

국토정책 Brief

KRIHS ISSUE PAPER

KRIHS POLICY BRIEF • No. 573

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 김동주 • www.krihs.re.kr

도심지 토사재해 관리현황 및 개선방안 제안

김명수 국토연구원 국가방재연구센터장

문용희 국토연구원 책임연구원

이상은 국토연구원 책임연구원

요약

- 1 최근 이상기후로 인한 국지성 폭우와 여름철 태풍·집중호우 등의 발생으로 토사재해 피해가 증가하고 있음
- 2 도시 외곽부 산지에 교육 및 의료시설, 영세 산업시설, 대규모 주택단지 등이 입지하면서 재해위험이 더욱 가중되고 있어 도시계획적 대책 마련이 시급함
- 3 토사재해는 산지에서 발생하여 도심지에 영향을 미치는 특성을 가지고 있으므로 피해가 산지 계류부와 도시가 만나는 경계부로 집중되는데도 관리주체가 상이하여 체계적인 관리가 힘든 실정임
- 4 중앙정부에서는 도심지 토사재해 예방을 위해 도심지 토사재해 중점관리대상지역을 선별하고 도시계획 단계에서 대응방안을 수립해야 함

시사점

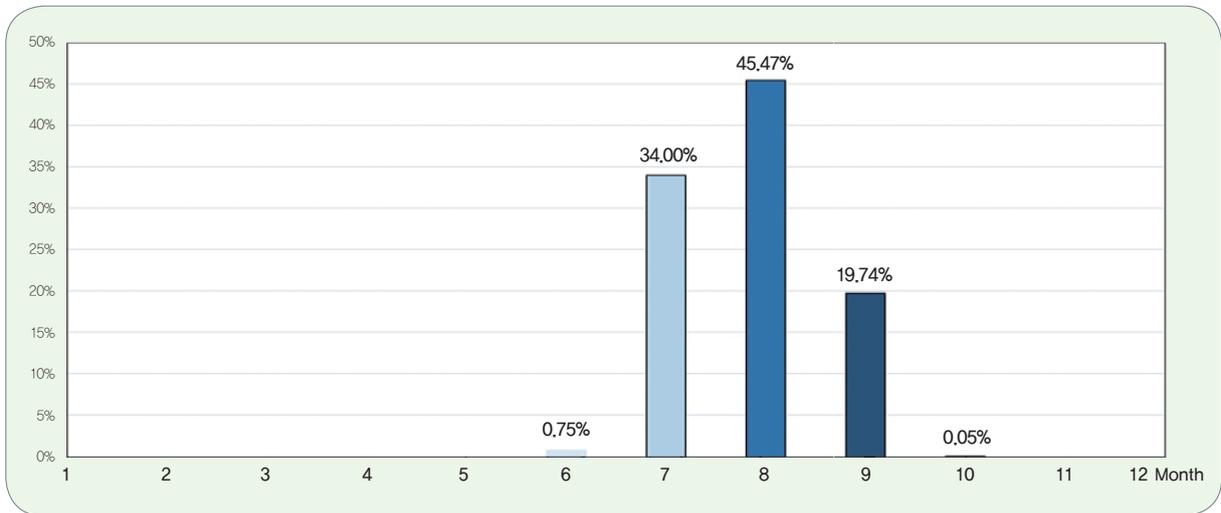
- ① 산지와 도심지가 만나는 지역까지 도시가 확산되고, 모든 계곡부가 복개된 상황에서 소규모 계곡에서 발생하는 산사태, 토석류, 비탈면 붕괴 등은 인명 및 재산 피해의 가능성을 내포하고 있음
- ② 토사재해 예방을 위한 도시계획은 토사재해의 위험등급이나 도시규모와 유형, 토지이용 특성, 도시 유형 등 도시 여건에 따라 종합적 측면에서 대응방안을 수립해야 함
- ③ 토사재해 대책이 도시계획 측면에서 효율성을 발휘하기 위해서는 토사재해 위험등급 구분과 토지이용규제 및 방재시설, 설계적 수단을 연계하는 것이 중요함
- ④ 도심지 토사재해 중점관리대상지역을 점차 확대하고 중앙정부 차원의 지속적인 지원과 관리가 필요함

1. 도심지 토사재해 피해현황

최근 이상기후로 인해 국지성 폭우와 여름철 태풍·집중호우가 자주 발생함으로써 토사재해 증가 추세

- 토석류는 집중호우 등에 의해 산사태¹⁾가 일어나 토사, 암석 또는 수목을 포함한 유수가 계곡을 따라 흘러 내려가는 현상을 말하며, 이때 토석류²⁾에 의해 발생한 재해를 토사재해라고 함
- 우리나라는 국토의 65% 이상이 산지로 이루어져 있어 도시화에 따른 산지 경계부까지 도시개발이 흔하게 이루어지고 있고, 도심지의 내부와 인근 지역에 급경사지가 많아 토사재해의 위험성이 상존하고 있음
- 연평균 산사태 발생 추이는 1980년대 231ha, 1990년대 349ha, 2000년 713ha이며, 1980년대와 비교해서 2000년대 발생규모는 세 배 이상 급증하였음(예: 2011년 서울시 우면산, 2011년 강원도 춘천, 2014년 부산시 구포동 등)
- 우리나라는 집중호우, 태풍 등 기상이변의 발생횟수와 규모가 증가함에 따라 낙석, 산사태 및 토석류 등과 같은 급경사지의 붕괴로 인하여 많은 인명 및 재산 피해가 동반되고 매년 재발 빈도도 증가하고 있음
- 전국 산사태의 발생추이를 살펴보면, 시기적으로는 하절기인 7, 8, 9월에 대부분 발생³⁾하며, 지역적으로는 중부지역의 경우 강원도지역에 편중되고 영남지역은 경남지역의 발생빈도가 가장 높음

그림 1 월별 산사태 발생비율(1998~2014년)



출처: 산림청

또한, 도시 외곽부 산지에 교육시설, 산업시설, 대규모 주택단지 등이 입지하면서 자연재해의 위험성을 가중시키고 있어 도시계획적 해결방안과 실효성 있는 규제에 대한 요구가 증가하고 있음

1) 자연적 또는 인위적인 원인으로 산지가 일시에 붕괴되는 것

2) 산지 또는 계곡에서 토석·나무 등이 물과 섞여 빠른 속도로 유출되는 것(「사방사업법」 제2조 5호6호)

3) 연평균 산사태 발생비율: 7월 34.0%, 8월 45.5%, 9월 19.7%

- 산지비탈면의 안정성 평가 없이 무분별한 개발허가로 피해를 가중시키는 사례가 많으므로 「국토계획법」, 「산림보호법」, 「급경사지 재해예방에 관한 법률」, 「자연재해대책법」, 「건축법」 등의 지침 및 규정에 따라 산림 인접부 개발에 따른 영향 및 관련 재해의 위험도에 대한 정밀한 평가가 필요함
- 관련 법에 의하여 산사태 및 토석류에 대한 관리가 진행되고 있으나, 산사태 및 토석류의 특성상 산지에서 발생하여 도심지에 영향을 미치기 때문에 산지와 도심지 경계부 즉, 산지와 도심지가 만나는 지역에 대한 구체적인 관리계획이 필요함

2. 토사재해 관리현황 및 문제점

토사재해 관련 국내 관리 현황

- 토사재해와 관련된 국내 법령을 보면 산지 및 사면관리, 안전관리 및 풍수해, 방재시설, 공공시설, 도시계획·개발·건축 등 다양한 내용에 걸쳐 구성되어 있으며, 담당부서 또한 재해 담당부서인 국민안전처 외에도 국토교통부, 해양수산부, 산림청, 환경부 등 다양한 부서를 포함하고 있음
- 산림청은 산사태 관련 「산림보호법」, 「사방사업법」 등 법·제도적 장치를 마련하였으며 특히, 2011년 서울시 우면산 산사태를 계기로 2012년 「산림보호법」 제45조의8을 개정한 데 이어 2013년부터 ‘산사태취약지역’을 지정하여 2016년 2월 기준 시도총계 1만 8,444지점을 지정·고시하여 관리하고 있음
- 국민안전처는 「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제13조 및 「자연재해대책법」 제12조에 고시한 ‘풍수해저감종합계획’ 세부 수립기준을 근거로 사면재해위험지구를 선정하여 관리하고 있음
- 국토교통부는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제37조에 근거하여 방재지구를 지정함으로써 산사태로 인해 건축 및 인명피해가 우려되는 건축물을 불허하는 등의 행위제한을 하고 있으며, 「도시개발법」 제10조에서 계획수립 시 기초조사 내용에 산사태 및 지반붕괴 이력의 조사를 명시하고 있음
- 또한, 이들 토사재해 관련 법령 중 토사재해 예방을 위하여 위험지역 지정 등 지역·지구를 설정하고 있는 법령과 내용은 표 1과 같음

표 1 토사재해 관련 지역·지구 지정 현황

구분	지역·지구 명칭	관련 법
산지 및 사면관리	산사태취약지역	산림보호법
	산림보호구역(재해방지보호구역)	산림보호법
	붕괴위험지역	급경사지 재해예방에 관한 법률
	산지전용 일시사용 제한지역	산지관리법
풍수해	자연재해위험개선지구(붕괴위험지구)	자연재해대책법
	풍수해위험지구(사면재해위험지구, 토사재해위험지구)	자연재해대책법
도시계획	방재지구	국토의 계획 및 이용에 관한 법률
	재해취약성 분석에 의한 재해취약지역(산사태 I·II등급)	국토의 계획 및 이용에 관한 법률

토사재해 관련 국내 관리 현황에 따른 문제점

- 우리나라의 토사재해 관리는 산지와 도로, 하수, 하천 등에 대한 계획빈도가 다르고 관리주체가 상이하여 종합적인 관리가 어려운 실정임
- 도심지 토사재해를 저감하기 위해서는 적극적인 토지이용 및 건축규제 시행이 필요하며, 도시개발 방식 및 건축물의 설계, 방재시설의 설치 등에 대한 근본적인 제도 변화가 필요함
- 도심지 인근의 산지, 도심지, 하천, 도로 등에 한해서라도 여러 부서에서 개별적으로 관리하는 것을 통합관리로 전환하고, 이를 위한 통합관리시스템 구축이 필요함
- 전국 대상 토사재해 대응을 위한 도시 규모별(대-중소도시, 소도시) 또는 신도시, 구도시 등 맞춤형 관리 방안이 필요함

3. 토사재해 맞춤형 대응을 위한 중점관리대상지역 선정

자연재해의 예방 및 저감을 위해 구조적 대책과 비구조적 대책의 균형 필요

- 우리나라는 구조적 대책(사방댐, 옹벽 등)에 과도하게 의존하고 있는데, 도심지의 경우 자연재해 발생 시 충격흡수와 신속한 회복에 취약하므로 구조적 및 비구조적 구성요소가 적절히 조화되어야 할 것임
- 도심지 토사재해에 대비한 자연재해저감대책을 도시계획에 반영할 수 있도록 현재의 도시계획상 토지이용 계획(용도지역·지구 등) 변경을 위한 제안이 필요함

토사재해 위험도가 높은 중점관리대상지역 선정 및 통합관리

- 산지, 도심지, 하천, 도로 등 관계기관별 법령에 의해 여러 부서에서 개별적으로 관리하는 것을 통합관리로 전환하고, 이를 위한 토사재해 통합관리시스템 구축이 시급함
- 중앙정부 차원에서 통합관리시스템을 구축하며 위험도가 높은 지역을 중점관리대상지역으로 지정하고, 도심지 토사재해 예방을 위해 도시계획 단계에서 대응방안을 제시하는 것이 필요함

토사재해 중점관리대상지역 선정 방법

- 토사재해 예방을 위해 도시계획 단계에서 비구조적 관리방안을 제안하고자 도심지 토사재해 유형분석을 실시하여 중점관리대상지역을 아래와 같이 선별하였음

표 2 도심지 토사재해 중점관리대상지역 선별 과정

① 산사태 이력자료 구축	전 국토를 대상으로 과거 산사태 발생지역에 대한 자료 축적
② 산사태 발생지역의 인구밀도 분석	토사재해 발생지점 반경 1km ² 이내, 인구밀도 100명 이상인 지역을 고려하여 선별 ※ 「하천법」에서 홍수관리구역의 공간적 범위를 참고하였음
③ 산사태 발생지역의 산사태 위험등급 분석	대상유역 반경 1km ² 이내 산사태 1, 2 위험등급을 대상으로 면적비율을 산출
④ 산사태 발생지역 유형분석	산출된 결과를 이용하여 통계분석으로 유형분석을 수행
⑤ 도심지 토사재해 중점관리대상지 선정	현장조사 및 담당공무원 면담을 통해 중점관리대상지역 최종 선정



토사재해 중점관리대상지역 유형분석

- 앞에서 제시한 도심지 토사재해 유형분석 방법 ①, ②, ③을 통해 전국의 76개 예비중점관리대상지역이 선별되었음
- 선정된 지역에 대한 인구밀도와 산사태 위험 1, 2등급 면적비율을 계산하여 군집분석을 수행하여 도출된 기준값은 산사태 위험 1, 2등급은 29.15%, 인구밀도는 410.4명/km²임
- 선별된 지역에 대해 산사태 위험 1, 2등급 비율과 반경 1km 이내 인구비율로 도식한 결과 표 3과 같은 유형으로 분류되었으며, 분석된 자료를 이용하여 각 시도별 예비중점관리대상지역을 정리하였음(표 4 참조)

표 3 예비중점관리대상지역 현황

유형	해당 지역	특성
Type A	27지역	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 대도시지역으로 인구밀도는 높으나 산사태 위험 1, 2등급 비율은 낮은 지역 • 2012년도에 대형 토사재해가 발생했던 우면산 지역이 대표적임
Type B	(25지역)	<ul style="list-style-type: none"> • 소도시지역으로 인구밀도는 낮으나 산사태 위험 1, 2등급 비율은 높음 • 토사재해의 발생빈도가 높은 강원도 지역이 많이 포함됨
Type C	(15지역)	<ul style="list-style-type: none"> • 중소도시지역으로 인구밀도가 높고, 산사태 위험 1, 2등급 비율이 높아 토사재해 고위험지역에 해당됨

표 4 토사재해 예비 중점관리대상지역의 지역별 유형 분포

지역	Type A	Type B	Type C
서울	4(14.8%)	-	-
부산	12(44.4%)	1(4.0%)	-
대구	1(3.7%)	-	1(7.1%)
인천	1(3.7%)	-	-
광주	-	-	-
대전	1(3.7%)	-	-
울산	-	-	-
세종	-	-	1(7.1%)
경기	3(11.1%)	1(4.0%)	2(14.3%)
강원	2(7.4%)	8(32.0%)	7(50.0%)
충북	-	3(12.0%)	-
충남	-	-	1(7.1%)
전북	2(7.4%)	1(4.0%)	1(7.1%)
전남	1(3.7%)	2(8.0%)	1(7.1%)
경북	-	5(20.0%)	1(7.1%)
경남	-	4(16.0%)	-
총계	27	25	15

도심지 토사재해 중점관리대상지역 C type 10개 지역 최종 선정

- 산사태 위험등급도 높고 인구비율도 높은 C type지역에 대해 현장조사와 담당공무원 면담을 통해 당해 연도 최종 10개 지역을 선정하였음



그림 2 중점관리대상지역 10곳



4. 토사재해 예방을 위한 도시계획적 대응방안

기본방향

토사재해 위험도의 등급화

- 중점관리대상지역에 대해 강우시나리오별로 개발된 도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이터를 이용하여 토사재해 피해 범위를 예측
- 토사재해 위험도 등급을 물리적 위험도(3D 시뮬레이션 결과)와 사회·경제적 위험도를 고려하여 3단계로 구분한 후 공간 정보화하여 통합관리시스템에서 관리

등급별 맞춤형 대책 수립

- 위험도 등급과 토지이용, 인구밀집도, 시설물 특성을 고려한 등급별 재해위험도 작성

그림 3 세종시 괴화산 지역 3D 시뮬레이터 적용 사례

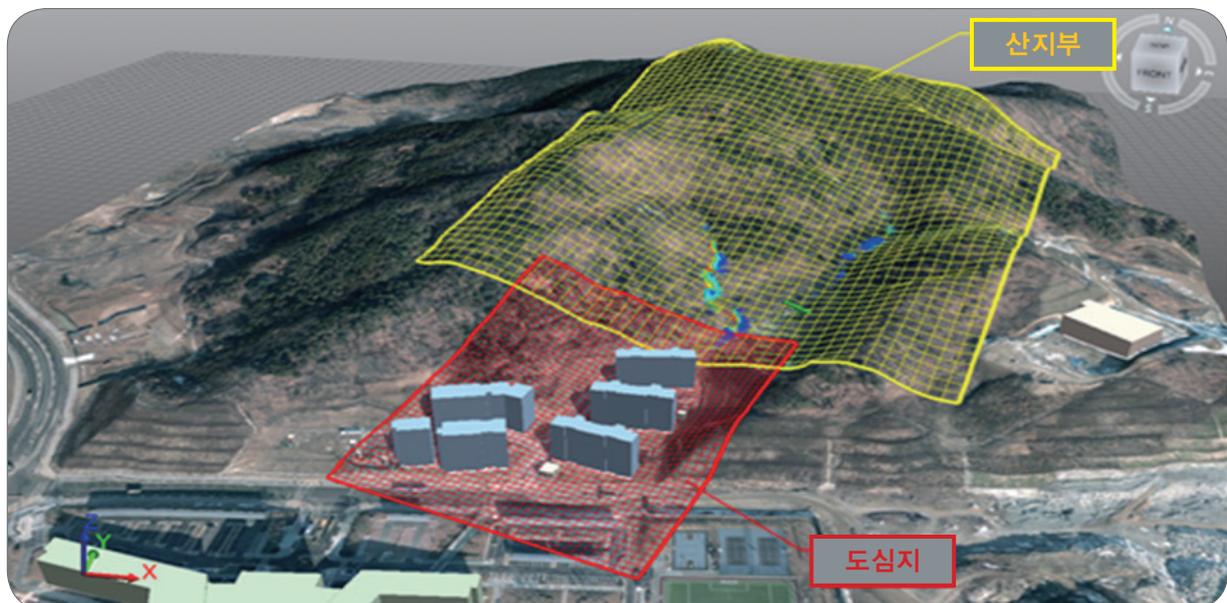
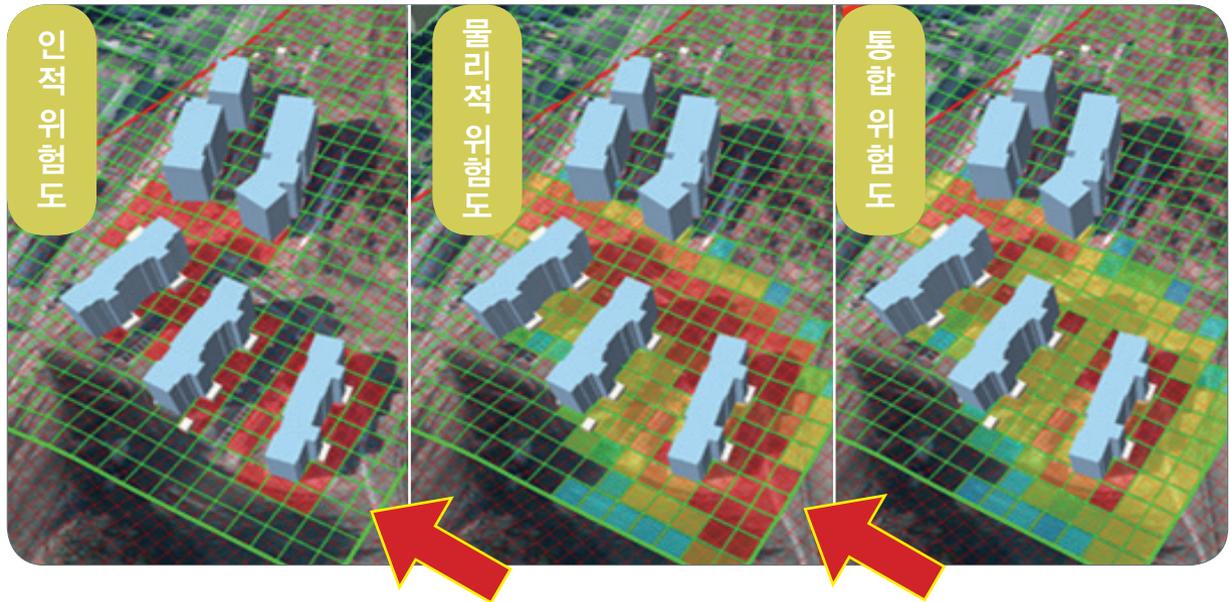


그림 4 강우시나리오 조건(확률강우량 100년, 강우강도 24시간)별 토사재해 위험 등급화 수행



7

토사재해 위험 등급별 도시 계획적 대책(예시)

토사재해 위험등급이 높은 지역(Red zone 지역)

- 기본적으로 개발을 제한하고, 방재지구 지정 등을 통해 상시적으로 토사재해 예방을 위한 계획적 관리를 하도록 함
- 이미 시가화된 경우 매입과 이주 등을 통해 타 용도로의 토지이용 전환을 도모하여 재해 위험을 감소시킬 필요가 있음

토사재해 위험등급이 중간인 지역(Orange zone 지역)

- 개발행위허가제도 등을 통해 조건부로 개발을 허용하고, 대규모 인구유입 시설을 제한하는 것이 바람직함
- 개발용지보다는 보전용지 개념으로 활용토록 하며, 신개발지 확보를 위한 시가화예정용지에서 제외함 (공원·녹지나 휴양시설, 레크리에이션시설 등은 허용)

토사재해 위험등급이 낮은 지역(Yellow zone 지역)

- 철저한 토사재해 방재대책의 마련을 전제로 관련 법령을 충족하는 경우 개발을 허용
- 시가화예정용지로 활용할 수 있지만 지구단위계획 수립 등 설계적 수법을 통한 토사재해 대응방안을 수립

그림 5 토사재해 위험도와 토지이용도를 중첩하여 셀별(20×20m)도시 계획적 대응방향 제안(예시: 세종시 괴화산)



표 5 토사재해 재해 예방형 도시계획을 위한 적정 대책 수단(예시)

구 분	Red Zone (개발 불가능지역, 확률강우량 30년, 100년)	Orange Zone (제한적 개발가능지역, 확률강우량 30년, 100년)	Yellow Zone (개발가능지역, 확률 강우량 30년, 100년)
1) 용도지역 및 지구지정	<ul style="list-style-type: none"> • 방재지구 지정 • 엄격한 행위제한(녹지, 공원, 공개 공지, 저류지 등으로 용도 제한) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방재지구 지정 • 조건부 허용(소규모 건축물, 공작물 등 조건부 허가) • 신규개발 협의 의무화 	-
2) 이주대책	<ul style="list-style-type: none"> • 토지매입 및 주거지 이주대책 수립 	-	-
3) 개발행위 허가	<ul style="list-style-type: none"> • 토지의 형질변경과 건축물, 시설물 설치 불허 원칙 적용 • 방재목적의 시설물 설치 허용 • 경작 등 허용 	<ul style="list-style-type: none"> • 공익적 목적의 도시계획시설 제한적 허용 • 다중 이용도시계획시설(의료시설, 교육시설, 사회복지시설 등) 제한 	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 개발행위허가 기준 적용
4) 방재시설 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 침사지, 사방댐, 배수로, 토사받이 그물설치 등 적극적 도입 • 경보시설 의무화 	<ul style="list-style-type: none"> • 배수로 설치 • 경보시설 설치 의무화 	<ul style="list-style-type: none"> • 경보설치 권장
5) 설계적 기법 (「건축법」 적용)	<ul style="list-style-type: none"> • 건축불가 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축선 설정(Red zone 외곽 부로부터 수평거리 30m 이상) • 건축물 구조 규제(조적조 건물, 목조, 가건물 제한, 필로티 구조 권장 등) • 건축물 설치 및 보강을 위한 기준 준수 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 설치 및 보강을 위한 기준 준수
6) 경제적 수단	<ul style="list-style-type: none"> • 거주민의 이주 전까지 재해보험 의무가입 • 일정 규모 이상의 건축물 보험가입 의무화 • 자발적 이주·이전 시 세금감면 등 인센티브 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 재해보험 가입 시 인센티브 부여(보험료 일부 지원 등) 	-

※ 본 자료는 “문용희, 이상은, 김명수, 백종락, 2016. GIS 기법을 이용한 전국 도심지 토사재해 취약지역 유형분석. 한국방재학회”의 내용을 발췌·정리한 것임.

김명수 국토연구원 국가도시방재센터장(mskim@krihs.re.kr, 031-380-0150)
문용희 국토연구원 국토관리·도시연구본부 책임연구원(yhmoon@krihs.re.kr, 031-380-0266)
이상은 국토연구원 국토관리·도시연구본부 책임연구원(selee@krihs.re.kr, 031-380-0465)