

地形情報시스템을 이용한 河川流域의 形態學的 特性因子的 抽出 An Extraction of Geometric Characteristics Parameters of Watershed by Using Geographic Information System

안 상 진* · 함 창 학**
Ahn, Sang Jin · Hahm, Chang Hahk

Abstract

A GIS is capable of extracting various hydrological factors from DEM(digital elevation model). One of important tasks for hydrological analysis is the division of watershed. It can be an essential factor among various geometric characteristics of watershed. In this study, watershed itself and other geometric factors of watershed are extracted from DEM by using GIS technique. The manual process of tasks to obtain geometric characteristics of watershed is automated by using the functions of ARC/INFO software as GIS package. Scanned data was used for this study and it is converted to DEM data. Various forms of representation of spatial data are handled in main module and GRID module of ARC/INFO. GRID module is used on a stream in order to define watershed boundary, so it would be possible to obtain the watersheds. Also, a flow direction, stream networks and orders are generated. The results show that GIS can aid watershed management and research and surveillance. Also the geometric characteristics parameters of watershed can be quantified with ease using GIS technique and the hardsome process can be automated.

요 지

수문순환과정의 해석을 위한 기본 자료로써 하천유역의 형태학적 요인들은 그 형태에 따라 다양할 뿐 아니라 광범위하여 인간의 접근이 곤란하다. 이러한 하천유역의 기하형태학적 특성을 정량화하기 위해서는 많은 시간, 경비 및 인력을 필요로 한다. 최근 컴퓨터 주변기기 및 소프트웨어의 개발로 수자원 분야에서 GIS를 이용, 유역과 유출분석을 위한 응용연구를 시작으로 수질 및 물분배 등과 같은 문제에 적용하기 시작하였으며 여기서 추출된 자료를 이용하여 수자원의 많은 공간적 분석이 시도되었다. 따라서 본 연구에서는 지형정보시스템을 이용하여 평창강 유역을 대상으로 공간분석을 시도함으로써 수문학적으로 참고가 되는 정보를 추출하고 그 타당성을 검토하고자 한다. 이를 위하여 평창강 유역을 대상으로 1:250,000의 지형도를 scanning하여 vectorizing함으로써 DEM(digital elevation model)자료를 생성하였고 이를 사용하여 지형도를 이용한 유역경계를 추출하였다. 또한 추출된 자료로부터 지표유출량을 산정하기 위한 수문학적 유역특성인자들을 정량화하여 기존 자료들과 비교 검토하였다. 여기서 얻은 결과를 토대로, 수자원의 운용 및 관리를 위한 정확하고 신속한 하천유역의 기하형태학적 자료를 수문정보로 사용함으로써 지형정보시스템을 이용한 하천유역의 공간정보 즉, 수문 및 지형학적 인자의 추출과정을 자동화할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

* 충북대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 인하공업전문대학 항공측량과 조교수, 충북대학교 대학원 박사과정수료

1. 서 론

1.1 연구동향

인간의 생활에서 물은 모든 분야에 걸쳐 없어서는 안될 필수적인 것으로 강우에 의해 유역이라는 공간을 통해 제공되는 자원이다. 이러한 자원의 관리 및 보전을 위하여 많은 수문학자들이 이를 관리하기 위한 시스템 및 하천유역의 효율적 관리를 위하여 노력을 기울여 왔다.

그러나, 자연현상의 강우와 유출관계를 규명하는 일은 매우 복잡하여 하천유역의 유출량 추정은 하천공간정보의 부족으로 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 수문학적 문제의 해결을 위해서는 지금까지 사용되어 왔던 방법보다 더욱 명확하고 많은 수문정보를 획득할 수 있는 방법이 제시되어야 한다.

지금까지 하천유역의 수문학적 지형정보는 자료가 방대하여 이들을 획득하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하였으며 현실적으로 사용이 곤란한 경우가 많았다. 또한 하천유역은 인간의 접근이 곤란하고 방대하여 원격탐사와 같은 고유한 특성을 이용하게 되었다. 따라서 보다 광범위한 지역에 대하여 보다 적은 관측과 시간, 보다 적은 경비 및 인력을 가지고 훨씬 더 정확한 자료를 얻어낼 수 있는 방법을 개발하게 되었고 이들을 이용하여 좀더 효율적이고 정확한 수문정보를 이용하여 수자원을 관리할 수 있는 방법의 개발에 노력을 기울이게 되었다.

최근 컴퓨터 주변기기 및 소프트웨어의 개발로 수문정보, 특히 하천유역의 기하학적 특성과 같은 지형정보를 얻기 위하여 개발된 GIS(Geographic Information System)는 이러한 문제점들을 쉽게 해결하고 많은 정보를 얻을 수 있는 수단으로 자리잡게 되었다(Understanding GIS, 1991).

지형정보시스템은 컴퓨터 기술을 이용하여 표준적인 좌표체계를 통한 지리적, 공간적인 자료뿐만 아니라 비공간자료를 사용하여 각종 지형정보를 입력, 보관, 처리, 출력하는 정보시스템으로서 공간자료의 획득, 저장, 검색, 분석 및 표시에 대한 컴퓨터 지원시스템이다(Burrough, 1986).

여기서 지형정보는 여러가지의 색깔, 문자 등을 사용하여 시각적으로 표현되고 범례를 통하여 설명되며 새로운 정보를 생성하고 공간자료의 분석 및 중첩을 수행할 수도 있다.

1960년대 이래 자원 및 토지의 평가, 계획 등의 분야에서 정보처리의 새로운 경향이 나타났다. 지표의 서로 다른 측면을 나타내는 정보는 상호 관계에서 파악되어야 한다는 인식을 바탕으로 하여 통합적이고 여러 분야에서 폭넓게 적용되어 포괄적인 정보를 종합하거나 재분류할 필요성에 따라 GIS는 개발되었다.

1960년대와 1970년대의 컴퓨터 매핑 시스템의 발전은 지도의 정확성과 시각적 효과의 향상을 강조하는 기존 작업의 전산화였으나 공간 분석 능력을 강조하는 새로운 경향이 나타났다. 지도 제작과 공간 분석을 위해서 정보수집, 자료분석, 출력 등의 분야에서 컴퓨터를 사용하였으며 지적도, 지형도, 주제도의 제작, 공간적 변화에 대한 수학적 연구, 도시계획, 수도·전력·가스·전화 등 기간 시설의 네트워크 계획, 영상 분석 등 여러학문 분야에서 이 기술을 사용하였다(Changed Pages for GRID Command References, 1992).

이와 같이 각각의 분야에서 축적된 성과를 토대로 하여 인접한 분야에서 개발한 공간정보 처리기능의 상호 연계가 가능해지고 학문간의 기술적인 문제와 개념상의 문제를 극복함에 따라 범용적인 GIS가 개발되었다(ARC/INFO 교육교재, 1992). 우리나라에서는 1975년 처음 지질광물 연구소(현 자원연구소)에서 EROS프로그램을 이용 LANDSAT 영상을 연구하여 지질조사에 이용한 바 있다.

수자원 분야에서 원격탐사의 이용은 유역과 유출 분석을 위한 응용연구를 시작으로 이루어졌고 이와 더불어 수질, 물분배 등과 같은 문제에 적용하기 시작하였으며 여기서 추출된 자료를 이용하여 수자원의 많은 공간적 분석이 시도되었다(Eash, 1993; Majure와 Eash, 1991; Majure와 Soenksen, 1988).

1.2 연구내용

본 연구에서는 수자원의 관리를 위한 수문정보를

획득하기 위한 수단으로서 GIS를 이용, 실제 유역을 대상으로 하천유역의 공간정보를 추출하기 위한 방법을 제시하고 이를 분석하여 수자원 업무를 보다 효율적으로 해결해 나갈 수 있도록 하고자 한다. GIS는 수문현상에 영향을 미치는 기상학적 요인, 토양, 토지이용도, 배수유역의 형태등 수문정보를 획득하기 위한 수단으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 단조롭고 시간이 많이드는 기존의 자료 추정방법과는 달리 유역에서의 형태학적, 기상학적 특성을 시간과 인력을 절약하여 정량화 할 수 있다. 이를 위하여 수치지도작성자료(Digital cartography data)의 처리방법을 기초로 한 GIS S/W를 이용하여 하천의 기하학적 요인 및 지형학적 특성을 정량화하는 방법을 제시하고 여기서 얻은 결과는 수자원의 관리 및 운용을 위한 기본 자료로서 제공되어 수문정보 DataBase 구축에 활용 될 수 있을 것이다.

2. 지형정보시스템

본 연구에서 활용된 지형정보시스템을 운영하는 데 기본적인 필수적인 사항과 기능은 다음과 같다.

2.1 지형정보시스템의 개요

지형정보시스템은 각종 다양한 정보를 수집, 저장, 분석, 제공하기 위한 하드웨어, 소프트웨어, 자료, 인력, 조직 및 제도적 장치의 체계로 되어 있다. 즉, 지형정보시스템이란 컴퓨터를 이용하여 지형, 지질, 지리, 토지등과 관련된 다양한 정보를 그들 특성에 따른 공간적 위치에 맞추어 자료의 입력, 저장과 검색, 조작과 분석 및 출력하여 국토와 지역개발계획, 자원개발, 환경보존 등 여러 목적에 알맞게 활용할 수 있는 종합 정보체계를 말한다. 지형정보시스템의 장점은 자료가 데이터베이스내에서 수치형태로 처리되므로 많은 양의 자료를 빠른시간내에 처리할 수 있다. 또한 자료층들을 다양한 방법과 관점에서 통합하여 모델링함으로써 새로운 정보를 만들 수 있다.

이러한 지형정보시스템의 이용분야에는 크게 나

누어 지형분석, 석유, 천연가스 및 광물자원 개발, 환경영향평가 및 관리, 적지 선정, 토지 및 수자원 관리 및 운용계획, 천연자원관리, 사회 기반시설 관리, 지도 데이터베이스 구축, 재해분석 및 관리, 교통망 계획 및 분석, 도시 및 지역 계획, 공중보 건 및 안전, 기업경영 응용 등이 있다.

2.2 지형정보시스템의 구성요소

지형정보시스템의 구성 요소는 자료입력, 자료관리, 자료조작 및 분석, 자료출력 네가지로 구성된다.

2.2.1 자료 입력

지형정보시스템에 쓰이는 일반적인 자료 입력 시스템에는 다음의 세 종류가 있다. 첫째, 키보드 입력은 컴퓨터 앞에서 자료를 키보드를 통해 입력하는 것이며 속성자료는 대개 키보드로 입력된다. 둘째, 디지털타이핑은 지도를 디지털타이저 테이블 위에 올려 놓고 커서를 이용하여 지도위에 표현된 선들을 추적하며, 그 커서의 위치는 수치형태의 좌표자료로 변환된다. 셋째, 스캐닝은 좀 더 자동화 된 방법으로 지도를 스캐너가 자동으로 읽어 수치화시킨다.

2.2.2 자료 관리

자료관리는 자료의 저장, 수정, 변환 등의 작업 과정으로서 데이터베이스 관리를 위한 필수사항이며, 지형정보에 관한 데이터베이스 시스템은 모든 지형정보를 효과적인 방식으로 저장하여 사용자에게 알맞은 정보를 제공한다. 데이터베이스 시스템이 되기 위해서는 우선 지표상의 각종 지리현상의 특성이 지형정보시스템 구조속에 내포되도록 구체화 되어야 한다. 그리고 그러한 특성들을 컴퓨터의 자료구조속에 적당히 안배할 수 있어야 한다.

2.2.3 자료 조작 및 분석

자료의 조작 및 분석기능에는 공간처리 기능, 공간분석 기능, 수치 지형분석 기능, 망분석 기능 등으로 크게 분류할 수 있다.

2.2.4 자료 출력

분석, 처리된 지형정보를 사용자에게 잘 전달하기 위해서는 표현하고자 하는 주제와 대상 정보의 양을 적당하게 조절하고, 사용자가 필요한 정보를 편리하고 정확하게 활용할 수 있도록 하여야 한다. 일반적으로 출력에 사용되는 도구로는 모니터, 프린터, 플로터(plotter), EPP(electrostatic plotter & printer)등이 있다.

2.3 지형정보시스템의 자료형태

지형정보시스템에서 사용되는 자료는 공간자료(spatial data)와 속성 자료(attribute data)로 나누어진다. 공간자료는 지형, 지질, 수계, 도로 등과 같은 각종 지리적 특성을 나타내고, 속성자료는 이들 공간자료와 관련된 위치의 명칭, 크기 및 인문적, 사회적 특성을 나타낸다.

이런 공간자료를 표현하는 기술적인 방법에는 래스터(raster)방식과 벡터(vector) 방식이 있다.

래스터 방식은 지형적 특성이 좌표에 의해 위치가 결정된 셀(cell)들의 집합으로 표현되고, 각 셀은 하나의 특성을 가지고 독립적으로 저장된다. 벡터 방식은 지형특성이 세계의 주 지형 요소인 점(point), 선(line), 면(polygon)으로서 표현된다. 예를 들면 지도위에 표시된 집은 하나의 XY 좌표로 구성된 점 자료이며, 강과 같은 선형자료는 시점의 XY 좌표와 종점의 XY 좌표로 구성된다. 또한 숲과 같은 면자료는 다수의 XY 좌표로 정의되며 그들 각각에 대하여 속성자료(집, 강, 숲)를 포함한다.

2.4 수치 고도 모델 (DEM: Digital Elevation Model)

지형을 평면좌표 뿐만 아니라 고도를 포함한 3차원으로 표현하기 위하여 여러 가지 방법들이 개발되어 왔다. 공간상에 나타나는 연속적인 기복의 변화를 수치적으로 표현하는 방법을 수치고도모델이라고 하며, 수치지형모델(DTM: Digital Terrain Model)이라는 용어도 함께 사용된다. DTM에서 Terrain이라는 용어는 고도뿐만 아니라 지표의 다른 속성도 포함하기 때문에 DTM은 포괄적인 의미

로 사용되고 있고 고도에 관한 정보만을 다루는 경우는 DEM이라는 용어가 주로 사용된다. 수치고도 모델은 원래 지형의 기복을 모델화하기 위해 개발되었지만 현재는 기복 뿐만 아니라 다른 속성들의 연속적인 변화를 나타내는 데도 사용된다. 평면상의 위치를 X,Y 좌표로 표현하기 때문에 고도 속성은 세번째 차원, 즉 Z좌표로 표현된다.

지표면의 고도는 여러가지 방법으로 표현할 수 있다. 수치 고도 모델을 사용하여 지형을 나타내는 방법은 크게 수학적 기법과 이미지 기법으로 나눌 수 있다. 수학적 기법은 지표면을 수학적으로 표현할 때 연속적인 3차 함수를 사용하여 복잡한 형태를 평활하게 표현할 수 있다. 이미지 기법으로 지표면을 표현하는 방법은 선형 모델과 포인트 모델로 나눌수 있으며 선형 모델은 지형을 등고선으로 표현하는 것이다. 포인트 모델은 규칙적인 사각형 격자 배열로 이루어진 고도행렬을 사용하는 방법과 불규칙한 배열로 이루어진 삼각형 네트워크(TIN: Triangulation Irregular Network)등을 사용하는 방법이 있다. TIN은 Peucker 등이 처음 발표한 수치 고도 모델로서 델로니 삼각형(Delauney Triangulation)에 따라 불규칙하게 배치된 절점이나 관찰지점을 삼각기법에 따라 연속적인 삼각면으로 연결한 모델이다. 이 모델은 고도행렬에 비해 자료의 중복을 줄일 수 있으며 경사면 방향과 같은 여러 형태의 계산에 매우 효율적이다. TIN 모델은 벡터 위상 구조를 가지며 이 구조는 1980년대에 들어서면서 ESRI(Environmental Systems Research Institute)의 ARC/INFO등과 같은 많은 상업적 GIS소프트웨어에서 채택되고 있다.

3. 유역의 특성인자 추출을 위한 GIS의 적용

3.1 대상유역

유역의 지형학적, 기상학적 특성은 수문학적 기본 자료로서 이는 홍수량등 대부분의 수문량 산정에 필요하다. 본 연구의 대상유역은 지형학적, 기상학적 측정이 가능하고 자료의 입수가 용이한 IHP대표유역중의 하나인 한강수계 평창강 유역이다. 이 유역은 한강수계의 북단부인 동경 128° 02'

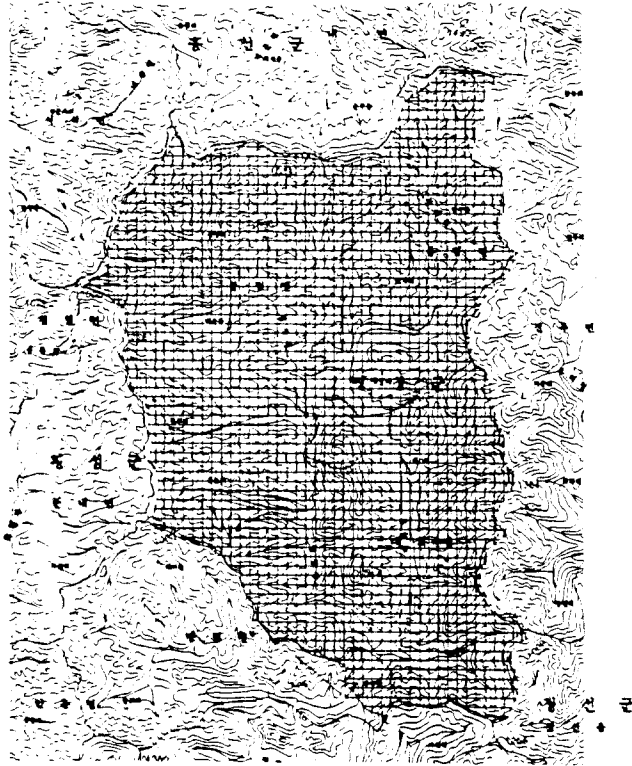


그림 1. 평창강 유역의 지세도

07"~128° 31' 30", 북위 37° 06' 34"~37° 43' 55" 사이에 위치하며 북으로는 흥천강, 동으로는 오대천, 서로는 남한강 수계의 섬강과 인접한 산지성 고지대라 할 수 있다. 대상구역의 자료입력은 국립지리원에서 발행된 강릉(NJ52-10)지역 지세도(1:250,000)를 획득하여 평창강 인접구역을 scanning함으로써 수치자료로 변환하였다. 본 연구의 대상지역인 평창강 유역을 수치화하여 AutoCAD의 DXF파일로 변환한 것이 그림 1이다. 이것은 ARC/INFO의 커버리지(coverage)로 변환될 수 있으며 수문분석을 위하여 GRID모듈에서 사용된다. 그림 1은 대상구역의 지세도로부터 얻을 수 있는 모든 정보를 표현한 것으로서 등고선, 행정구역, 하천수계, 도로망 등을 나타내 주었다.

3.2 자 료

지형을 수치화하기 위한 수치지형모델은 지표면

상에서 규칙적인 또는 불규칙적으로 관측된 불연속 점의 3차원 좌표값을 보간법 등의 자료 처리 과정을 통하여 불규칙한 지형을 기하학적으로 제작하고 수치화하여 해석하는 것이다.

본 연구에서는 수문분석을 위하여 평창강유역의 수치자료중에서 등고선 자료만을 사용하였다. 또한 수치화된 자료는 AutoCad의 DXF 파일로 작성하였으며 이를 ARC/INFO에서 작업하기 위하여 커버리지로 변환하였다.

본 연구에서 사용된 등고선 자료와 표고분석도를 중첩시킨 것이 그림 2이며 등고자료를 3차원 형상으로 표시한 것이 그림 3이다. 수문정보의 추출에 사용하기 위한 기본 자료는 등고선이다. 따라서 등고자료를 변환하여 격자화하였으며 각 격자는 등고선에 따라 변환되므로 속성정보로서 고도값을 지닌다. 여기서 속성정보자료는 각 격자의 고도값으로 하천의 흐름을 결정하며 ARC/INFO GRID 모듈의 기능을 이용하여 지형정보를 정량화 시켰다.

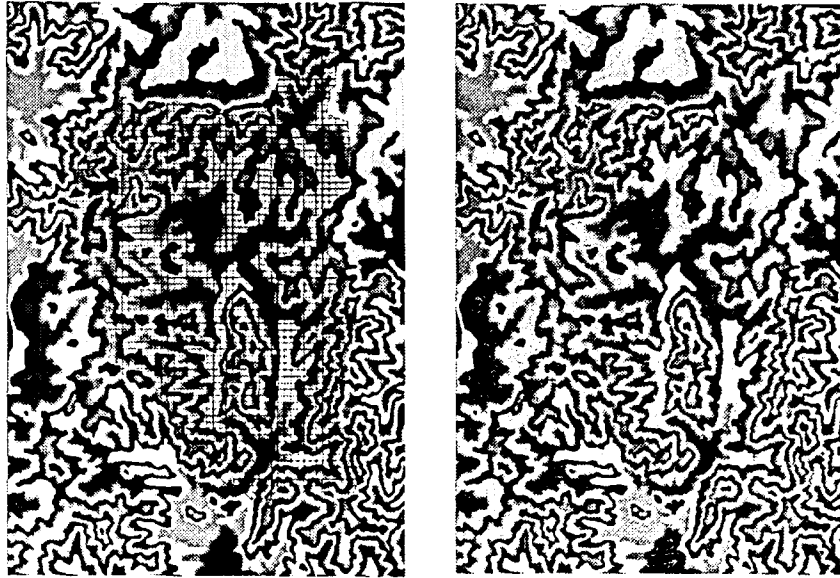


그림 2. 등고자료와 중첩시킨 표고분석도

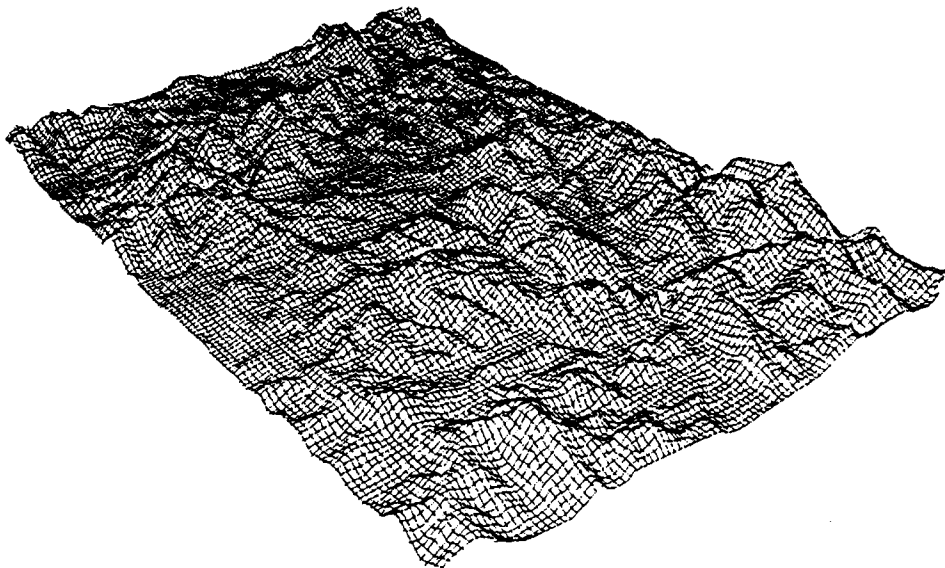


그림 3. 평창강유역의 3차원 형상도

3.3 유역 분수계의 결정

GIS를 적용하여 유역의 지형학적 특성을 추출하는 과정은 DEM을 기본 자료로하여 우선 유역의 경계를 구분하고 유역의 면적, 길이, 형상, 유로경

사, 하천차수 및 특성 등의 공간적 정보를 알아 내는 것이다.

유역이란 강우를 호소나 바다로 흘러 보내는 하천의 영향력의 범위로서 유역의 경계는 산능선 즉, 분수계(watershed divide)이며 평지에서는 명확

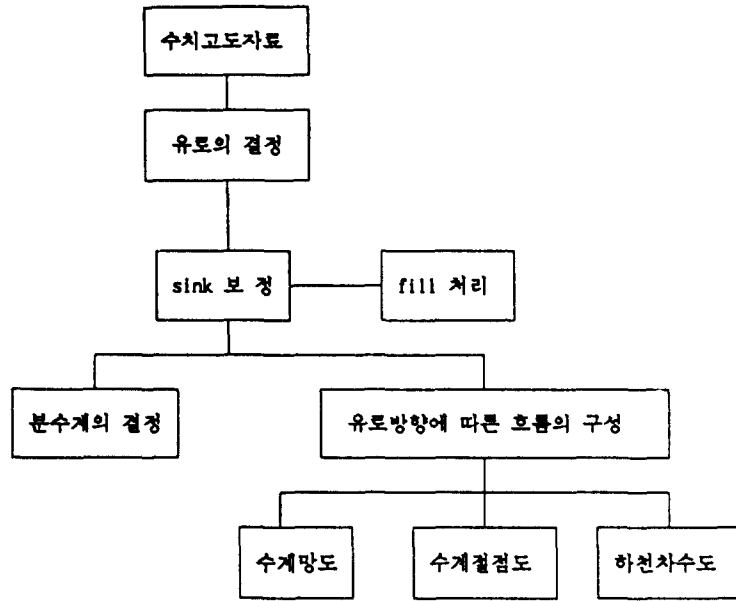


그림 4. 수치자료로 부터 유역과 수계망을 추출하는 과정

하지 않은 경우도 있다. 해안에 연한 곳의 경우에는 어느 쪽 하천의 유역에도 포함되지 않고 자연배수로등으로 직접 바다로 유입되며 유역에서 하천은 크기와 관계없이 경사를 가진 일정한 수로(河道; channel)를 따라 흐르는 水塊이다.

분수계를 찾아내기 위한 능선은 불룩한 지점을 찾아내야 하고 하천의 유로를 탐지하기 위해서는 오목한 지점을 모두 찾아내야 한다. 대상지역의 수계망과 밀접한 관계가 있는 이 과정은 각 격자점의 고도값을 이용하여야 가능하고 하천의 유향(flowdirection)에 따라서 결정된다. 하천의 유역분리는 유역의 분수계를 구성하는 경계선을 찾아야 한다. 유역의 결정은 유역의 분수계를 찾아내는 알고리즘으로 각 격자의 고도에 의해서 결정되며 하나의 격자를 기준으로 할 때 주위 격자의 고도에 따라 고도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 유향이 결정된다. 즉, 각 격자의 기울기와 사면방향을 계산하고 유역의 출구를 확인하며 이 과정을 반복하여 분수계가 결정된다.

이와같은 분수계의 결정은 ARC/INFO의 GRID 모듈에서 함수기능으로 제공되며 그 과정을 그림 4에 도시하였다.

3.4 하천차수의 결정

수계와 수계망이 확정되면 하천차수의 결정이 가능해진다. ARC/INFO GRID 모듈에는 하천차수 결정방법으로 Strahler 방법과 Shreve 방법 2가지가 있다. 하천차수를 결정하기 위하여 주로 사용되는 방법은 Strahler에 의한 방법으로 1차하천은 지류를 갖지 않는 계류이고 두개이상의 1차하천이 만나면 2차하천이 되고 두개이상의 2차하천이 만나면 3차하천이 된다. 따라서 본 연구에서는 이 방법을 적용하였으며 그 결과는 그림 5에 나타내었다. 그림에서 흰색은 1차하천을, 빨간색은 2차하천을, 녹색은 3차하천을, 파란색은 4차하천을 나타내고 있다. 따라서 평창강은 1:250,000 지세도에는 4차하천으로 표시됨을 알 수 있었다.

4. 분석 및 고찰

본 연구는 평창강 유역을 대상으로 DEM자료를 사용하여 유역의 경계를 분리하고 유역의 형태학적 특성인자를 정량화하였다.

DEM자료로 부터 유역의 경계를 추출분리한 결

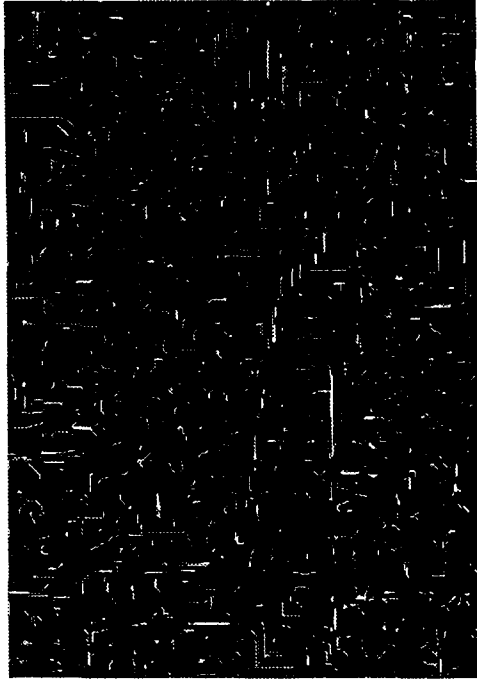


그림 5. 평창강유역의 하천차수도

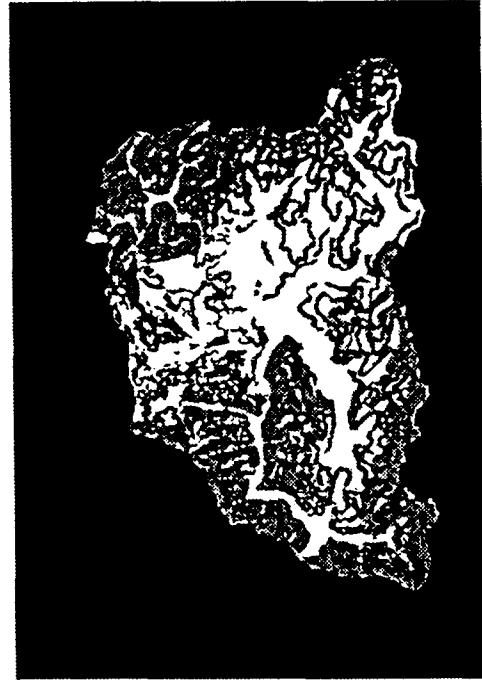


그림 7. DEM 자료로 부터 추출된 평창강 유역경사도



그림 6. DEM 자료로 부터 추출된 평창강 유역도

과가 그림 6과 같다. 이를 기존에 조사된 유역의 면적과 비교해 볼 때 약 2.099%의 상대오차를 보여주고 있어 비교적 정확한 유역분리결과를 얻을 수 있었다(표 1 참조). 그러나 유역의 평균경사는 38.78%의 상대오차를 보임으로써 많은 차이를 보여주고 있는데 기존의 수작업에 의한 유역의 평균경사를 구하는 방법은 전체유역을 소유역으로 분할하여 얻은 값이므로 이를 계산하는데는 상당히 어려움이 많다. 그러나 GIS를 이용한 유역의 평균경사는 각 격자에 의하여 계산되는 값으로서 전체유역을 50m×50m의 격자로 좀 더 세분화하여 계산할 수 있으므로 현실적으로 많은 장점을 가질 수 있는 가능성을 가지고 있다. 반면 기존의 수작업에 의한 유역의 평균경사 계산은 소유역의 분할에 따른 많은 시간과 인력을 필요로 하며, 이 과정에서는 오차의 발생이 불가피할 것으로 생각된다. 유역의 경사도를 그림으로 나타내면 그림 7과 같다. 여기에서는 각 격자의 경사를 색으로 표시한 것으로 경사도가 0° ~ 10° 는 흰색, 11° ~ 20° 는 빨간색, 21° ~ 30° 는 녹색, 31° ~ 40° 는 파란색,

표 1. GIS와 기존의 수작업에 의한 결과 비교

| index | conventional method | GIS technique | relative error(%) |
|-------------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| area(kmf) | 527.83 | 516.72 | 2.099 |
| watershed perimeter(km) | 115.29 | 111.32 | 3.443 |
| average slope | 0.33291 | 0.20378 | 38.78 |
| stream order | 4차 | 4차 | 0 |

41° ~50° 는 청록색, 51° ~60° 는 자홍색, 61° ~70° 는 노란색, 71° ~80° 는 오렌지색으로 각각 표시하였다.

또한 GIS를 이용한 하천차수의 추출결과는 기존의 1:250,000 지세도로부터 얻은 하천차수(4차)와 동일한 결과를 얻어낼 수 있었다.

하천유역의 지형학적 인자는 정확한 수문분석을 위하여 충분한 정확도를 유지하여야 하며 추출된 자료로부터 새로운 정보를 구하고 지형을 기하학적으로 재현 묘사하여 DataBase로 보관함으로써 수자원의 효율적 관리 및 운용을 위한 기본 자료로 사용될 수 있을 것이다. 본 연구의 결과로부터 얻은 형태학적 인자들의 정량화 값과 기존의 결과들을 표 1에 정리하였다.

따라서 하천유역의 형태학적 특성과 같은 지형정보를 얻기 위하여 개발된 GIS는 수문정보의 추출과정에서 발생하는 복잡한 문제점들을 해결하여 보다 쉽고, 많은 정보를 얻을 수 있는 수단으로 적용될 수 있음을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 수문자료를 얻기 위한 하천유역정보와 수문학적 강우-유출 모형의 입력자료로 사용될 수 있는 유역의 수문지형인자 추출방법을 제시하고 그 결과를 비교 분석해 보았다. 하천유역의 기하학적 요소중에서 기본적으로 사용되는 유역경계를 추출하기 위한 방법으로 평창강 유역을 대상으로 scanning하여 수치고도모형(DEM)으로 변환하였으며 이를 기본자료로 GIS에서 사용되고 있는 H/W 및 S/W를 이용하여 유역의 경계 및 유역 형태학적 인자를 추출하였다.

따라서 기존의 방법과 비교해 볼 때 유역의 물리적 특성인자들을 정량화하는데 필요한 시간을 상당히 간소화 시켜주는 효과를 기대할 수 있었으며 유역특성인자의 정량화 과정을 자동화 할 수 있었다. 또한 본 연구에서 요구되는 축적의 수치지도자료를 획득할 수 없어 기존의 결과와 차이가 있었으나 대체적으로 신뢰할 만한 결과를 얻을 수 있었으며 GIS기법의 국내개발 및 기술축적을 위한 가능성을 찾아 볼 수 있었다. 또한 수문자료를 얻기 위한 하천유역의 수치지도자료 획득의 어려운 문제점들은 장래 원격탐사에 의한 적용기법과의 통합적인 연구를 시행하여야 할 것으로 판단되며 본 연구에서 추출한 수문지형학적 인자이외의 다른 하천형태학적 인자들을 추출하기 위해서 계속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 국제수문개발계획(IHP) 연구조사보고서. (1984-1993). 건설부.
- 수자원 도형정보 시스템 기본설계 보고서. (1992). 한국수자원공사.
- GIS(지리정보시스템)를 이용한 수자원관리 및 계획에 관한 연구. (1993). 한국수자원공사 수자원 연구소.
- 평창강유역의 수문특성조사. (1991). 한국건설기술연구원 수자원연구실.
- ARC/INFO 교육교재 (1992). 캐드랜드.
- Bae, J. (1992). "Estimation of hydrologic model parameters using soil derivation method and GIS," Msc. Dissertation, Colorado State Univ., Fort Collins, Co.
- Burrough, P.A. (1986). *Principles of geographical*

- information systems for land resources assessment*, Claredon Press, Oxford.
- Changed Pages for GRID Command References*. (1992). ESRI Inc.
- Chow, V.T. (1984). *Handbook of applied hydrology: Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. McGraw-Hill, New York.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. (1985). *Applied hydrology*. McGraw-Hill Publishing Company, N.Y.
- Eash, D. A. (1993). "A geographic information system procedure to quantify physical basin characteristics." *Proceedings of the Symposium on Geographic Information Systems and Water Resources*, J.M. Harlin, and J. Lanfear Eds., American Water Resources Association Technical Publication Series TPS-93-1, pp. 173-182.
- French, H.R. (1985). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Majure, J.J., and Eash, D.A. (1991). "An automated method to quantify physical basin characteristics." *Proceedings of the Technical Meeting*, U.S. Geological Survey Toxic Substances Hydrology Program, G.E. Mallard and D.A. Aronson Eds., Monterey, California, March 11-15.
- Majure, J.J., and Soenksen, P.J. (1991). "Using a geographical information system to determine physical basin characteristics for use in flood-frequency equations." *Proc. U.S. Geological Survey National Computer Technology Meeting*, B.H. Balthrop and J.E. Terry Eds., Phoenix, Arizona, November 14-18.
- Strahler, A.N. (1952). "Dynamic basis of geomorphology." *Bulletin 63*, Geological Society of America, pp. 923-938.
- Understanding GIS: The ARC/INFO method*. (1991). Environmental Systems Research Institute Inc., Redland, CA.

〈접수 : 94.8.4〉