

GIS를 활용한 홍수유역의 유출량 산정

이형석* · 김인호**

Calculation of Runoff in Flood Basin Using GIS

Hyung-Seok LEE*, In-Ho Kim**

요 약

태풍에 따른 폭우의 영향을 검토하기 위하여 강우 유출의 실측 자료로 홍수 유역내의 유출 변화에 따른 영향 분석이 필요하다. 또한 강우 유출 해석시 유역 전체에 동일한 강우가 발생하는 것으로 해석하는 경우가 있지만, 실제 유역에서의 강우량 분포는 매우 불규칙한 경우가 있어서 이를 반영한 해석이 이루어져야 한다.

지리정보시스템(GIS)을 이용하여 지형, 토지이용, 토양 등의 공간정보를 생성하였으며, WMS와 연계하여 대상 유역의 지형학적 특성인자를 도출하고 유역의 유출곡선지수(CN)를 계산하였다. 또한 WMS상에 연결되어 있는 HEC-1 모형과 합리식을 이용하여 홍수량을 산정하였다. GIS와 WMS를 연계 활용하므로써 건설공사지역에서 폭우에 따른 유역의 영향과 강우에 의한 유출량을 산정하고 유출을 모의, 분석할 수 있었으며, 보다 효율적인 홍수량의 해석에 기초자료로 활용할 수 있었다.

주요어 : 지리정보시스템, WMS, 유출곡선지수, 홍수

ABSTRACT : In order to investigate the effect of a pouring rain that it follows in the typhoon, the effect analysis with actual measurement data of rainfall outflow it follows in flood basin is necessary. Also there is a case that it analyzes with the fact that the rainfall occurs identically in whole basin in case of the rainfall outflow analysis, but the actual rainfall distribution from the basin very will be irregular and the interpretation which it reflects must become accomplished. It created spatial information of terrain, land use and the soil using GIS. It created topographical factor of the subject area and calculated CN(runoff curve number) with WMS(Watershed Modeling System). It calculated runoff using a HEC-1 model and the Rational Method connected at the WMS. By connecting GIS and WMS, it calculated the effect of a pouring rain and runoff from the construction area. Also it will be able to apply with a basic data in more efficient runoff analysis.

Key words : GIS, Watershed Modeling System, Runoff Curve Number, Flood

* 동해대학교 토목공학과 전임강사

** 동해대학교 토목공학과 조교수

1. 서 론

2002년 8월 31일부터 9월 1일 태풍 루사의 내습 당시, 현재 건설중인 동해고속도로 인근 주변 지역과 하류 지역에 많은 피해가 발생하였다. 동해시는 특히 7번 국도와 인접한 상·하류지역의 피해가 다른 지역보다 크게 나타났으며, 이들 유역은 2000년 산불발생지이고 동해-주문진간 고속도로 확장공사중이었다.

고속도로구간 및 하류지역 배수구조물과의 적합성여부를 검토하기 위해서 설치구간이 상·하류지역에 발생한 홍수 피해와의 원인상관관계에 대하여 분석이 필요하게 되었다. 또한 기왕의 강우자료와 루사 당시의 강우실측치를 비교·고찰하여 강우로 인한 수방대책한계 가능여부를 분석하기 위해서 이들 강우자료를 이용하여 홍수유출량을 계산하는 것이 필요하였다.

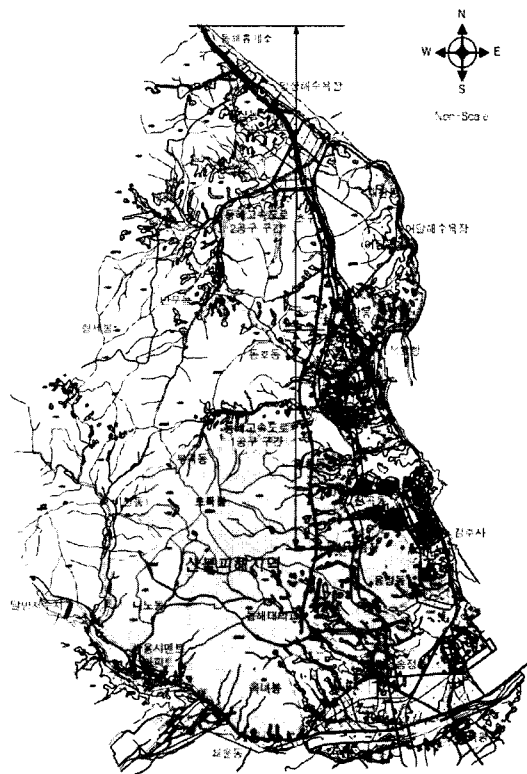
본 연구에서는 고속도로 공사구간의 유역에 대하여 기하학적인 특성을 조사하여 대상유역의 평면적, 입체적 특성을 바탕으로 수문해석을 실시하고, 지리정보시스템(GIS ; Geographic Information System)을 이용한 수치지도를 입력자료로 이용하였으며 토지이용현황을 개발이전(고속도로 건설 및 산불발생 이전)과 '고속도로 건설중', '산불발생 후', '고속도로 건설중+산불발생이후'로 각각 나누어 WMS와 연계하여 유출량 해석을 실시하고자 한다.

2. 연구대상지역

2.1 고속도로 현황 및 유역조사

동해고속도로 건설과 관련하여 태풍 루

사로 인한 당시의 피해상황 사진을 근거로 고속도로 위치별 주변상황을 조사하였고, 대상구간을 10개 유역으로 분리하여 유역의 수계 및 지형적 특성을 조사하였다. 한편, 지난 2000년 발생한 동해시 지역 산불이 홍수에 미치는 영향을 조사하고자 산불자료와 강우량과의 상관 관계를 비교 검토하였다. [그림 1]은 지난 2000년 발생한 동해시 행정구역별 산사태 피해 면적을 도시한 것이다.



[그림 1] 동해고속도로 건설구간도

동해 기상청의 기상자료에 의하면 2002년 8월 31일 01시~9월 1일 01시까지 내린 누적강우량은 334.5mm이었다. 호우에 의한 토석류 재해가 발생하는 가장 주된 원인 중에 하나는 2~3시간 동안 집중호

<표 1> 대상유역의 평면적 및 입체적 특성

주요지점	유역면적 A(km ²)	유로연장 (m)	형상계수 (A/L ²)	유역경사 (m/m)	유역평균고도 (EL, m)	최대 유로경사 (m/m)
망상초교	0.42	1160.35	47.61	0.1519	35.45	0.0876
마상천	17.93	7520.15	2.30	0.2964	137.00	0.0575
목호초교	0.87	100.39	18.45	0.2871	100.39	0.1307
새말지점	1.93	2932.23	6.88	0.3334	165.45	0.1094
목호종합교	4.90	1062.29	4.30	0.3734	224.64	0.1004
시외버스터미널	2.06	4144.73	5.64	0.2540	137.46	0.0993
항곡동	1.13	2373.39	7.13	0.3057	150.87	0.0879
덕곡동	0.46	831.14	139.97	0.2876	108.73	0.0223
묘곡동	2.82	4494.17	3.90	0.3148	229.20	0.0876

우가 내렸을 때이다. 태풍 루사가 3시간 동안 동해시 전역에 내린 최대 지속강수량은 8월 31일 17시~19시로 최대 121.5mm 이었다. 따라서 상류 계곡에서부터 급류 형태의 산사태가 발생하면서 흙과 돌, 나무 등 여러 가지 잔해물들이 계곡 하류지역으로 흘러 내려와 암거나 교량을 가로 막은 원인이라 할 수 있다.

2.2 유역의 기하학적 특성

유역의 기하학적 특성은 평면 및 입체적 특성으로 분류할 수 있으며, 이들 특성인자는 유역의 홍수특성을 분석하는데 주요한 인자로서 지점별 유역의 기하학적 특성을 분석할 수 있다.

유역의 평면적 특성인 유역면적, 유로 길이, 유역평균폭 및 형상계수는 홍수유출과 토사유출을 파악할 수 있으며, 유역의 입체적 특성을 나타내는 하상경사, 유역평균고도, 유역경사도 및 경사면길이 등은 홍수 유출 해석과 더불어 이에 관련된 안정하도 계획을 수립함에 있어 매우 중요한 유역특성의 하나로서 그 내용은 <표 1>과 같다.

2.3 우량관측소 선정 및 강우량자료

강우 측정은 인근의 동해 레이더 기상대 및 동해시청에서 측정하였고, 산악지역에는 한국수자원공사(달방댐)와 (주)쌍용양회에서 태풍 루사 발생 당시 강우량을 자체 측정하였다.

동해시는 작은 면적을 가진 지역임에도 불구하고 <표 2>에서와 같이 강수량의 차이가 매우 크게 나타난다. 산악지역과 맞닿아 있는 강원 동해안지역 대부분과 마찬가지로, 동해시는 배후의 청옥산 및 두타산 등의 고산지역에서는 산악기후를 보이고 있고, 시 전면의 동해안에는 해양성 기후를 보이는 등 복잡 다양한 기후현상을 보이고 있다. 따라서 강우자료의 선정은 동해안의 기후 특성을 고려하여 동해 레이더 기상대와 (주)쌍용양회 두 곳의 강우자료를 이용하여 각각 홍수유출해석을 실시하였다.

<표 2> 태풍 루사 당시의 강우기록

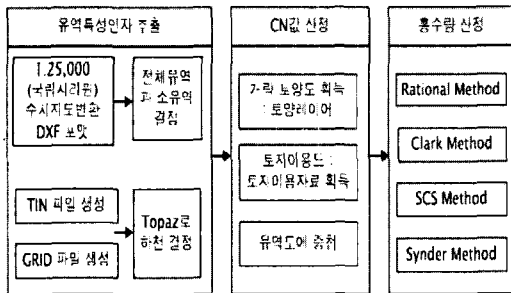
(2002. 8. 31~9. 1)

구 분	강우량(mm)	위 치	비 고
동해시청	379.5	천곡동	
동해레이더기상대	335.0	용정동	선정
(주)쌍용양회	639.0	삼화동	선정
한국수자원공사	657.0	달방댐	

3. 홍수량 산정

3.1 홍수량 산정지점의 선정

대상 유역의 수치지도와 토양도 및 토지 이용도를 기본으로 GIS 도구인 ArcView GIS 3.2a와 WMS(Watershed Modeling System) 6.0을 이용하여 유역특성인자를 추출한 후 수치지도에 대상유역의 토양도와 토지이용도를 접합하여 SCS 유출곡선지수를 산정한 후, WMS 6.0 상에 공유되어 있는 HEC-1 모형과 합리식을 이용하여 홍수량을 산정하였으며 연구의 개략적인 흐름도는 [그림 2]와 같다.

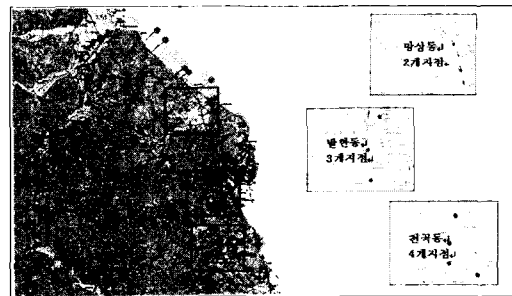


[그림 2] 홍수량 산정 절차

WMS 모형은 미 육군 공병단과 Brigham Young University의 ECGL (Engineering Computer Graphics Lab.)에서 개발한 수문 해석과 지리정보시스템이 결합된 통합 모듈로서 수치화되어 있는 수치고도모델(DEM) 및 불규칙삼각망(TIN) 자료를 이용하여 하천망을 구성하거나 대상하천의 유역 경계를 설정하게 되고 설정된 유역의 지형학적 특성인자를 결정하는 GIS의 일반적인 기능을 포함하고 있다.

홍수량을 산정하기 위한 대상지점은 당

시 유출량의 증가와 토사유출로 인해 많은 피해를 입었던 지역을 방문하여 현장 조사를 하였고, 또한 [그림 3]과 같이 천곡동, 발한동 및 망상동의 주거지역 및 상업지역에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 소하천을 포함하는 집수 경계를 중심으로 하여 총 9개 지점, 즉 망상초교, 마상천교, 목호초교, 새말, 목호종교, 시외버스터미널, 항공동, 묘곡동 및 덕곡동을 선정하였다. [그림 3]에서 확인할 수 있듯이 망상동 지점으로 유입되는 2개의 하천을 선정하여 홍수량 대상 지점으로 선정하였고, 마찬가지로 발한동으로 유입되는 3개 하천, 천곡동으로 유입되는 4개 하천을 선정하여 홍수량 산정 지점으로 선정하였다.



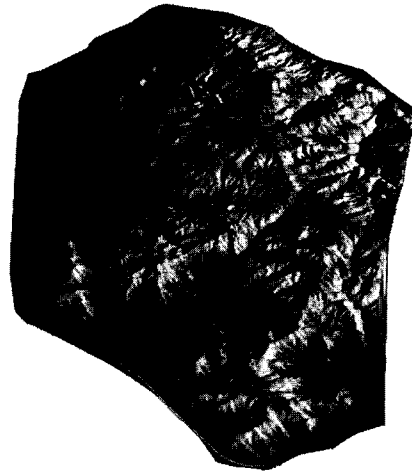
[그림 3] 홍수량 산정지점 (Import된 DXF File)

3.3 수치고도모델 자료의 구축

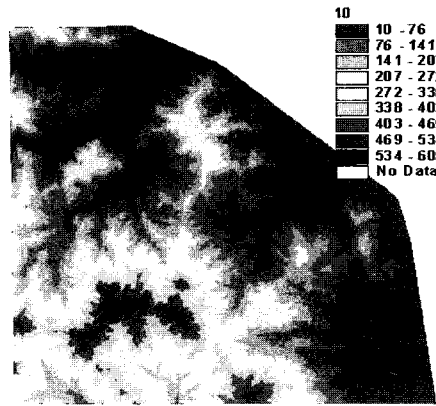
수치고도모델 자료의 구축을 위해서는 GIS 도구인 ArcView GIS 3.2a를 이용하여 대상유역의 수치지도(DXF 포맷)를 불러온 후 shape 파일로 변환하여 등고 레이어를 추출하는 전처리 과정을 거치게 된다. 전처리 과정이 종료되면 생성할 수치

고도모델의 No Data Cell을 방지하기 위해 불규칙삼각망(TIN)을 형성하고, 형성된 TIN 파일을 이용하여 대상유역의 수치고도모델 자료를 구축하게 된다.

[그림 3]에서 알 수 있듯이 수치지도로 작성된 지형도에는 등고선뿐만 아니라 하천, 도로, 논, 건물 등과 같은 수많은 지형지물이 레이어(layer)의 형태로 표시되어 있다. 그렇기 때문에 지형도 자체가 매우 복잡하며 실제로 세부적으로 확대를 해야만 자세한 지형지물을 파악할 수 있다. 실제로 수치고도모델을 구축하는 경우에는 지형도내에서 등고선, 표고점, 수준점 등의 고도와 관련된 데이터만이 필요하므로 전체 지형도에서 고도와 관계된 레이어만을 추출하는 작업이 필요하게 되는데, 이를 위해 국립지리원에서 제공하는 요소별 인덱스(index)를 참고로 하여 CAD 상에서 지형도의 등고선, 표고점 수준점, 삼각점과 관련된 레이어만을 추출하는 작업을 시행하였고 그 추출 과정을 거쳐 shape 파일로 변환하였다. [그림 4]와 [그림 5]는 형성된 shape 파일로 구성된 TIN 파일을 나타내고 있으며, [그림 6]은 TIN 파일로부터 생성된 수치고도모델을 나타내고 있다.



[그림 5] 건설중인 동해고속도로 공사구간을 표시한 음영기복도



[그림 6] 수치고도모델(10m 크기 격자)



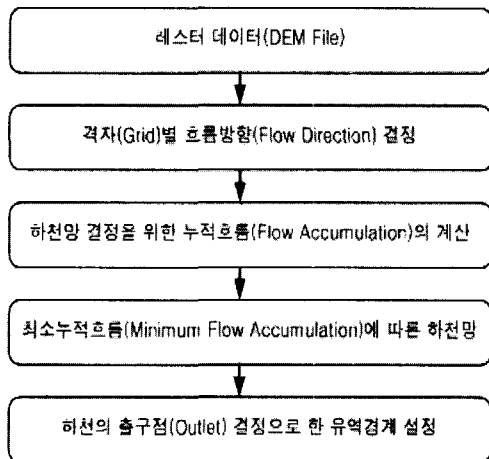
[그림 4] 불규칙삼각망(TIN)을 이용한 음영기복도

3.4 하천망 및 유역경계의 작성

WMS를 이용하여 CAD, ArcView 등에서 소정의 전처리 과정을 거친 기 작성된 수치지도로부터 하천망 및 유역경계를 추출하는 방법은 WMS의 TIN 모듈과 DEM 모듈 등 2가지의 모듈에서 작성할 수 있다.

1:25,000 축척의 지형도로부터 래스터

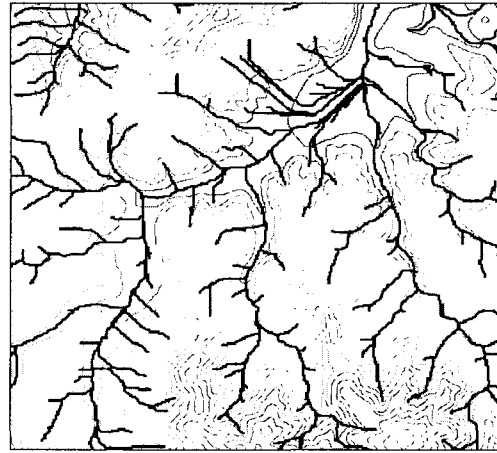
형식의 데이터로 작성된 유역 전체의 DEM 파일을 이미 구성하여 이것을 WMS의 DEM 모듈에서 작업하는 방법을 사용하였다. WMS의 DEM 모듈에서 하천망과 유역경계를 작성하기 위해서는 [그림 7]과 같은 절차를 거쳐야 한다.



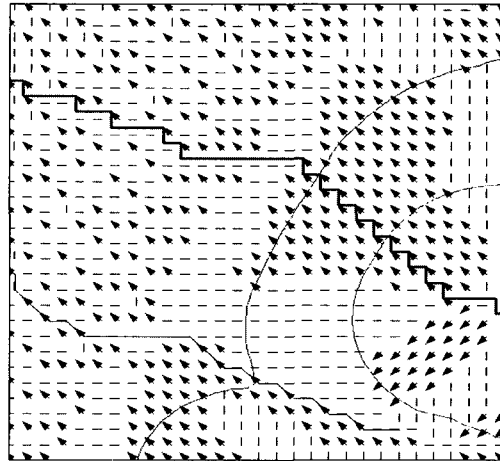
[그림 7] 하천망 및 유역경계 작성

1) 흐름방향 및 누적흐름의 계산

WMS에서는 수치고도모델로부터 하천의 흐름방향을 결정하기 위하여 TOPAZ 프로그램을 이용하고 있다. TOPAZ 프로그램은 유역의 흐름방향을 총 36방향으로 설정하여 인접하는 셀(cell)의 고도값에 맞추어 유역의 흐름방향을 계산하게 된다. TOPAZ를 이용하여 유역의 흐름방향(flow direction)을 계산한 결과는 [그림 8]이며, 계산된 흐름방향을 누적차수대로 누가하여 유역내의 누적흐름(flow accumulation)을 계산하여 최소누적흐름(minimum flow accumulation)에 따라서 형성된 하천망(stream arc)은 [그림 9]와 같다.



[그림 8] 유역내의 누적흐름



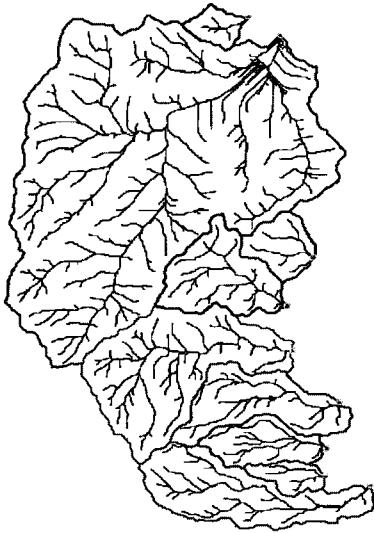
[그림 9] 유역의 흐름방향

2) 유역경계의 작성

상기와 같은 방법으로 기 작성된 하천망으로부터 유역의 경계를 설정하기 위해서는 유역전체의 수치고도모델에 표시된 여러 하천에서 대상 하천에 해당하는 하천망을 설정하였다.

대상 하천의 출구점을 하천망에 표시한 뒤 출구점을 기준으로 한 유역의 경계를

자동으로 추출하게 되는 과정을 거쳐 이를 실행한 결과는 [그림 10]과 같다. [그림 11]은 설정된 유역면적을 음영화하여 유역의 형상을 입체적으로 나타낸 유역의 음영기복도이다.



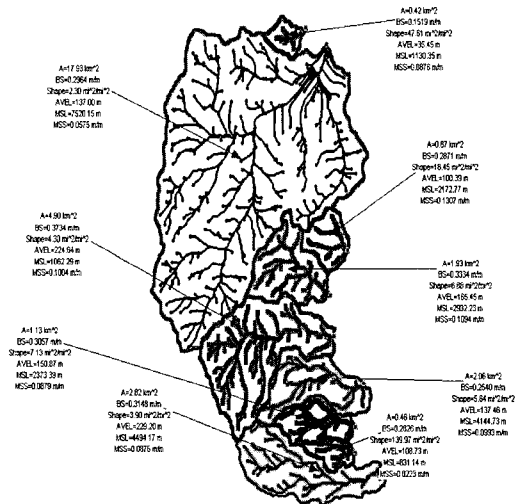
[그림 10] 유역경계 결정



[그림 11] 음영기복도

3) 지형학적 특성인자의 산출

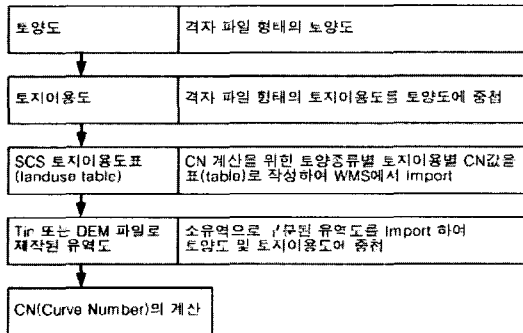
주요 지천별로 구분된 각각의 소유역에 대해서 수문해석에 필요한 여러 가지 정보의 지형학적 특성인자(유역면적, 유역경사, 형상계수, 평균유역고도, 최대하천길이, 최대 하천경사)를 자동으로 계산된 지형학적 특성인자 값들은 WMS에 연계된 프로그램(HEC-1, TR-20, TR-55 등)의 입력자료로서 자동입력이 된다. 대상유역에 대한 지형학적 특성인자는 [그림 12]와 같다.



- *A : 유역면적(Basin Area)
- *BS : 유역경사(Basin Slope)
- *Shape : 형상계수(Shape Factor)
- *AVEL : 평균유역고도(Mean Basin Elevation)
- *MSL : 최대하천길이(Max Stream Length)
- *MSS : 최대하천경사(Max Stream Slope)

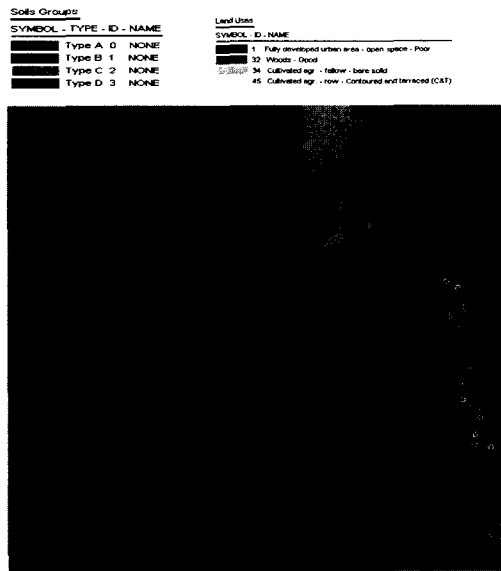
[그림 12] 지형학적 특성인자

본 연구에서는 토양도 및 토지이용도와 관련된 공간 DB자료를 WMS에 입력하여 유출곡선지수를 결정하게 되며 WMS를 이용한 개략적인 유출곡선지수 산정과정을 알아보면 [그림 13]과 같다.

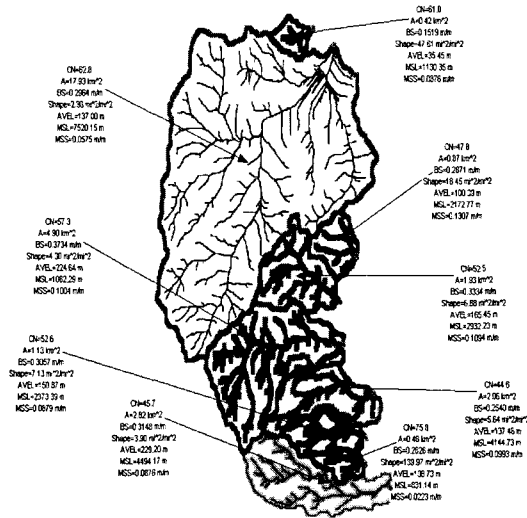


[그림 13] 유역의 유출곡선지수(CN) 산정

[그림 14]는 유출곡선지수를 계산하기 위해 분할된 소유역에 토양도와 토지이용도를 중첩(overlay)하여 놓은 상태를 나타낸다. [그림 15]는 [그림 14]를 이용하여 계산된 지형학적 특성인자와 유출곡선지수를 표시한 것이며, 유출곡선지수는 산불이나 고속도로 공사 이전의 원상태의 토지이용상태를 이용하여 계산한 값을 나타내고 있다.



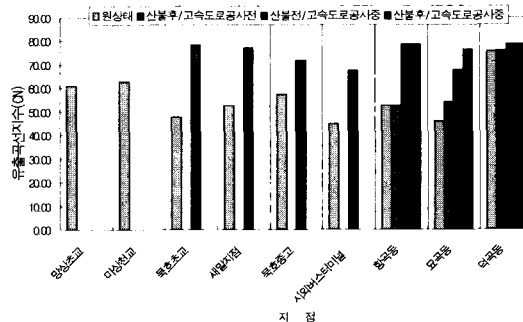
[그림 14] 토양도와 토지이용도의 중첩



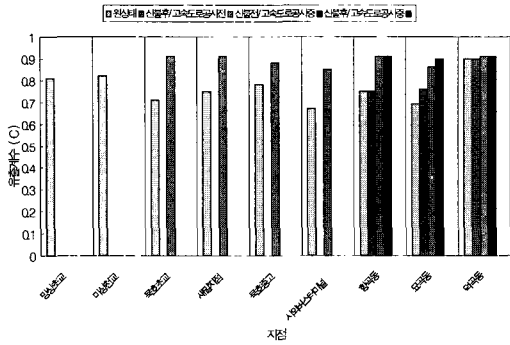
[그림 15] SCS 유출곡선지수 계산결과(원상태)

3.5 토지이용상태 변화에 따른 유출곡선지수와 유출계수의 비교

본 연구에서는 각 지점의 토지이용상태에 따라 원상태, 산불로 인해 토지이용상태가 변한 상태, 고속도로 공사장 주변의 토지이용상태가 변화한 상태(나대지)와 같이 크게 3가지 상황으로 피해지역을 나누어서 유출곡선지수(CN)와 유출계수(C)를 산정하여 [그림 16]과 [그림 17]에 비교하였다.



[그림 16] 각 지점의 토지이용상태에 따른 CN 비교



[그림 17] 각 지점의 토지이용 상태에 따른 유출계수 값의 비교

동해시 피해지역의 지형자료(수치지도)를 이용하여 피해지역의 9개 지점을 선정하였고, 현장조사에 의해 파악된 피해 당시 그 지역의 토지이용상태는 <표 3>과 같이 조사되었다.

<표 3> 각 지점의 토지이용상태 현황

지 점	토지 이용 상태			
	원상태	산불	고속도로	산불 & 고속도로
망상초교	○	×	○	×
마상천유역	○	×	○	×
목호초교	○	×	○	×
골말	○	×	○	×
목호고교	○	○	○	○
평릉	○	○	○	○
향골	○	○	○	○
덕곡동	○	○	×	×
안이골	○	○	○	○

<표 3>에서 볼 수 있듯이 망상초교와 마상천 유역, 목호초교, 골말, 목호고교, 평릉, 향골, 안이골 지점은 고속도로 공사가 진행 중이었던 구간이었으며, 덕곡동

지역은 유역 면적이 작은 관계로 고속도로 건설공사에 따른 영향을 무시하여도 무방할 것으로 판단되었다. 또한 향골, 덕곡동, 안이골 지점은 산불의 영향이 유역 전체에 미친 지역으로 조사되었고 목호고교, 평릉지점은 산불 면적이 작기는 하였으나 산불지역이 유역에 포함되어 있어 산불의 영향도 고려하였다. 이러한 토지 이용상태를 고려하여 각각의 경우와 중복된 영향의 정도를 비교하여 유출량의 증가에 대한 원인을 분석해보았으며, 계산된 유출곡선지수(CN)를 이용하여 유출계수(C)를 산정하고 합리식에 적용하였다.

4. 홍수량 산정 결과

본 연구에서는 HEC-1 모형의 세가지 합성단위도 방법(Clark Method, Snyder Method, SCS Method)과 합리식으로 홍수량을 산정했지만, 단위도법을 이용하기 위한 유역면적의 상한선은 5000km² 정도이며, 하한선은 약 4km²정도로서 본 연구의 대상유역에 HEC-1 모형의 세가지 합성단위도 방법을 모두 적용할 수 없었다. 따라서 대상유역인 30km²이하에 가장 적합한 합리식과 금번 홍수량 산정시 홍수량 산정 성과가 가장 양호한 SCS방법으로써 홍수량을 산정하여 <표 4>에 나타내었다. 상기한 바와 같이 GIS를 이용하여 토지이용상태의 변화에 따라 CN을 계산하고, 산정된 CN을 이용하여 유출계수(C)를 합리식에 적용하였다. 합리식 이용시 검토대상이 되는 도달시간은 <표 5>와 같으며, 3.6~23.4분으로 짧은 도달시간으로 인하

<표 4> 쌍용시멘트 및 동해 기상청 강우자료를 이용하여 계산한 유출량

토지이용 상태 지점	쌍용시멘트 강우자료								동해 기상청 강우자료							
	합리식(CMS)				SCS합성단위도법(CMS)				합리식(CMS)				SCS합성단위도법(CMS)			
	원상태	산불	고속 도로	산불& 고속 도로	원상태	산불	고속 도로	산불& 고속 도로	원상태	산불	고속 도로	산불& 고속 도로	원상태	산불	고속 도로	산불& 고속 도로
망상초교	7.7	-	7.8	-	8	-	8	-	4.3	-	4.4	-	5	-	5	-
마상천유역	333.0	-	341.6	-	373	-	378	-	159.8	-	167.2	-	191	-	198	-
목호초교	15.8	-	18.2	-	17	-	18	-	7.9	-	10.2	-	9	-	11	-
골말	32.5	-	34.0	-	37	-	38	-	14.9	-	16.2	-	18	-	19	-
목호고교	64.4	77.7	70.4	82.4	77	87	82	90	26.8	37.4	31.4	41.5	34	45	39	48
평릉지점	30.8	37.7	33.6	40.1	36	40	38	41	13.8	19.8	16.1	22.1	17	22	19	24
항골	18.2	24.1	20.7	26.0	22	25	23	26	7.9	12.9	9.9	14.8	10	14	12	16
덕곡동	8.8	10.1	-	-	10	10	-	-	4.5	5.7	-	-	5	6	-	-
안이골	39.6	55.4	44.2	60.0	48	58	51	60	16.2	29.5	19.7	34.1	21	33	24	36

여 홍수량이 집중되어 피해가 커졌을 것으로 예상된다.

<표 5> 각 지점의 도달시간

지 점	도달시간(min)
망상초교	5.4
마상천유역	23.4
목호초교	7.2
골말	8.4
목호고교	17.4
평릉	12.0
항골	7.2
덕곡동	3.6
안이골	12.0

안이골지점은 2.72km²로 비교적 작은 유역면적을 나타내고 있다. 항골지점과 마

찬가지로 산불과 고속도로 공사의 영향을 모두 받은 지역으로서 합리식으로 유출량을 산정했을 경우에 51.39%, 39.98%, 11.68%순으로 유출량의 증가에 영향을 미친 것으로 계산되어 역시 산불의 영향이 지배적이었음을 알 수 있었다.

5. 결 론

태풍 루사 당시 관측된 강우기록을 바탕으로, 동해-주문진간 고속도로 건설공사와 지난 2000년 발생한 산불 영향이 유역의 홍수유출에 어떠한 상관관계가 있는지 알아보았다. 이를 위하여 GIS와 WMS를 이용하여 유역특성인자를 추출한 후 수치지도에 대상유역의 토양도와 토지이용도를 접합하여 SCS 유출곡선지수를 산

정하였다. 그리고 WMS 6.0 상에 연결되어 있는 HEC-1 모형과 합리식(Rational Method)으로 수문해석을 실시하여 고속도로 및 산불이 홍수유출에 미치는 영향을 면밀히 검토하였다.

따라서 산불로 인한 식생파괴에 따른 유출곡선지수 값의 증가에 따라 침투 유출량의 증가에 따른 것이라 사료된다.

본 연구를 통하여 건설공사와 자연재해(홍수, 산불 등)와의 역학 관계를 규명하여, 향후 관내 공사 진행시 재해발생 저감 대책을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

6. 감사의 글

본 연구는 2003년 2월 동해시 건설과의 지원을 받아 수행된 “동해고속도로 건설사업과 관련 태풍 루사 수해피해에 대한 영향분석”과업의 일환으로 진행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김철, 김석규, 2001.11, GIS를 이용한 황룡강 유역의 유출량 및 오염부하량 산정, 한국GIS학회지, 제 9권 제 3호, pp.425-438.
- 강희경, 2000, GIS를 활용한 유역내 도시화 및 이동강우에 의한 유출특성 연구, 석사학위논문
- 안승섭, 조명희, 1999, 지리정보시스템을 이용한 하천 유역의 지상학적 특성분석, 한국지리정보학회지, 제2권 3호, pp.23-34
- 조홍제, 황제호, 2001, LANDSAT 자료를 이용한 유출곡선지수의 추정, 울산대학교 공학연구논문집, 제 32권 1호, pp.337-352
- 박재성, 1999.2, 소유역에 있어서의 지하수 함양을 추정기법, 충북대학교 대학원 석사학위논문
- 이증석외 4인, 하천지형특성을 이용한 홍수유출해석.
- 김종화외 2인, 1994.11, SCS 유출곡선지수법을 이용한 만내 담수 교체시간의 추정, 대한토목학회논문집, 제 14권 제6호, pp.1453- 1463.
- 행정자치부, 2001.1.5. 재해영향평가서 작성등에 관한 규정.