Jour. Korean Earth Science Society, v. 22, no. 6, p. 491–499, December 2001

ArcView/Spatial Analyst GIS 확장 프로그램을 이용한 수리지형 특성인자 분석

이 기 원*

한성대학교 정보전산학부 정보시스템공학(GIS/RS), 136-792 서울시 성북구 삼선동 2가 389

Analysis of Hydrological Surface Characteristics using ArcView/Spatial Analyst GIS Extensions

Kiwon Lee*

GIS/RS, Information Systems, Computers and Information Division, Hansung University

Abstract: Generally, several hydrological characteristics which can be obtained from geographic processing in GIS S/W would be utilized to actual hydrological applications such as landslide stability or drainage analysis. Furthermore, by using practical GIS extension programs, it can be possible that automatic extraction task of those information, which was time-consuming and complex processing, is performed as systematical and automatic processing. In this study, using ArcView GIS S/W and its extensions concerning hydrological processing, some waterflow and surface factors in the area of Yemi sheet scaled 1:50,000 were extracted. Then, assessment of landslide stability, determined by DEM-based variables were carried out in order to investigate practical applicability of extension programs. It is thought that several hydrological factors extracted by this study were significant information to predict field model or hydrological hazardous events. It also reveals that landslide potential is overall stable with stability index mapping and S-A plot, with theoretical basis. This methodology can be applicable to other areas related to hydrological characteristics with measurements in fields.

Key words: Slope stability, hydrological characteristics, ArcView/Spatial analyst, GIS application

요 약: GIS S/W의 지리정보 처리기법을 이용하여 얻을 수 있는 수리지형 특성인자는 사면안정성 분석이나 하천환경 분석 등과 같은 다양한 수문학적 응용 연구의 기본적인 정보로 사용된다. 또한 실무적으로 적용 가능한 GIS의 확장 프로그램들은 이러한 기본 정보 뿐 만 아니라, 이전에는 복잡한 정보처리과정을 통하여 얻을 수 있었던 특성 정보들을 체계화되고 자동화된 과정을 통하여 손쉽게 분석이 가능하도록 하고 있다. 본 연구에서는 GIS S/W 수리응용 연구에서 확장 프로그램의 실제적인 적용성을 살펴보기 위하여 ArcView GIS S/W와 이를 기반으로 한 수리정보 분석 프로그램 등을 이용하여 예미지역(1:50,000)의 유수 및 지형인자를 추출하였으며, 여러 가지 매개변수를 통하여 사면안정도에 대한 평가분석을 예시하였다. 본 연구 결과로 확장 프로그램들을 이용하여 얻은 정보들은 실제 정보와 높은 상관도를 보이는 것으로 나타나서, 현장에서의 직접적으로 활용이 가능한 것으로 나타났고, 본 연구 대상지역내의 전반적인 사면안정도는 사면안정지수와 S-A Plot의 적용 결과로 이론적으로는 비교적 안정적인 것으로 나타났다. 본 적용 방법은 실제 측정치와 함께 수리지형 특성과 관계된 기타 지역에 적용이 가능하다.

주요어: 사면안정성, 수리지형 특성인자, ArcView/Spatial Analyst, GIS 응용프로그램

서 론

국내에서 GIS S/W(Software for Geographic Information Systems)가 여러 분야에서 적용되기 시작한 초기인 1990년대 초반에는 운영체계의 제한성, 소프트웨어 사용의 복잡성과 고가의 가격 등으로 인하여 GIS가 소수의 전문가들에 의해서만 운용되어 왔지만 최근에는 GIS 응용분야에서도 윈도우 기반 사용자 환경(GUI: Graphical User Interface) 등이 일반화되면서 이러한 어려움들이 많이 해결되어 GIS를 실무

*E-mail: kilee@hansung.ac.kr

적으로 적용하는 분야도 급속히 확대되고 있다(한국정보문화센터 정보기술교육원, 1999).

일반적으로 GIS S/W를 기반으로 하는 응용연구는 크게 두 가지 접근방향이 있다. 첫 번째는 GIS S/W에서 제공하는 일반 기능을 사용자(End-user) 입장에서 사용하는 경우라고 볼 수 있다. 두 번째 경우는 중간 개발자의 입장에서 GIS에서 제공하는 내부 함수의 기능을 특정 개발 환경(개발 언어)을 이용하여 활용목적에 적합한 고유한 기능을 갖는 응용 프로그램으로 개발하는 경우라고 할 수 있다. 따라서 사용자 그룹이 일반 사용자, 중간개발자, 엔진 프로그램 개발자 등으로 구분되나, 국내에서는 현재까지도 GIS 응용분야가 대부분은 전자의 경우에 치중되어 있으며, GIS 운용 환경에서 응용 프로그램을 개발하거나 활용하는 경우는 많지 않다.

한편 지구과학정보처리에서는 지리적 위치를 갖는 실 공간 좌표에 근거한 자료를 기본적으로 이용하는데, 이와 관련하여 가장 GIS S/W를 활발히 적용하고 있는 대표적인 분야가 수문 환경, 수리 응용분야라 할 수 있다. 이러한 분야에 대한 GIS 적용 방법론이나 기본적인 전 처리과정은 어느 정도는 일반화가 가능한 단계에 있으며, 이는 상업적 GIS S/W 발전과정과 많은 관련이 있다.

예를 들어 유역분석과 관련하여 간단한 지형인자를 추출하는 경우, 1990년대 중반에는 고가의 Unix 기반 ArcInfo 기본 엔진외에 ArcGRID 프로그램을 추가로 사용하여 기본적인 데이터 가공과 분석을 수행하여 수치고도모델(Digital Elevation Model: DEM)을 생성한 뒤 GIS S/W의 기본 기능외에 AML(Arc Marco Language)이나 C언어 등을 이용하여 별도의 프로그램을 개발하는 과정이 일반적이었다(안상진·함창학, 1995).

하지만 최근에는 대용량 정보를 일시에 처리해야 하거나, 특별히 고 성능의 데이터베이스 처리기능을 필요로 하지 않은 경우에는 윈도우 운영 환경에서의 ArcInfo 8.1, ArcView, MapInfo, GeoMania등과 S/W 툴(Tool)과 툴에서 제공하는 스크립트언어(ArcView의 Avenue) 또는 개발언어(ArcInfo의 VBA, MapInfo의 MapBasic, GeoMania의 GDK) 등을 사용하여 필요한 응용 프로그램(Application)을 개발하여 실무에 적용할 수 있다.

한편 GIS의 중요한 응용 분야인 수문유역 환경분야에서의 주요한 연구동향은 주로 유역 경계 추출이나 유수 영향에 대한 사면분석 등에 적용이 가능한 수학적 알고리듬 개발(O'Callaghan and Mark, 1984; Dietrich *et al.*, 1993; Meisels *et al.*, 1995; Garbrecht and Martz, 1997; Montgomery *et al.*, 1998, Hellweger and Maidment, 1999, Mason, 2000) 등이며, 국내에서는 현장자료를 적용하는 시범 사례연구(성효현, 1996; 김성준·채효석, 1999), 하천 정보 관리를 위한 통합 시스템 개발(한국수자원공사, 1999) 등과 같은 응용연구가 주로 수행되어 왔다. 또한 지구과학 연구분야가 넓어지면서 유수 영향인자나 수리 모델화가 가능한 지형 인자들을 데이터베이스로 구축하여 직접 기존의 지질 및 지구물리학적 분석에 적용하는 관련 연구(이사로·민경덕, 2000)도 증가하고 있는 추세이다.

이러한 추세에 따라 최근에는 하천 정보의 데이터 모델(ESRI Arc Hydro Model, 2001), 객체지향 유수하천 모델(Davis, 2000) 등도 발표되고 있는데, 이러한 표준화 모델은 비록 상업적 배경을 가지고 있기는 하나 향후 하천이나 유역 자료의 구축이나 처리에 많은 영향을 줄 가능성이 있다. 국내에서도 수문지질도 제작에 대한 표준지침(건설교통부, 1998)을 발표하여 수문지질도 제작에 필요한 다양한 도형 및 속성 정보들을 표준화 측면에서 정리한 바 있다.

일반적으로 유역이나 특정 지역에서의 유수인자 또는 지형인자들은 강우-유출량 산정등의 목적으로 이용되는 수문모델이나 홍수추적 모델 등과 같은 분야에서 중요한 매개변수로 이용된다(김윤영·이강근, 1999; 김운중 외, 2000; Brasington and Richards, 1998). 또한 이러한 유역 정보는 산 사태 예측이나 분석 등과 같은 자연재해 연구에서도 중요한 자료로 이용되고 있다. 이와 관련하여 GIS 운영 및 개발 환경에서 실제 측정 자료를 이용하거나 실험적 모델을 이용하는 사면안정성(Landslide Stability) 분석연구도 계속 수행되고 있다(O'Loughlin, 1993; Montgomery and Dietrich, 1994; Wu and Sidle, 1995; Smith *et al.*, 1997; Montgomery *et al.*, 1998; Wilson *et al.*, 2000).

본 연구에서는 이러한 GIS S/W 환경의 변화와 하천환경 응용 프로그램들의 개발동향을 기반으로 하여, 최근에 개발된 몇 가지 수리정보 분석 응용 툴을 복합적으로 적용하여 추출된 유수 지형인자를 분석하였다. 실제 자료처리는 현재 일반적인 개인용 컴퓨터환경에서 가장 널리 이용되고 있는 ArcView와 ArcView

에 연동되어 주요한 GIS 공간분석 기능을 수행할 수 있도록 하는 별도의 Spatial Analyst Extension, 기본적인 격자형 정보처리기능을 가지고 있는 GRID Extension, 유역분석 및 수리정보 처리기능을 가지고 있는 Watershed Extension과 Basin Extension, 미국 DNR에서 Avenue/C 언어로 개발된 HydroMod Extension, 미국 유타주립대학교 수리환경연구실에서 Avenue/C 언어로 개발한 사면안정성 관련 정보처리를 위한 TARDEM, SINMAP Extension(Pack *et al.*, 1998) 등을 이용하였다.

한편 적용된 자료는 현재 다양한 GIS 분야에서 산업계 표준(de facto standard)으로 이용되고 있는 Shape 포맷자료와 USGS DEM 자료 등으로 분석 정보 추출에 필요한 기본 자료를 별도로 구축하여 적용하였다.

수리지형 특성인자(Hydrological Surface Characteristics)

이론적인 수리지형 특성인자는 지형기복을 나타내는 DEM 자료를 기반으로 하여 수학적 근거나 실험적 배경이 마련되어 있는 경우 자동 추출이 가능하다. 따라서 이렇게 추출된 수리지형 특성인자는 DEM 자료의 정확도와 정밀도에 많은 영향을 받게 된다. 최근에 DEM 자료는 스테레오 위성영상정보나 LIDAR(Light Detecting and Range) 또는 IFSAR (Interferometric Syntectic Aperture Radar) 기법 등을 이용하여 추출하기도 하 자동으로 생성하기도 하지만, 본 연구에서는 가장 일반적인 방법인 지형도 등고선 자료를 수동으로 디지타이징한 뒤, Vector-to-Raster 기법을 응용하여 내삽하고 격자화하는 방법으로 1:50,000 도엽 지형도를 20m 간격 등고선으로 ArcInfo 확장 프로그램에서 제공하는 DEM 생성방법을 이용하여 수평 해상도가 30m*30m인 USGS 포맷의 DEM 자료를 Sink을 제거하여 구축하였다. 일반적으로 자동화 기법으로 추출된 DEM 자료에는 내삽과정이나 자료형의 변환 단계에서 생성되는 인위적 오차를 포함하는 Sink가 발생하게 되므로 전 처리과정에서 이를 제거해야 할 필요가 있다.

Sink가 제거된 DEM 자료로부터 얻을 수 있는 기본적인 수리지형특성인자는 유향(Flow direction), 유적(Flow accumulation), 하천차수(Stream order 또는 Stream network), 유장(Flow length), 유역경계 추출(Watershed Delineation) 등이 있다.

유향은 일반적으로 3*3 격자구조에서 중심점에 위치한 격자 점과 주위 8개 격자간의 경사방향을 고려하여 계산하게 되며, 최대 경사방향으로 산정하는 방법 또는 주위 모든 격자 간격을 합산하여 계산하는 방법 등이 사용되고 있다(Tarboton, 1997). 유적은 유향에서 각 격자점의 하천의 경로(Path)를 산정하여 하향(Down stream)으로 나타나는 누적된 격자 수로 나타낼 수 있으며, 유장은 유역내에서 가장 길게 나타나는 경로로 나타낸다. 한편 하천차수는 하천의 흐름이 집중되는 지점들을 망(Network)으로 구성한 것으로, 하천 망을 연계시키는 대표적인 방법으로는 Shreve 차수법과 Strahler 차수법등이 있다(안상진 · 함창학, 1995).

또한 GIS를 기반으로 하는 수문 관련 연구에서는 이러한 지표지형 인자추출외에도 유역(Watershed)의 경계부 자동 추출이 중요하게 간주되고 있는 데, 임의 지역내 소 규모의 유역 경계는 임의의 배수점(Outlet point)으로부터 이러한 배수점에 영향을 미치는 유향, 유로, 유적등을 매개변수로 하여 계산하게 된다.

위와 같은 기본적인 지형지표인자 또는 수리지형인자 외에도 사면안정성 분석에 이용될 수 있는 지표습성지수(Wetness index), 퇴적이동지수(Sediment Transport Index), 사면안정지수(Stability Index) 등과 같은 수리지형 특성인자의 추출이 가능하다. 이러한 각각의 특성인자들은 실제 현장에서의 측정치를 가지고 검정 또는 보정되어 수문 모델이나 강수-유출량 모델개발 등과 같은 응용연구에 기본 자료로도 이용할 수 있다.

습성지수(WI: Wetness Index)는 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$WI = \ln[\text{배수지의 면적}/\tan(\text{각 격자의 경사도})] \quad (1)$$

위 식에서 각 습성지수는 각 격자별로 계산되는 양으로 직접적인 지표나 토양의 투수정도나 공극률을 나타내는 변수라기 보다는 유수에 의하여 나타날 수 있는 지표의 침식에 대한 반응정도를 지시하는 정보로서(Brasington and Richards, 1998), 하천강도지수(Stream Power Index)와 많은 관련이 있다. 한편 퇴적이동지수(STI: Sediment Transport Index)는 아래와 같이 계산할 수 있고, 각 격자에 대하여 계산된 값들은 위와 마찬가지로 각 격자에 대한 지표 특성인자

로서 유수에 따라 토양손실의 정도를 나타내기 위한 정보로 이용할 수 있다.

$$STI = (\text{배수지의 면적}/22.13)^{0.6} * [\sin(\text{각 격자의 경사도})/0.0896]^{1.3} \quad (2)$$

한편 사면안정지수(Stability Index)는 Pack *et al.* (1998) 등이 Montgomery and Dietrich(1994)가 사면안정도 분석에 적용한 무한 사면안정 모델(Infinite Slope Stability Model)을 기초 이론으로 하여 체계화된 모델지수이다. 사면안정지수는 유수에 기인한 안정도 지수를 Stable, Moderately Stable, Quasi-stable, Lower Threshold, Upper Threshold, Defended 등의 6개의 등급(Class)으로 분류하여, 격자형 구조로 광역적인 사태발생 유발 잠재지역을 나타내기 위한 방법이다. 한편 이러한 등급 분류의 기준은 사태 발생에 대한 외국의 실험적 연구를 기초로 하여 산정된 것으로 국내 실정에는 다소 차이가 있을 수 있다.

이 방법은 각각의 격자에 대하여 경사각, 상대지표습성지수와 지표마찰계수를 확률변수로 가정하여 불확실성에 대한 통계치를 나타내므로 일반적으로 알려진 다양한 데이터베이스 구축을 통하여 자료 통합방법을 적용하는 사태예측모델과는 다소 차이가 있다. 도면화 정보로 나타나는 결과는 사면 안정도분석을 위한 지시자(Index)로 해석이 가능하며, 결과 분석시에는 Contributing Area를 토양 포화도를 기준으로 하여 사면안정지수와 같이 하나의 도표로 표현하는 S-A(Slope-Area) Plot 방법을 이용할 수 있다.

S-A Plot 방법에 대한 수학적, 이론적 배경과 실행 프로그램 등에 대한 세부적인 내용은 Pack *et al.* (1998)에서 자세히 설명되어 있고, 본 연구에서는 이 방법의 실제 적용 및 결과 분석에 비중을 두었다.

적용 연구 및 결과

본 연구에서는 앞에서 설명한 GIS S/W 및 확장 프로그램을 이용하여 여러 수리지형 특성인자들을 실제 1:50,000 축척의 「예미」 도엽을 대상으로 예시하였다. Fig. 1은 연구 지역의 색인도로서 전반적인 연구지역의 상대 지형기복을 나타내고자 DEM 자료를 일반 종이지도와 같이 중첩하여 표현하였다. 참고로 Fig. 1에 DEM과 같이 사용된 지도정보는 지형도 원도가 아닌 일반 지도이며, 대략적인 기복양상만을 나타내기 위한 것으로 연구지역내의 GCP(Ground Control Point)를 이용한 정밀 매칭방법 등은 적용하지 않았다.

Fig. 2에서는 앞에서 설명한 기본적인 4가지 수리지형 특성정보인 (a) Sink를 제거한 Pit-filled DEM, (b) 유향, (c) 유적, (d) 유장을 HydroMod, Basin, Watershed 등과 같은 ArcView GIS 확장 프로그램을

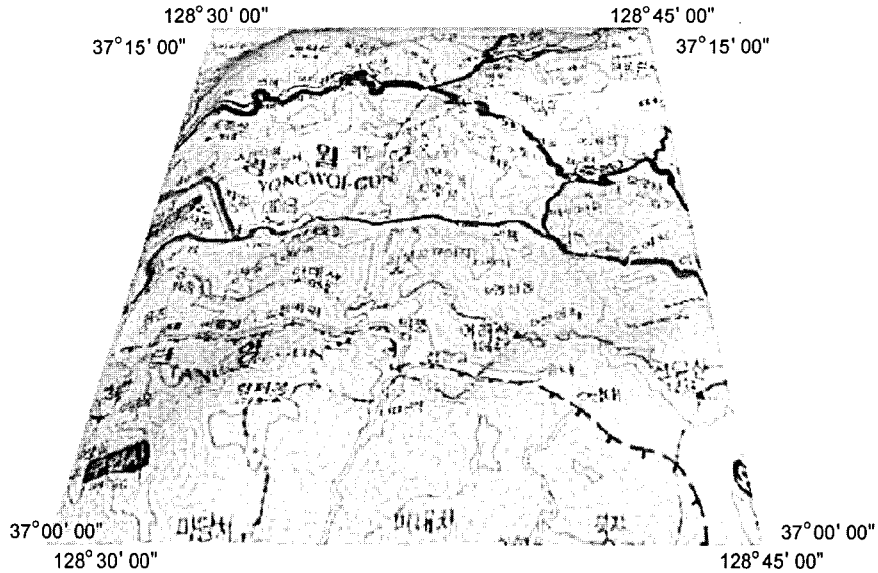

Fig. 1. The Yemi topographic map (1:50,000) draped on DEM, resampled as 744*927 pixels. Modeling parameters: Camera position (400, -500, 600), Heading (0), Pitch (-35), Focal Length (500), and Z scale (0.1).

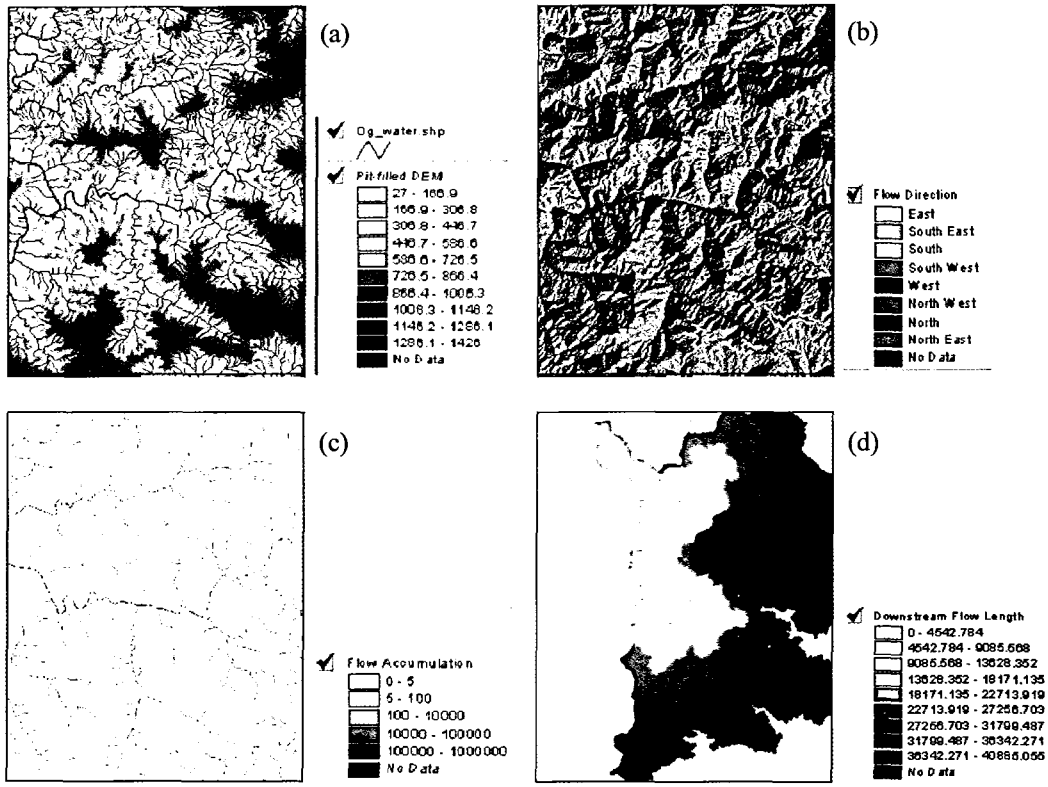

Fig. 2. (a) Pit-filled DEM superimposed with stream lines, (b) Computed flow direction (unit: Azimuth), (c) Computed flow accumulation (unit: number of cells), and (d) Computed downstream flow length (unit: Meter).

이용하여 계산하였고, 각각의 정보는 Sink를 제거한 Pit-filled DEM 자료는 다른 직접 수리지형 특성 인자 추출[Fig. 2(b), (c), (d)]에 적용되었다. 한편 유향은 각 8개의 방향속성을 구분하여 나타내었으며, 유적 인자는 유향과 유로변수를 가지고 계산된 통과격자수(Cell count)를 나타내도록 하였으며, 유장은

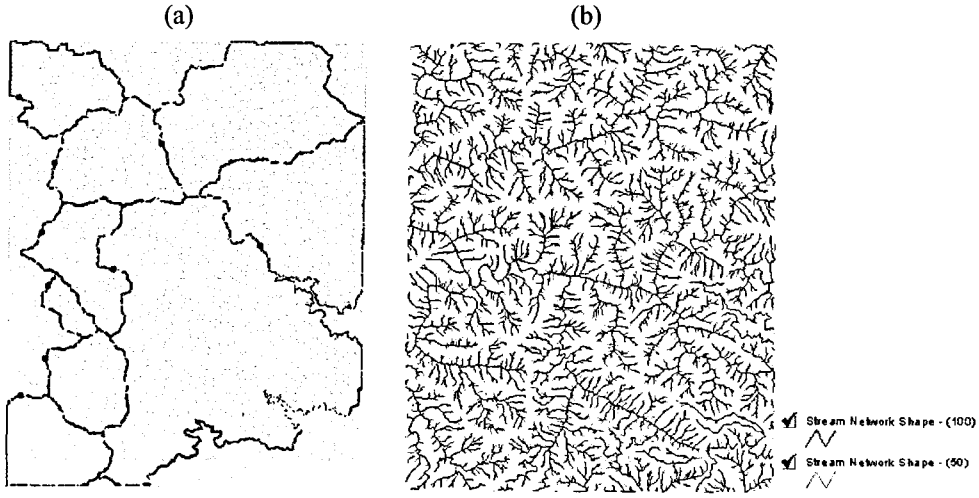

Fig. 3. (a) Watershed delineation with respect to 8 outlet points, digitized from paper map (b) Computed Stream network by using Strahler ordering by cell flow accumulation thresholds of 50 and 100.

meter 단위로 산정된 유로를 의미한다.

한편 지형도에서 얻은 8개의 가상 배수점을 대상으로 계산을 수행하여 Fig. 3(a)와 같은 유역을 추출하였다. 그러나 본 연구에서는 유역내 수계망 분석보다는 수리특성지표인자의 분석에 주안점을 두고 있으므로, 각각의 추출된 소규모 유역을 대상으로 하는 분석은 수행하지 않았다. Fig. 3(b)는 Strahler 차수법에 따라 유장의 경계치를 각각 50, 100의 두 가지로 설정하여 하천차수를 계산하여 도시한 결과이다. 하천차수 계산결과는 실제 지형도에 제시된 하천선 [Fig. 2(a)]에 나타나지 않는 하천 연장선 및 연계선 등을 잘 나타내고 있다.

Fig. 4는 유수의 지형특성인자인 (a) Contributing Area, (b) 습성지수(WI), (c) 퇴적이동지수(STI), (d) 사면안정지수(SI: Stability Index) 등을 각각 SINMAP 확장 프로그램으로부터 계산한 결과이다. Fig. 4(a)에 나타난 Contributing Area는 각 격자점에서 유수에 영향을 미치는 지형 구배를 나타내기 위한 정보로 Pack *et al.*(1998)에 의하면 Catchment 면적에 상향 경사의 단위 등고선 길이를 곱한 양으로 계산된다. 이 정보는 습성지수 등과 함께 사면 안정도 산정에 직접적인 변수로 이용된다.

Fig. 4(b)에 나타난 습성지수 작성 결과는 앞에서 설명한 것과 같이 지표의 유수에 대한 저항 정도를 나타내는 정보로서, 유수에 대한 사면 안정도를 평가하는 자료로 이용된다. 또한 Fig. 4(c)에 제시된 퇴적이동지수의 경우도 습성지수와 유사한 목적으로 이용될 수 있으며, 이러한 목적외에도 각각의 정보는 적용 지역의 수리지형 특성정보로 지역별로 차이를 보일 수 있다. 본 연구에서는 퇴적저항지수를 습성지수의 분석을 위한 참조자료로 이용하였으며, 사면 안정도 분석에는 직접 적용하지 않았다.

사면 안정도로 나타내는 Fig. 4(d)의 결과는 본 적용 지역이 유수에 따라 지표의 영향을 받을 가능성이 높을 것으로 산정되는 사면 불안정 정도인 'Upper threshold 경사지역'이나 'Defended 경사지역'은 거의 나타나지 않고 있으며, 전반적으로는 안정적인 사면으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 그러나 본 연구에

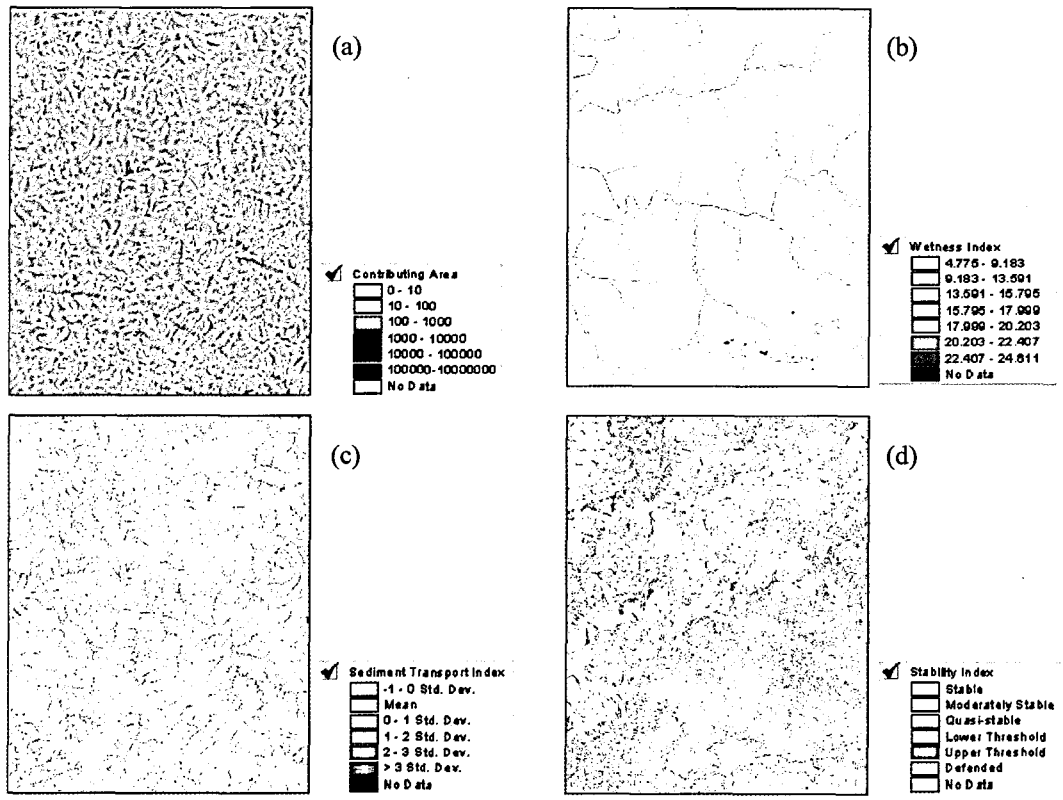

Fig. 4. (a) Contributing area according to specific catchment area, (b) Wetness index, (c) Sediment Transport Index in Standard deviation, and (d) Stability index by non-numeric 6 classes.

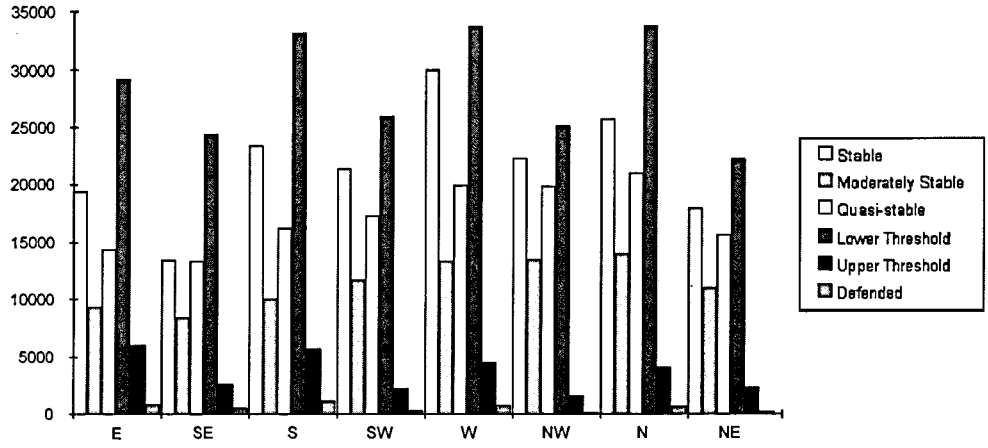

Fig. 5. Distribution of stability index with flow direction.

서 적용한 결과는 실제 측정에 의한 수문 모델이나 토양 정보, 기후인자, 평균 유수량 등의 직접 영향 인자와 유수와 영향을 줄 수 있는 인공적 시설물등의 제어 요소등을 고려하지 않은 실험 결과이므로 지역내 일정 강우 및 유출, 토양 투수율등을 가정한 평균적인 수리지형 특성정보를 의미한다.

Fig. 5는 전체 적용지역에 대한 유향[Fig. 3(b)]의 8개 방향 속성에 대하여 사면안정지수[Fig. 4(d)]를 분석한 결과로, 각 방향속성에서 'Lower threshold 경사지역'과 사면 안정도를 지시하는 등급이 우세하게 나타나는 양상을 볼 수 있다.

Fig. 6은 사면 경사에 대한 Catchment area의 사면 안정 특성을 Plot(S-A plot)으로 나타낸 것으로 아래와 같은 매개변수로 조정하여 계산한 결과이다. S-A Plot에 적용된 매개변수로서, 토양의 투수량 계수(Transmissivity: m^2/hr)와 함양량(Recharge: m/hr)의 비인 T/R의 상하 경계치의 초기 설정 값들이 필요하다. 연구 지역내에 정확한 변수치는 별도로 측정되지는 않았으며, 이론적인 대표치로 설정하여 사용하고 있는 값을 기준으로 하여 사례연구에 적용하였다. 특히 본 연구 적용 지역의 대표값을 측정하는 것도 바람직하지만, 본 연구의 주안점이 GIS의 수리 분야 활용에 있는 바, 추후 Field survey에 의한 결과가 제시되면 보다 정확한 결과가 도출될 수는 있으나 본 연구에서 적용한 방법이 변수의 불확실성을 고려한 통계 오차처리를 고려한 모델이므로 측정치가 오차 범위를 넘지는 않을 것으로 생각되고 본 연구에서 적용한 변수 값으로도 개략적인 분석을 가능할 것으로 생각된다.

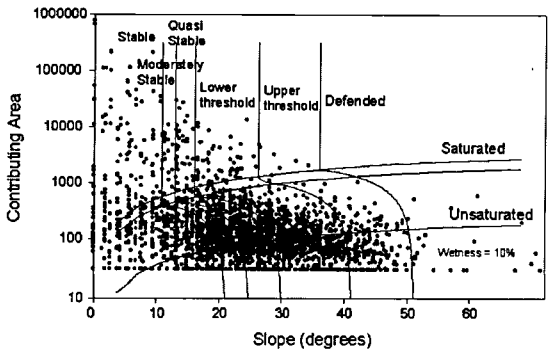

Fig. 6. Slope-Area Plot in the study area.

본 연구에서 적용한 S-A Plot에서 필요한 투수량 계수과 함양량의 비는 2000m ~ 3000m, 토양마찰임계각도의 상하 경계치는 30°~40°, 무 차원 Cohension 계수는 각각 0.0 ~ 0.25으로 설정하여 전체 영역에 대하여 계산한 결과로서 임의의 3000개의 자료를 대상으로 Plot한 결과이다. 여기서 현장 측정치를 대입하는 경우 위에서 설명한 바와 같이 적용 지역의 측정값을 대입하여 보다 정밀한 수리지형 특성파악을 할 수 있다. 그러나 각 변수의 상하 경계치는 사면 안정도 평가에 적용되는 불확실성(Uncertainty)를 고려한 것으로 현장 측정치가 초기 설정치의 범위내에 존재하다면 Fig. 6에 제시된 계산 결과는 특정 지역의 사면 안정도에 대한 의미있는 자료로 간주될 수 있다. 특히 S-A plot은 Fig. 4(a)에 제시된 Contributing Area와 Fig. 4(d)에 나타난 연구 지역내 사면안정지수 처리 결과를 앞에서 설정한 매개변수로 조정하고 이론적인 토양 포화도를 기준으로 재 분류하여 종합

적으로 표현한 것으로, 본 지역의 수리지형적 특성을 나타내고 있다.

결 론

GIS S/W 및 확장 프로그램을 이용하여 DEM로부터 추출되는 유역내 수리지형적 특성인자는 해당 지역의 특성 분석 뿐 만아니라, 사면안정성 분석이나 하천환경 분석등과 같은 다양한 수문학적 응용 연구의 기본적인 정보로 사용된다.

본 연구에서는 GIS S/W 수리응용 연구에서 확장 프로그램의 실제적인 적용성을 살펴보기 위하여 현재 일반적으로 많이 사용되고 있는 ArcView GIS S/W와 이를 기반으로 한 여러 가지 수리정보 분석 프로그램등을 복합적으로 이용하여 수리특성인자 분석을 수행하였다.

실제 연구지역의 토양, 기후 등 측정 자료를 적용하지 않았지만, 각각의 특성인자들은 각각 지역들을 구분하는 중요 지수로 적용이 가능하다. 물론 이 지수만으로 구체적인 사태발생 예상지역을 예측하고 모형화하기에는 무리가 있지만, 수리학적인 지표의 집중도를 고려하는 모델지수이므로 실제 측정 및 관측 자료들과 같이 천부 지표에서의 사면안정성을 판단하는 중요한 분석 정보로 이용이 가능하다.

따라서 본 연구방법을 대 규모 수계 유역에 적용하여 해당 수계의 수리지형 변수 추출에 이용하는 경우에는 사면안정성 분석 연구뿐만 아니라, 향후 정밀 재해 예측모형의 개발시에도 유용한 도면화 변수나 분석 정보로 이용될 수 있다. 한편 각각의 응용 프로그램내의 개발 모듈들은 객체 지향 구조로 이루어져, 현장 측정 자료들과 국내 상황에 적합한 조정 변수를 얻게 되면 시스템 통합관점에서 보다 실무적인 하천 분석 및 관리시스템(한국수자원공사, 1999)과의 연계가 가능할 것으로 예상된다.

사 사

본 연구는 2001년 한성대학교 교내연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

건설교통부, 1998, 수문지질도 제작 및 관리지침. 지하수보고서 GW-98-2C, 98.

김성준 · 채효석, 1999, 격자기반의 토양수분추적모형 개발: 보정천 유역 사례연구. 한국 GIS 학회지, 7(1), 39–48.

김윤중 · 정남선 · 김경수, 2000, 수문모형(HMS)과 GIS 자료를 이용한 오원천 유역의 유출량 산정에 관한 연구. 지질공학회지, 10(3), 263–272.

김윤영 · 이강근, 1999, 한강의 수리시스템과 한강변 대수층의 수리지질 특성. 지하수환경학회지, 6(1), 33–41.

성효현, 1996, 수도권지역 개발에 따른 자연재해 특징분석: 안양천 유역분지에서 잠재적 수해특징 분석. 한국 GIS 학회지, 4(1), 21–42.

안상진 · 함창학, 1995, 지형정보시스템을 이용한 하천유역의 형태학적 특성인자의 추출. 한국수문학회지, 28(2), 115–124.

이사로 · 민경덕, 2000, 공간 데이터베이스를 이용한 1991년 용인지역 산사태 분석 자원환경지질, 33(4), 321–332.

한국수자원공사, 1999, 하천 관리 지리정보시스템 구축보고서, WRRI WR 99-5-2, 407.

한국정보문화센터 정보기술교육원, 1999, 환경정보시스템. GIS 전문인력양성교재.

Brasington, J. and Richards, K., 1998, Interactions between Model Predictions, Parameters and DTM Scales for TOPMODEL. Computers and Geosciences, 24(4), 299–314.

Davis, K.M., 2000, Object-oriented Modeling of Rivers and Watersheds in Geographic Information Systems, M.Sc Thesis (Unpublished). The University of Texas at Austin, 133.

Dietrich, W.E., Wilson, C.J., Montgomery, D.R., and McKean, K., 1993, Analysis of erosion thresholds, channel networks, and landscape morphology using a digital terrain model. Journal of Geology, 101, 259–278.

ESRI, 2001, ArcGIS Hydro Data Model (Draft), 45 p.

Garbrecht, J. and Martz, L.W., 1997, The Assignment of Drainage Direction over Flat Surfaces in Raster Digital Elevation Models. Journal of Hydrology, 193, 204–213.

Hellweger, F.L. and Maidment, D.R., 1999, Definition and Connection of Hydrologic Elements using Geographic Data. Journal of Hydraulic Engineering, 4, 10–18.

Mason, D. and Maidment, D.R., 2000, An Analysis of a Methodology for Generating Watershed Parameters using GIS. CRWR Online Report 00-3, 202.

Meisels, A., Raizman, S., and Karnieli, A., 1995, Skeletonizing a DEM into A Drainage Network. Computers and Geosciences, 21(1), 187–196.

Montgomery, D.R. and Dietrich, W.E., 1994, A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. Water Resources Research 30(4), 1153–1171.

Montgomery, D.R., Sullivan, K., and Greenberg, H.M., 1998, Regional test of a model for shallow landsliding. Hydrological Processes, 12, 943–955.

O'Callaghan, J.F. and Mark, D.M., 1984, The Extraction of

Drainage Networks from Digital Elevation Data, Computer Vision. Graphics and Image Processing, 28, 328–344.

O'Loughlin, E.M., 1986, Prediction of surface saturation zones in natural catchments by topographic analysis. Water Resources Research, 22(5), 794–804.

Pack, R.T., Tarboton, D.G., and Goodwin, C.N., 1998, Terrain stability mapping with SINMAP. Technical description and users guide for version 1.00. Terratech Consulting Ltd., Report No. 4114-0, Salmon Arm, B.C., Canada, 68 p.

Smith, T.R., Birnir, B., and Merchant, G.E., 1997, Towards an Elementary Theory of Drainage Basin Evolution: The Theoretical Basis. Computer and Geosciences, 23(8), 811–822.

Tarboton, D.G., 1997, A New Method for the Determination of Flow Directions and Contributing Areas in Grid Digital Elevation Models. Water Resources Research, 33(2), 309–319.

Wilson, J.P., Mitasova, H., and Wright, D.J., 2000, Water Resources Applications of Geographic Information Systems. URISA Journal, 12(2), 61–79.

Wu, W. and Sidle, R.C., 1995, A distributed slope stability model for steep forested basins. Water Resources Research, 31(8), 2097–2110.

2001년 9월 23일 원고 접수
2001년 11월 12일 수정원고 접수
2001년 12월 1일 원고 채택