

---

# 등고선지도를 이용한 수로 및 산사태 위험 분석 -천안의 성거산을 중심으로-

김세근\*, 김동근\*\*, 맹승렬\*\*\*

## A risk analysis of water courses and landslide using contour maps -Focusing on Mt. Seonggo in Cheonan City-

Sae Keun Kim\*, Dong Keun Kim\*\*, Seung Ryol Maeng\*\*\*

**요약** 우리나라는 지형적, 기후적 특성으로 인해 매년 여름 산사태의 가능성이 크며, 최근 난개발로 인해 이의 발생과 피해가 더욱 커지고 있다. 천안지역은 상대적으로 안전한 지역으로 인식되어 왔으나 산사태의 위험요인이 증가하고 있어 체계적 분석이 필요하다. 본 논문에서는 천안 성거산 주변을 중심으로 등고선 지도를 이용하여 지형의 특징을 추출하고, 이를 이용하여 호우 시 수로와 유역의 면적을 계산하였다. 분석결과 성거산 주변 지역은 수로의 길이와 호우 유입량 관점에서 산사태에 비교적 안정적인 것으로 분석되었으나 일부 국소지역은 계속적 관찰이 필요하다. 한편 등고선 지도는 다른 수치지도 보다 비용 면에서 경제적이므로 1차적 산사태 위험도 분석에 적합하다.

**주제어** : 산사태, 지형분석, 등고선지도, 흐름방향, 유역면적

**Abstract** Due to the topographical and climatic features of Korea, there is a strong possibility of a landslide. Recently, many landslides, caused by the improper land development, frequently occurred at the mountain area every summer. Cheonan has been recognized to be relatively safe against landslide, but with the increased risk factors, systematic analysis of the landslide is required. In this paper, the topographical features of Mt. Seonggo in Cheonan City were extracted using contour maps, and water courses and basin areas in heavy rain were computed using the results. Conclusively, Mt. Seonggo areas were relatively safe in the view points of the length of water courses and rain-inflow, but in case of some narrow areas, sustainedly observation was required. Meanwhile, a contour map is proper to analyze the risk of landslide in the 1st level in that it is more cost effective than other types of digital map.

**Key Words** : landslide, topographical analysis, contour map, flow direction, basin area

---

### 1. 서론

우리나라는 크고 작은 산으로 이루어진 지형적 특성과 난개발로 인한 절개지의 발생과 물 관리, 여름에 집중되는 호우 등의 기후적 특성이 더해져 산사태 발생의 가능성이 크다. 우면산 산사태는 이런 가능성이 현실에서 발생한 사례이다. 이를 계기로 각 지자체는 산사태의 심

각성에 관심을 가지게 되었으며 위험지역에 대한 조사와 산사태 발생을 예측하려는 노력을 기울이고 있다.

산사태를 예방하기 위해서는 주기적으로 지형자료를 수집하고 산사태 발생 가능성을 예측하는 것이 중요하다. 전통적으로 현지조사를 통해 지형자료를 수집하는데 넓은 지역의 경우 이 방법은 비용 측면에서 적절하지 않고,

---

\*공주대학교 공간정보학과 석사과정

\*\*공주대학교 공간정보학과 교수

\*\*\*공주대학교 공간정보학과 교수(교신저자)

논문접수: 2012년 7월 1일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 7월 23일

이 자료만으로는 폭우 시 인접지역에 대한 영향을 과학적으로 분석하기 어렵기 때문에 다양한 수리적 하천유형 분석방법이 개발되고 있다.

수치지도를 이용한 지형분석은 비정형 지점의 3차원 좌표인 포인트 데이터를 이용하는 방법과 동일 고도를 연결하는 등고선 지도를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 LiDar와 같은 거리측정 장비를 이용하여 지표면의 정점들의 고도를 측정된 데이터이다. 후자는 측량이나 LiDar장비를 이용하여 지형의 고도를 측정하고 동일 고도의 정점을 선분으로 연결한 지도이다. 지형의 변화에 따라 수치지도는 지속적으로 갱신되어야 하기 때문에 고가의 장비를 사용하는 전자의 방법보다 후자의 방법이 보편적으로 사용된다.

최근의 여러 논문을 보면, 지형분석에서 수치지도가 보편적으로 사용됨을 알 수 있다. 김경수 등은 포인트 데이터를 사용하여 전라남도 남원시의 백장암 주변 산에 대해 비의 양과 경사도에 따른 산사태 가능성을 분석하였다[2]. 이동하 등은 강원도 평창을 대상으로 고해상도 항공 라이다 데이터를 이용하여 산사태를 예측하였다[5]. 등고선을 이용한 지형 분석은 고보성 등과 손흥규 등의 연구에서 찾아볼 수 있다[1],[4]. 김보람은 무한사면 안정 해석법으로 대구시 달성군 지역을 대상으로 산의 경사도를 계산하고 물의 흐름과 토석류 발생을 예측하였다[3]. 포인트 데이터를 기반으로 지형을 분석하기 위해서는 고가장비를 이용하여 데이터를 추출해야하므로 추가적 비용이 소요되는 반면, 등고선 기반의 지형 분석은 기존의 수치지도를 사용하므로 비용면에서 유리하다.

본 논문에서는 천안지역의 성거산과 태조산을 중심으로 집중호우 발생시 위험지역을 등고선지도를 이용하여 분석하였다. 천안지역은 태조산과 성거산을 중심으로 동고서저의 지형을 가지고 있어 산사태에 대해서는 비교적 안전하다고 인식되어 왔다. 그러나 동쪽의 산악지역에 개발이 이루어지면서 자연지형이 인위적으로 변형됨으로서 산사태의 위험이 증가하고 있으나 지금까지 이에 대한 조사나 과학적 분석이 부족한 편이다. 본 논문은 사례연구로서 천안 성거산 지역에 대해 수리적 방법으로 산사태 가능성을 분석했다는 점에서 의미를 찾을 수 있다.

2장에서 등고선을 이용한 수로 예측과 호우 유역의 면적을 계산하는 방법을 설명하고, 3장에서는 GIS 분석도구를 이용하여 천안지역의 수로를 분석한 결과를 제시한

다. 결론에서는 본 연구의 한계와 향후 과제를 제시한다.

## 2. 등고선 지도를 이용한 지형분석 절차

### 2.1 모형의 변환

수치모형을 이용한 대부분의 S/W의 지형분석은 <그림 1>와 같이 4단계로 실행된다. DEM(digital elevation model)자료는 지형분석의 기본 자료로, 수평 지표면에 대해 일정한 격자간격에 고도값을 저장하는 자료구조이며, 고도값은 지표면의 점 데이터나 등고선 데이터 또는 측량 데이터로부터 계산할 수 있다. 대부분의 GIS 소프트웨어는 수치지도로부터 DEM을 생성하는 공간분석 함수를 제공하기 때문에 실제에서는 입력되는 수치지도 형식에 맞는 공간분석 함수를 이용하여 DEM을 제작하였다.



[그림 1] 수치모형을 이용한 지형분석 처리 단계

DEM 자료구조에서 인접 지점의 고도값을 이용하여 경사도, 경사향 등을 계산하여 지형요소를 추출할 수 있다. 사면은 수평면에 접하는 면이며, 이 사면은 고도의 변화율인 기울기와 최대 고도 변화율이 일어나는 방향, 두 가지 요소를 갖고 있다. 전자를 사면경사(slope)라 하고, 후자를 사면방위(aspect)또는 경사향이라 한다.

함몰부(sink)처리는 물의 흐름을 막는 지형이 존재하는지 판단하는 단계이다. 물의 흐름을 예측하고자 할 때 호수와 같은 자연적 함몰부 또는 데이터 오류와 같은 인위적인 함몰부가 존재하는 경우 물의 흐름이 정지된다. 따라서 지형정보로부터 함몰부가 존재하는지 먼저 판단하는 것이 필요하다.

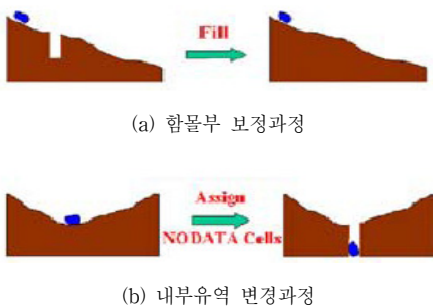
흐름방향 계산 단계에서는 DEM 데이터를 이용하여 경사면을 계산하고 이를 기반으로 물의 흐름 방향을 분석한다. 마지막으로 유량 계산은 유역의 넓이와 물의 양을

계산하여 범람 가능성을 판단한다. 유역의 넓이와 유량을 계산은 등고선 지도를 변형하여 만드는 삼각 그물망 구조인 TIN(Triangulated Irregular Networks) 자료구조를 이용한다.

## 2.2 함몰부(sink) 처리

지형자료가 DEM으로 변환된 후 강우 흐름방향 (flow direction) 계산과 같은 후속 작업은 이를 기반으로 이루어진다. 그런데 DEM 자료에는 자연적 또는 인위적인 함몰 부위가 나타날 수 있다. 자연적 함몰은 내륙에 있는 호수를 나타내고 인위적 함몰은 데이터 변환과정에서 발생한 오류이다. 함몰 부위가 존재하면 강우의 흐름이 어떤 특정지역에서 멈추고 더 이상 하류로 이동하지 않는다. 특히 인위적 함몰부의 경우 강우 흐름방향 계산 결과에 오류가 발생하게 된다. 따라서 강우 흐름 방향을 계산하기에 앞서 이러한 함몰부는 보정되어야 한다.

인위적인 함몰부인 경우 강우 흐름을 바꿀 수 없기 때문에 다음 과정인 흐름방향 격자를 생성하기 전에 <그림 2(a)>와 같이 함몰부 채우기(fill sink)를 수행해야 한다. 함몰부 채우기 작업은 함몰부의 최저 높이 값과 최고 높이 값을 찾고, 두 값의 차이 값을 이용하여 최저 값을 수정하는데 흐름방향을 적용하였을 때 오류가 나타나지 않을 때까지 반복하여 값을 보정한다. 호수와 같은 자연적인 함몰부인 경우 <그림 2(b)>와 같이 DEM에 반영하여 추가적인 처리를 수행한다.



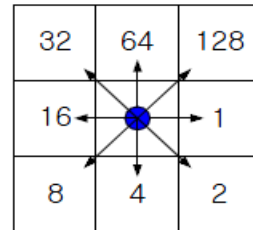
[그림 2] DEM 수정과정

## 2.3 유역방향 계산

물은 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르고 가장 경사가 큰 방향으로 흐른다는 자연원리를 DEM에 적용하면 물이 흐르는 유역방향을 계산할 수 있다. 8방향 유출모형

(8-direction pour point model)은 유역설계에서 보편적으로 사용되는 방법으로, <그림 3>와 같이 DEM의 표고 격자의 개개 셀에 대해 인접한 8개의 셀(cell)이 존재하고 중심 셀의 물은 8개의 방향 중 한 방향으로만 이동한다. 이러한 물의 흐름방향을 수치로 나타낸 새로운 격자를 흐름방향 격자라 한다.

물의 이동방향을 나타내는 번호부여 방법은 DEM 모델의 이웃한 셀의 높이값을 이용하여 물이 흐르는 방향을 계산하고, <그림 3>과 같이 방향에 따라 동쪽은 1, 남동쪽은 2, 남쪽은 4, 남서쪽은 8, 서쪽은 16, 북서쪽은 32, 북쪽은 64, 북동쪽은 128로 입력한다. 따라서 흐름방향 격자의 각 셀에 표시된 숫자를 따라가면 하류쪽으로 흐르는 물의 이동방향을 알 수 있다.



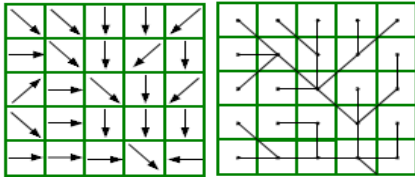
[그림 3] 8방향 유출모형

<그림 4(a)>는 DEM을 기반으로 8방향 유출모형을 적용하여 계산한 흐름방향 격자의 예를 보여준다. 좌측 상단의 붉은색 영역의 9개 셀을 중심으로 보면, 중앙 셀은 인접한 8개의 셀 중 2개의 셀만 44보다 작은 값을 가진다. 이것은 고도 차이를 의미하므로 물의 흐름방향을 결정하게 되고, 단위거리에 따른 고도차이가 가장 큰 방향으로 물이 흐르게 된다. 이 예에서 대각선 방향의 경사가 가장 크므로 물은 오른쪽 남동쪽으로 흐르며, 흐름방향 격자의 해당 중앙 셀에는 2라는 흐름방향 값이 할당된다. DEM 격자의 모든 셀에 대해 같은 방법을 적용하여 흐름격자를 생성한다. <그림 4(b)>는 흐름격자를 물리적으로 표현한 그림이다. <그림 4(c)>의 흐름 누적격자는 흐름방향 격자로부터 계산되는데, 흐름 누적격자의 셀의 값은 흐름방향 격자의 각 셀에 대해 이 셀로 유입되는 인접 셀의 수를 나타낸다. 이 자료는 물의 흐름을 계산하는데 유용하게 사용된다.

67	56	49	46	50
53	44	37	38	48
58	55	22	31	24
61	47	21	16	19
53	34	12	11	12

2	2	4	4	8
1	2	4	8	4
128	1	2	4	8
2	1	4	4	4
1	1	1	2	16

[그림 4(a)] 격자연산과정  
표고격자(좌), 흐름방향 격자(우)



[그림 4(b)] 흐름격자: 방향(좌), 흐름망(우)

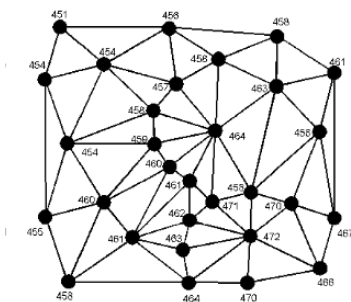
0	0	0	10	0
0	3	2	2	0
0	0	11	0	1
0	0	1	15	0
0	2	5	24	1

0	0	0	0	0
0	3	2	2	0
0	0	11	0	1
0	0	1	15	0
0	2	5	24	1

[그림 4(c)] 흐름누적 격자의 양상

### 2.4 TIN 자료에 의한 수로 유역분석

지표면은 함몰부를 처리한 후에 DEM 데이터를 이용하여 TIN 자료구조를 만든다. <그림 5>에서 보는 바와 같이 TIN은 (x, y, z) 좌표를 가진 불규칙한 점들을 연결하는 삼각형 그물망을 의미한다. 여기서 삼각형은 면(face)로, 점은 노드(node)로, 선은 에지(edge)로 부른다. TIN 자료는 경사, 위상, 체적, 표면적 및 표면 길이의 계산할 때 유용하며, 수로 유역의 면적을 계산할 때 주로 사용한다.



[그림 5] TIN 구조

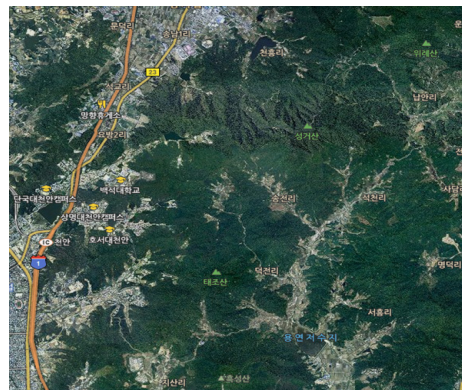
TIN은 전반적인 지표면 형상과 건축구조물의 형태를 나타내는 중요한 자료로, TIN을 구성하는 정점 좌표는 등고선 데이터를 이용하여 계산하거나 측량이나, 항공 거리측정을 통해 얻어진다. 또한 하천, 능선, 제방, 지형 도로로부터 추출된 지표면 형상들은 표면 모형들을 정교하게 하고, 기록의 변화를 표현하는데 이용된다.

## 3. 천안지역의 수로분석 및 산사태 분석

### 3.1 자료수집

천안에 소재한 성거산과 태조산은 산림청 이 선정한 우리나라 600대 명산 중 하나이다. <그림 6>에서 보는바와 같이 천안의 동쪽에 위치하며, 북에서 남으로 이어진다. 서쪽면에서 발원한 물줄기는 천안을 지나 서쪽의 아산만 방향으로 흐르는 하천을 이룬다. 이 지역은 주변에 백석대학, 상명대학, 호서대학, 사찰, 아파트 등이 산과 근접하게 개발되고 있으며, 반대편에는 용원전수지가 위치해 집중호우 시 피해가 우려되는 곳이다.

본 연구에서는 천안 성거산 일대를 포함하는 국토지리정보원의 1/5,000 등고선 지도를 사용한다. 1/5,000 축척의 등고선 지도는 5m간격으로 동일 고도를 선분으로 연결하여 지형의 고저를 나타낸 지도이다.



[그림 6] 천안 성거산 위치(출처:네이버, 2011)

### 3.2 분석도구

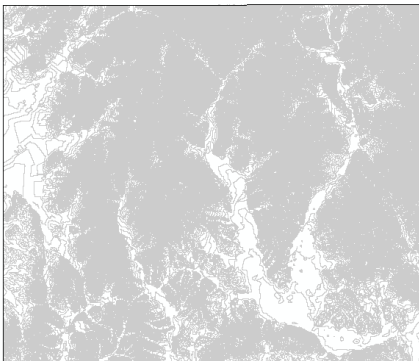
홍수를 예측하거나 공사장의 토사유출량을 구할 때, GIS의 전문틀인 ArcMap[11]을 이용하여 분석을 실시한다. ArcMap은 벡터자료, 래스터자료 등을 이용하여 중첩 분석, 인접분석, 지표분석 및 데이터 처리와 변환 등 다양

한 분석을 지원하는 지도제작 도구이다. ArcMap의 ArcHydro Tools를 이용하면 물의 흐름과 산의 경사도, 지역별 강우의 누적량 등을 계산할 수 있고, 이를 적용하면 하천유역을 분석할 수 있다. 본 연구에서도 ArcMap의 ArcHydro Tools를 강우의 흐름과 산의 경사도, 지역별 빗물의 누적량 등을 산출하는데 사용하였다.

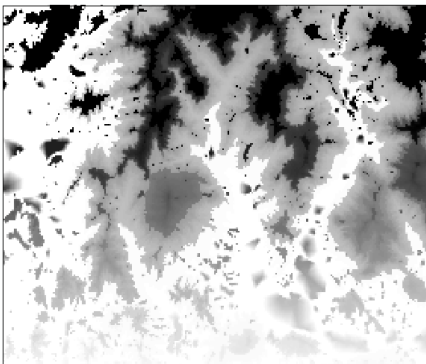
### 3.3 분석결과

#### 3.3.1 수치표고자료(DEM) 생성

등고선 지도를 DEM자료로 변환하는 과정은 수리 지형분석의 첫 번째 단계이다. ArcMap의 입력 형식을 등고선 지도로, 변환 형식을 DEM으로 설정하여 실행한다. 이 때, ArcMap의 DEM 생성 시 격자간격 옵션은 등고선 지도의 간격에 맞게 5m 간격으로 설정하였다. <그림 7>은 입력 자료인 성거산 지역의 등고선 지도이며, <그림 8>은 변환된 DEM 데이터의 지도이다.



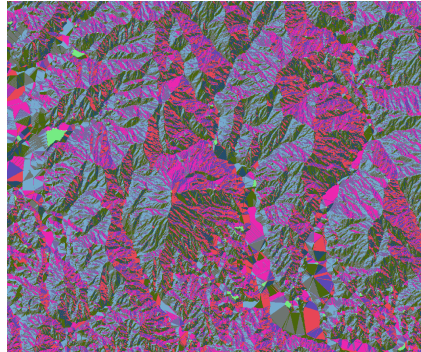
[그림 7] 성거산 지역 등고선



[그림 8] 수치 표고자료(DEM)

#### 3.3.2 강우 흐름방향 계산과 함몰부채우기

강우의 흐름 방향을 찾기 위해 흐름방향 계산한다. <그림 9>는 강우의 흐름 방향 계산 결과를 보여주며, 일부 구간에서 함몰부가 발생되었음을 알 수 있다. 이러한 함몰 부분을 수정하기 위해 함몰부 채우기를 통해 보정 작업을 수행한다. 함몰부 채우기를 수행한 후에 물의 흐름을 다시 계산했다.



[그림 9] 강우 흐름 방향

#### 3.3.3 하천 유역 계산

함몰부를 처리한 후 다음 작업은 하천유역의 길이 및 면적을 계산한다. 하천 유역의 면적은 강우량에 따라 경사도와 강우의 흐름방향을 파악한 후에 크기를 계산한다.



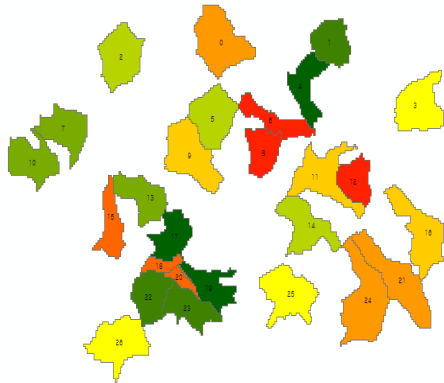
[그림 10] 하천 유역 추출

하천의 크기를 계산할 때 산지인 것을 고려한다. 산지의 경우 많은 양의 물이 식생이나 수목, 토양에 흡수되기 때문에 누적량이 임계값(threshold) 이상 이면 하천으로 판단한다. 황종훈은 한국 식생분포를 고려한 임계치를 기준을 394.2469로 제시하였는데[8], 본 연구에서도 이 임계값을 기준으로 하천유역을 계산하였다. <그림 10>

는 하천유역을 추출한 결과이다. 하천유역을 추출하면, 집중호우 시 강우가 집중되는 곳을 구분할 수 있고 피해 예상지역을 구분하는 기초자료가 된다.

**3.1.4 하천유역의 길이 및 면적계산**

추출된 하천유역은 유역의 세부적인 분석을 위해 벡터 데이터로 변환한다. 벡터 데이터는 하천유역을 구분하는 다각형 외곽선이다. <그림 11>은 하천유역을 산출한 후에 벡터 데이터로 변환한 결과이다.



**[그림 11] 하천유역의 유입량**

추출된 하천별 길이 및 면적은 <표 1>과 같다. 강우의 유입이 많을 것으로 예측된 지역은 붉은색으로 표현하였으며, 강우 유입량이 많을 것으로 예측된 지역은 녹색으로 표현하였다. 길이는 하천유역이 형성될 범위를 나타내며, 면적은 하천유역의 면적으로 유량과 직접 관련이 있다. 산지에 집중호우가 발생했을 때, 작은 소유역의 경우에는 변화가 일정치 않아 실제와는 다른 형태를 보이기 때문에 특별히 관심을 갖고 관찰하여야 한다[7].

**<표 1> 하천유역별 현황**

구분	길이	면적	구분	길이	면적
1	3.77	25.24	15	7.11	128.52
2	5.71	35.97	16	8.40	139.84
3	6.35	90.23	17	6.35	148.25
4	4.84	90.23	18	6.24	149.99
5	7.75	92.84	19	6.67	152.90
6	5.17	94.58	20	8.40	158.99
7	7.64	100.38	21	7.43	161.89
8	6.24	102.12	22	11.09	162.76
9	7.11	103.28	23	9.04	166.82
10	4.95	104.15	24	7.75	176.40
11	7.00	110.25	25	7.54	186.55

12	5.27	113.73	26	9.69	190.61
13	6.24	117.21	27	10.12	217.89
14	6.78	124.17			

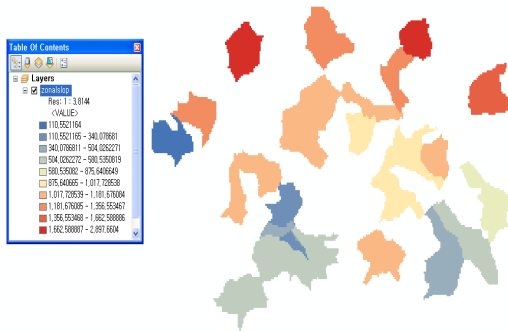
산림청에서 운영하는 산사태 위험지 관리 사이트를 보면 <표 2>와 같이 산사태 발생의 요건이 다양하다[10]. 카테고리별 점수표는 산사태 위험도를 측정하기 위해 마련된 기준치로 산사태 붕괴 위험도는 1단계부터 4단계까지 점수에 따라 구분된다. 붕괴 위험도 1단계는 181점 이상, 2단계는 121점부터 180점, 3단계는 61점부터 120점, 4단계는 60점 이하로 비교적 안정된 지역을 말한다. 이는 한국 산지의 식생과 경사도 등을 반영한 기준으로 대부분의 산사태 위험도 분석에 사용하므로 본 연구의 산사태 위험도 판단에 그대로 적용하였다.

**<표 2> 산사태 발생요인**

인자	카테고리별 점수			
	1	2	3	4
경사길이 /점수	50이하 0	51~100 19	101~200 36	201이상 74
모암 /점수	토적암 0	화성암 5	변성암 12	변성암 19
경사위치 /점수	0-4/10 0	5-6/10 9	7-10/10 26	-
임상 /점수	활엽수림, 혼효림 0	침엽수림 18	침엽수림 26	-
사면형	상승사면 0	평형사면 5	하강사면 12	복합사면 23
토심(cm) /점수	20이하 0	20~100 7	101이상 21	-
경사도 /점수	25이하 16	26~40 9	41이상 0	-

성거산 주변의 산지 하천을 추출하여 분석한 후에 <그림 12>와 같이 산지 하천이 분포된 지역의 경사도를 산출하였다. 붉은색으로 표시된 지역은 경사도가 급한 지역이며, 파란색 지역은 경사도가 낮은 지역이다.

<그림 12>에서 보는 것과 같이 상단에 중앙에서 좌측과 우측에 위치한 곳이 경사도가 높고 <그림 11>에서와 같이 면적이 넓어 집중호우 시 강우가 많이 집중되는 지역으로 판단된다. 그러나 산악지의 경우 식생이 잘된 곳은 식생 전보다 1.5배 정도 유량을 더 내포할 수 있는 것으로 보고되고 있다[6][9]. 따라서 이를 고려하면 위험지역의 예측이 달라질 수 있고 이에 대한 연구가 필요하다.



[그림 12] 성거산 주변 하천유역 경사도

#### 4. 결론

산악지역의 하천유역을 5m 해상도를 가진 수치표고자료(DEM)로 변환하고, 집중호우 시 하천의 흐름 방향을 예측하고, 각 지역의 면적과 호우 유입량 범람 한계를 계산하였다. 천안시 성거산 주변의 산들은 위험도를 측정했을 때 하천유역의 길이나, 경사도, 저수용량과 직관적으로 관련이 있는 면적 등을 비교했을 때, 경사길이는 모두 50m 이하로 측정되어 안정적으로 나왔으며, 경사도는 일부 지역에서만 25도 이상으로 높게 계산되었다. 그러나 산지의 하천은 산지에 분포된 식생으로 유속이 크게 감소하여 통수능이 저하되기 때문에 집중호우가 발생하지 않는 한 산사태 등의 위험은 적다.

그러나 본 연구는 단순 수치 표고모형만을 이용하여 산지의 하천이 발생할 가능성이 높은 부분의 경사도와 하천의 길이, 유역에 유입되는 물의 양만을 통해 예측한 결과로서, 토지의 형질이나, 비의 양을 고려하지 않아 정확한 분석을 위한 추후 연구가 필요하다.

#### 참 고 문 헌

[1] 고보성, “GIS를 이용한 농촌용수 자원정보시스템 개발”, 한국관계배수논문지, 제11권, 제1호, 2004년 1월, 27~33 페이지

[2] 김경수, 이춘오, 송영석, 조용찬, 김만일, 채병곤, “산사태 예측도에 의한 석조문화재 주변의 산사태재해 가능성 분석”, 대한지질공학회논문지, Vol.17, No.3, 2007년 6월, 411~418 페이지

[3] 김보람, 서용석, “무한사면 안정 해석법을 이용한 토석류 발생 예측” 자연과학연구 제24권, 2010년 12월, 47~52 페이지

[4] 손홍규, 윤공현, 김기홍, 송영선, 최종현, 박정환, 이준근, 곽은주, 김호성, 국가GIS 성과를 이용한 자연재해 모델링 기법개발 및 DB 구축방안 연구, 11-1500000-001285-01, 2004년, 179~185페이지

[5] 이동하, 김영섭, 서용철, “고해상도 항공라이다 DEM 해석을 통한 강원도 일원의 산사태 예측 가능성 분석”, GIS학회논문지, Vol.17 No. 3, 381~387페이지

[6] 이종석, 송중근, “하천유형별 식생모델의 홍수위 분석”, 한국콘텐츠학회논문지, Vol. 10, No. 11, 2010년 10월, 7~12 페이지

[7] 최종진, “Grid-size의 크기에 따른 홍수량 변화에 관한 연구”, 경희대학 석사논문, 2003년

[8] 황중훈, “GIUH 적용을 위한 Threshold Area와 특성 속도의 산정” 인하대학 석사논문, 2005년

[9] Seong-Hoon Cho, David H. Newman, “Spatial analysis of rural land development”, Forest Policy and Economics 7, 2005년, 732~744 pages

[10] <http://fgis.forest.go.kr/fgis/>

[11] <http://www.gisexpertsolutions.com>

#### 김 세 근(Se Geun KIM)



· 1992년 3월 ~ 2000년 2월: 한밭대학교  
· 2010년 3월 ~ 2012년 2월: 공주대학교 공간정보학과  
· 컴퓨터그래픽스, 공간정보공학  
· E-Mail: ksk1107@gmail.com

#### 김 동 근(Dong Keun KIM)



· 1996년 충남대학교 전산학과 박사  
· 2005년 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터공학부, 공간정보학과 부교수  
· 관심분야: 영상처리, 컴퓨터 비전, 멀티미디어 응용  
· E-Mail: dkkim@kongju.ac.kr

**맹 승 렬(Seung Ryol MAENG)**



- 2004년 2월: 한국과학기술원 전산학과(박사)
- 1994년 3월 ~ 현재: 공주대학교 공간정보학과 교수
- GIS, 컴퓨터그래픽스, 계산기하학
- E-Mail: sрмаeng@kongju.ac.kr