

산사태 위험도 항목 분류에 관한 연구

-수치지도(Ver 2.0) 지형지물 분류체계를 중심으로-

A Study on the Category of Factors for the Landslide Risk Assessment: Focused on Feature Classification of the Digital Map(Ver 2.0)

김정옥¹⁾ · 이정호²⁾ · 김용일³⁾

Kim, Jung Ok · Lee, Jeong Ho · Kim, Yong Il

¹⁾ 서울대학교 대학원 건설환경공학부 박사과정(E-mail:geostar1@snu.ac.kr)

²⁾ 서울대학교 대학원 건설환경공학부 박사과정(E-mail:ilome79@snu.ac.kr)

³⁾ 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 부교수(E-mail:yik@snu.ac.kr)

Abstract

For development of landslide risk assessment techniques using GIS (Geographic Information System), this study classifies the category of socioeconomic factors. The landslide quantitative risk assessment performs first prediction of flow trajectory and runout distance of debris flow over natural terrain. Based on those results, it can be analyzed the factors of socioeconomic which are directly related to the magnitude of risk due to landslide hazards. Those risk assessment results can deliver factual damage situation prediction to policy making for the landslide damage mitigation. Therefore, this study is based on feature classification of the digital map ver. 2.0 provided by the National Geographic Information Institute. The category of factors can be used as useful data in preventing landslide.

1. 서 론

GIS를 이용하면 광범위한 지역의 산사태 발생 및 예측지역을 보다 쉽고 효율적으로 관리할 수 있으며, 최근에는 더 나아가 산사태의 위험도를 산정하는 시도가 이루어지고 있다. 산사태 위험도 산정과정은 사태물질의 이동경로와 확산범위를 산정하여 사태물질이 산사면 하부에 도달할 수 있는 범위를 설정하고, 이 결과를 바탕으로 산사태의 영향범위 내에 위치하는 지역의 인문지리정보를 분석하여 산사태에 의한 피해정도를 산정한다(한국지질자원연구원, 2006). GIS를 이용한 산사태 위험도 산정을 위해 본 연구에서는 사회경제적 분석을 위한 위험도 항목을 설정한다. 작성된 산사태 위험도 산정 결과는 재해 대책수립에 직접적으로 활용되는 것이므로, 결과의 활용성을 높이기 위해 수치지형도 Ver 2.0의 지형지물 분류항목을 토대로 위험도 산정에 적합한 항목별 군집을 설정하여, 향후 정확하고 효율적인 위험도 산정의 기반을 확보한다.

2. 산사태 정량적 위험도 산정기법

산사태 발생가능성이 높은 것을 취약성이 높다고 표현하거나 산사태 발생확률이 높다고 표현하고, 일부에서는 취약성 혹은 발생가능성이 높은 것을 위험도가 높다고 표현하기도 한다. 그러나 민감성(susceptibility)과 가능성(possibility), 위험도(risk)는 엄격히 구분하면 서로 다르게 정의할 수 있다. 민감성 평가는 강우, 지진 등 산사태를 직접적으로 유발시키는 요인이 생겼을 때 그 지역이 얼마나 산사태

발생에 민감한가를 평가하는 것이고, 산사태 가능성은 어떤 지역의 산사태 취약성에 산사태 유발요인의 발생 가능성을 더해 그 지역에서 산사태가 얼마나 잘 일어날 수 있는가를 평가한 것이다. 여기서 이러한 산사태 유발요인을 가정한 후 산사태 가능성을 예측할 수 있다. 그리고 산사태 위험성은 산사태 취약성 혹은 가능성에 의해 인명 및 시설물의 경제적 손실을 평가하는 기술로서, 산사태 발생예측기술을 토대로 하여 사태물질의 이동경로·확산범위 예측기술이 확립되어야만 종합적으로 수행할 수 있는 연구이다(Einstein, 1988).

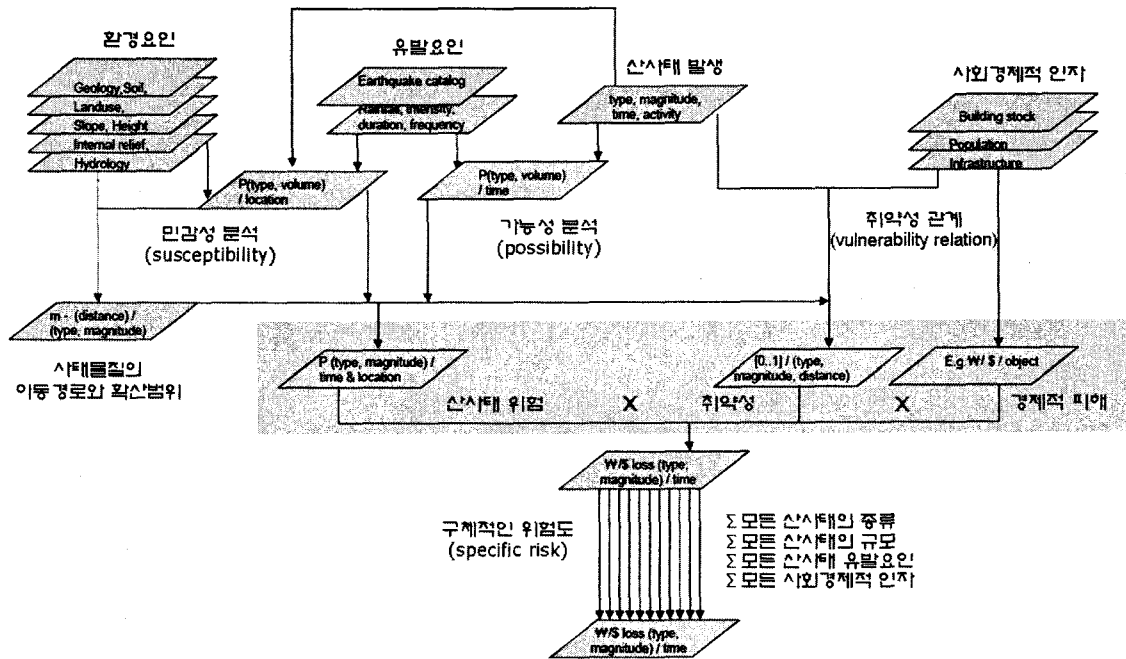


그림 1. 산사태 정량적 위험도 산정 과정

최근에는 위험도를 확률이나 숫자의 형태로 표현하는 정량적 위험도 산정(QRA) 기법이 개발되고 있다(그림 1). 1990년대 말부터 홍콩, 호주, 미국 등의 나라에서 연구가 시작된 QRA 기술은 산사태가 발생할 것으로 예측된 사면에 대하여 파괴지점부터 사태물질이 거동하는 모든 경로까지의 정보를 정량적으로 산정하여 사태물질에 의하여 발생하는 인명과 재산상의 피해 예상치를 계량화하는 기술이다. 그러므로 산사태 위험도 산정은 산사태의 영향범위 내에 위치하는 지역의 사회경제적 정보를 분석하여 산사태에 의한 재산 및 인명피해를 추정할 수 있어, 보다 체계적이고 최소비용에 의한 산사태 위험관리와 피해저감 대책을 마련할 수 있다(Ho *et al.*, 2001).

3. 산사태 위험도 항목 분류

산사태 예측도 산정을 위한 기존 입력데이터로는 지질, 사면경사, 토양 등과 같은 환경적 요인과 강우, 지진 등 산사태를 직접적으로 유발시키는 요인이 해당된다. 이러한 요인과 더불어 산사태 정량적 위험도 산정을 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 재산 및 인명피해를 추정하기 위한 사회경제적 인자가 필요하다. 본 연구에서는 사태물질 이동경로 예측기술, 사태물질 확산범위 산정기술, 산사태 위험도 항목 분류로 나누어지는 QRA 기술 중 경제적 손실 평가를 위한 위험도 항목 분류에 관한 연구를 진행한다.

장동호(2006)는 산사태에 의한 시설물 위험도 분석을 위해 사회경제적 인자로 하계망도, 도로망도, 토지이용도, 주택분포도, 산업시설분포도, 농업시설분포도, 업무시설분포도, 기타시설분포도를 사용하였고, 각각의 주제도는 1:5,000 수치지형도에서 추출하여 산사태 위험분석에 적합하게 규모별·유형별로 재분류하였다. 한국지질자원연구원(2006)의 경우 산사면 하부의 토지이용 현황에 따라 토지이용 항목을 구분하였다. 위험도 항목은 표 1과 같이 1:5,000 수치지형도의 분류체계에 따라 대·중·소분류로 구분되어

있으며 이 항목을 바탕으로 그림 2와 같은 인명과 재산상의 피해 예상치를 계산하였다.

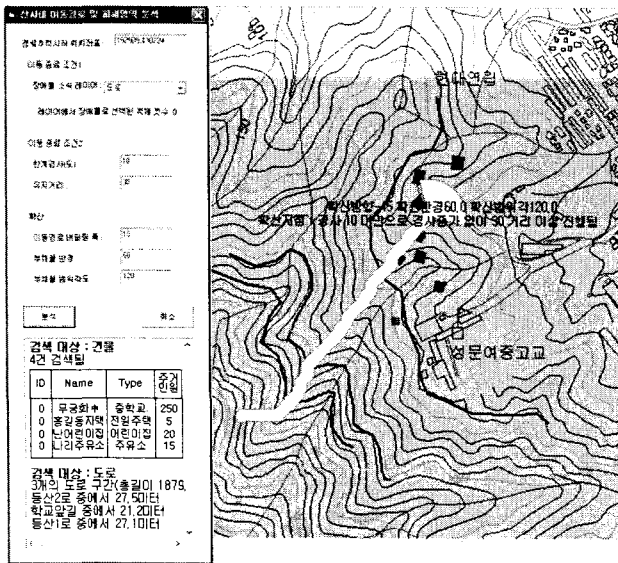


그림 2. 산사태 이동경로 및 피해영역 분석

표 1. 대·중·소분류의 위험도 항목

대분류	중분류	소분류	대분류	중분류	소분류
농지	논	미경지정리답	도시/주거지	기타	가축사육시설
		경지정리답			양어장, 양식장
	밭	보통, 특수작물			채광지역
		과수원 기타			매립지
도시/주거지	주거지/상업	일반주택지	수계	하천	광천지
		고층주택지			하천
		사업, 업무지			호, 소
	나대지	호소			
	공업지	공업시설		습지	갯벌
		공업나지, 기타			염전
	교통시설	도로	임목지	기타	
		철로 및 주변지역		초지	
		공항		인공/자연초지	
		항만	기타	침엽수림	
공공시설물	발전시설	활엽수림			
	교육, 군사시설	혼합수림			
	공공용지	암벽 및 석산			
	처리장	골프장/유원지			
			공원묘지		

3.1 수치지도 Ver 2.0의 지형지물 코드체계

작성된 산사태 위험도 산정 결과는 피해저감 대책수립에 직접적으로 활용되는 것이므로, 결과의 활용성을 높이기 위해 국토지리정보원의 수치지도 지형지물 분류항목을 토대로 설정해야 한다. 기존의 연구는 수치지도(Ver 1.0)의 지형지물 분류체계를 바탕으로 분류하였으므로 2001년부터 제작 및 배포되고 있는 수치지도 Ver 2.0에 기반을 둔 위험도 항목의 재정립이 필요하다. 현재 제작되고 있는 수치지도는 기존의 축척에 따라 상이하게 표현되던 지형지물 분류체계를 축척에 관계없이 104개의 단일 분류체계로 하여 지형지물별 공간정보와 속성정보를 연계한 수치지도를 구축하고 있다. 즉, 기존 수치지도에서 사용하던 500여개의 레이어를 스케일 1,000, 5,000 및 25,000에 상관없이 104개의 지형지물로 재분류하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 수치지도 Ver 2.0의 지형지물 분류항목을 토대로 위험도 산정에 적합한 항목별 군집을 설정하여, 향후 정확하고 효율적인 위험도 산정의 기반을 확보한다.

3.2 위험도 항목 설정

표 2는 수치지도 Ver 2.0을 바탕으로 설정한 위험도 항목으로, 본 연구에서는 한국지질자원연구원(2006)의 분류체계를 참고하여 총 4단계의 위험도 항목 군집을 제안했다. 우선 1단계는 도시 및 농촌지역에 공통적으로 적용할 수 있는 것이다. 즉, 자연 상태로 보존되어 있거나 극히 제한적인 개발이 진행된 곳과 인간에 의한 적극적 개발 및 다양한 시설물 설치가 이루어져 있으며 인구가 분포하는 지역으로 구분한 것이다. 2단계는 광의의 개념에 해당하는 항목별로 군집을 구분한 것으로 수치지도 Ver 2.0의 지형지물 분류체계를 각 항목의 토지이용 목적에 근거하여 구분하였다. 따라서 2단계 항목을 바탕으로 개략적인 인구분포와 사용인구 규모 및 경제성, 시설물의 종류 및 규모, 상대적 중요도 등을 파악할 수 있다. 다음으로 정량적이고 세밀한 위험도 산정을 위해 3단계 항목을 설정하였다. 3단계 항목은 각 항목별 토지이용의 세부 목적을 기준으로 구분하였다. 이와 같은 구분이 필요한 이유는 산사태 발생 가능 시간대가 하루 중 언제 발생하는 지에 따라 인명피해 정도가 달라질 수 있기 때문에 다양한 측면에서의 피해예상 및 해석을 가능하게 하기 위해서이다. 또한 일부항목에 대해 인구현황, 건물종류, 건물재료, 건물연령, 층수 등 다양한 요소에 대한 정보를 획득하기 위한 4단계 항목을 구분하여 각 항목별 피해상황에 따른 정확한 피해규모가 예측될 수 있게 하였다.

표 2. 수치지도 Ver 2.0을 바탕으로 설정한 위험도 항목

1단계	2단계	3단계	4단계
인공	교통	도로	포장재질, 차선수, 도로폭, 기타
		철도	명칭, 구분, 관리기관, 기타
		교량	종류, 연장, 폭, 설치연도, 재질, 기타
		터널	연장, 폭, 높이
	주거	일반주택	인구현황, 건물종류, 건물재료, 건물연령, 층수
		연립주택	
		아파트	
	공공	지방행정	도청, 시청, 군청, 구청, 읍사무소, 동사무소, 면사무소
		기타행정	경찰서, 파출소, 소방서, 세무서, 우체국, 기상대
		정부투자기관	전력·통신·수자원·도로·토지·주택·가스·농어촌진흥공사
	산업	공업	공장, 발전소, 변전소
		상업	시장, 백화점, 관광음식점
		하수처리	하수종말처리장, 공단폐수처리장, 축산폐수처리장, 농공단지오폐수처리장, 간이오수처리장, 분뇨처리장
	문화/교육/서비스	교육	학교, 유치원, 도서관, 체육관, 실내수영장, 학원, 기숙사
		종교	교회, 성당, 절, 기타종교시설
		숙박	호텔, 여관, 콘도미니엄
	시설물	시설물(水) I	댐, 우물/약수터, 온천, 양식장, 낚시터, 해수욕장
		시설물(土) II	광산, 채취장, 전력주/통신주, 야영지, 묘지, 유적지, 문화재
자연	식생	경지계	논, 밭, 과수원
		독립수	활엽수, 침엽수, 혼합림
		목장	용도, 기타
	수계	하천	구분, 형태, 상태
		호수/저수지	용도, 면적
		용수로	형태, 용도, 연장, 폭

4. 결 론

본 연구에서는 QRA 기술을 위해 수치지도 Ver 2.0 지형지물 분류체계에 기반을 둔 위험도 항목을 제안하였다. 제시한 4단계 위험도 항목은 기존의 연구보다 더욱 세밀하게 구분하였기 때문에 인구현황, 건물수, 건물종류, 건물재료, 건물연령, 층수 등 다양한 요소에 대한 정보를 획득하여 각 항목별 피해상황에 따른 정확한 피해규모의 예측을 통한 매우 실용적인 위험도 산정이 가능하게 하였다. 향후 이러한 위험도 항목을 QRA에 이용함으로써 인명피해, 재산손실, 혹은 경제활동의 장애에 대한 예상수치를 산정하는 연구와, 세부적인 정보 취득의 한계 극복을 위한 지속적이 노력이 이루어져야 할 것이다.

사 사

이 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(과제명: 산사태재해 예측 및 저감기술 개발) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 장동호 (2006), 산사태 재해에 대한 보은지역의 시설물 위험분석, 한국지형학회지, 제13권, 제3호, pp. 63-73.
 한국지질자원연구원 (2006), 자연재해 방재기술 개발사업 - 산사태 위험도 산정시스템 및 피해저감기술 개발, 과학기술부, pp. 243-249.
 Cruden, D. and Fell, R. (1997), *Landslide Risk Assessment*, Taylor & Francis, Netherlands, pp. 25-50.
 Einstein, H. H. (1988), *Landslide risk assessment procedure*, Proceeding of the fifth international symposium on landslide, vol. 2, pp. 1075-1090.
 Ho, K. K. S. and Wong, H. N. (2001), *Application of quantitative risk assessment in landslide risk management in Hong Kong*, Proceedings of the Fourteenth Southeast Asian Geotechnical Conference, Hong Kong, pp. 123-128.