

수문학적 토양군의 분류기준에 따른 SCS CN 및 유출변화특성에 관한 연구

안 승 섭·박 노 삼*·고 수 현**·송 인 렬***
경일대학교 건설정보공학과, 경일대학교 토목공학과*,
상주대학교 환경공학과**, 경일대학교 대학원***
(2006년 3월 7일 접수; 2006년 6월 8일 채택)

Study on SCS CN Estimation and Flood Flow Characteristics According to the Classification Criteria of Hydrologic Soil Groups

Seung-Seop Ahn, Ro-Sam Park*, Soo-Hyun Ko**, In-Ryeol Song***

Department of Construction and Geoinformatics Engineering, Kyungil University, Gyeongbuk 712-701, Korea

*Department of Civil Engineering, Kyungil University, Gyeongbuk 712-701, Korea

**Department of Civil Engineerin, Sangju National University, Gyeongbuk 742-711, Korea

***Graduate School, Kyungil University, Gyeongbuk 712-701, Korea

(Manuscript received 7 March, 2006; accepted 8 June, 2006)

In this study, CN value was estimated by using detailed soil map and land cover characteristic against upper basin of Kumho watermark located on the upper basin of Kumho river and the hydrologic morphological characteristic factors were extracted from the basin by using the DEM document. Also the runoff analysis was conducted by the WMS model in order to study how the assumed CN value affects the runoff characteristic.

First of all, as a result of studying the soil type in this study area, mostly D type soil was identified by the application of the 1987 classification criteria. However, by that in 1995, B type soil and C type soil were distributed more widely in that area. When CN value was classified by the 1995 classification criteria, it was estimated lower than in 1987, as a result of comparing the estimated CNs by those standars. Also it was assumed that CN value was underestimated when the plan for Geum-ho river maintenance was drawn up.

As a result of the analysis of runoff characteristic, the pattern of generation of the classification criteria of soil groups appeared to be similar, but in the case of the application of the classification criteria in 1995, the peak rate of runoff was found to be smaller on the whole than in the case of the application of the classification criteria in 1987.

Also when the statistical data such as the prediction errors, the mean squared errors, the coefficient of determination and other data emerging from the analysis, was looked over in total, it seemed appropriate to apply the 1995 classification criteria when hydrological soil classification group was applied. As the result of this study, however, the difference of the result of the statistical dat was somewhat small. In future study, it is necessary to follow up evidence about soil application in many more watersheds and in heavy rain.

Key Words : SCS CN, Flood Flow, Hydrologic Soil Groups, DEM

Corresponding Author : In-Ryeol Song, Graduate School,
Kyeongil University, Gyeongbuk 712-701, Korea
Phone: +82-53-850-7316
E-mail: songir@empal.com

1. 서 론

실제 현상에 근접한 하천유역의 강우-유출해석 모형의 개발과 분석을 위해서 사용되는 유역의 지형공간특성자료와 수문학적특성 자료의 정확한 추

출과 모델 매개변수의 다양한 정보를 활용하기 위한 노력이 계속되고 있다. 지금까지 유역의 수문학적 분석을 위하여 사용되어온 자료추출방법들이 유역의 시간적·공간적 변화를 강우-유출해석모형 구축에 효과적으로 이용하는데 많은 문제점이 있다.

하천유역으로부터의 유출특성은 유역의 지형공간특성인자(physiographic factor)와 기상학적특성인자(climatic factor)에 따라서 상이하게 나타나므로 수문 관측시설이 미비한 미계측 하천의 홍수량 산정은 예측하기 어려운 일이다. 해당 유역에 강우가 발생하면 토양의 종류, 토지이용상태, 토지피복상태 등에 따라 흐르는 직접 유출량이 결정되는데, 이 유출의 시간적 분포는 유역면적의 크기, 유역형상, 하천의 상황 등과 같은 지상학적 특성과 강우 발생특성에 따라 결정된다.

하천유역에서 발생하는 홍수유출현상에 대한 예측을 위해서는 신뢰성 있는 기상예보는 물론 유역의 지형공간특성인자에 대한 정확한 분석이 반드시 필요하다. 특히 유역내의 토양 및 토지이용특성은 침투, 토양침식, 증발산 등에 영향을 주는 중요한 인자로서 물리적 매개변수를 기초로 하는 수문학적모형은 토지이용이나 이와 관련된 매개변수를 사용하고 있다. 그러나 지금까지 하천유역의 수문학적 분석에 있어서 하천유역의 홍수발생에 큰 영향을 미치는 토지피복상태를 조사하는 방법으로는 측량 및 현지답사를 통한 직접적인 방법과 수치지도·항공사진·위성영상 등의 보조자료를 이용한 간접적인 방법이 있다. 일반적으로 최근에는 지리정보시스템과 위성영상을 이용한 유역의 토지피복상태를 분석하여 그 결과를 하천유역의 홍수유출 해석 및 유역관리에 적용하고자 하는 연구가 진행되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 유역의 GIS를 이용하여 추출된 수치지형(Digital Elevation Model, DEM)자료를 WMS모형에 Import시켜 유역의 수문학적 지형특성인자들을 추출하였다. SCS 유출곡선지수(CN)산정은 환경부에서 제공하는 토지피복도와 농촌진흥청 농업과학기술원에서 제공하는 정밀토양도를 이용하여 국내에서 기 연구된 토양군의 분류방법에 따른 유역의 유출곡선지수를 결정하여 유출량 해석을 실시하였으며, 분석된 CN의 적합성 검토 및 결과의 비교를 위하여 WMS모형을 이용하였다.

2. 지형공간특성자료의 구축

본 연구에서는 지형공간특성자료를 이용한 유출 해석을 위하여 WMS모형을 이용하였으며 이를 위하여 유역의 지형자료와 토지피복도, 토양도를 이용하였다.

2.1. 수치고도자료(DEM)구축

본 연구에서는 대상유역에 해당하는 국립지리원 발행 수치지도를 GIS Tool인 ArcView Software를 이용하여 수치고도자료(DEM)을 추출하였다. DEM을 생성하기 위해서 벡터형식(Vector type)의 데이터를 래스터형식(Grid type)의 데이터로 변환하는 작업은 ArcView를 이용하였다. 생성된 래스터 형식의 Grid file은 WMS(ver 6.1)에서 호환이 안 되므로 래스터 형식의 ASCII file로 Export시킨 후 WMS에서 Import하는 방식을 취하였다.

2.2. 수문학적 토양군의 분류기준

하천유역에 발생한 강우유출 해석에 있어서 토양종별 특성은 매우 중요한 인자이다. 지금까지 우리나라 토양에 대한 수문학적 현황을 객관적으로 평가할 수 있는 토양군의 분류에 대한 연구는 허기술 등(1987)¹⁾에 의해 처음으로 연구된 이래로 정정화 등(1995)²⁾에 의해 수정보완된 연구가 있었으나 이들 분류 방법의 검정을 위한 유출해석에 관한 연구는 크게 많지 않았다. USDA SCS기준에 의하면 토양종별특성은 4개의 군으로 분류하고 있으며 우리나라에서는 정밀토양도를 수문학적 토양군으로 분류할 때 이 분류기준을 그대로 응용하고 있다.

허기술 등(1987)의 연구에서는 이러한 내용에 근거하여 토양의 성질, 심도, 배수, 팽창, 유기물의 함량 등에 대한 기준을 정량적으로 비교·검토하여 정밀토양도상의 토양종을 SCS의 수문학적 토양군으로 재분류하여 제안한 바 있다. 이 분류에 따르면 우리나라의 경우 A군이 41개통, B군이 87개통, C군이 142개통, D군이 105개통으로 분류되었다.

그 후 정정화 등(1995)²⁾은 우리나라에 분포된 것으로 조사된 전국의 378개 토양종을 대상으로 토성, 배수등급, 투수성, 투수저해토층의 유무 및 출현 깊이, 지하수위 등의 침투수량을 지배하는 요인들을 적용하여 Table 1과 같은 기준에 따라서 A, B, C, D 등 4개의 수문군으로 분류하였다.

Table. 1에서 A군은 USDA의 정의에서와 같이 습윤상태에서 침투율이 빠르고 토심이 깊으며 배수가 상대적으로 양호한 조립질 토양들로서 유출율이 낮은 토양들인 반면에 D군은 유출율이 높은 토양이다. 토양의 수축과 팽창을 고려하지 않은 것은 우리나라 토양의 주 점토광물이 비팽창성인 Kaoline계 이므로 투수가 점토의 절대함량이나 불투수층, 지하수위 등에 지배되고 있기 때문이다. 여기서, 불투수층이라 함은 Table 2에서 나타낸 바와 같이 경반층(Hard pan), 모암층(Parent rock), 점토층(Clayey layer) 및 논토양의 쟁기바닥층(서상층:Plow sole), 지하수위 (Groud water table)등

Table 1. Classification criteria of hydrologic soil groups in Korean Soil(J. H. Jung, etal. 1995)

Soil characteristics	Marks denoted according to soil characteristics			
	4	3	2	1
Textural family	Sandy(skeletal) Loamy sk.(coarse)	Co. loamy Co. silty Vol. ashes	Fine loamy Loamy sk. (fine)	Fine silty Clayey(F&VF)
Drainage classes	Somewhat excess.	Mod. well	Imperfectly	Poorly
Permeability(cm/hour)	Very Rapid, Rapid(>12.0)	Mod. rapid(12~6.0)	Mod. M. slow(6.0~0.5)	Slow, v.slow(<0.5)
Impermeable layer appeared(cm)	None exist	100~50	50~25	Within 25
Hydrologic groups divided	A (>13)	B (12~11)	C (10~8)	D (<7)

Table 2. Kind and definitions of the impermeable layers(J. H. Jung etal. 1995)

Kinds	Definitions
Hard pan	Planosollike soil(e. g. Bugog, Jangweon, Pogog, Yeongog etc.)were assumed to have hard-pans within 25cm of the profile.
Parent rock	Assumed having impermeable layer within 25cm from the surface when the "R"layer appear within 50cm of the soil profile.
Clayey layer	from the layer that contain more than 35% of clay fraction(<2 μ).
Plow sole	Assumed to have the layer at 25~50cm in paddy soil except sandy(skeletal), coarse silty soils.
Ground water	Poorly drained Soils are assumed to have impermeable layer within 25cm from the surface(therefore mark 1).

을 의미한다. 이 기준을 이용하여 우리나라의 수문학적 토양군을 분류한 결과 우리나라의 경우 A군이 83개통, B군이 102개통, C군이 77개통, D군이 116개통으로 분류되었다.

3. 분석 및 고찰

3.1. 대상구역의 개요

본 연구는 WMS를 이용한 하천구역의 홍수유출 해석을 위하여 금호강 최상류로부터 금호수위관측소까지의 유역을 대상으로 선정하였다(Fig. 1). 연구대상 유역은 유역면적 920.834km²이며 금호강 전 유역면적 2,087.9km²의 약 44.1% 정도, 유로연장은 64.454km로 금호강 전 유로연장 114.6km의 약 56.24%에 해당된다. 동경 128°41' ~ 129°13', 북위 35°49' ~ 36°15' 사이에 위치하고 있다.

3.2. 자료의 구축

본 연구에서는 지형공간특성자료를 이용한 CN 산정 및 유출해석을 위하여 유역의 지형자료(국립지리원 수치지도, 1/25,000)와 토지피복도(환경부 토지피복지도, 중분류, 1/25,000), 토양도(농촌진흥청 농업과학기술원, 1/25,000)를 이용하여 공간특성 자료를 구축하였다.

3.2.1. DEM의 생성

먼저, 본 연구에서는 대상유역에 해당하는 국립지리원발행의 1:25,000 수치지도 16도엽을 ArcView를 이용하여 수치고도자료(DEM)을 생성하였다. 생성된 수치고도자료를 WMS를 이용하여 유역의 공간자료를 수집하였으며, 하천의 분기형태는 Fig. 2와 같다.

3.2.2. 토지 피복지도 관련데이터 구축

환경부에서는 Landsat TM영상을 이용하여 1/50,000 및 1/25,000 토지피복도를 구축하여 학술 연

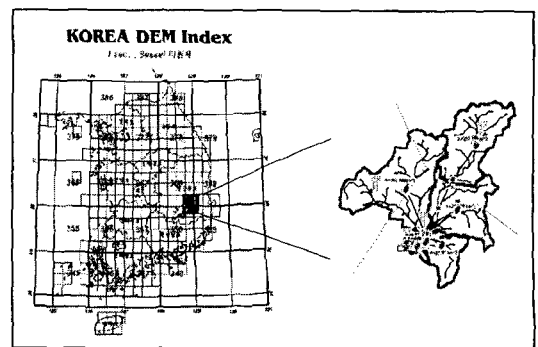
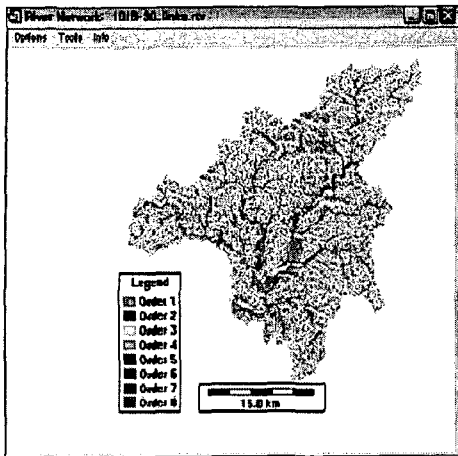
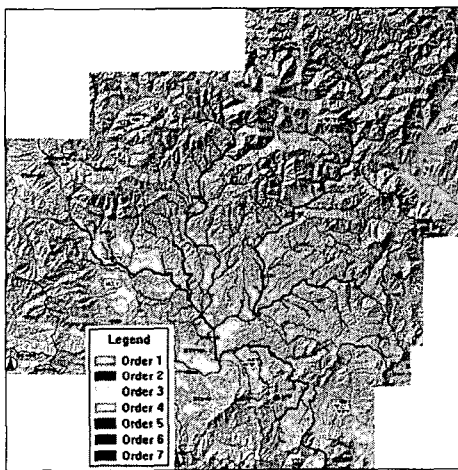


Fig. 1. Map of study area.



(a) Grid network size(30m×30m)



(b) Actual stream

Fig. 2. Stream order distribution.

구용으로 제공하고 있다. 본 연구에서 사용된 환경부 제공 토지피복분류도(중분류)는 토지이용의 피복상태를 23개 항목으로 구분하여 Geo-Tiffgdutlr의 Raster data로 보급하고 있으며, 국립지리원의 토지이용현황도는 38개 항목으로 구분하여 벡터자료로 구축되어 보급하고 있는 자료를 이용하였다.

본 연구에서는 토지의 이용상황을 피복상태에 따라 23개 항목으로 분류한 환경부 토지피복분류도(중분류)를 사용하여 수문분석을 위한 토지이용도관련 데이터를 구축하였으며 그 결과 Table 3과 Table 4와 같다.

3.2.3. 토양도 관련데이터 구축

본 연구에서는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 전산화 사업을 통해 구축된 Vector Type의 정밀토양도를 이용하였으며 토양분류방법은 미국 농림부(U.S. Department of Agriculture)의 Soil Survey Manual에 기초를 두고 있다. 따라서 SCS의 수문

토양군에 관한 분류기준은 한국에서도 그 기준설정이 가능하다. 즉, SCS의 수문토양군에 관한 정의에 입각하여 농촌진흥청에서 분류한 한국토양(통)을 수문토양군별로 배열하는 방법으로 분류할 수 있다(정정화 등, 1995).

Table 3. Present conditions of land cover characteristic in study area

Land Use or Cover	Classification	Classification
	Criteria in 1987 (Area, km ²)	Criteria in 1995 (Area, km ²)
Residential Area	16.976	16.986
Industrial Area	2.891	2.891
Commercial Area	1.330	1.329
Recreational Facilities Area	0.026	0.026
Traffic Area	5.497	5.496
Public Facilities Area	2.049	2.050
Paddy	75.758	75.760
Farm	62.463	62.463
House Cultural Land	1.066	1.067
Orchard	52.053	52.053
The rest Cultural Land	1.828	1.828
Broad-leaved Forest	112.836	112.836
Coniferous Forest	283.553	283.733
Mixed Forest	244.125	260.309
Natural Grassland	17.384	1.010
Golf Course	0.050	0.050
The rest Grassland	5.223	5.222
Inland Moor	7.161	7.160
Shore Moor	0.000	0.000
Mining Area	0.315	0.315
The rest Eroded Land	10.115	10.115
Inland Water	18.135	18.135
Offshore Water	0.000	0.000
Total	920.834	920.834

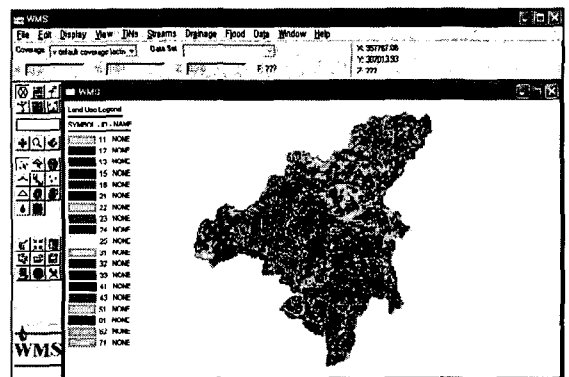


Fig. 3. Land Cover characteristic map of study area imported from WMS.

수문학적 토양군의 분류기준에 따른 SCS CN 및 유출변화특성에 관한 연구

Table 4. Area under soil groups of classification criteria

Classification	Land Use or Cover	A Type (km ²)	B Type (km ²)	C Type (km ²)	D Type (km ²)	None (km ²)	Total (km ²)
Classification Criteria in 1987	Residential Area	2.013	1.680	6.239	5.915	1.129	16.976
	Industrial Area	0.199	0.048	1.158	1.436	0.050	2.891
	Commercial Area	0.113	0.069	0.269	0.832	0.047	1.330
	Recreational Facilities Area	0.001	0.004	0.009	0.012	0.000	0.026
	Traffic Area	0.408	0.453	1.711	2.452	0.473	5.497
	Public Facilities Area	0.057	0.099	0.570	1.282	0.041	2.049
	Paddy	4.897	7.512	38.465	21.573	3.311	75.758
	Farm	2.523	8.343	25.581	22.436	3.580	62.463
	House Cultural Land	0.366	0.359	0.273	0.065	0.003	1.066
	Orchard	10.429	4.761	15.841	14.781	6.241	52.053
	The rest Cultural Land	0.275	0.123	0.759	0.554	0.117	1.828
	Broad-leaved Forest	8.110	14.773	1.815	87.818	0.320	112.836
	Coniferous Forest	16.320	28.666	33.171	203.725	1.671	283.553
	Mixed Forest	0.221	14.235	22.969	205.434	1.266	244.125
	Natural Grassland	16.405	0.100	0.311	0.472	0.096	17.384
	Golf Course	-	-	0.027	0.023	-	0.050
	The rest Grassland	0.069	0.085	1.664	3.309	0.096	5.223
	Inland Moor	0.620	0.338	0.760	0.363	5.080	7.161
	Shore Moor	-	-	-	-	-	0
	Mining Area	-	0.066	0.027	0.207	0.015	0.315
	The rest Eroded Land	0.620	0.592	2.163	3.609	3.131	10.115
	Inland Water	0.834	1.699	6.718	1.470	7.414	18.135
	Offshore Water	-	-	-	-	-	0
Classification Criteria in 1995	Residential Area	16.986	-	-	-	-	16.986
	Industrial Area	-	-	-	2.891	-	2.891
	Commercial Area	-	-	-	1.329	-	1.329
	Recreational Facilities Area	-	0.026	-	-	-	0.026
	Traffic Area	-	-	-	5.496	-	5.496
	Public Facilities Area	-	-	2.050	-	-	2.050
	Paddy	-	-	-	-	75.760	75.760
	Farm	-	62.463	-	-	-	62.463
	House Cultural Land	-	-	-	1.067	-	1.067
	Orchard	-	-	-	52.053	-	52.053
	The rest Cultural Land	1.828	-	-	-	-	1.828
	Broad-leaved Forest	-	-	112.836	-	-	112.836
	Coniferous Forest	-	283.733	-	-	-	283.733
	Mixed Forest	-	260.309	-	-	-	260.309
	Natural Grassland	-	1.010	-	-	-	1.010
	Golf Course	-	0.050	-	-	-	0.050
	The rest Grassland	-	5.222	-	-	-	5.222
	Inland Moor	7.160	-	-	-	-	7.160
	Shore Moor	-	-	-	-	-	0
	Mining Area	-	-	0.315	-	-	0.315
	The rest Eroded Land	10.115	-	-	-	-	10.115
	Inland Water	-	-	18.135	-	-	18.135
	Offshore Water	-	-	-	-	-	0

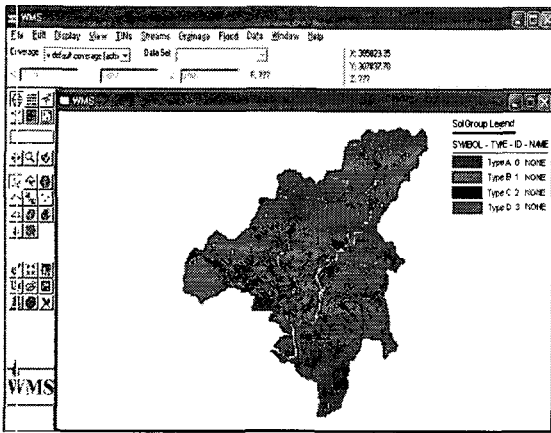
본 연구에서는 1987년 허기술 등의 분류기준과 1995년 정정화 등의 분류기준을 이용하여 본 연구 대상구역의 수문학적 토양군을 USDA SCS의 분류기준에 의하여 4개의 토양형(A, B, C, D)로 재분류하여 WMS에서 이용하였으며, 그 결과 WMS에서 Import된 대상구역의 토양도는 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 나타낸 바와 같이 본 연구대상구역내의 토양은 87년분류기준에 의하면 D형이 대부분이었으나 95년분류기준에 의하면 B형과 C형이 훨씬 넓게 분포된 것으로 검토되었다.

3.2.4. 구역의 지형학적 자료 추출 및 CN산출

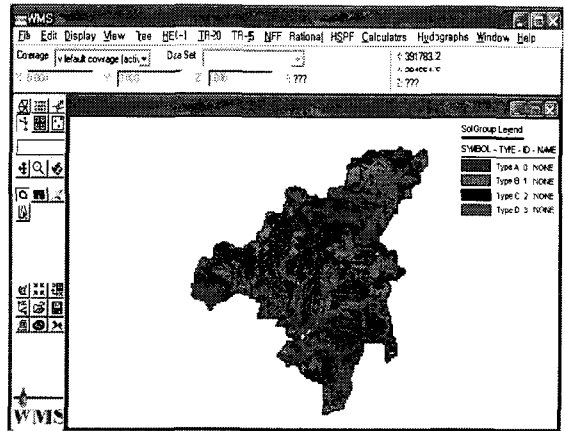
본 연구에서는 WMS의 DEM Module을 이용하여 하천망을 생성하여 구역분할을 수행하였다. WMS에서 기 작성된 수치지도로부터 하천망 및 구역경계를 추출하는 방법은 WMS의 TIN Module 과 DEM Module 등에서 작성할 수 있다. 본 연구

에서는 1:25,000 축척의 수치지형도로부터 래스터 형식의 데이터로 작성된 유역 전체의 DEM file을 이용하여 하천망을 작성하였다.

WMS모형에서는 격자의 흐름방향을 결정하기 위하여 TOPAZ(TOpographic PArameterZation) Moduel을 이용하고 있다. TOPAZ Moduel은 DEM에서 오류를 수정하기 위해 3×3의 격자를 포함하는 window를 움직이면서 9개 격자의 값을 이용한 내삽법에 의해 격자 하나의 새로운 값을 얻게 된다. 또한 흐름방향의 결정은 3×3 window에서 가운데 점을 중심으로 하는 8개 방위의 각 격자 중 경사가 가장 급한 곳으로 흐름이 발생한다고 가정하는 8방위법을 사용하고 있다. 출구점 부분의 흐름 방향에 대하여 검토한 결과 Fig. 5와 같고 구역내의 누적흐름을 계산하여 최소누적흐름의 최소하천 임계면적 0.2km²으로 하여 대상구역의 하천망을 형



(a) Classification criteria in 1987



(b) Classification criteria in 1995

Fig. 4. SCS soil map of area converted into SCS classification criteria.

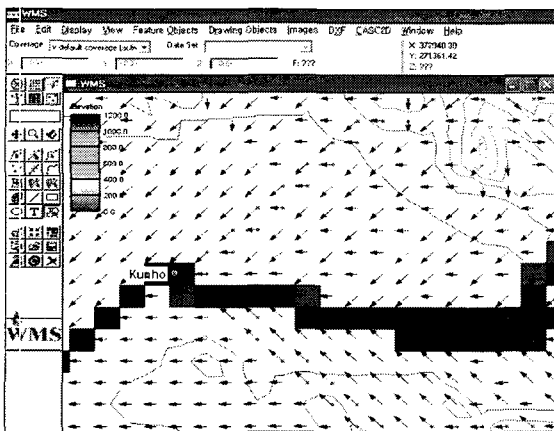


Fig. 5. Extraction of watersheds flow direction(a part of exit point).

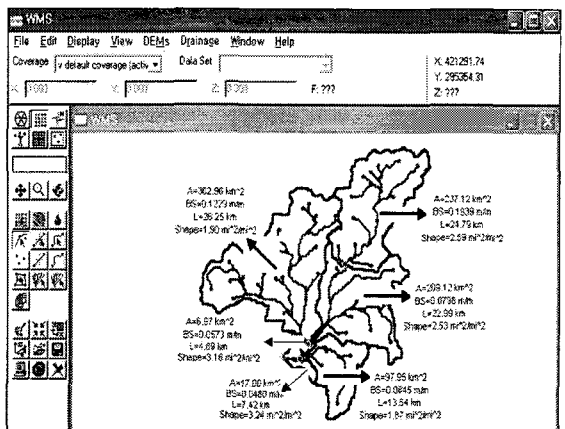


Fig. 6. Results of extraction of morphological characteristic factors extracted at WMS.

수문학적 토양군의 분류기준에 따른 SCS CN 및 유출변화특성에 관한 연구

Table 5. Results of extraction of morphological characteristic factors extracted at WMS

Morphological Characteristic	Unit	Young Chun Dam	Before Confluence in Sin Ryung-Chun	Sin Ryung-Chun	Before Confluence in Buk An-Chun	Buk An-Chun	Kumho Watermark	Total Area
A	km ²	237.12	209.12	362.96	97.95	6.97	17.00	931.12
BS	m/m	0.1939	0.0798	0.1229	0.0845	0.0573	0.0480	0.1260
L	km	24.79	22.99	26.25	13.54	4.69	7.42	44.43
P	km	100.84	107.04	132.19	62.09	21.96	28.19	246.97
Sin AVEL	km/km	1.06	1.09	1.20	1.40	0.63	0.52	1.07
MFD	m	402.10	190.42	275.13	169.59	104.19	98.79	272.80
MFS	km	30.16	28.64	35.13	8.45	7.43	22.38	54.54
MSL	m/m	0.0166	0.0211	0.0261	0.0237	0.0201	0.0437	0.0110
MSS	km	26.22	25.01	31.50	18.90	2.94	3.82	47.56
TOSTR	m/m	0.0090	0.0063	0.0099	0.0054	0.0017	0.0011	0.0049
CSD	km	0	0.92	1.94	1.69	1.37	0.35	1.09
CSS	km	14.37	12.52	13.94	12.72	2.27	3.33	20.26
CSS	m/m	0.0035	0.0032	0.0029	0.0035	0.0022	0.0003	0.0025

Table 6. Results of CN value under AMC condition

The Locality	AMC-I			AMC-II			AMC-III		
	Classification in 1987	Classification in 1995	Kumho River	Classification in 1987	Classification in 1995	Kumho River	Classification in 1987	Classification in 1995	Kumho River
Young Chun-Dam Upstream	63	57	-	80	76	-	90	88	-
Sin Ryung-Chun Confluence	63	60	45	80	78	66	90	89	82
Sin Ryung-Chun	64	58	-	81	77	-	91	89	-
Before Confluence in Buk An-Chun	67	56	45	83	75	66	92	87	82
Buk An-Chun	63	61	-	80	79	-	90	90	-
Kumho Watermark	60	60	45	78	78	66	89	89	82

주) 금호강 : 금호강하천정비기본계획보고서, 건설교통부, 1997.11.

Table 7. Selected storm events for model run test

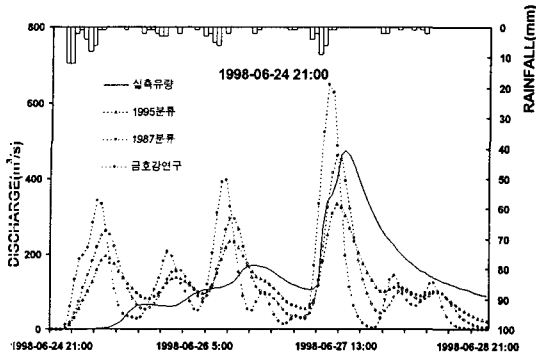
Storm event	Date	Rainfall duration(hr)	Total rainfall (mm)	Antecedent precipitation rainfall during 5 days(mm)
1	98. 6. 24. 21:00 ~ 6. 28. 23:00	98	118	0
2	99. 8. 3. 05:00 ~ 8. 6. 04:00	71	75	71
3	99. 9. 22. 03:00 ~ 9. 25. 00:00	69	152	165
4	02. 8. 7. 19:00 ~ 8. 11. 23:00	100	214	24
5	03. 7. 6. 11:00 ~ 7. 11. 02:00	98	191	87
6	03. 8. 18. 09:00 ~ 8. 20. 23:00	65	132	5
7	03. 9. 11. 20:00 ~ 9. 15. 06:00	82	231	43

성하였다.

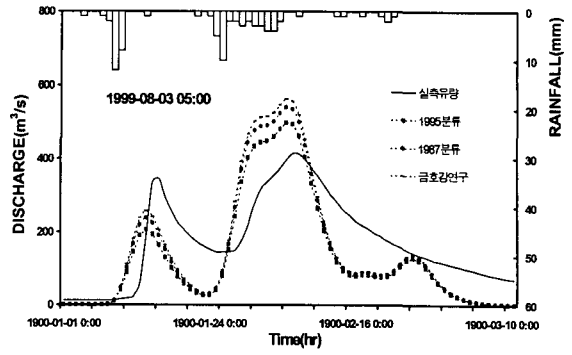
유역경계의 추출은 작성된 하천망으로부터 연구 대상 하천망을 설정하여 출구점을 하천망에 지정하면 출구점을 기준으로 한 유역의 경계가 자동으로 추출된다. 결정된 유역에 대하여 분할하고자 원하는 소유역에 해당하는 지류의 출구점을 선택하

면 소유역 분할이 이루어진다. 각각의 소유역에 대하여 수문해석에 필요한 여러 가지 지형학적 특성인자 결과는 Table 5와 같다.

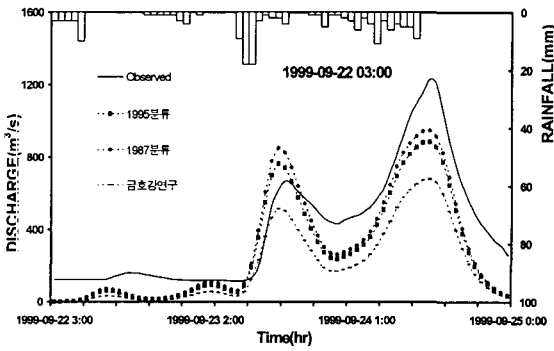
유출곡선지수(CN)를 산정하기 위해서는 유역의 지형자료와 SCS분류기준에 의해 4개의 수문학적 토양군(A, B, C, D Type)으로 재분류한 토양도, 토



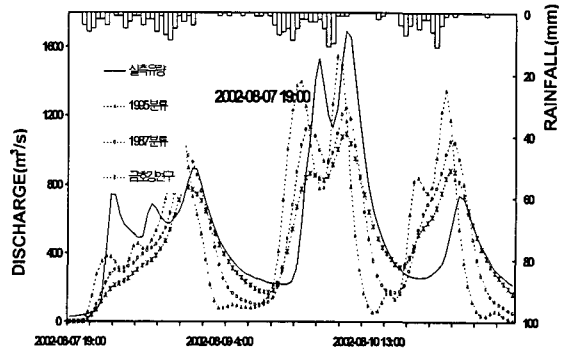
(a) Storm 1(1998-06-24)



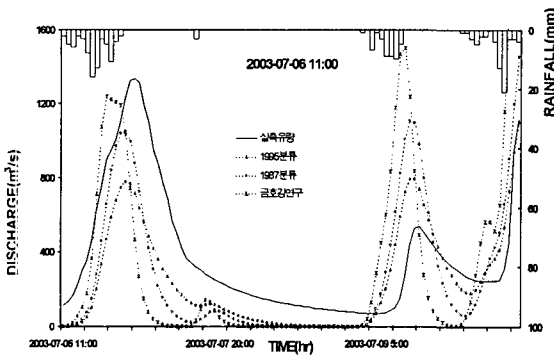
(b) Storm 2(1999-08-03)



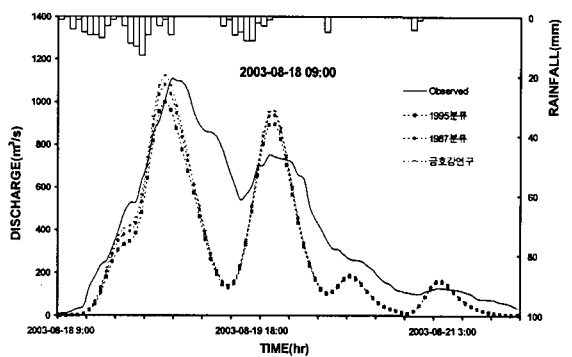
(c) Storm 3(1999-09-22)



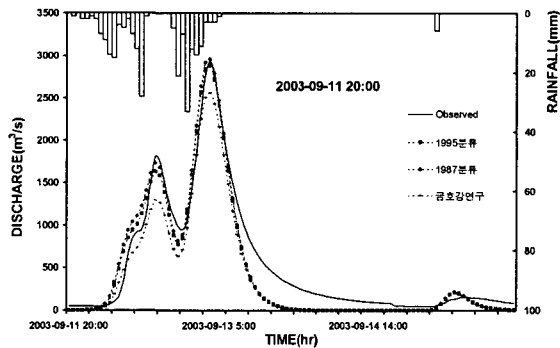
(d) Storm 4(2002-08-07)



(e) Storm 5(2003-07-06)



(f) Storm 6(2003-08-18)



(g) Storm 7(2003-09-11)

Fig. 7. Statistical analysis results of flood runoff characteristic.

지이용도가 필요하며 공간 DB자료를 WMS에 입력하여 CN을 결정하였으며 대상구역의 유출곡선 지수 산출결과는 Table 6과 같다.

3.3. 홍수유출해석

본 연구에서는 계산된 구역의 수문학적 특성인자를 이용하여 WMS HEC-1의 입력자료를 구성하였으며, 모형의 적용에 있어서는 Table 7과 같이 1998년부터 2003년까지 구역내에서 발생한 7개의 주요호우 사상을 이용하였다.

주요호우사상의 홍수유출특성 비교를 위해 토양 분류형별 87년 분류와 95년 분류 및 금호강 하천정비기본계획 당시 사용된 값을 이용한 유출분석결과에 대하여 비교분석한 결과 Fig. 7과 같이 토양형 분류기준에 따른 유출수문곡선의 발생패턴은 유사하게 나타났으나 95년 토양형 분류기준에 의한 경우에 87년 분류기준을 적용할 경우 보다 첨두 유출량이 다소 작게 검토되었다.

본 연구에서 WMS 모형을 이용하여 모의한 유출량에 대한 통계적 검증 결과를 볼 때 Table. 8과 같이, 설정된 방법에 대한 예측오차의 평균오차(MEF)는 호우사상에 따라 상이하기는 하나 87년기준, 95년기준 및 금호강연구 방법에서 각각 14.183~138.500m³/s, 1.082~119.950m³/s 및 -71.959~

203.128m³/s의 범위로서 분석 검토되었다. 또한 평균제곱오차평균(RMSE)의 경우 87년기준, 95년기준 및 금호강연구 방법에서 각각 102.314~301.207m³/s, 106.626~297.639m³/s 및 110.500~296.779m³/s의 범위로서 분석 검토되었으며, 결정계수(R²)의 경우 87년기준, 95년기준 및 금호강연구 방법에서 각각 0.677~0.976, 0.677~0.974 및 0.699~0.979의 범위로서 분석 검토되었다. 그리고 모형의 관측 첨두 홍수량에 대한 예측 첨두 홍수량 백분율(Q_{max})은 87년기준, 95년기준 및 금호강연구 방법에서 각각 68.337~148.910%, 73.467~161.985% 및 91.156~221.776%의 범위로서 분석 검토되어 대체적으로 95년기준의방법이 가장 우수함을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 금호강 상류 금호수위표지점 상류구역에 대한 정밀토양도와 토지피복지도를 이용하여 CN값을 산정하고 DEM자료를 이용하여 구역의 수문학적 지형특성인자들을 추출하였으며, 추정된 CN값이 유출특성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 WMS모형을 이용한 유출해석을 실시하였다.

먼저, 본 연구대상구역내의 토양형을 검토한 결

Table 8. Statistical analysis results of simulation flood outflow characteristic

Storm	Model	MEF(m ³ /s)	RMSE(m ³ /s)	R ²	Q _{max} (%)
98. 6. 24. 21:00 ~ 6. 28. 23:00	Classification Criteria in 1987	14.183	111.928	0.769	131.078
	Classification Criteria in 1995	1.082	118.013	0.847	157.717
	Kumho river Study	-71.959	189.200	0.924	221.776
99. 8. 3. 05:00 ~ 8. 6. 04:00	Classification Criteria in 1987	41.776	102.314	0.770	148.910
	Classification Criteria in 1995	28.706	106.626	0.778	161.985
	Kumho river Study	21.567	110.500	0.776	200.484
99. 9. 22. 03:00 ~ 9. 25. 00:00	Classification Criteria in 1987	125.100	170.459	0.932	100.081
	Classification Criteria in 1995	99.185	157.150	0.924	127.597
	Kumho river Study	203.128	242.058	0.953	190.747
02. 8. 7. 19:00 ~ 8. 11. 23:00	Classification Criteria in 1987	59.030	214.476	0.846	68.337
	Classification Criteria in 1995	46.505	208.727	0.851	73.467
	Kumho river Study	106.313	240.994	0.825	91.156
03. 7. 6. 11:00 ~ 7. 10. 03:00	Classification Criteria in 1987	130.584	301.207	0.677	90.112
	Classification Criteria in 1995	114.213	297.639	0.672	110.936
	Kumho river Study	105.607	296.779	0.699	136.779
03. 8. 18. 09:00 ~ 8. 20. 23:00	Classification Criteria in 1987	138.500	216.107	0.862	100.995
	Classification Criteria in 1995	119.950	205.568	0.864	121.086
	Kumho river Study	110.488	202.116	0.864	161.357
03. 9. 11. 20:00 ~ 9. 15. 06:00	Classification Criteria in 1987	85.525	182.654	0.976	91.925
	Classification Criteria in 1995	64.919	189.112	0.974	106.780
	Kumho river Study	156.606	219.359	0.979	134.310

과 87년 분류기준에 의하면 D Type이 대부분이었으나 95년 분류기준에 의하면 B Type과 C Type이 훨씬 넓게 분포된 것으로 검토되었다.

또한 이들 분류기준에 의해 산정된 CN값을 비교한 결과 95년기준에 의하여 분류할 경우 87년분류에 의한 CN값보다 낮게 산정되었으며, 금호강 하천정비기본계획당시의 CN은 과소하게 추정된 것으로 추정된다.

유출특성분석결과 토양형 분류기준에 따른 유출수문곡선의 발생패턴은 유사하게 나타났으나 95년 토양형 분류기준에 의할 경우에 87년 분류기준을 적용할 경우 보다 첨두유출량이 전반적으로 작게 검토되었다.

또한 분석결과에 대한 예측오차의 평균, 평균제곱오차, 결정계수 등의 통계적 검토결과를 종합적으로 볼 때 수문학적 토양분류군을 적용할 때에는 95년 분류기준을 적용하는 것이 적합한 것으로 검토되었다. 그러나 본 연구결과로 볼 때 통계적 검토 결과의 차이가 매우 미소하므로 계속되는 연구에서 더 많은 유역과 호우를 대상으로 토양군 적용에 대한 근거를 제안할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) 허기술, 정정화, 1987, 한국토양의 수문학적 분류 및 그 응용, 농공기술, 4(4), 47-61.
- 2) 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호, 1995, 유출을 추정을 위한 토양수목군의 분류, 한국농공학회지, 37(6), 12-32.
- 3) 김경탁, 최윤석, 2004, 정밀토양도를 이용한 유효강우량에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 7(2), 1-15.
- 4) 배덕효, 이병주, 정일원, 2003, 위성영상 피복분류에 대한 CN값 산정(I) -CN값, 산정, 한국수자원학회논문집, 36(6), 985-997.
- 5) 안승섭, 조명희, 1999, 지리정보시스템을 이용한 하천유역의 지상학적 특성분석, 한국지리정보학회지, 2(3), 23-34.
- 6) 안승섭, 이증석, 신성일, 김대형, 정순돌, 2002, 하천지형특성을 이용한 홍수유출해석, 한국지리정보학회 추계학술발표회 발표논문집, 85-91.
- 7) 허창환, 2001, GIS를 이용한 강우-유출해석에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문.
- 8) Hormadka, T. V., R. J. Whitley, 1999, On Formalization of Unit Hydrograph and Link-Node Hydrograph-Routing Systems, Journal of Hydrology, pp.66-84.
- 9) Horton, R. E., 1945, Erosional Development of Stream and Their Drainage Basins : Hydro-physical Approach to Quantitative Morphology, Bull. Geol. Soc. of Amer.(56), pp.275-375.
- 10) Rosso, R., 1984, Nash Model Relation to Horton Order Ratios, Water Resources Research 20(7), 914-920.
- 11) Strahler, A. N., 1954, Statistical Analysis in Geomorphic Research, Jr. Geology(61), pp.1-25.