

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

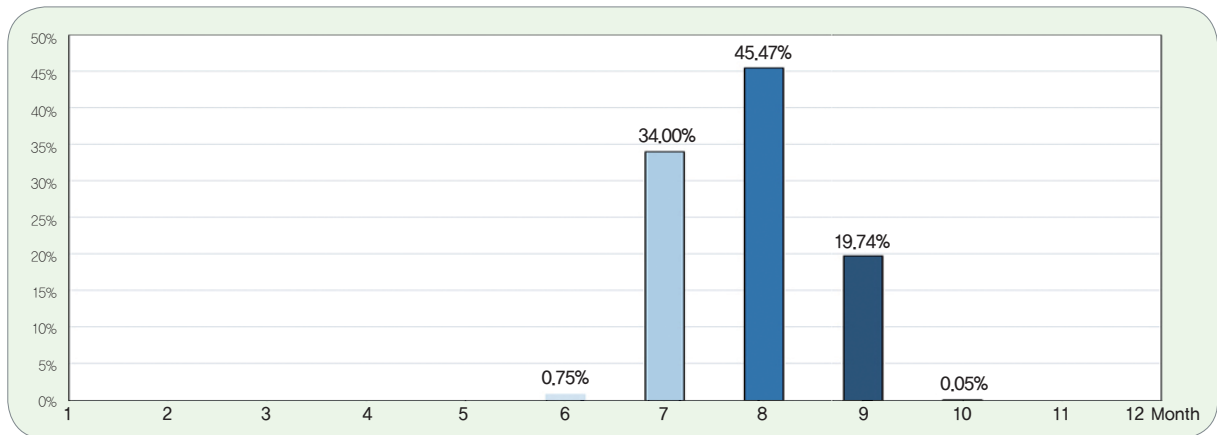
- ① 산지와 도심지가 만나는 지역까지 도시가 확산되고, 모든 계곡부가 복개된 상황에서 소규모 계곡에서 발생하는 산사태, 토석류, 비탈면 붕괴 등은 인명 및 재산 피해의 가능성을 내포하고 있음
- ② 토사재해 예방을 위한 도시계획은 토사재해의 위험등급이나 도시규모와 유형, 토지이용 특성, 도시 유형 등 도시 여건에 따라 종합적 측면에서 대응방안을 수립해야 함
- ③ 토사재해 대책이 도시계획 측면에서 효율성을 발휘하기 위해서는 토사재해 위험등급 구분과 토지이용규제 및 방재시설, 설계적 수단을 연계하는 것이 중요함
- ④ 도심지 토사재해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

- 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

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%

- 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 관리방안이 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 토지이용계획(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	대상구역 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 전국을 대상으로 예비중점관리대상지역을 선별하였음
- 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	특성
Type A	• 주로 대도시지역으로 인구밀도는 높으나 산사태 위험 1, 2등급 비율은 낮은 지역 • 2012년도에 대형 토사재해가 발생했던 우면산 지역이 대표적임
Type B	• 소도시지역으로 인구밀도는 낮으나 산사태 위험 1, 2등급 비율은 높음 • 토사재해의 발생빈도가 높은 강원도 지역이 많이 포함됨
Type C	• 중소도시지역으로 인구밀도가 높고, 산사태 위험 1, 2등급 비율이 높아 토사재해 고위험지역에 해당됨

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 2 세종시 괴화산 지역 3D 시뮬레이터 적용 사례

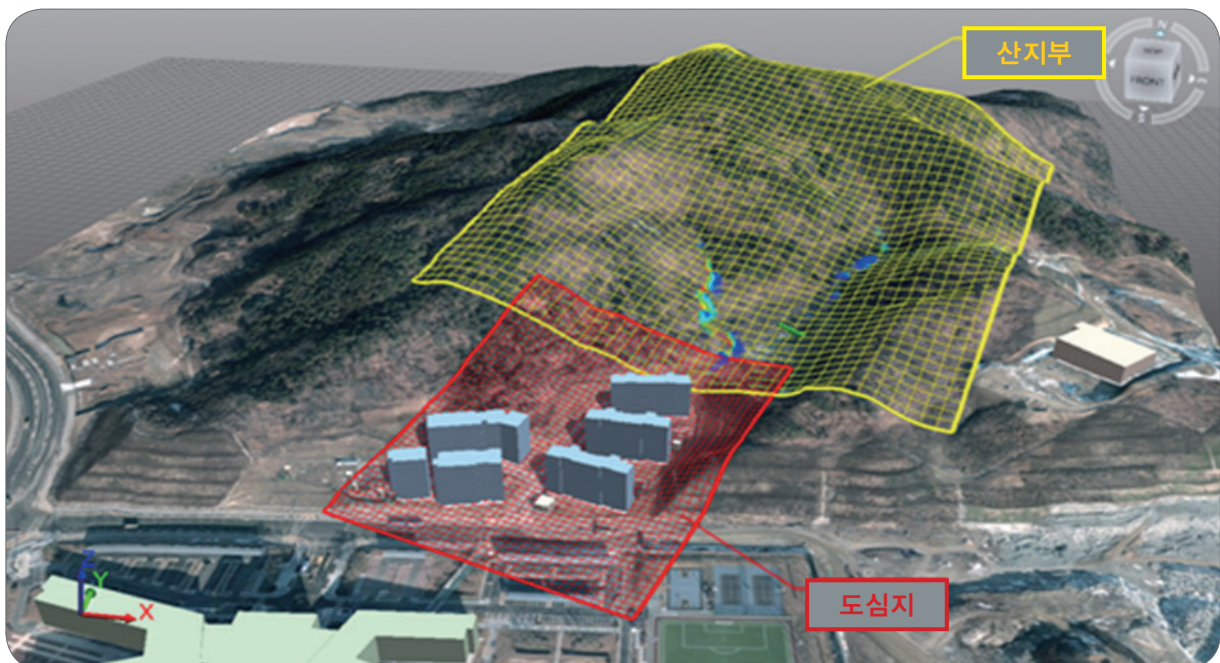
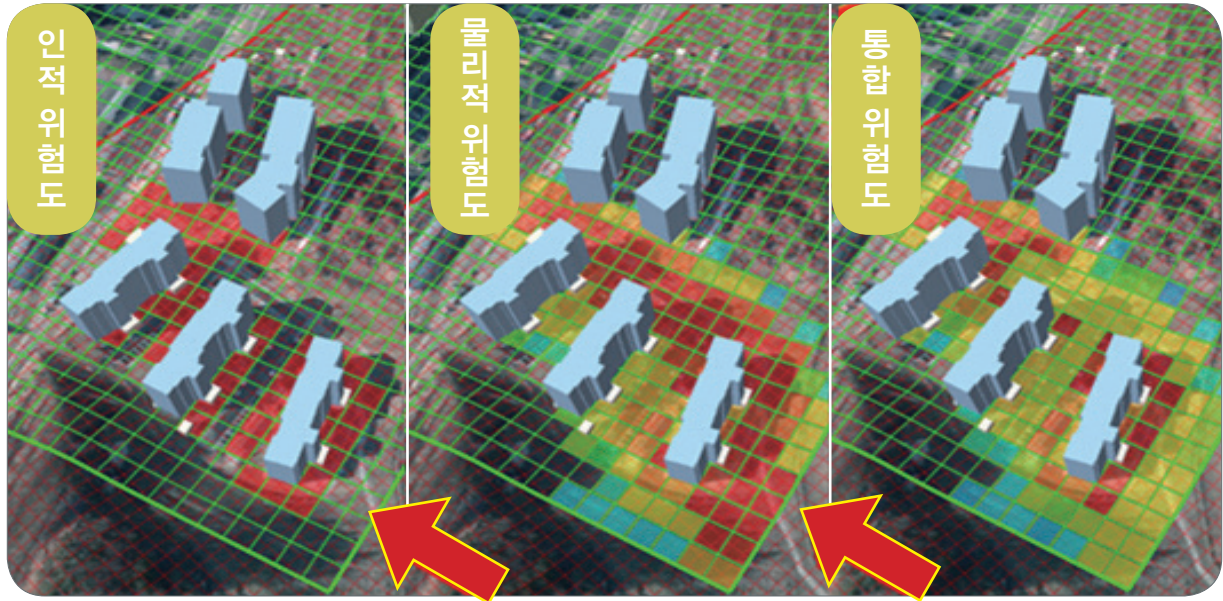


그림 3 강우시나리오 조건(확률강우량 100년, 강우강도 24시간)별 토사재해 위험 등급화 수행



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

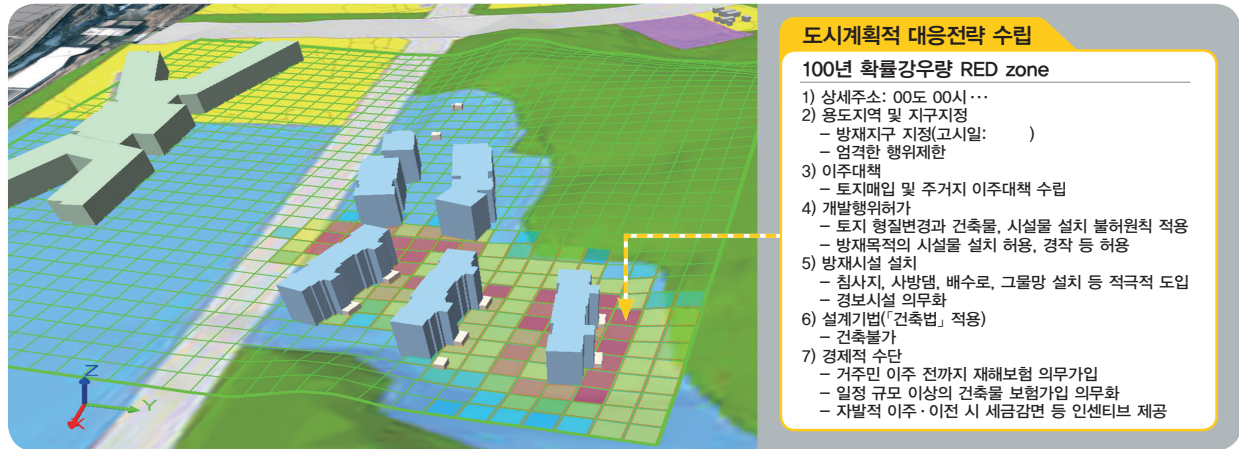


표 4 토사재해 재해 예방형 도시계획을 위한 적정 대책 수단(예시)

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	• 방재지구 지정 • 엄격한 행위제한(녹지, 공원, 공개 공지, 저류지 등으로 용도 제한)	• 방재지구 지정 • 조건부 허용(소규모 건축물, 공작물 등 조건부 허가) • 신규개발 협의 의무화	—
2) 이주대책	• 토지매입 및 주거지 이주대책 수립	—	—
3) 개발행위 허가	• 토지의 형질변경과 건축물, 시설물 설치 불허 원칙 적용 • 방재목적의 시설물 설치 허용 • 경작 등 허용	• 공익적 목적의 도시계획시설 제한적 허용 • 다중 이용도시계획시설(의료시설, 교육시설, 사회복지시설 등) 제한	• 일반적인 개발행위허가 기준 적용
4) 방재시설 설치	• 침사지, 사방댐, 배수로, 토사받이 그물설치 등 적극적 도입 • 경보시설 의무화	• 배수로 설치 • 경보시설 설치 의무화	• 경보설치 권장
5) 설계적 기법 ('건축법' 적용)	• 건축불가	• 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	• 건축물 설치 및 보강을 위한 기준 준수
6) 경제적 수단	• 거주민의 이주 전까지 재해보험 의무가입 • 일정 규모 이상의 건축물 보험가입 의무화 • 자발적 이주·이전 시 세금감면 등 인센티브 제공	• 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)



KRIHS 국토연구원

경기도 안양시 동안구 시민대로 254 홈페이지 www.krihs.re.kr
전화 031-380-0114 팩스 031-380-0470