한국지리정보학회지 2권 3호 : 23~34(1999)

지리정보시스템을 이용한 하천유역의 지상학적 특성분석*

안승섭[1] · 조명희[1]

Analysis of Stream Physiographic Characteristics of River Basin by using GIS*

Seung-Seop Ahn[1] · Myung-Hee Jo[1]

요 약

본 연구에서는 하천 유역의 종합적인 물 관리에 있어서 중요한 지배요인인 하천의 형태학적 특성을 분석하기 위하여 지리정보시스템을 이용하였다. 분석에 있어서는 금호강유역의 최상류에 위치한 영천댐 유역을 대상으로 1:25,000 지형도 5도엽을 기본도로 하여 Arc/Info(UNIX) GIS시스템을 이용하였으며, 분석결과를 기존에 사용되던 방법인 수치구적기(Digital Planimeter)를 이용한 분석결과와 비교·검토하였다. 분석결과, 영천댐 유역은 5차수 하천으로 구성되어 있으며, 누가표고곡선을 분석 검토한 결과 지질학적 발달과정을 볼 때 장년기를 거쳐 노년기로 진행중인 지형특성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한, 하천의 차수개념에 의한 지형의 3대 법칙을 영천댐유역에 적용한 결과 일정한 규칙성을 가지고 발달되어 있음을 알 수 있었다. 그리고 GIS기법을 이용한 유역의 형태학적특성인자 분석결과를 기존의 방법을 이용한 분석결과와 비교한 결과 GIS기법의 적용을 위한 지형속성자료의 구축에 많은 시간이 요구되나 자료의 관리와 이용측면에서 적용 가능성이 충분함을 알 수 있었다.

주요어: 지리정보시스템, 누가표고곡선, 지상학적특성

ABSTRACT

This study proposed the possibility of GIS to analyze stream physiographic characteristics of river basin which is important control factor in complex water management. Based on five 1:25,000 topographic maps which cover Yengchon Dam area locates upper area of Kumho River, this study analyzed the characteristics using Arc/Info(UNIX) GIS. Comparing its results and those from the existing method using digital planimeter, it could conclude as follows; First, as the results of the analysis of hypsometric curve of Yeungchon Dam area, it has the topographic characteristics of youth and maturity. And the landform of Yengchon Dam area has developed with regularity when Horton's three laws on the morphology of stream is applied. Second, the possibility of applying GIS to data management and utilization is sufficient even if it requires long time to construct topographic attribute

1999년 10월 21일 접수 Received on October 21, 1999
* 이 연구는 1999년도 경일대학교 연구비지원에 의하여 연구되었음.
1 경일대학교 측지공학과 Dept. of Geodetic Engineering, Kyungil University

data. Finally, a further research is needed on watershed direction with landform for the purpose of analyzing water source management and topographic property effectively.

KEYWORDS: GIS, Hypsometric Curve, Physiographic Characteristics

서 론

하천유역의 효율적인 관리와 해석을 위하여 유역의 지형공간특성 자료가 사용되어 왔으며, 이들 자료의 취득을 위하여 많은 시간과 노력을 기울여 왔다. 특히 최근에는 지형공간정보체계를 이용한 지형인자 추출을 시도하여 수문학적 해석을 위한 매개변수를 추정하므로서 수문해석과 수자원 관리에 있어서 많은 변화를 가져오고 있다.

하천유역은 하천망으로 구성되는 수계를 가지며 이 수계는 여러 가지 기상 및 강우 등의 자연적인 영향과 산업의 발달이나 유역의 개발 등으로 인한 인위적인 영향으로 인해 매우 빠르게 변화하고 있다. 특히, 유역관리에 중요한 인자인 유출현상도 유역특성인자와 기후학적인자의 영향을 받게되며, 하천형태학적 특성인자도 이들 인자와 밀접한 상관성을 가지고 있는 것으로 밝혀지고 있다.

유역의 하천형태학적 특성에 관한 연구는 초기에는 수계의 형태학적 특성을 정성적 혹은 서술적으로만 표현하여 왔으나 Horton(1932, 1945)에 의해 하천차수 개념을 수학적이고 정량적으로 정의된 이후로 Strahler(1954)를 중심으로한 미국 Columbia대학에 의하여 체계화되어 왔다. 그 후 많은 연구를 거쳐 Shreve(1966) 등에 의해 연구된 이래로 Yang과 Stall(1971) 등은 동일수계에서 서로 다른 두 축척을 이용하여 하천형태학적 특성인자에 미치는 지도축척의 영향을 고찰한 바 있으며, 국내에서는 안상진(1982) 등에 의하여 하천형태학적 특성에 관하여 연구된 바 있다. GIS를 이용한 하천형태학적 특성 연구는 Kienzle(1996), 김홍태 등(1988), 최철웅(1999) 등에 의해 극히 제한적으로 연구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 하천유역의 종합적인 물관리에 있어서 중요한 지배요인인 하천의 형태학적 특성을 분석하기 위하여, 금호강 유역의 최상류에 위치한 영천댐유역을 대상으로 GIS시스템을 이용한 분석결과와 기존에 사용되던 방법인 수치구적기(digital planimeter)를 이용한 수작업의 분석결과와 비교·검토하므로서 지리정보시스템의 이용가능성을 제안하는데 목적을 두었다.

연구의 방법

유역특성을 표시하는 인자인 유역면적(drainage area), 유역의 경사(slope), 유역의 방향성(basin orientation), 유역의 형상(basin shape), 유역의 고도(altitude) 및 하천차수(stream order) 등이 있으나 본 연구에서는 유역의 하천형태학적 특성분석을 위하여 하천차수별 하천의 수·하천연장·경사와 유역의 지표경사·하천경사 및 일반적인 특성인 유역평균폭·형상계수·하천밀도 등에 대하여 기존에 사용되던 방법과 GIS시스템을 이용하는 방법으로 구분하였다. 기존에 사용되던 방법은 수작업에 의해 반복 추출한후 이상치를 제거한 나머지 값들의 평균치를 채택하였으며, GIS 시스템을 이용하는 방법은 1:25,000 지형도를 기본도로하여 ESRI사의 Arc/Info(UNIX) GIS시스템을 이용한 특성인자 추출 결과를 이용하여 형태학적특성을 분석하여 비교·검토하였다.

수문학적 지형특성자료의 추출을 위한 자료입력은 디지타이저, 스케너 등을 이용하여 등고선자료를 입력하였으며 입력항목, 출력방식, 기존자료조사, 입력자료 축척, 사용좌표계의 결정 단계인 자료입력전 검토단계, 디지타

이저, 스케너, 기존자료 활용 등을 검토하는 단계인 자료입력중 검토단계, 절점수, 교차점, 중복선, 짧은 선의 수정 및 조정단계인 자료후처리 및 검증단계와 불규칙한 삼각망과 격자모형을 생성하기 위한 2차원에서 3차원으로의 변환단계로 구분할 수 있다. 또한 GIS시스템을 이용한 하천형태학적특성 분석을 위한 과정은 그림 1과 같이 정의할 수 있다(최철웅, 1999).

지형모델을 만드는 방법은 불규칙적 삼각망 모델(TIN: triangulated irregular network)을 이용하였다. 불규칙 삼각망은 Pekur등이 1978년에 처음 발표한 수치지형 모델로써 높이 행렬이 가지는 자료의 중복을 줄일수 있다. 여러 형태의 계산(경사, 사면방향)에 매우 효율적이며, 불규칙 삼각망은 델로니삼각법에 따라 불규칙하게 배치된 절점이나 관찰지점을 삼각법에 따라 연속적인 삼각면으로 연결한 모델이다. 외접하는 원내부의 삼각형은 꼭지점 외에 다른점이 없는 것을 가리킨다. 각 자료점을 중심으로 티센(Thienssen's polygon)을 만들고 자료점을 꼭지점으로 하여 한변이 두 티센삼각형을 작성해 나간다.

대상유역의 선정 및 자료의 구축

본 연구에서는 유역의 하천형태학적 특성분석을 위하여 금호강 최상류부에 위치한 영천댐 유역을 대상으로 하였다. 유역에 해당하는 5도엽의 1:25,000 지형도를 기본도로 하여 ESRI사의 Arc/Info(UNIX) GIS시스템을 이용하여 유역의 형태학적특성을 분석하였으며, 연구 대상지역인 영천댐유역의 좌표는 표 1과 같다.

영천댐유역은 낙동강유역의 제 1지류인 금호강의 최상류에 위치하고 있으며 댐에 저류된 물을 포항시의 생·공업용수 및 금호강 하류의 생·공업용수와 하천유지용수로 공급하고 있는 실정이다. 유역의 특성인자 분석에 필요한 자료

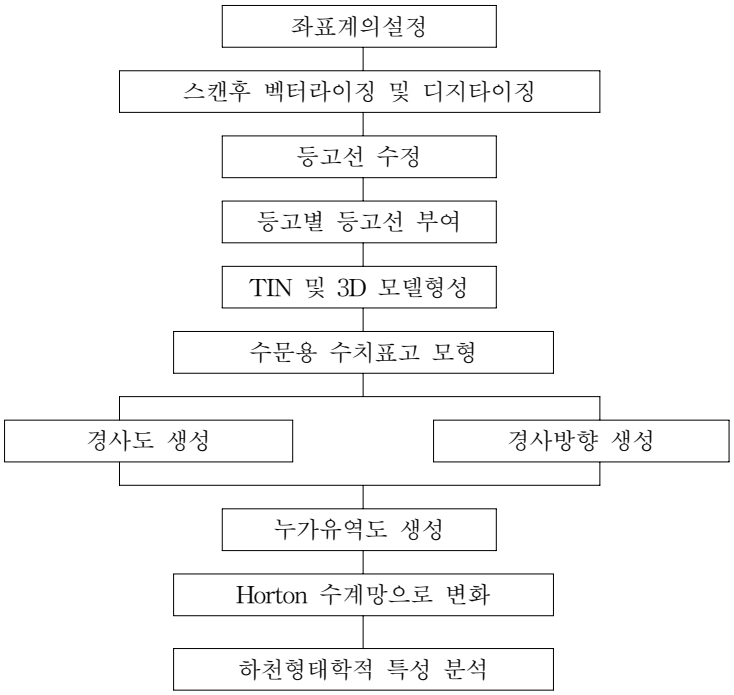
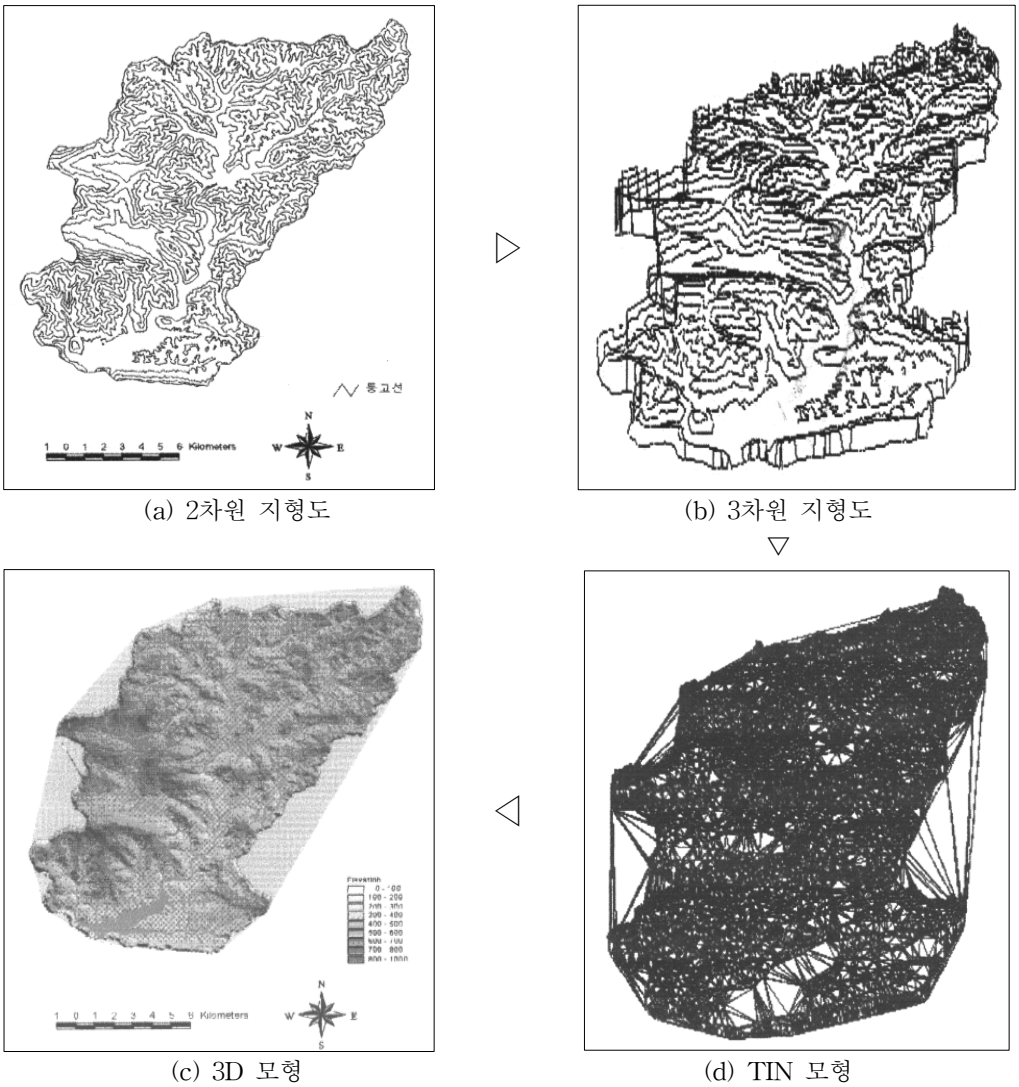


그림 1. GIS시스템을 이용한 하천형태학적 특성분석 흐름도

표 1. 연구대상지역의 좌표

	상 좌	상 우	하 좌	하 우
좌표값	북위: 36°14′17″ 동경:128°58′25″	북위: 36°14′17″ 동경:129°12′27″	북위: 36°03′08″ 동경:128°58′25″	북위: 36°03′08″ 동경:129°12′27″

입력을 위하여, 정보의 종류(등고선, 수계망 등) 별 지형자료를 tracing한 다음 복사정보를 인식하고 확대, 축소, 취소 및 추가가 가능한 scanning작업을 통한 computer file화하였다. 다음으로 scanning한 파일을 반자동 center line 추적방식으로 수치화하여 인근 도엽과 접



(a) 2차원 지형도 (b) 3차원 지형도

(c) 3D 모형 (d) TIN 모형

그림 2. GIS 시스템을 이용한 지형모델 형성과정

속한 후 거리와 면적 등을 산출하기 위한 vectorizing작업을 수행하였으며 관련 software와 호환이 가능한 ARC/INFO format으로 data conversion을 실시하였다. 또한 DXF format으로 변경된 도형정보를 접합, 중첩, 참조 가능한 ARC/INFO coverage로 format을 변경한 다음 선접속 불량, 경계선초과, point의 삭제 등 각종 graphic error의 수정과 좌표값 입력형태 등을 검증하였다. 그리고 도곽의 경위도좌표를 transverse mercator(TM)좌표로 변경하여 재구성한 다음 coverage 내의 전좌표를 TM좌표로 변경하고 Tic 좌표값의 변위량 만큼 좌표변경을 수행하였으며, 도곽의 경계선내 data만 갖는 coverage를 형성하고 정확한 도곽단위로 유출하였다. 마지막으로, 근접도면을 접합하여 통합 coverage를 형성하되 공유하는 경계의 error를 반복수정(edge match)하여 도곽단위 정보의 완벽한 접속을 통하여 최종적으로 정보종류별 coverage를 생성하였다. 이상과 같은 자료의 처리과정을 도식으로 나타내면 그림 2와 같다.

하천의 형태학적 특성분석

하천의 형태학에 관한 연구는 정성적으로 표시되어 오다가 Horton의 차수개념을 시점으로 정량적으로 분석이 가능해 졌으며 Strahler에 의해 유역의 형태학적 성질을 분석할 수 있게 되었다. 하천의 형태학적 특성인 유역특성을 표시하는 인자는 유역면적, 유역의 경사, 유역의 방향성, 유역의 형상, 유역의 고도 등이 있으며 유역내에 얼마나 많은 하천이 있는가의 척도가 되는 하천차수가 있다. 본 연구에서는 1/25,000 지형도를 기본도로하여 GIS시스템을 이용하여 영천댐 유역의 형태학적 특성을 분석하였으며, 연구대상유역의 지형특성분석을 위하여 음영 기복도를 그림 3과 같이 도시하였다. 음영 기복은 언덕이나 산과 같은 기복을 묘사하기 위하여 스위스와 오스트리아의 지도학자들에 의하여 개발되어 3차원으로 빛을 비추었을 때 생기는 음영을 명암대조 방법으로 나타내는 것으로, 순수지형적 요소에 의하여 발생하는 빛의 반사율을 고려할 때 사용된다. 인공위성이 지표면을 촬영할 당시의 동일한 상태로 그림자를 발생시킴으로 지형적 영향에 의한 그림자 인자를 확인하는 하나의 요소가 될 수 있다.

1. 유역특성인자 분석

하천유역의 수문학적 유출현상은 유역의 지형학적 인자와 기후학적 인자의 영향으로 대별할 수 있으며, 지형학적 인자로는 유역특성과 유로특성 등이 있다. 따라서 본 연구에서는 영천댐 유역의 유출특성분석에 이용할 수

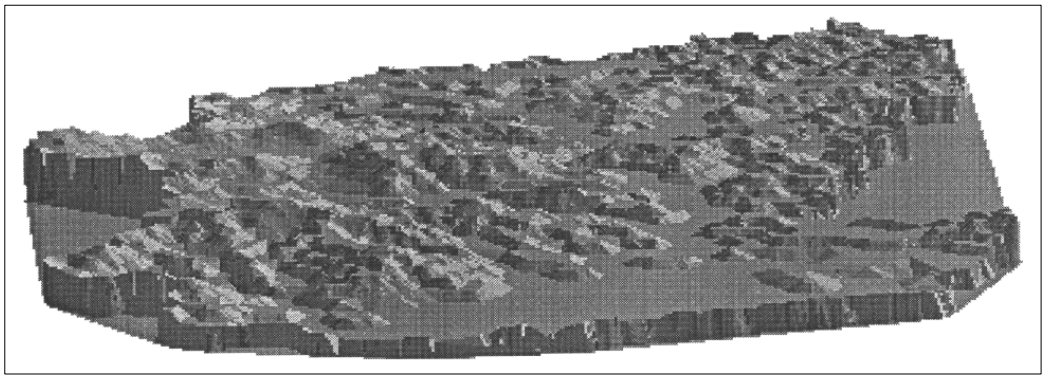


그림 3. 연구대상지역의 음영 기복도

표 2. 대상유역의 유역특성인자 추출 결과

NO.	Method	Area (㎢)	Perimeter (㎞)	Length (㎞)	Length of center(㎞)	Stream Order
Basin 1	Conventional method	44.094	33.400	15.750	7.575	4
	GIS technique	44.176	33.301	15.240	7.168	4
Basin 2	Conventional method	67.650	47.000	13.875	4.975	5
	GIS technique	67.882	47.108	13.455	4.350	5
Basin 3	Conventional method	122.202	57.500	19.500	7.500	5
	GIS technique	122.568	57.409	19.375	7.803	5
Total	Conventional method	233.946	81.550	32.975	16.900	5
	GIS technique	234.626	81.350	32.715	16.735	5

있도록 3개의 소유역으로 분할하였다. 분석에 이용된 유역특성자료로는 유역의 면적과 고도와 관련된 자료 및 하천차수와 같은 수계에 관한 자료 등으로 구분하여 분석하였으며 그 결과는 표 2와 같았다.

먼저, 영천댐 전 유역과 3개 소유역에 대한 면적과 주변장을 산출한 결과 영천댐유역의 총유역 면적은 234.6㎢(건설교통부 고시면적)로서 기존의 방식과 GIS기법의 적용시 각각 233.95㎢, 234.63㎢로서 기존의 이용면적에 대한 상대오차는 각각 -0.28%, 0.01%로 검토되었다.

다음으로, 주변장을 추출한 결과 기존의 방식과 GIS기법의 적용시 각각 81.55㎞, 81.35㎞로서 기존의 방식에 대한 GIS기법에 의한 추출 결과의 상대오차는 각각 -0.25%로 검토되었다.

또한, 영천댐유역의 소유역과 전유역에 대한 유로연장을 추출한 결과 기존의 방식과 GIS기법의 적용시 각각 32.98㎞, 32.72㎞로서 기존의 방식에 대한 GIS기법에 의한 추출 결과의 상대오차는 각각 -0.79%로 검토되었다.

그리고, 유로중심장을 추출한 결과 기존의 방식과 GIS기법의 적용시 각각 16.90㎞, 16.74㎞로서 기존의 방식에 대한 GIS기법에 의한 추출 결과의 상대오차는 각각 -0.95%로 검토되었다.

마지막으로, 영천댐 전유역과 3개 소유역에 대한 하천차수를 분석한 결과 두방법에서 모두 5차수 하천으로 이루어져 있음을 알 수 있었다.

2. 지형형태 조사분석

본 연구대상유역의 지형형태 조사분석을 위하여 상대높이에 대한 누가면적을 나타내는 누가표고곡선(hypsometric curve)을 분석하였다. 영천댐 유역의 누가표고곡선은 등고선 간격별 면적분포 자료를 이용하여 등고선간격별로 분석한 결과 표 3 및 그림 4와 같았다. 그 결과 그림 4에서 나타낸 바와 같이 기존의 방법과 GIS기법의 차이는 거의 없는 것으로 검토되었으며, 등고선의 간격이 넓어질수록 높은 지역이 없어지는 경향을 보이고 있으며, 전체적으로 누가면적이 낮을수록 고도값이 커지는 경향을 보이고 있었다.

또한 영천댄 유역의 상대면적별 상대고도 분포특성곡선을 검토한 결과 그림 5와 같았다. 그림 5에서 일점쇄선과 점선 및 가는 실선으로 나타낸 지형의 침식순환특성은 청년기, 장년기 및 노년기 지형의 대표적인 곡선(Bras, 1990)이며, 굵은 실선은 기존의 수작업 및 GIS기법을 이용한 영천댐유역의 하천의 침식순환특성을 분석한 결과이다. 이 분석 결과로 볼 때 고도가 65%(약 700m) 이하인 지역은 장년기특성을 지나 노년기 지형으로 변환되는 과정에 있으며,

고도가 65%(약 700m) 이상인 지역은 노년기 지형을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

표 3. 등고선 간격별 표고값 누가면적표

(단위: area(㎢), ratio(m/m))

EL.(m)	Basin 1				Basin 2				Basin 3				Total			
	Conventional method		GIS technique		Conventional method		GIS technique		Conventional method		GIS technique		Conventional method		GIS technique	
	area	ratio	area	ratio	area	ratio	area	ratio	area	ratio	area	ratio	area	ratio	area	ratio
〈200	0	0	0	0	0	0	0	0	18.463	0.152	18.524	0.152	18.463	0.079	18.524	0.079
~300	4.718	0.107	4.455	0.101	7.237	0.107	7.316	0.108	32.825	0.269	32.563	0.267	44.780	0.192	44.334	0.190
~400	12.562	0.285	12.489	0.283	22.500	0.333	22.632	0.333	29.370	0.240	29.301	0.241	64.432	0.276	64.422	0.276
~500	13.883	0.315	13.916	0.316	19.943	0.295	19.876	0.294	19.213	0.158	19.224	0.158	53.039	0.227	53.016	0.227
~600	9.038	0.205	9.081	0.206	9.360	0.138	9.396	0.138	11.763	0.097	11.823	0.097	30.161	0.129	30.300	0.130
~700	3.331	0.076	3.552	0.081	4.856	0.072	4.912	0.072	6.525	0.054	6.607	0.054	14.712	0.063	15.071	0.064
~800	0.562	0.012	0.593	0.013	2.693	0.040	2.710	0.040	3.012	0.025	3.143	0.026	6.267	0.027	6.446	0.027
~900	0	0	0	0	0.743	0.011	0.763	0.011	0.469	0.004	0.483	0.004	1.212	0.005	1.246	0.005
~1,000	0	0	0	0	0.231	0.003	0.232	0.003	0.075	0.001	0.075	0.001	0.306	0.001	0.307	0.001
~1,100	0	0	0	0	0.087	0.001	0.100	0.001	0	0	0	0	0.087	0.000	0.100	0.000
total	44.094	100	44.086	100	67.650	100	67.937	100	121.715	100	121.743	100	233.459	100	233.766	100

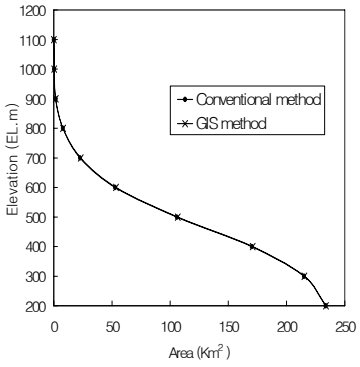


그림 4. 유역면적-표고곡선

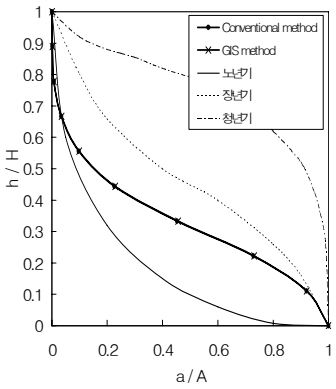


그림 5. 누가표고곡선

3. 유역의 형태학적 특성분석

본 연구에서는 영천댐유역의 형태학적 특성분석을 위하여 하천의 특성을 정량적으로 분석할 수 있는 Horton(1945) 및 Strahler(1954)의 하천차수 개념을 이용하였으며 하천차수의 표시방법으로는 미국식 System(하천의 상류에서부터 시작해 하류방향으로 가면서 하천차수를 결정함)을 이용하였다.

Strahler에 의하면 1차 하천은 지류를 갖지 않는 가장 기본단위의 하천을 의미하며 1차하천 2개가 만나면 2차하천이 되고 2차하천 2개가 만나면 3차하천이 된다. 즉 u차하천과 u차하천이 만나면 u+1차하천이 되나 u차하천 보다 작은 하천과 만나게 되면 하천차수에는 변함이 없다.

이와 같이 결정한 각 하천차수가 하천수, 하천평균연장 및 하천평균경사 등과 비례한다고 볼 때 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$ln\ N_u = A - B \cdot u \quad (1)$$

$$ln\ L_u = C - D \cdot u \quad (2)$$

$$ln\ S_u = E - F \cdot u \quad (3)$$

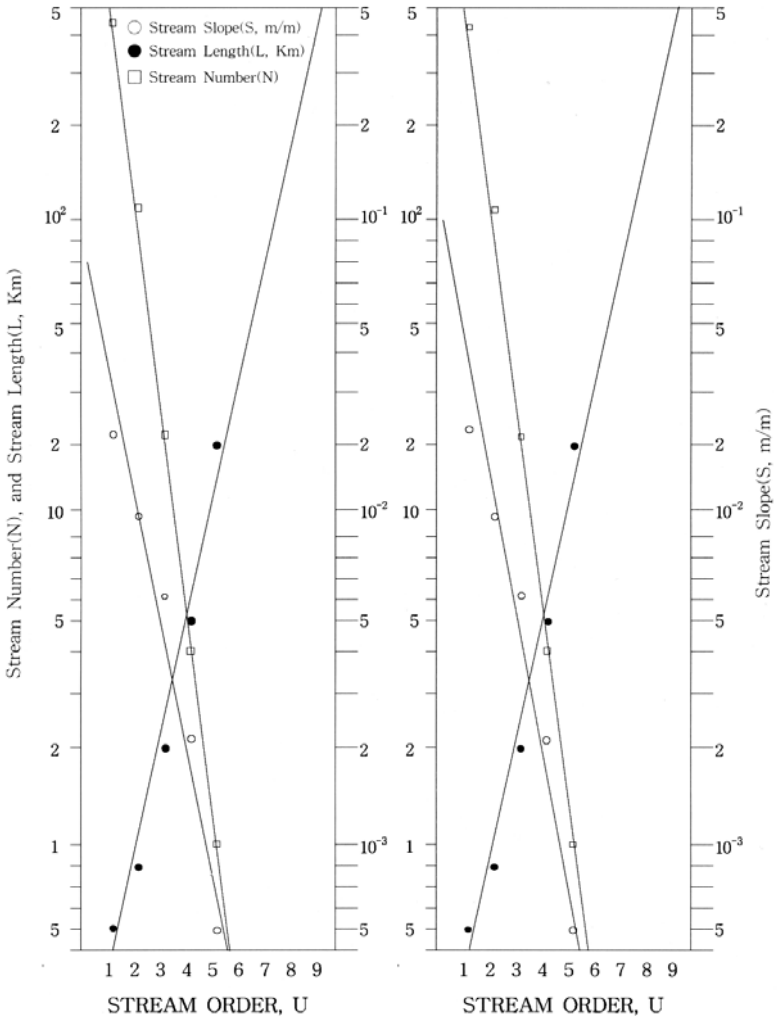
여기서, N_u는 u차하천의 수, L_u는 u차하천의 평균연장, S_u는 u차하천의 평균경사이며, A, B, C, D 및 F는 유역특성에 따라 각각 결정되는 상수이다. 식 (1), (2) 및 (3)은 하천차수가 하천수, 하천의 평균연장 및 하천의 평균경사와 지수함수관계가 있음을 뜻하며 방정식 (1)을 하천수의 법칙(law of stream number), 방정식 (2)를 하천평균연장의 법칙(law of

표 4. 영천댐 유역의 형태학적특성인자 분석 결과

No.	Method	Characteristic Factor	Stream Order 1th	2th	3th	4th	5th
Basin 1	conventional method	N	87	18	5	1	
		L	0.596	1.076	0.840	12.550	•
		S×10^2	21.16	8.53	5.12	1.43	
	GIS technique	N	87	18	5	1	
		L	0.596	1.068	0.886	12.415	•
		S×10^2	21.17	8.59	4.85	1.45	
Basin 2	conventional method	N	137	35	8	3	1
		L	0.446	0.779	1.819	2.967	3.950
		S×10^2	15.92	10.12	5.23	2.71	1.34
	GIS technique	N	137	35	8	3	1
		L	0.449	0.784	1.867	2.932	3.792
		S×10^2	15.81	10.06	5.10	2.74	1.39
Basin 3	conventional method	N	207	51	10		1
		L	0.521	0.722	2.675	•	17.125
		S×10^2	30.51	10.92	7.44		0.42
	GIS technique	N	207	51	10		1
		L	0.522	0.712	2.649	•	17.211
		S×10^2	30.45	11.07	7.51		0.42
Total	conventional method	N	431	104	23	4	1
		L	0.512	0.802	1.978	5.363	21.075
		S×10^2	23.22	9.82	6.35	2.37	0.51
	GIS technique	N	431	104	23	4	1
		L	0.514	0.798	1.989	5.303	21.003
		S×10^2	23.13	9.87	6.31	2.40	0.51

average stream length), 방정식 (3)을 하천평균경사의 법칙(law of average stream slope)이라 한다.

따라서 본 연구대상유역인 영천댐유역의 하천 형태학적 특성 분석을 위하여 Horton의 하천차수를 이용한 하천의 구분결과 표 4와 같이 5차 하천으로 구분할 수 있었으며, 식 (1), (2), (3)과 같은 하천의 3대법칙에 관한 분석을 위하여 국립지리원발행의 지형도를 이용한 기존의 방법과 GIS 시스템을 이용한 하천수, 하천의 평균연장 및 평균경사를 하천의 차수와 상관시켜서 식(1)~(3)의 형태로 유도한 결과 식(4)~(6)과 같으며, 이를 도식화하면 표 4 및 그림 6과 같다.



(a) Conventional method (b) GIS technique

그림 6. 금호강유역의 하천수(*N*), 하천의 연장(*L*, km) 및 하도경사(*S*, m/m) 상관도

$ln\ N = 7.66320 - 1.53900\ u$ ($r = 0.999$): 기존 및 GIS방법 (4)

$ln\ L = -1.89650 + 0.93350\ u$ ($r = 0.985$): 기존의 방법 (5a)

$ln\ L = -1.89310 + 0.93170\ u$ ($r = 0.984$): GIS기법 (5b)

$ln\ S = 4.21050 - 0.90570\ u$ ($r = 0.978$): 기존의 방법 (6a)

$ln\ S = 4.20740 - 0.90420\ u$ ($r = 0.978$): GIS기법 (6b)

식(4)~(6)에서 나타낸 바와 하천수, 하천의 평균연장 및 평균경사는 기존의 방법과 GIS기법에서 모두 97.8%이상의 상관관계가 있는 것으로 검토되었으며, 그림 6에서 나타낸 바와 같이 하천차수와 하천수, 하천연장 및 하천경사와 관계는 거의 직선적인 관계가 있으므로 하천차수개념에 의한 지형의 대법칙이 영천댐 수계에도 적용됨을 나타내 주었으며 이는 영천댐수계도 일정한 규칙성을 가지고 지속적으로 발달하고 있음을 알 수 있었다.

4. 유역의 특성검토

하천의 관리 및 해석을 위한 하천의 특성인자로는 유로연장 하폭, 하상경사, 하천밀도 및 하상계수 등이 있으므로 본 연구에서는 이들 특성인자를 기존의 방법과 GIS기법을 이용하여 조사·분석하였으며, 그 결과 표 5와 같았다.

표 5에서 나타낸 바와 같이 유역의 특성인자에 대한 추출치가는 기존의 방법에 대한 GIS기법의 상대적인 오차로 볼 때 주하도경사와 전체 하도경사의 경우는 10%이상의 오차를 가지고 있으나 지표면경사·유역의 평균폭·유역의 형상계수 및 하천의 밀도는 0~5% 정도의 상대오차를 가지고 있으므로 유역의 특성인자 추출을 위한 GIS기법의 적용가능성이 충분함을 알 수 있었다.

표 5. 영천댐유역의 특성인자 검토결과

Basin	Method	mean slope(m/m)			Basin		
		surface	total stream	main stream	Mean width	Shape factor	Stream density
1	Conventional method	0.372	0.182	0.034	2.799	0.177	1.994
	GIS technique	0.363 (-2.42)	0.162 (-10.99)	0.027 (-20.59)	2.898 (3.54)	0.190 (7.44)	1.989 (-0.25)
2	Conventional method	0.340	0.140	0.042	4.875	0.351	1.711
	GIS technique	0.334 (-1.76)	0.116 (-17.14)	0.028 (-33.33)	5.045 (3.49)	0.375 (6.84)	1.716 (0.29)
3	Conventional method	0.318	0.250	0.030	6.267	0.321	1.543
	GIS technique	0.321 (0.94)	0.102 (-59.2)	0.025 (-16.67)	6.326 (0.94)	0.326 (1.56)	1.535 (-0.92)
Total	Conventional method	0.346	0.201	0.018	7.094	0.215	1.677
	GIS technique	0.331 (-4.34)	0.114 (-43.28)	0.012 (-33.33)	7.172 (1.10)	0.219 (1.86)	1.673 (-0.24)

* 괄호안의 수치는 기존 추출치에 대한 GIS추출치의 상대 오차임(%)

결 론

본 연구에서는 하천유역의 종합적인 물관리에 있어서 중요한 지배요인인 하천의 형태학적 특성을 분석하기 위하여 지리정보시스템을 이용가능성을 제시하였다. 분석에 있어서 금호강유역의 최상류에 위치한 영천댐유역을 대상으로 하여 5도엽의 1:25,000 지형도를 기본도로 하여 EARI사의 Arc/Info(UNIX) GIS 시스템을 이용하였으며, 분석결과를 기존에 사용되던 방법인 digital planimeter를 이용한 분석결과와 비교·검토하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

먼저, 영천댐 유역의 지질학적 발달과정을 검토하기 위하여 백분율 면적고도곡선(hypsometric curve)을 분석한 결과 본 연구 대상유역은 장년기를 거쳐 노년기로 진행중인 하천유역임을 알 수 있었다.

다음으로, 하천의 차수개념에 의한 지형의 3대 법칙(하천의 차수·평균연장·평균경사의 법칙)을 영천댐유역에 적용한 결과 일정한 규칙성을 가지고 발달되어 있음을 알 수 있었다.

또한, 유역의 특성인자에 대한 검토결과, 기존의 방법에 대한 GIS기법의 상대적인 오차로 볼 때 주하도경사와 전체 하도경사의 경우는 10%이상의 오차를 가지고 있으나 지표면경사·유역의 평균폭·유역의 형상계수 및 하천의 밀도는 0~5% 정도의 상대오차를 가지고 있으므로 유역의 특성인자 추출을 위한 GIS기법의 적용가능성이 충분함을 알 수 있었다.

마지막으로, GIS기법을 이용한 유역의 형태학적특성인자 분석결과를 기존의 방법을 이용한 분석결과와 비교한 결과 GIS기법의 적용을 위한 지형속성자료의 구축에 많은 시간이 요구되나 자료의 관리와 이용측면에서 적용 가능성이 충분함을 알 수 있었다.

또한, 수자원 관리 및 효과적인 지형특성분석을 위하여 지형관련 연구와 병행한 지속적인 연구를 수행하므로서 유역의 방향성에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. KAGIS

참고문헌

김홍태, 최현, 최철웅, 강인준. 1998. 합천댐유역의 Horton수계망 형성과 지형적 특성에 관한 연구. 대한토목학회 학술발표회 논문집:230~235.

안상진, 윤용남, 강관원. 1982. 유역의 하천형태학적 특성과 수리기하학적 특성과의 상관성. 대한토목학회지 2(1):1~17.

이증석, 조명희, 안승섭. 1995. 하천유역의 유역특성인자 분석을 위한 위성 영상과 GIS의 응용에 관한 연구. 대한토목학회 학술발표회 논문집(Ⅲ):149~152.

조명희, 안승섭(1998). 위성영상과 GIS를 이용한 하천유역의 유역특성인자 추출에 관한 연구. 한국지역지리학회지 4(1):121~134.

최철웅. 1999. 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구. 부산대학교 대학원 박사학위논문.

Bras,R.L. 1990. Hydrology : An Introduction to Hydrologic Science, Addision-Wesley Publishing Company, pp.569~571.

ESRI. Using grid with arc/info-rev 6.1.

Horton, R.E. 1932. Drainage Basin Characteristics. Trans. Amer. Geoph. Union. Vol.13, pp.350~361.

Horton, R.E. 1945. Erosional Development of Stream and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Bull. Geol. Soc. of Amer.. Vol.56, pp.275~375.

Kienzle, S.W. 1996. Using DTMs and GIS to Define Input Variables for Hydrological and Geomorphological Analysis. IAHS Publication No.235, p.187.

Strahler, A.N. 1954. Statistical analysis in

geomorphic research. Journal of Geology 61:1~25.

Shreve, R.L. 1966. Statistical law of stream number. Journal of Geology 74(1):17~37.

Yang, C.T. and J.B.Stall. 1971. Note on the map scale effect in the study of stream morphology. Water Resources Research 7(3):766~712.