

## GIS를 활용한 급경사지 재해현장 분석 -전북 무주군, 장수군, 진안군 중심으로- Analysis of Steep slope Disaster Sites using Geographic Information System

이민석<sup>1)</sup>, Minseok Lee, 오정림<sup>2)</sup>, Jeongrim Oh, 박덕근<sup>3)</sup>, Dugkeun Park, 김만일<sup>4)</sup>, Man-il Kim

<sup>1)</sup> 국립방재연구소 연구원, Researcher, National Institute for Disaster Prevention, NEMA

<sup>2)</sup> 국립방재연구소 시설연구사, Analyst, National Institute for Disaster Prevention, NEMA

<sup>3)</sup> 국립방재연구소 시설연구관, Senior Analyst, National Institute Disaster Prevention, NEMA

<sup>4)</sup> 국립방재연구소 선임연구원, Senior Researcher, National Institute Disaster Prevention, NEMA

**SYNOPSIS** : There are human casualties that caused by slope-stability related disasters such as landslide and debris flow during typhoon and rainy season every year in Korea. These disaster sites can be analyzed systematically using digital topographic data and aerial photogrammetry. In this study, geographical factors such as slope degree, geology, height, and soil depth are analyzed in four landslide-disaster sites from Muju, Jinan, and Jangsu County based on digital elevation maps generated by ArcGIS. Each site showed different characteristics in geology and geography and it is found that GIS can be utilized for the visualization of steep-slope failure areas.

**Keywords** : steep slope, digital topographic data, aerial photograph, GIS, geographical factors

### 1. 서론

최근 우리나라에서도 기상이변으로 인한 국지성 집중호우와 산지지역의 개발로 인하여 자연사면 및 절취사면에서 많은 급경사지 재해가 발생되고 있다. 21세기로 들어서면서 지속적인 도시화, 산업화로 인해 재난은 대형화되고 그 형태가 비정형화 되는 양상을 띠고 있다. 특히 우리나라는 자연사면이 많고, 도로, 택지, 공업단지 조성 등 각종 개발사업 시행 시 절·성토에 의한 인공사면도 많이 발생하는 지형적 특성을 가지고 있다. 이런 지리적인 특성 등으로 해마다 급경사지 재해로 인한 재산 및 인명피해가 꾸준히 발생하고 있으며 최근의 이상기후 등으로 그 위험성은 더욱 가중되고 있다(국립방재연구소, 2008).

기존 급경사지 재해 관련 데이터는 주로 과거 급경사지 붕괴이력 및 급경사지 재해발생지역에 대한 현황도 및 현장 사진 등의 형태로 관리되어 왔으며, 급경사지 관리는 재해 발생 이후 피해복구에만 급급한 실정이었다. 따라서 급경사지 재해를 예방하거나 혹은 그 피해를 최소화하기 위해서는 급경사지 재해발생지역에 대한 체계적인 분석이 필요하다.

급경사지 재해현장을 객관적이고 체계적으로 분석하기 위한 대표적인 방법은 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System)을 활용하는 것이다(국립방재연구소, 2003). GIS는 급경사지 재해현장 추출, 경사도, 면적측정 등 다양한 정보의 통합 활용 및 여러 가지 분석기능을 제공한다. 본 연구에서는 2005년 8월 집중호우로 급경사지 재해가 발생한 전라북도 무주군, 진안군, 장수군 지역에 대해 GIS를 활용하여 급경사지 재해 현장을 분석하였다.

## 2. GIS를 활용한 급경사지 재해현장 분석

### 2.1 연구지역 개요

GIS를 활용한 급경사지 재해현장 분석을 위한 연구지역은 2005년 8월 집중호우로 급경사지 재해가 발생된 전라북도 무주군(4개소), 진안군(3개소), 장수군(1개소) 일대를 선정하였다. 무주군의 경위도 좌표는 동경 127° 31' ~ 127° 55', 북위 36° 04' ~ 36° 47' 에 위치하고 있으며, 국내 내륙지방 중에 중심부를 점유한 노년기 산악지대이다. 그리고 행정구역상 면적은 631.70km<sup>2</sup>이다. 진안군의 경위도 좌표는 동경 127° 17' ~ 127° 34', 북위 34° 03' ~ 34° 43'에 위치하고 있으며, 동쪽으로 무주군과 장수군이 인접하고 있으며 소백산맥과 노령산맥이 형성한 폭 10~20km의 서남방향으로 평행한 진안고원을 이루고 있고, 해발 200~400m의 산간 구릉지로서 약 82.4%의 산악지대를 형성하고 있다. 또한 진안고원에서 북류하는 금강과 남류하는 섬진강으로 수계가 이루어져 있다. 행정구역상 면적은 789.00km<sup>2</sup>이다. 장수군은 전라북도 동부에 동경 127° 42' ~ 127° 50', 북위 35° 28' ~ 35° 49' 위치하고 있으며, 행정구역상 면적은 533.64km<sup>2</sup>이다.

### 2.2 공간정보자료를 활용한 급경사지 재해현장 분석

지리정보시스템(Geographic Information System: GIS)은 지도를 전산처리가 가능하도록 수치로 전환하고 토지, 자원, 시설물, 환경, 사회, 경제, 통계 등 관련정보를 체계적으로 입력하여 각종 의사결정에 활용하는 시스템이다. 이와 같이 본 연구에서는 공간정보프로그램(ArcGIS, Envi 등)을 활용하여 급경사지 재해현장을 분석하였으며, 공간정보 분석을 위해 국토지리정보원의 1:5,000 수치지형도, 한국지질자원연구원의 1:50,000 지질도, 국토해양부 1:25,000 토양도를 활용하였다. 수치지형도를 활용하여 고도, 경사면, 경사방향 등의 지형을 분석하였고, 지질도는 진안(1924), 장기리(1969), 용담(1973), 장계(1993) 도폭을 활용하여 대상 연구지역의 지질을 파악하였다. 토양도는 재해발생지역의 토양특성 분석을 위해 활용하였다. 그리고 전북 무주군, 진안군, 장수군의 급경사지 재해현장 GPS(Global Positioning System) 좌표를 각각의 레이어(layer)에 도시하였다(그림 1).

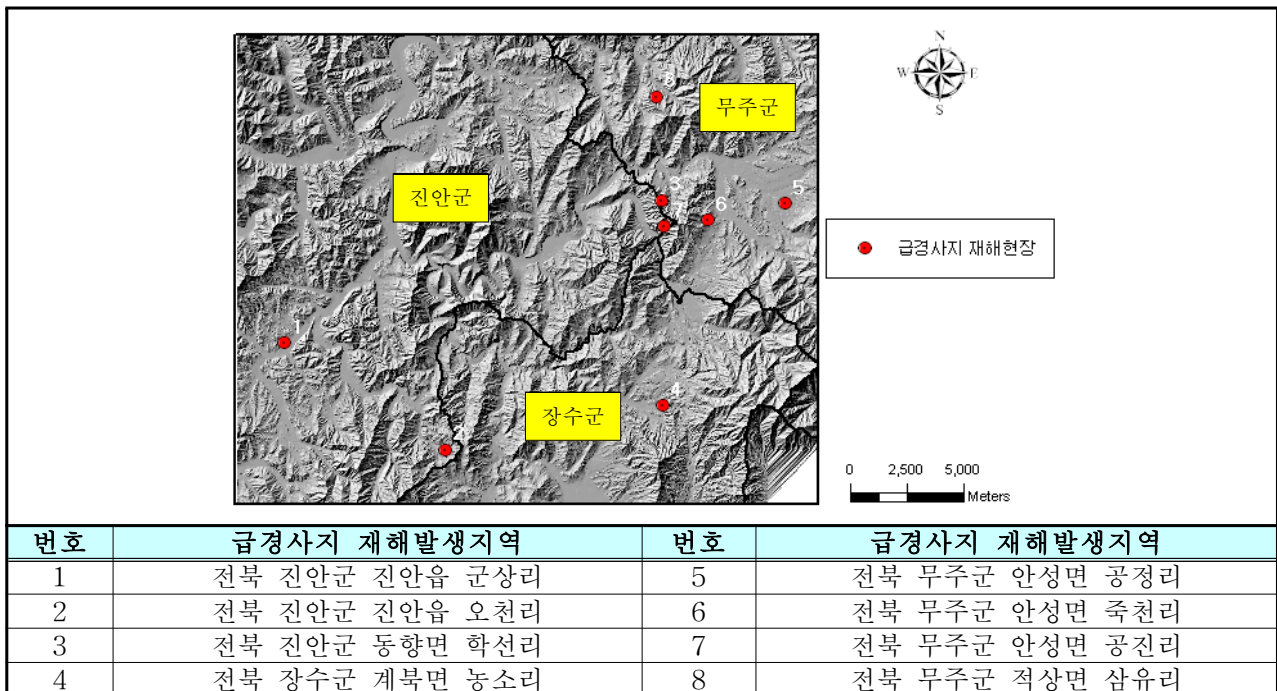


그림 1. 전북 무주군, 진안군, 장수군 급경사지 재해발생지역 위치도

고도, 경사도, 경사방향 등 관계 분석을 위해 수치 지형도를 활용하여 5×5m 간격의 격자(ARC/INFO GRID형태)로 변환, TIN(Triangulated Irregular Networks)을 형성하였다. 그림 2는 연구지역 DEM(Digital Elevation Model)을 도시하였으며, 고도 분석 결과 전체적으로 동쪽 지역의 덕유산 주변으로 높은 고도를 이루고 있다. 최소 고도값은 215m, 최대 고도값은 1,505m, 그리고 급경사지 재해현장의 평균 고도값은 약 478m로 대부분 산지 및 고지대 급경사지 하부 능선에서 피해가 발생되었다.

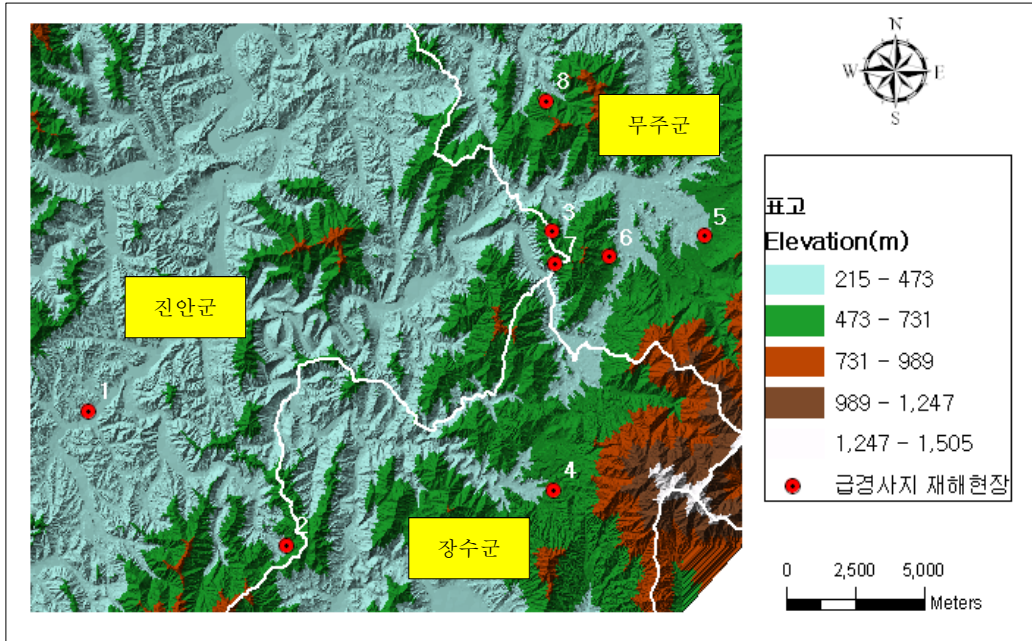


그림 2. 연구지역 DEM(Digital Elevation Model)

경사도 및 경사방향은 5×5m 간격의 TIN(Triangulated Irregular Networks)을 형성 한 후 분석하였다. 전체적인 연구지역 평균 경사도는 22.107°였으며, 급경사지 재해현장의 경사도는 대부분 약 15°~45° 범위에서 분포하였다(표 1). 전체적으로 급경사지 재해현장의 경사도는 무주군과 장수군 지역에서 비교적 높은 경사도 값을 나타내고 있다. 이는 덕유산 주변일대 산악지형의 높은 고도 때문인 것으로 판단된다. 그리고 연구지역의 평균 경사방향(°)은 남쪽(157.5°~202.5°)이었으며, 이는 지형 여건상 소백산맥과 노령산맥을 따라 연결되는 고지대 급경사지 하부 능선에서 대부분의 재해가 발생했기 때문이다(그림 3).

표 1. 연구지역 경사도 분석 결과

구분	범위	비율(%)
1	0°~14.680°	17
2	14.681°~29.361°	16
3	29.362°~44.041°	17
4	44.042°~58.722°	17
5	58.723°~73.402°	16
6	73.403°~88.083°	17

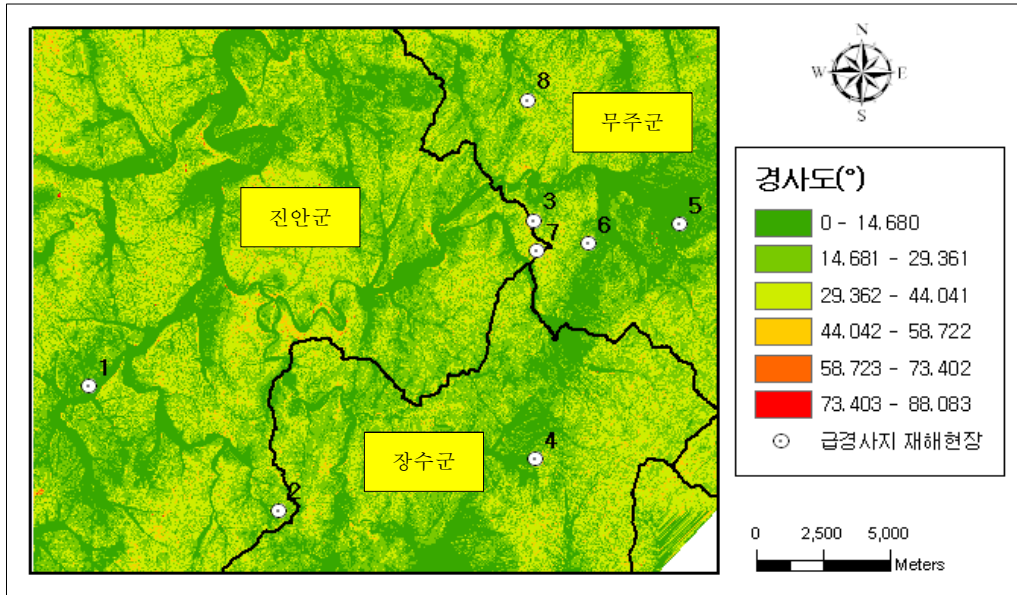


그림 3. 연구지역 경사도

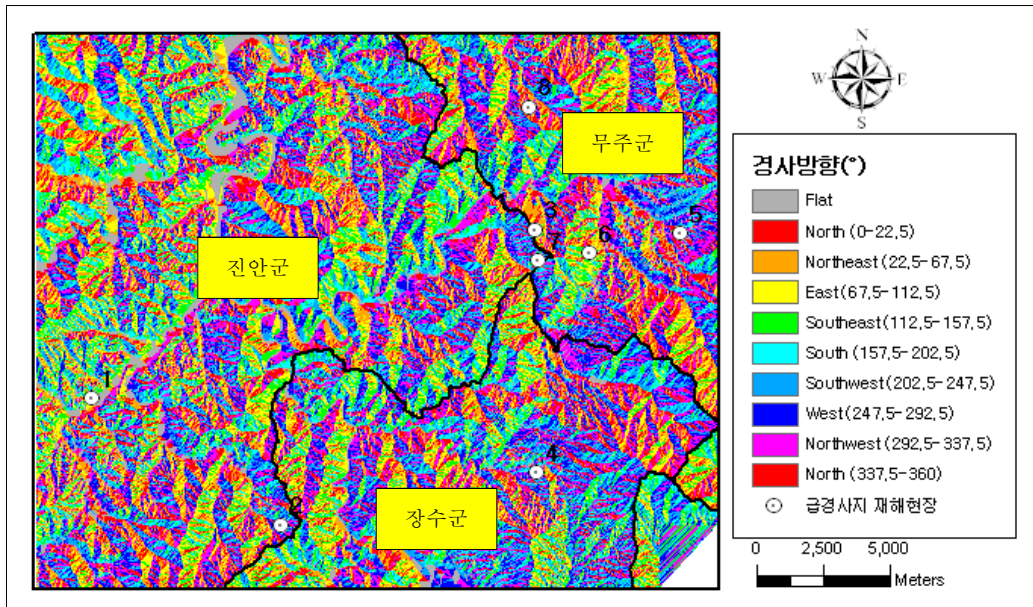


그림 4. 연구지역 경사방향

본 연구지역의 지질은 우리나라의 지질도 중 진안(1924), 장거리(1969), 용담(1973), 장계(1993) 도폭에 해당하며, 경기육괴와 영남육괴가 상당 부분을 차지하는 것으로 조사되었다. 그리고 선캄브리아 시대의 변성암으로 구성된 경기육괴와 중생대에 관입한 심성암류와 퇴적암류 및 화산암류에 기반하는 다양한 암석이 분포한다. 일부 화강암체를 제외하고는 대부분 북북동 방향으로 분포하고 있다. 급경사지 재해현장의 암종상태는 대부분 풍화된 화강암질 편마암이었으며, 2005년 집중호우 발생시 활동에 의한 파괴와 토석류가 발생하였다(그림 5).

토양도 분석결과 급경사지 재해는 대부분 사양질 내지 식양질, 자갈이 있는 사양질 등에서 발생되었다. 점토함량에 비하여 모래 함량이 많은 사양질, 점토와 모래 함량이 비슷한 식양질, 그리고 자갈이 있는 사양질 등의 토양종류에서 급경사지 재해가 발생되었음을 나타내며, 집중호우에 따른 지반포화과 이에 따른 하중증가 및 진단강도저하로 인해 붕괴가 발생된 것으로 판단된다(그림 6).

급경사지 재해현장 지역 중에 전북 진안군 진안읍 군상리를 제외한 현장의 유효토심은 약 0.2~1.0m인 얇음 내지 보통 지역에서 발생하였다(표 2). 이는 집중호우에 따른 대부분의 토석류는 얇은 표층 붕괴로 발생되기 때문이다(그림 7).

표 2. 연구지역 유효토심

분류	매우얇음	얇음	보통	깊음	매우깊음
유효토심(m)	0~0.2m	0.2~0.5m	0.5~1.0m	1.0~1.5m	1.5~3.0m

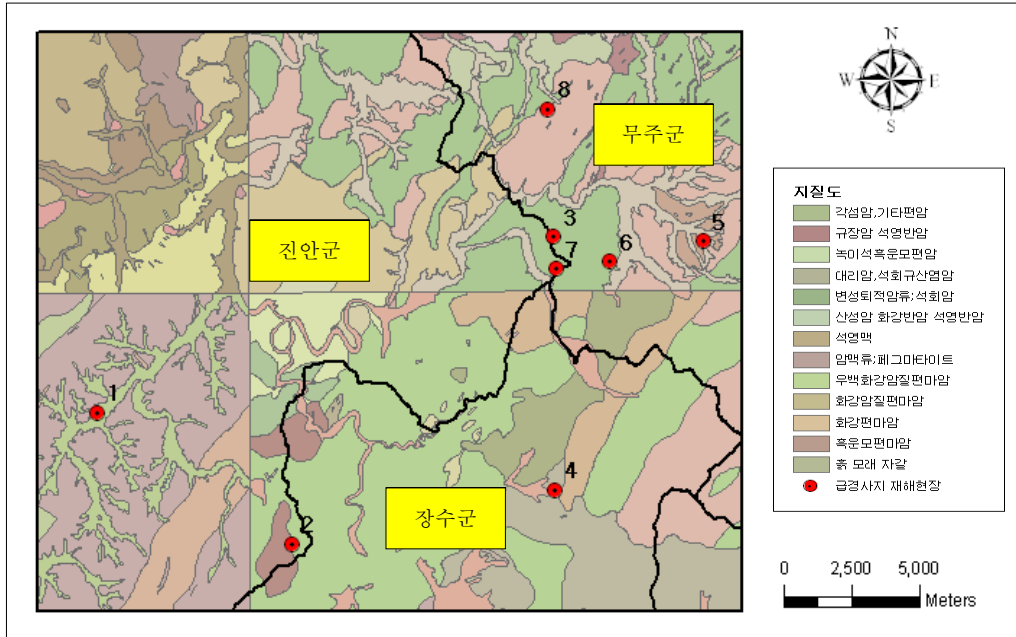


그림 5. 연구지역 지질도

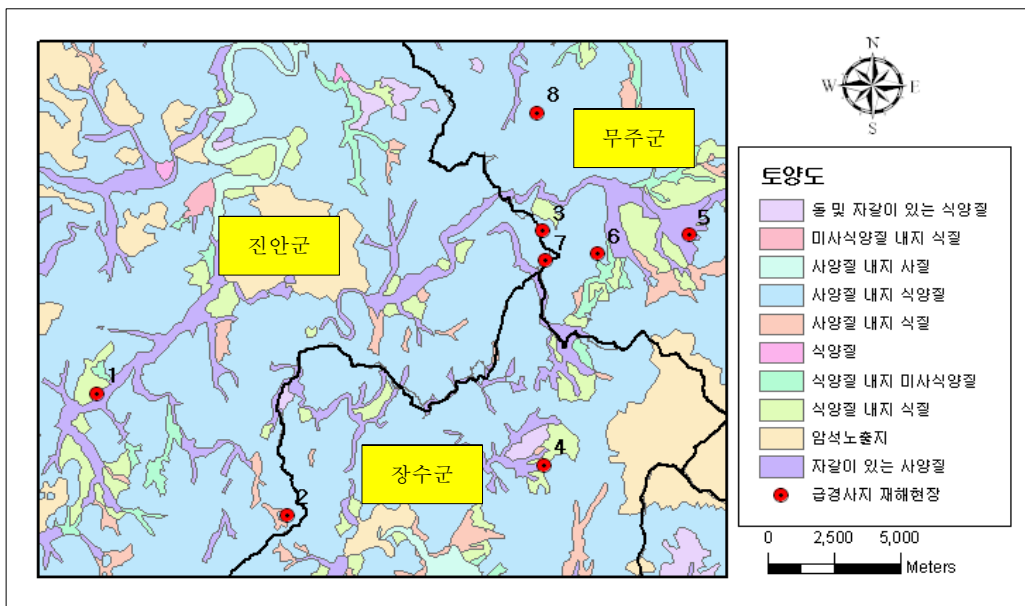


그림 6. 연구지역 토양도

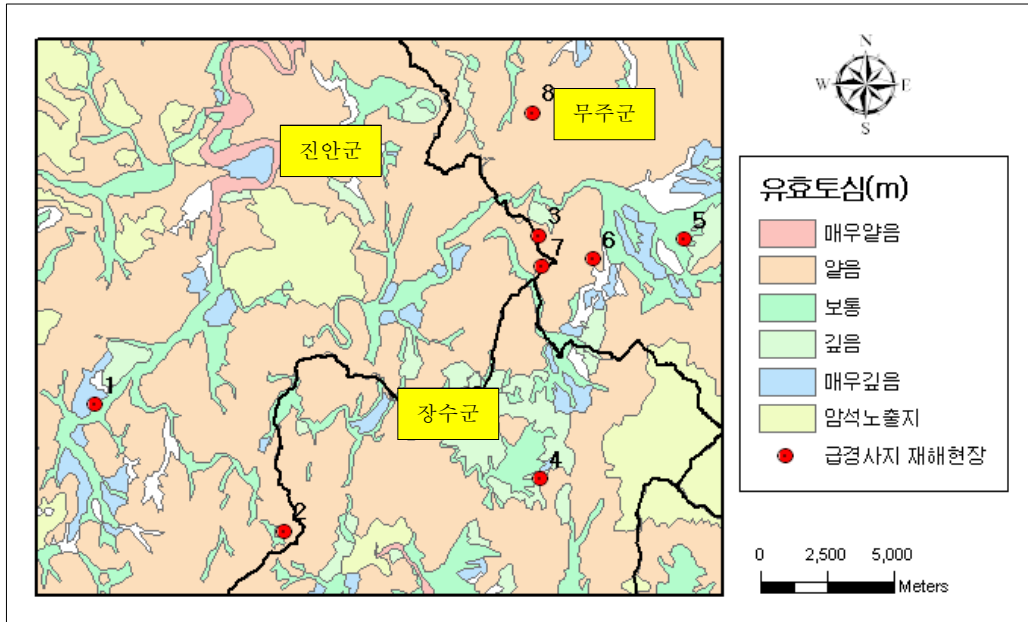


그림 7. 연구지역 유효토심

### 3. 결론

본 연구에서는 GIS를 활용하여 2005년 8월 집중호우로 인해 발생한 전북 무주군, 장수군, 진안군 8개소에 대한 급경사지 재해현장을 분석하였고, 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 2005년 급경사지 재해현장의 평균 고도는 478m 이며, 대부분 산지 및 고지대 급경사지 하부 능선에서 재해가 발생하였다.
- (2) 연구지역 평균 경사도는 22.107°였으며, 급경사지 재해현장의 경사도는 대부분 약 15°~45° 범위에서 분포하였다. 평균 경사방향(°)은 남쪽(157.5°~202.5°)이었으며, 이는 지형 여건상 소백산맥과 노령산맥을 따라 연결되는 고지대 급경사지 하부 능선에서 대부분의 재해가 발생했기 때문이다.
- (3) 급경사지 재해현장의 지질은 대부분 화강암질 편마암이 대부분이었으며, 토양종류는 대부분 사양질 내지 식양질, 자갈이 있는 사양질이었다. 그리고 유효토심은 급경사지 재해현장 지역 중에 전북 진안군 진안읍 군상리를 제외한 현장의 유효토심은 약 0.2~1.0m인 얕음 내지 보통 지역에서 발생하였다.

향후 타 지역의 급경사지 재해현장의 데이터를 확보함과 동시에 각각의 레이어를 중첩시킨 후 통계적 위험도 분석과 본 연구에서 지형인자, 수계 등의 고려하지 못한 급경사지 붕괴 관련 요인들에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

### 참고문헌

1. 국립방재연구소(2003), 토석류의 발생작용 및 피해저감에 관한 연구, 연구보고서, NIDP-2003-07
2. 국립방재연구소(2008), 강우자료를 활용한 예·경보시스템 국내 적용성 연구, 연구보고서, NIDP-2008-08