

HEC-GEOHMS와 DEM을 이용한 지형인자 추출에 관한 연구

A Study on Extraction of the Topographical Parameters Using HEC-GEOHMS and DEM

이정민* · 정인주** · 김상용***

Lee, Jung Min · Jeong, In Ju · Kim, Sang Yong

要 旨

최근에, GIS는 수자원 분야에서 그 적용성이 증가 되고 있다. 수문모형에서 GIS 모델링은 일반적으로 하도망, 그리고 유역의 구분, 분기점의 추출을 위해서 사용된다. 추출된 하도망 위에 지형도와 토지이용도를 overlay 시킴으로써, 수문모형에 요구되는 입력파일을 만든다. 이는 GIS가 수문해석을 하는데 있어서 설계자의 주관적인 요소를 객관적으로 발전시킬 수 있는 방안이라 해석되기 때문이다. 따라서 본연구에서는 HEC-GEOHMS에서 추출된 수문지형인자와 기존의 방법을 비교하였다. 전반적으로 유사한 결과를 나타내었으나 평지지역에 대한 프로그램상의 오류가 나타났다. 향후 오류를 보완한다면 입력매개변수로서 중요 요소인 지형정보를 기존의 방법을 탈피하여 GIS기법을 이용하여 기존방법과 다른 신뢰성 있는 정보를 획득하여 실무에 적용에 있어 기본적인 자료로 활용할 수 있을것이다.

Abstract

Recently, GIS has been increasing its applicability in water resource field. The GIS based modeling process can generally be used for extracting channel network and watershed delineation. Through the overlay analysis, the extracted channel network can be overlaid with topographic and landuse maps to generate the input files for running a hydrologic model. This lead to consider GIS as a tool which can include subjective factors of the model designers in hydrologic analysis. Therefore, this study has compared GIS based HEC-GEOHMS with the classical approach. In general, both approaches have similar results, however, HEC-GEOHMS has showed some errors. Based on the results, a GIS based approach could be more effective method with better credibility to obtain input parameters from topographic information as subsequent efforts were made to lessen the errors.

1. 서 론

과거부터 수문해석에서 지형공간자료가 많이 사용되어 왔으며, 최근 수문학 분야에 서는 지형공간정보체계를 이용한 매개변수를 계산하고 이를 수문해석에 많이 사용하고 있다. 지리정보시스템이 수문학에 응용 및 적용된 것은 1990년도라 할 수 있겠지만 2000년 이후에 더욱 활발하게 연구되고 있다. 이 분야와의 연계로 수문 지형인자를 추출하는데 있어서 객관적인 인자를 얻을 수 있는 새로운 연구대상이 되고 있다. GIS는 공간자료를 분석할 수 있는 유용한 도구로 이용되고 있으며, 원

격탐사 및 항공사진을 통한 영상과 수치지도를 이용하여 수문 및 수질 모델링에 관련된 광범위한 분야에 적용되어지고 있다. 이러한 GIS 기법은 다양한 지형 관련자료 들을 저장, 분석, 합성, 도시할 수 있는 기능을 가지고 있어서, 기본적으로 공간자료와 관련성이 높은 수문학분야에서 많은 적용을 하고 있다. 그러나, 수문해석에 있어 지형공간정보값인 경사도, 유역면적, 하도길이 등의 자료는 작성방법, 지도종류, 격자크기에 따라 서로 다른 결과값이 취득되며 수문학적 해석에서도 많은 변화가 있다. 본 연구에서는 최근 여러분야에서 많은 관심을 끌고 있는 지리정보시스템을 수문학의 홍수 유출 분야에 적용

* 부경대학교 대학원 토목공학과 박사과정

** 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료

*** 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수

하기 위해 입력매개변수로서 중요 요소인 지형정보를 GIS기법을 이용하여 기존방법과 다른 신뢰성 있는 정보를 획득하여 하천정기기본계획에서의 실무에 적용에 있어 신속, 정확함과 편리성을 도모하고자 한다.

2. GIS와 수문지형인자

유한한 전산 데이터베이스는 이산(離散) 특성을 가지는 저장장치이지만 실제 지리자료는 매우 많은 인자를 포함하고 있는 복잡한 형태를 가지고 있다. 이러한 복잡한 자료를 이산화과정을 통하여 유한한 수의 데이터베이스 자료로 전환하여야 한다. 지리자료 모델링에 있어서 객체는 점, 선, 면적의 속성들이 있다. 여기서 점 객체의 경우는 강우관측소 등의 자료이며, 이들 강우관측소에서 관측된 강우량의 자료들은 속성자료로 표시할 수 있다.

2.1 수치고도모형(DEM)

수문학 분야에서 대상지역의 지형을 표현하는 것은 GIS의 적용의 가장 중요한 수행능력 중의 하나이다. DEM(Digital Elevation Model)은 컴퓨터를 이용하여 지형을 표현하는데 대표적인 기법이라 할 수 있다. 그러나 지형자료는 많은 인자들이 존재하므로 고도자료만을 가지고 모든 공간정보를 기술할 수가 없으므로 경우에 따라서는 위상자료와의 결합을 필요로 한다. 수문학에서 위상관계는 하천 수로망을 나타내는 선들의 집합과 유역을 나타내는 다각형들의 집합 등으로 구분할 수 있다. GIS에서는 선과 면적 등의 지형자료만을 이용한 것도 있으나, 지형학적 자료와 연결된 위상자료를 이용하여 GIS의 적용범위를 확대할 수 있는 장점을 가지기도 한다.

최근 DEM 자료를 수문학에 이용함에 있어 지형의 표현과 수문학적 과정의 모의에서 편리성을 제공하고 있다. 그러나 DEM 자료에서는 서로 다른 격자 크기가 유역면적이나 유출생성 등의 수문학적 모의에서 상이한 결과를 초래할 수 있으므로(Bruneau 등, 1995) 격자의 크기는 수문모형의 수행에 있어서 중요한 요소가 된다. 지형고도의 공간적 분포를 표현할 수 있는 DEM 자료는 유역의 수문학적 과정을 모의하는데 사용되고 있고, 많은 수문모형의 매개변수들을 추출할 수 있다. 그리고 지형의 공간적 분산도는 수문모형의 모의에 많은 영향을 미치며, 수문모형에 고도자료를 적용할 때는 지표면을 표현하기 위해 격자기반자료, 불규칙삼각망자료, 등고기반자료 등의 세가지 방법 중어떤 방법이 사용되는지 고려하는 것이 중요하다.

2.2 HEC-HMS 와 HEC-GEOHMS

HEC-HMS모형은 강우에 의한 유역의 지표면 유출을 모의하기 위해 강우-유출현상의 수리, 수문학적 과정을 상호 연결하여 유역의 응답을 나타내도록 설계된 모형으로 각 수리, 수문학적 과정은 일반적으로 소유역이라 불리는 유역 일부분에서의 강우·유출과정을 모형화하며, 각 과정은 지표면 유출이나 하도유출, 저수지유출 등을 모의하게 된다. 1990년대 중반부터 GIS를 이용한 유출해석모형의 적용 및 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 김상현 등 (1996), 조희대(2000) 등이 TOP모델의 적용성 검토와 알고리즘 개선과 관련된 연구와, 김성준 (1998)은 격자기반의 강우-유출 산정모형의 개발을 시도하였으며, 김정택 등(1999)은 미계측 유역의 유출해석을 실시한 바 있다. 또한, 이러한 수문 모형은 레이더로 예측된 강우량의 이용을 가능케 하였고, Grid 수준에서 유역 분수계를 모델링하는 기술을 진보시켜 왔다. 강우량과 침투량은 전형적인 집중형 해석 방법보다 훨씬 더 정확한 방법을 제공하는 "cell by cell"로써 계산되어진다. 이러한 진보된 모델링 기술은 기존의 단순한 데이터 조작을 GIS에 의한 효율적인 지형공간데이터로 관리함으로써 가능해졌다. 예를 들어, 집중형 또는 Grid에 기초한 매개변수들을 계산하기 위한 공간정보의 오버레이(overlay)를 수행하는 능력은 유역의 매개변수, 특히 Grid에 기초한 매개변수들을 계산함에 있어서 결정적인 주요과정이 되었다. HEC-GEOHMS는 GIS에 대해 미숙한 경험을 가진 기술자와 수문학자를 위해서 지형공간 수문학적 tool kit으로 발전되어 왔다. 이 프로그램은 사용자 하여급 공간정보를 시각화하고, 유역 분수계의 여러 특성들을 종합하며, 공간 분석을 수행, 소유역과 하천을 묘사하고, 수문모형으로의 입력자료를 구축하는 등 보고서 작성을 쉽게한다.

3. 연구방법 및 적용

3.1 대상유역

본 연구대상유역은 수영강유역으로서 부산광역시 대표 하천으로서 경상남도 양산시와 접하고 있다. 유역면적은 199.57km²이고, 유로연장은 28.0km에 달하는 부산 제1의 지방2급 하천이다. 또한 유역은 상류와 하류로 크게 구분할 수 있으며, 상류유역에는 상수도 전용댐인 회동댐이 있다.

하류유역은 도시하천으로 바다를 접하고 있는 감조하천이 존재하고 있다. 회동댐 상류유역은 수영강 전체유역의 약 50%에 달하고 있으며 하류유역에는 크고 작은 교량이 9개소 이상이 있다. 본 유역이 토지이용현황은

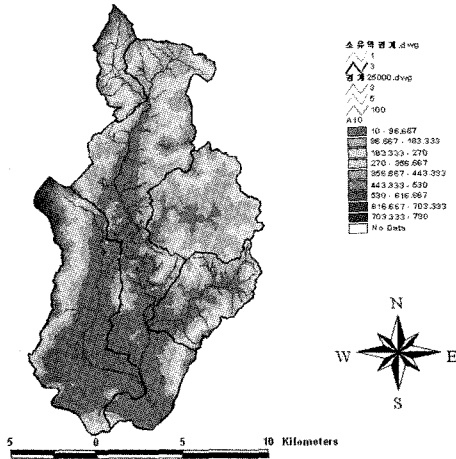


그림 1. 수영강 유역도

임야가 59.1%, 농경지가 12.9%, 수계가 1.9%, 초지가 1.0%, 도시지역이 25.1%로 이루어져 있다.

3.2 연구방법 및 수행절차

본 연구의 대상인 수영강 유역은 1:25000 지형도 6장

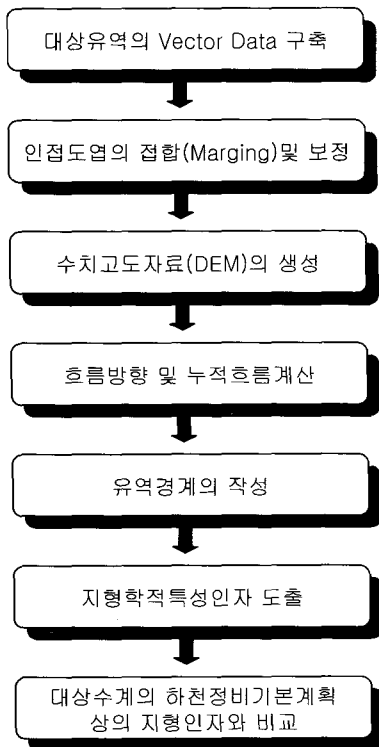


그림 2. 연구수행방법

으로 나타낼 수 있으며, 국립지리원으로부터 해당 지형도를 구입하여, 벡터데이터를 구축하였으며 각각의 Digital Map을 Auto CAD2000 Software를 이용 인접도엽의 접합 및 보정을 실시하였다. 접합된 수치지도에서 등고선, 표고점, 수준점, 삼각점과 관련된 레이어를 추출하여 수치고도자료(DEM)를 생성하였다. 수치고도자료

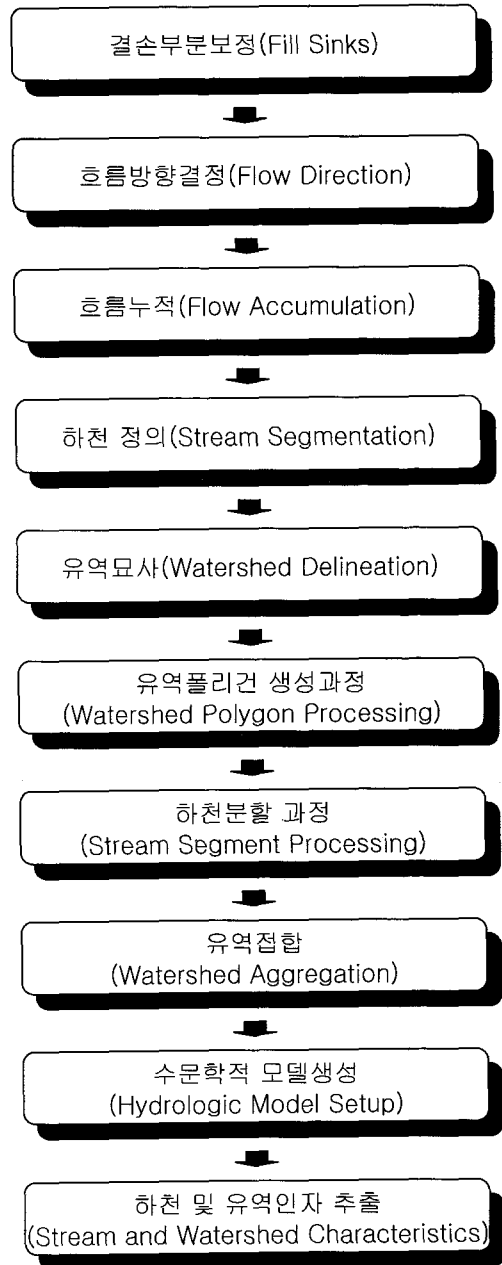


그림 3. 수행절차

(Digital Elevation Model)는 지형도상에 표시된 지형의 높이를 일정한 크기로 나누어져 있는 격자에 위치시킨 래스터 형식(Raster type)의 형태를 갖는 영상으로 본 연구에서는 DXF file형식의 벡터데이터를 Arc-View (Ver 3.2a)GIS 프로그램을 사용하여 래스터형식의 수치고도자료(DEM)을 생성하였으며, HEC-GeoHMS로 그림3와 같은 작업단계를 거쳐 각 단계별로 오류가 없을때까지 반복작업을 한 후 결과를 도출하였다.

3.3 수행절차별 결과

먼저 연구대상유역의 DXF File형식의 벡터데이터를 Arc-View(Ver 3.2a) GIS의 HEC-GEOHMS 프로그램을 사용하여 변환한 뒤에 그림 5와 같이 래스터 형식의 수치고도자료인 DEM(Digital Elevation Model)을 생성하였다.

작업도중 데이터 표현시 실제의 지형과 다소 차이가 나는 함몰된 부분이나 솟아오른 부분을 평가 보정하는 결손부분보정(Fill Sinks) 단계를 거쳐 8개의 방향으로 각 Grid에 입력된 고도차에 따라 흐름방향을 결정하였다.

최고점에서 흐름을 누적한 후 각 Cell에서의 이동방향을 결정하였다. 그림 7은 본 연구대상유역의 흐름방향이 결정된 결과이다. 분수점에서 시작된 차수의 값을 누적하여 전체적인 하천의 방향을 결정하고 흐름방향에 따라서 cell마다의 차수를 누적 주하천의 모습을 생성시키는 흐름누적의 작성(Flow Accumulation)단계를 거쳐 실제 하천과 유사한 형태를 만들어 내기 위한 최적의 셀(cell) 크기를 지정하고 여러개의 차수를 선택하여 유역의 묘사 과정을 반복하여 하천차수를 결정하였다. 본 연구대상 유역은 차수가 400일 때가 가장 근접한 유역이 나왔다.

흐름누적의 작성(Flow accumulation)으로 인식된 line을 프로그램 상에서 실제하천으로 인식시키고 정의된 하천을 중심으로 유역을 결정하는 유역의 묘사(Watershed Delineation) 단계를 그림 9와 같이 나타내었다.

유역을 폴리곤으로 구성하여 실질적인 유역을 인식하도록 하는 과정인 유역 폴리곤생성과정 (Watershed Polygon Processing)은 유역의 형상을 평가하여 부적절하면 차수 조정단계에서 다시 차수를 조정하는 과정을 반복하여 적절할 때 다음단계인 하천분할 과정으로 된다.

DEM자료상에서 부적절한 부분을 제외하고 실질적으

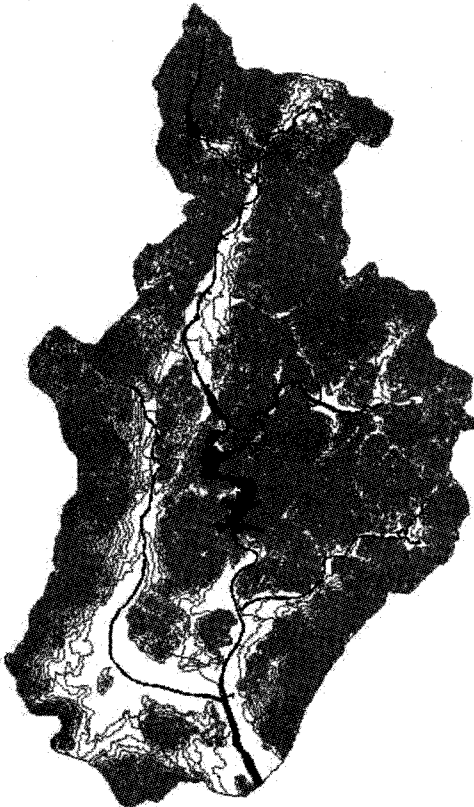


그림 4. 등고선 및 하천망 추출

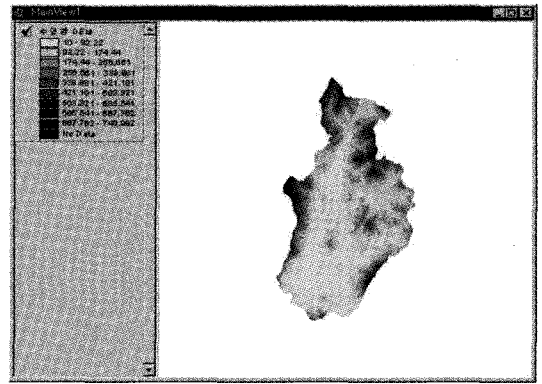


그림 5. 수영강 DEM

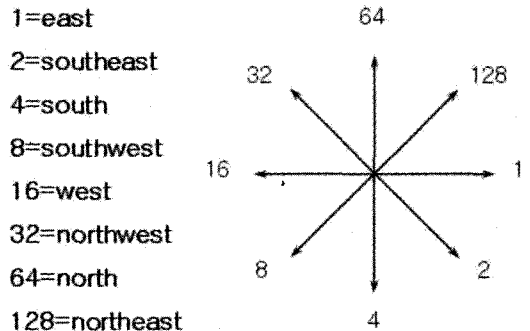


그림 6. 방향 결정 방법

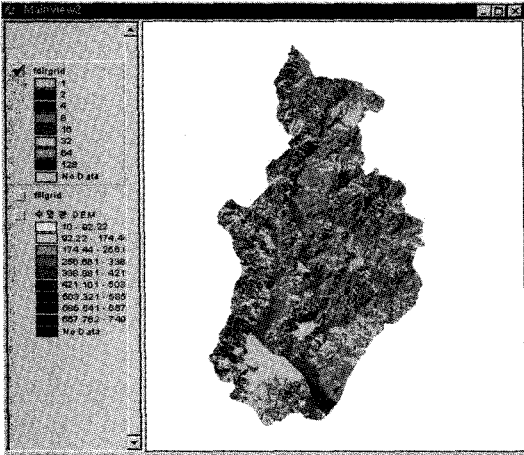


그림 7. 흐름방향 결정

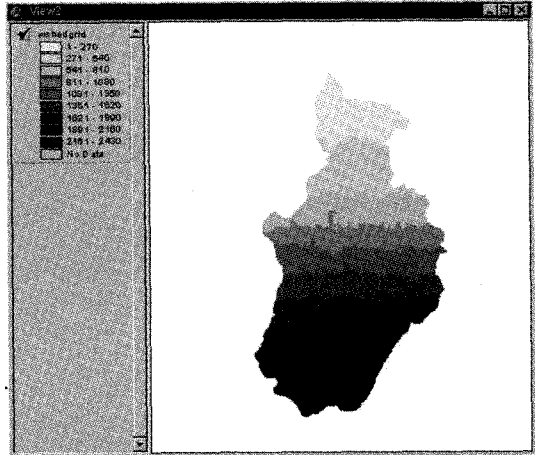


그림 9. 유역의 묘사

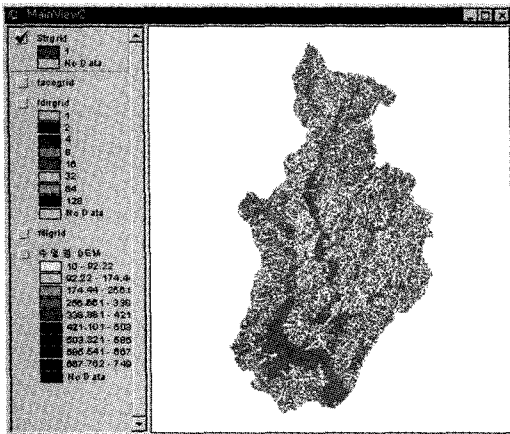


그림 8. 차수400의 하천망

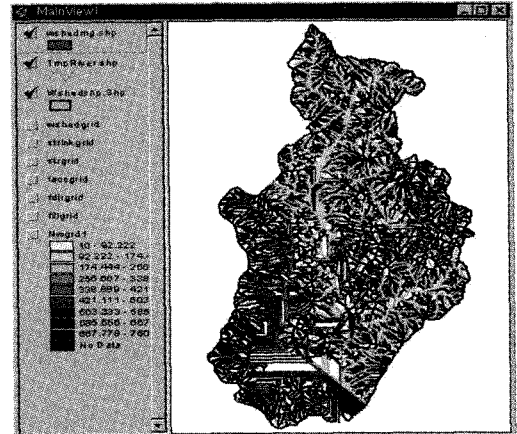


그림 10. 유역 폴리선 및 하천 유로 생성

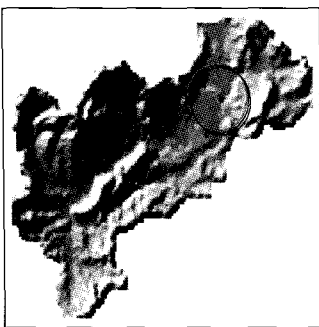


그림 11. 평지지역

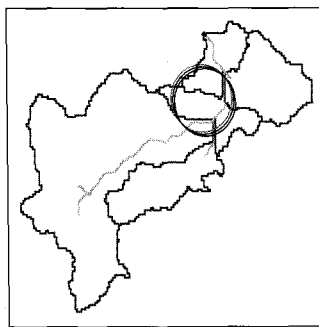


그림 12. 오염발생

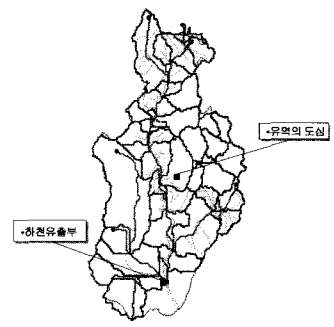


그림 13. 최종적인모습

로 유역특성 인자를 추출해 내는 작업이 가능한 지역을 추출하여 하천과 유역의 인자를 추출하였다.

4. 결과 및 분석

본 연구에서는 기존의 수작업인 “수영강 하천정비기

표 1. 비교 및 분석

하천명	지점	유역면적 (Km ²)			유로연장 (Km)			유역의 평균폭 A/L			형상 A/			계수 L2
		하천 정비	Hec-GeoHms	오차	하천 정비	Hec-GeoHms	오차	하천 정비	Hec-GeoHms	오차	하천 정비	Hec-GeoHms	오차	
수	시점	7.84	7.24	8.3	4.10	4.08	0.5	1.91	1.78	7.7	0.47	0.44	7.2	
	법기수원지 합류전	13.38	14.36	-6.9	6.00	5.1	17.6	2.23	2.82	-20.8	0.37	0.55	-32.7	
	법기수원지 합류후	24.60	24.43	0.7	6.10	6.03	1.2	4.03	4.05	-0.5	0.66	0.67	-1.6	
	임기천 합류전	27.42	27.89	-1.7	8.20	8.33	-1.6	3.34	3.35	-0.1	0.41	0.40	1.5	
	임기천 합류후	32.90	31.12	5.7	8.30	8.33	-0.4	3.96	3.74	6.1	0.48	0.45	6.5	
영	송정천 합류전	36.57	37.14	-1.5	10.10	10.15	-0.5	3.62	3.66	-1.0	0.36	0.36	-0.6	
	송전천 합류후	44.19	42.14	4.9	10.20	10.15	0.5	4.33	4.15	4.4	0.42	0.41	3.9	
	철마천 합류후	89.43	89.68	-0.3	16.80	16.5	1.8	5.32	5.43	-2.1	0.32	0.33	-3.8	
강	회동 수원지	100.14	101.04	-0.9	19.60	18.6	5.4	5.11	5.43	-5.9	0.26	0.29	-10.7	
	석대천 합류전	105.87	105.68	0.2	22.40	24.12	-7.1	4.73	4.38	7.9	0.21	0.18	16.2	
	석대천 합류후	128.51	128.53	0.0	22.50	24.12	-6.7	5.71	5.33	7.2	0.25	0.22	14.9	
	온천천 합류전	135.62	137.90	-1.6	25.50	26.12	-2.4	5.32	5.28	0.7	0.21	0.20	3.2	
	온천천 합류후	190.59	194.84	-2.2	25.60	26.12	-2.0	7.44	7.46	-0.2	0.29	0.29	1.8	
	수영강 하구	199.57	202.21	-0.2	28.40	28.20	0.7	7.03	7.09	4.7	0.25	0.25	-1.6	

본계획(2002)” 상의 지형학적 특성인자와 Arc-View3.2a의 HEC-GEOHMS에 의해 추출해낸 지형학적 특성인자를 비교하여 표1에 나타내었으며, HEC-GEO HMS 방법을 기준으로 백분율로 오차를 표시하였다. 전반적으로 유사한 형태를 보이나 유역에 따라 약간의 차이를 나타내었으며, 수치지도상에서 평지지역은 하천표현이 불가능하였고, 프로그램상에서의 고도차이가 작은곳은 하나의 하천으로 인식하는 오류를 나타내었다.

5. 결 론

본 연구에서는 낙동강의 1차 지류인 수영강 수계에 대하여 Arc-View3.2a의 Extension인 HEC-GEOHMS를 이용하여 지리특성인자를 추출하여 기존의 수작업한 자료와 비교분석하였다. 전반적으로 유사한결과를 나타내었으나, 유역에 따라 약간의 차이를 나타내었다. 그 이유는 평지지역에 대한 수치지도상의 하천표현이 미흡하여 프로그램상에서 오류가 발생하기 때문에 분기점에서 분기가 되지않고 하나의 하천으로 취급 하기 때문이다. 그러나 3차원적 표현이 가능한 GIS를 이용하므로써 가시적인 효과와 몇가지 오류를 보완 수정한다면 시간과 정확성면에서 실무에 적용하기에 적합하며, 하천에 수정기능이 강화된 Tool의 연계적인 사용도 고려해 볼 수 있을

것이다. 본 연구는 GIS를 이용하여 실무에서의 지형특성인자 산정시 시간과 정확성면에서 효율을 기할 수 있는 기본적인 자료로 활용할 수 있을것이다.

참고문헌

1. Hydrologic Engineering Center(HEC) (1999), HEC-HMS: Online help, Hydro logic Engineering Center, US Army Corps of Engineers, Davis California.
2. UACE(2001), Hydrologic Medeling Sys tem HEC-GEOHMS manual.
3. 수자원학회(2001), 제9회 수공학위학 교재.
4. 김계현(1998), GIS 개론.
5. 이인엽(1999), 지형공간 정보체계를 이용한 유역 분석, 연세대학교, 환경공학과, 석사학위논문.
6. 최영범(2000), 지형공간정보체계에 의한 수문분석용 지형자료 관리 인터페이스 개발, 강원대학교, 토목공학과, 박사학위논문.
7. Jones, N.L., S.G. Wright, D.R. Madiment , “Watershed delineation with triangle-based terrain models” Journa of Hydraulic Engineering vol. 116(10), 1990.
8. Djokic D. and Madiment D.R., “Terr ain analysis for urban stormwater modeling”, Hydrologic Proceses, 5(1), 1991.

(접수일 2003. 1. 8, 심사 완료일 2003. 2. 20)