면 형상에 근접되는 모형화 능력을 갖게 만드는 것이 필요하다. 기본적으로 규칙적인 격자DEM과 TIN이 지형표면을 표현하는데 일반적으로 이용된다.

첫 번째 모형은 표본자료의 중첩으로 규칙적인 격자형태로 지표면을 나타내며, 이것은 격자점 고도값의 계산이 필요하다. 두 번째 방법은 변곡점이 표본점으로 구성되는 인접 삼각망형태로 지표면을 표현하는 것이다. 그림 2는 표본점들을 이용하여 규칙적인 격자 DEM과 TIN DEM 구조를 보여준다.

지표면의 형상을 나타내는 가장 일반적인 수치자료는 셀을 기반으로 하는 규칙적인 격자 DEM이다. 이 자료는 지표면의 특징을 정량화하여 GRID 분석의 입력자료로 이용된다. DEM은 지구상의 지표면에 해당하는 표면의 연속적인 형상을 격자로 표현한 것이며, 이 자료의 정확성은 일반적으로 표본 점간의 거리인 해상도에 의해 결정된다. 정확도에 영향을 미치는 다른 요소는 자료의 형태와 DEM 생성시에 지표면의 실제 표본추출정도 등을 들 수 있다. 이들 규칙적인 격자 DEM의 자료구조는 고도값의 행렬로 구성된다.

#### 2.3.2 경사와 경사방향

경사는 어떤 주어진 점에서 DEM에 의해서 모형화되므로써 표면에서 평면접선에 의해서 정의되며, 두 가지 성분으로 구성된다. 즉, 고도변화의 최대비가 기울기이고, 고도

변화의 최대비의 방향이 경사방향이다. 경사는 도나 퍼센트로 표현되며, 경사방향은 도로 나타낸다. 그러므로 경사라는 말은 기울기를 의미한다.

지표면의 자연적인 특성은 지표면을 흐르는 지표수의 특징을 결정하며, 지표면상의 흐름은 지표면의 자연적인 특성들을 변화시킨다. 지표면에서 흐르는 지표수의 방향은 각 위치에서의 경사방향에 의하여 결정된다.

경사방향에서 지표면의 굴곡은 굴곡에 대하여 종단면으로 나타낼 수 있다. 종단면에 굴곡이 있는 곳에서는 흐름의 가속이나 감속에 의하여 지표면을 오목하거나 볼록하게 만든다. 이러한 지역에서 흐름에 가속이 생기는 하천은 에너지가 집중되고 수송능력이 증가하게 된다. 따라서 그림 3의 수면곡선에서 보는바와 같이 볼록한 굴곡이 있는 종단면에서는 침식이 발생할 수 있는 지역이고 오목한 굴곡의 종단면 지역에서는 흐름률이 감소하며 하천에서의 에너지도 감소하게 되어 퇴적이 발생된다.

경사방향과 직각인 지표면에서의 굴곡은 굴곡횡단이라 할 수 있다. 굴곡횡단은 흐름이 여러 방향으로 분기하거나

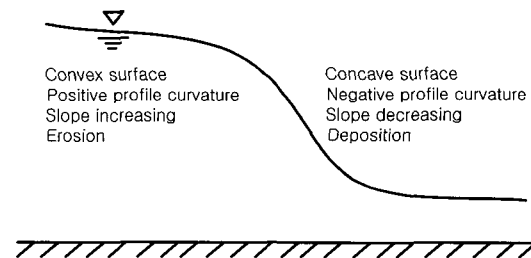


그림 3. 지형 경사의 종단면도

집중됨으로 인하여 오목하거나 볼록하게된 지표면을 말한다. 집중흐름은 계곡과 같이 유출이 집중되는 것을 말하며 이와 반대로 분기흐름은 산등성이를 가리킨다.

규칙적인 격자구조 DEM에서 경사는 다음과 같이 정의된다.<sup>9)</sup>

$$\tan S = \sqrt{\left[\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]} \quad (2-5)$$

여기서 z는 고도축이고 x와 y는 평면축이다.

경사방향은 Burrough에 의하면 다음과 같이 정의된다.

$$\tan A = - \frac{\left(\frac{dz}{dy}\right)}{\left(\frac{dz}{dx}\right)} \quad [-\pi < A < \pi] \quad (2-6)$$

그림 4에서 보는 바와 같이 대부분의 경사와 경사방향을 계산하는 방법은 격자상에 움직이는 3×3 대상영역을 이용한다. 유한미분방정식으로 방정식 (2-5)와 (2-6)에 정의된 부분도함수를 계산한다. 유한미분을 계산하는 가장 단순한 방법은 대상영역 중앙점의 위, 아래, 옆에 인접한 것을 계산하는 것이다. 그러므로 dz/dx와 dz/dy 유한미분은 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(z_{i+1,j} - z_{i-1,j})}{(2 Dx)} \quad (2-7)$$

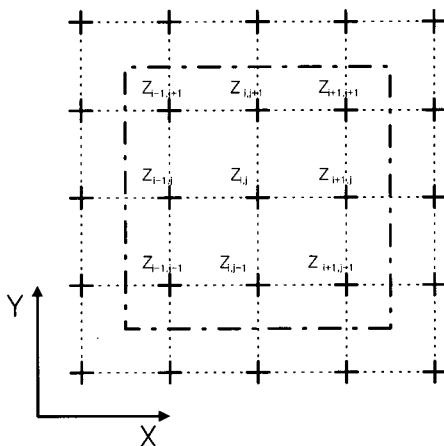


그림 4. 3×3 대상영역

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(z_{i,j+1} - z_{i,j-1})}{(2 Dy)} \quad (2-8)$$

여기서 Dx와 Dy는 x와 y방향에서 셀 중앙사이의 거리이다. 그러나 이 방법은 지형고도에서 위치오차에 매우 민감하다.

Skidmore는 좋은 정확도를 제공하는 Horn에 의해서 제안된 방법과 위에서 언급한 방법을 포함해서 몇 가지 방법을 비교·분석하였다.<sup>9)</sup> Horn에 의해서 제안된 이 방법은 수치해석을 근거로 하여 유한미분을 계산하기 위해서 다음과 같은 방정식을 이용한다.

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(z_{i+1,j+1} + 2z_{i+1,j} + z_{i+1,j-1})}{8Dx} - \frac{(z_{i-1,j+1} + 2z_{i-1,j} + z_{i-1,j-1})}{8Dx} \quad (2-9)$$

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(z_{i+1,j+1} + 2z_{i,j+1} + z_{i-1,j+1})}{8Dy} - \frac{(z_{i+1,j-1} + 2z_{i,j-1} + z_{i-1,j-1})}{8Dy} \quad (2-10)$$

### 2.3.3 유역

몇 개의 알고리즘이 배수유역 경계를 결정하기 위해서 개발되었다. 이들 대부분은 격자 DEM의 고도행렬을 이용하여 배수유역과 하천망을 묘사하는 알고리즘과 결합되었다. 배수유역 만을 묘사하는 하나의 알고리즘이 Mark 등에 의해서 제안되었다. 고도행렬의 전처리과정은 배수유역 묘사에 영향을 미치는 함몰점을 제거하기 위해서 필요하다.

이 알고리즘은 경사와 경사방향 행렬을 이용하여 배수유역을 묘사하며, 사용자에게 의해서 방류되는 셀을 선택할 수 있다. 또한 사용자는 평면지역의 묘사를 위해서 임계경사값을 지정할 수 있다. 경사방향은 45도씩 8방향으로 나누어 한 방향으로 부호화 할 수 있다. 이 알고리즘은 유역에 속한 셀들을 검색하여 기록하고 연속적으로 인접한 8개의 셀들을 검색한다. 인접셀은 경사방향이 중앙셀 쪽으로 향하거나 사용자에게 의해서 지정된 임계값 보다 더 작은 경사를 가진다면 상류흐름, 즉, 동일한 배수유역내로 생각한다. 이 알고리즘은 순환되면서 상류흐름의 인접셀이 발견되면 배수유역에 속한 것으로 기록하고, 3×3 대상영역이 이동하여 이 셀을 중앙에 위치시킨다. 이 단계에서 알고리즘은 인접셀을 분석하고, 상류흐름 셀에 대하여 검색을 다시 시작한다. 이 알고리즘은 유역경계나 격자의 끝과 만날 때까지 반복한다. 이것은 유역에 속하는 모든 셀들이

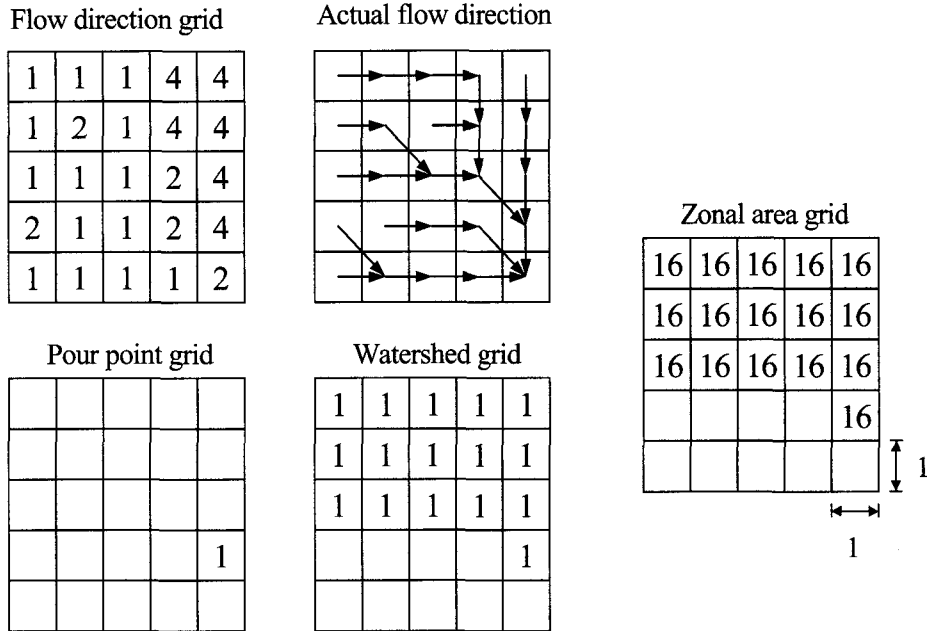


그림 5. 격자 DEM에 의한 유역결정 방법

기록될 때까지 반복진행과정이 같은 경로를 따라서 진행된다.

유역설정은 수문 해석의 기본 지역을 정의하는 것으로 수문 지형인자 추출의 기본 처리 과정이다. 유역은 흐름방향 결과를 입력 자료로 하여 유역의 유출구를 기준으로 작성된다. 유출구는 점 그리드로 지정해야 하며 유역경계에서 가장 낮은 점이 된다. 유출구 지정은 화면 대화식 처리로 SELECTPOINT 명령어를 사용하여 이루어지도록 하였다. 유역이 설정되면 설정된 유역 범위로 전처리 자료(흐름누적 그리드, 흐름방향 그리드, 경사도)를 재 설정하도록 구성하였다. 유역면적 계산은 ZONAL AREA 함수로 같은 셀 값을 갖는 모든 셀들을 계산하여 산출하도록 하였다. 그림 5는 유역 설정 과정과 면적 계산 과정을 나타낸 것이다.

### 3. 분석 및 고찰

DEM 격자의 크기가 지형 매개변수인 경사와 유역면적 추출에 미치는 영향을 분석하기 위하여 평창강과 주방천 유역을 연구대상지역으로 선정하였다. 현재의 수문 분석에서 경사와 유역면적은 지형도로부터 추출하여 이용하고 있는 실정이다. 그러나 이러한 방법은 시간과 비용면에서 효과적이지 못하고, 실제의 지형과는 많은 차이를 보이고

있다. 효과적인 방법은 지형의 고도자료를 이용하여 DEM을 구축하여 이 구축된 DEM을 이용하여 분석을 실행하는 것이다. 왜냐하면 최근에 국립지리원에서 제작된 수치지형도의 등고선 자료를 이용하면 DEM을 손쉽게 구축할 수 있기 때문이다. 그러나 격자 DEM 구축시에는 구축되는 격자크기에 따라 지형 매개변수들에 영향을 미치기 때문에 최적의 격자 크기를 결정해야만 한다.

본 연구에서는 평창강과 주방천 유역의 1 : 50,000 수치지형도의 주곡선 간격 20m 등고선 자료를 이용하여 TIN을 생성한 다음, 이 생성된 TIN 자료를 이용하여 Linear 보간법으로 격자 DEM을 구축하였다. 격자 DEM의 크기는 20m, 30m, 40m, 50m, 60m, 70m, 80m, 90m, 100m로 하여 경사도와 유역면적에 대한 DEM 격자크기의 변화를 분석하였다.

#### 3.1 경사 변화분석

유역에서 지형의 경사는 수질이나 수량예측에 매우 중요한 영향을 미친다. 현재의 유역분석에서 경사분석은 지형도로부터 표본지역을 선정하여 경사를 분석하여 이용하고 있으나 이 방법은 선정된 전체유역을 고려하지 못하기 때문에 실제의 유역의 경사와는 많은 차이가 있다. 그러나 GIS는 지형도의 등고선 자료와 DEM 자료로부터 선택된

표 1. DEM 격자크기에 따른 경사분석

격자 크기	평창강 유역			주방천 유역		
	최소경사(%)	최대경사(%)	평균경사(%)	최소경사(%)	최대경사(%)	평균경사(%)
20m DEM	0	164.38	35.04	0	1248.33	46.59
30m DEM	0	146.13	34.24	0	786.06	45.40
40m DEM	0	132.59	33.37	0	512.54	43.94
50m DEM	0	121.90	32.35	0	300.79	42.28
60m DEM	0	118.79	31.39	0	189.75	40.79
70m DEM	0	113.18	30.45	0.31	203.05	39.27
80m DEM	0	107.98	29.51	0	87.54	37.81
90m DEM	0	102.30	28.63	0.26	133.14	36.46
100m DEM	0	98.38	27.86	0.40	104.79	35.10

유역에 대하여 빠르고 정확하게 경사분석을 실행할 수 있다. 그러나 DEM에 의한 지형 경사분석은 DEM의 격자크기에 영향을 받는다. 따라서 DEM 격자크기에 따른 경사분석 결과의 영향은 중요한 인자가 될 수 있다.

표 1은 평창강과 주방천 유역의 최소, 최대, 평균경사를 각각의 격자 DEM을 이용하여 경사를 분석한 결과이다. 이 표 1에서 얻어진 평창강과 주방천 유역의 평균경사를 이용하여 각각의 DEM 격자크기에 의한 평균경사변화를 나타내는 그림 6과 그림 7에서 각각의 유역에 대하여 평균경사에 대한 회귀방정식을 도출하였다.

평창강 유역에 대한 각각의 DEM 격자 크기에 따른 경사

회귀 방정식은  $Y = -0.09195 \times X + 36.94367$  이다. 이 회귀방정식에 대한 잔차의 제곱합은 0.04259이고, 잔차의 제곱평균은 0.00608이며, 상관계수 R은 0.99916이다. 또한 주방천 유역에서 회귀 방정식은  $Y = -0.14675 * X + 49.65389$  이며, 잔차의 제곱합은 0.10591이고, 잔차의 제곱평균은 0.01513이며, 상관계수 R은 0.99918이다. 표 2는 DEM 격자크기만에 따른 경사변화 차이를 나타낸 것이다.

그림 8과 그림 9는 평창강과 주방천 유역에서 DEM 격자크기 20m를 기준 10m씩 DEM 격자크기를 증가시켜 격자크기 간의 경사 차이를 나타내어 회귀 분석을 실행한 것이다. 이 회귀 방정식은 20m DEM를 기준으로 격자 크기

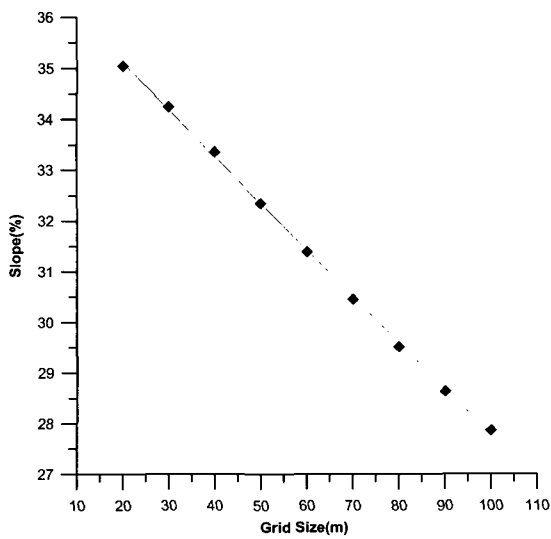


그림 6. DEM 격자크기 평균경사분석(평창강)

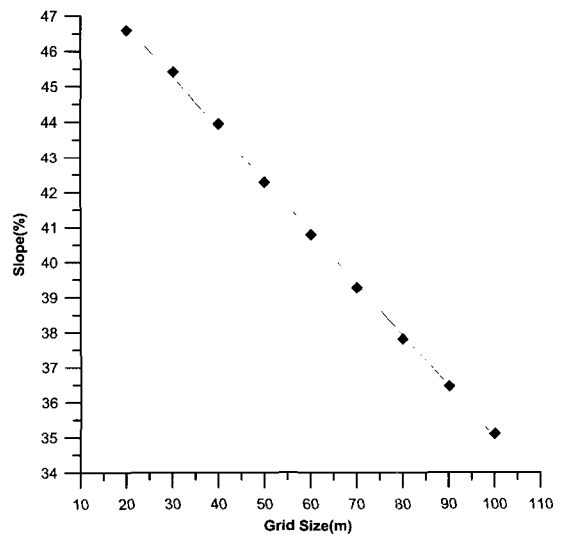


그림 7. DEM 격자크기 평균경사분석(주방천)

표 2. DEM 격자크기 차이에 따른 경사변화 차이 분석

DEM 격자크기 차	경사 차이 (%)		DEM 격자크기 차	경사 차이 (%)	
	평창강	주방천		평창강	주방천
20m - 30m DEM	0.80	1.19	20m - 30m DEM	0.80	1.19
20m - 40m DEM	1.67	2.65	30m - 40m DEM	0.97	1.46
20m - 50m DEM	2.69	4.31	40m - 50m DEM	1.02	1.66
20m - 60m DEM	3.65	5.80	50m - 60m DEM	0.96	1.49
20m - 70m DEM	4.59	7.32	60m - 70m DEM	0.94	1.52
20m - 80m DEM	5.53	8.78	70m - 80m DEM	0.94	1.46
20m - 90m DEM	6.41	10.13	80m - 90m DEM	0.88	1.35
20m - 100m DEM	7.18	11.48	90m - 100m DEM	0.77	1.36
			평 균	0.91	1.44

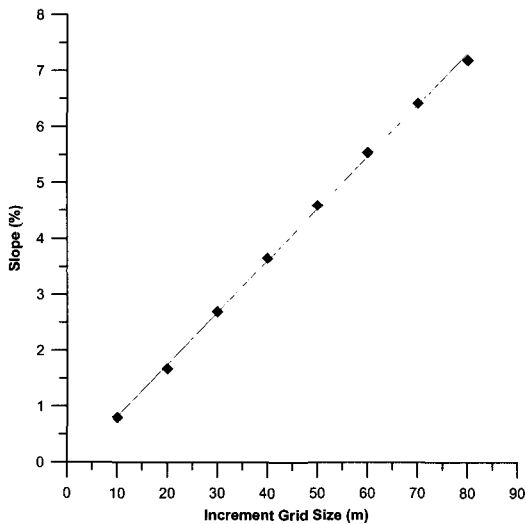


그림 8. 격자크기 증가에 따른 경사변화(평창강)

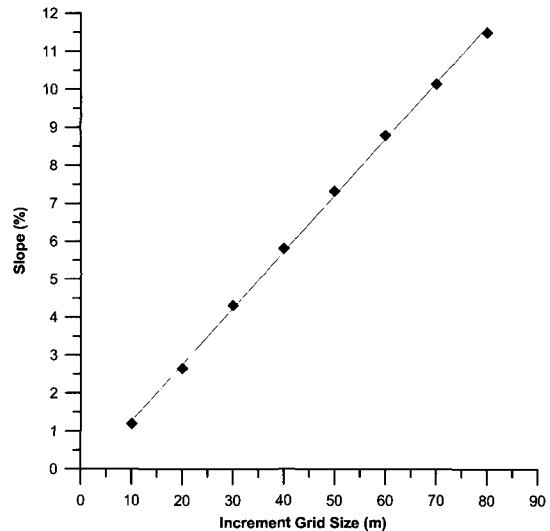


그림 9. 격자크기 증가에 따른 경사변화(주방천)

가 10m씩 증가할 경우 경사의 변화를 예측한 것으로 평창강 유역의 경우는  $Y = 0.09264 \times X - 0.10393$ 이며, 상관계수 R은 0.99901이다. 또한 주방천 유역에서는  $Y = 0.14805 \times X - 0.20464$ 로 회귀 방정식이 나타났으며, 상관계수 R은 0.99911이다. 평창강에서는 DEM 격자 크기가 10m씩 증가함에 따라 평균 경사가 0.91% 감소하는 것으로 나타난 반면에 주방천 유역에서는 평균 경사가 1.43% 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 유역의 경사가 높으면 높을수록 DEM 격자크기에 따른 경사변화가 높게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 DEM 격자 크기가 커지면 커질수록 경사변화가 적게 나타나는 것을 알 수 있었다.

#### 4.3.3 유역분석

유역경계는 모든 지표면의 수문모형화에서 필수적인 매개변수이다. 이러한 경계는 GRID 지도대수를 이용하여 여러 가지 수문예측 모형화를 위한 입력자료인 통계자료를 만드는데 필요한 토양 및 토지이용정보와 결합될 수 있다.

이 연구에 이용된 체계에서 유역은 WATERSHED나 BASIN함수들을 입력하여 FLOWDIRECTION함수의 출력물을 이용하여 격자 DEM으로부터 추출할 수 있다. 이러한 함수들은 유역을 결정하는 흐름방향 격자를 이용한다. 유역은 격자 DEM에서 어떤 셀로부터 묘사된다. 방류점을 정의할 수 있는 WATERSHED함수에서의 입력방법은 SELECTPOINT함수로 쉽게 만들 수 있다.

표 3. DEM 격자크기에 따른 유역면적

격자크기	평창강 유역		주방천 유역	
	유역면적 (km <sup>2</sup> )	지형도와 차이(%)	유역면적 (km <sup>2</sup> )	지형도와 차이(%)
지형도	401.25	-	91.66	-
20m DEM	400.90	-0.08	91.41	-0.27
30m DEM	400.95	-0.07	91.43	-0.25
40m DEM	400.45	-0.20	91.42	-0.26
50m DEM	401.50	+0.06	91.45	-0.23
60m DEM	401.16	-0.02	91.41	-0.27
70m DEM	400.19	-0.26	91.41	-0.27
80m DEM	401.36	+0.02	91.30	-0.39
90m DEM	401.11	-0.03	91.40	-0.28
100m DEM	400.72	-0.01	91.33	-0.36

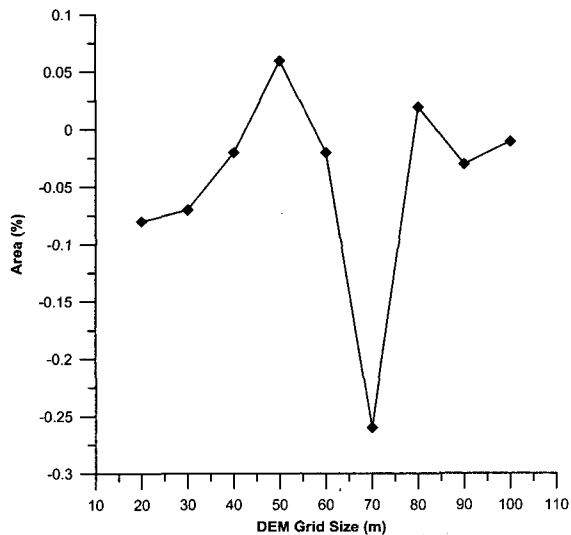


그림 10. 지형도와 DEM의 면적차이 비율(평창강)

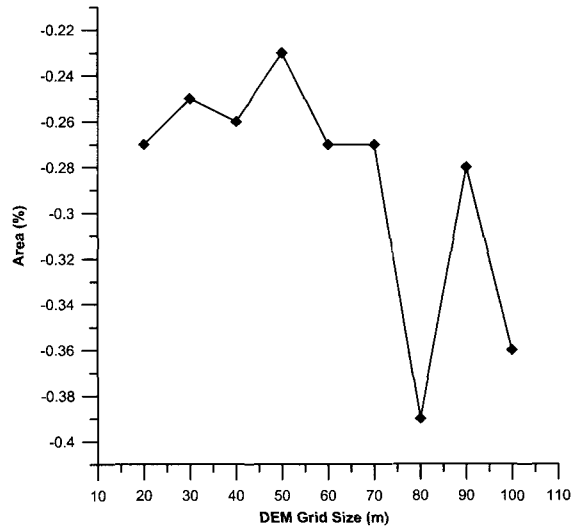


그림 11. 지형도와 DEM의 면적차이 비율(주방천)

이 연구에서는 DEM 격자크기가 유역추출에 미치는 영향을 알아보기 위해서 등고선간격 20m로 구축된 20m에서 100m까지의 격자 DEM을 이용하여 연구대상지역인 평창강과 주방천 유역에서 추출하였다. 표 3은 각각의 DEM 격자크기를 이용하여 평창강과 주방천 유역의 면적을 추출한 것이다. 그림 10과 그림 11은 평창강과 주방천 유역의 지형도로부터 추출한 유역면적과 DEM 격자 크기에 따른 유역면적의 차이를 나타낸 것이다. 이 표에서 보는 바와 같이 유역면적은 분석에 이용된 DEM 격자크기 간에 최대 차이가 평창강 유역은 -0.26%, 주방천 유역이 -0.39%로 DEM 격자크기에 관계없이 거의 동일한 면적으로 추출된

다는 것을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

수문 매개변수 추출을 위한 GIS 응용에서 격자 DEM의 이용은 격자크기에 따라서 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 각각의 격자 DEM으로부터 두 개의 연구대상 유역의 경사와 배수유역 면적을 추출하여 비교분석을 실행하였다. 평창강 유역에서는 DEM 격자 크기가 10m씩 증가함에 따라 평균 경사가 평균적으로 0.91%씩 감소하였으며, 주방천 유역에서는 DEM 격자 크기가 10m씩 감소함에 따라



라 평균 경사가 평균적으로 1.43%씩 감소함을 알 수 있었다. 또한 평창강과 주방천 유역에서 DEM 격자 크기가 10m씩 증가함에 따른 평균 경사의 변화를 나타내는 회귀 방정식을 도출하였는데, 평창강 유역은  $Y = 0.09264 \times X - 0.10393$ 이며, 주방천 유역은  $Y = 0.14805 \times X - 0.20464$ 로 회귀 방정식이 도출되었다. 이 도출된 회귀 방정식을 살펴보면, DEM 격자 크기가 커지면 커질수록 경사변화가 적게 나타나는 것을 알 수 있었다.

배수 유역면적의 경우는 분석에 이용된 DEM 격자크기 간에 최대 차이가 평창강 유역은 -0.26%, 주방천 유역이 -0.39%로 나타났다. 따라서 배수 유역 분석은 DEM 격자 크기에 관계없이 거의 동일한 면적으로 추출된다는 것을 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 격자 DEM을 이용하여 빠르고, 정확하게 지형 매개변수를 추출할 수 있었다. 그러나 이러한 지형 매개 변수의 추출시 반드시 분석에 이용되는 격자의 크기를 고려해야만 한다는 것을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 김연준, "지형공간정보체계를 이용한 유역분석", 강원대학교 박사학위논문, 1999.
2. 양인태, 김연준, "수문해석을 위한 DEM에 의한 지형의 경사도분석에서 격자 크기의 영향" 한국측지학회지, 제15권, 제2호, 1997, pp. 221-230.
3. 이영균, "지형해석에 있어서 Digital Terrain Model의 적용에 관한 연구", 연세대학교 토목공학과 석사논문, 1982.
4. 최영재, "지형공간정보체계에 의한 수문분석용 지형자료 관리 인터페이스 개발", 강원대학교 박사학위논문, 2000.
5. Burrough P.A., "Principles of GIS for land resource assessment", Oxford Clarendon Press, 1986.
6. Ceruti A., "A method for drawing slope maps from contour maps by automatic data acquisition and processing", Computer Geoscience, Vol. 6, 1980, pp. 289-297.
7. Makarovic B., "Progressive sampling for digital terrain models", ITCJ., No. 1973-3, 1973, pp. 397-416.
8. Moore I.D., Grayson R.B., and Wilson, J.P., "Digital terrain modeling : a review of hydrological, geomorphological, and biological applications", Hydrological Processes5, 1990, pp. 3-30.
9. Skidmore A.K., "A comparison of techniques for calculating gradient and aspect from a gridded DEM", International Journal of GIS, Vol. 3, 1989.
10. Sole A. and Valanzano A., "Digital Terrain Modeling", Geographical Information Systems in Hydrology, 1996, pp. 175-194.
11. Weibel R., Heller M. "Digital terrain modelling", in Maguire D. J., Goodchild M.F., Rhind D.W., Geographical Information Systems, Vol. 1, Longman Scientific Technical, 1991.

(2002년 6월 24일 원고접수)