

RESEARCH NOTE

## 국내 급경사지 재해 발생 현황 분석

김성욱 · 정수정\* · 최은경 · 김상현<sup>1)</sup> · 이길하<sup>2)</sup> · 박덕근<sup>3)</sup>

주식회사 지아이 부설 지반정보연구소, <sup>1)</sup>부산대학교 사회환경시스템공학부, <sup>2)</sup>대구대학교 토목공학과,  
<sup>3)</sup>국립재난안전연구원 방재연구실

## An Analysis of the Current Status of Disasters Occurring on the Steep Slopes in Korea

Sung-Wook Kim, Soo-Jung Jung\*, Eun-Kyeong Choi, Sang-Hyun Kim<sup>1)</sup>, Khil-Ha Lee<sup>2)</sup>,  
Dug-Guen Park<sup>3)</sup>

*Gi Co. Ltd., Geo-Information Institute, Busan 611-839, Korea*

<sup>1)</sup>*Department of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea*

<sup>2)</sup>*Department of Civil Engineering, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea*

<sup>3)</sup>*Disaster Prevention Research Department, National Disaster Management Institute, Seoul 121-719, Korea*

### Abstract

Disasters like mountain landslides and collapse in cutting areas claim many a life and cause economic losses, involving much effort and expenses for their recovery. This study has surveyed and analyzed incident of disasters that had occurred on the sloping sides in Korea for the past 13 years in an effort to relieve damage caused by disasters on the sloping sides. The analysis confirms that while the major cause of disasters on the sloping side was storms in the past, frequency of disasters on sloping sides caused by local downpour is steadily on the rise. In addition, while disasters were concentrated in Gangwon Province, a mountainous region of the country, frequency of disasters occurring on the sloping sides is steadily increasing recently on the sloping sides in downtown areas in Seoul, Gyeonggi-do and so forth, attributing a large percentage of disasters to sloping sides. Data surveyed and analyzed in this study are thought to be applicable as basic data for the establishment of effective measures for the prevention of disasters occurring on the sloping sides in the days to come.

**Key words** : Hazard history of slope, Route map, Heavy rain, Landslide in the inner city

### 1. 서론

최근 산업화, 도시화로 인한 비탈면 증가와 하천 및 산지에 근접한 국내 주거형태로 비탈면 재해에 대한 위험성은 날로 증가하고 있다. 또한 이상기온 및 지구

온난화에 따라 국소적으로 집중호우가 빈발함에 따라 산사태 발생(김 등, 2006; 김 등, 2011; 박 등, 2010; 산림청, 2006)과 더불어 토석류 피해가 대규모로 발생하고 있다(김과 이, 2011). 이와 같은 비탈면 재해에 의한 피해는 발생 후 다시 복구하기 위해 천문학적인 비

Received 15 July, 2013; Revised 1 November, 2013;

Accepted 14 November, 2013

\*Corresponding author: Soo-Jung Jung, Gi Co. Ltd., Geo-Information Institute, Busan 611-839, Korea  
phone: +82-10-7197-9514  
E-mail: wjdtwnjd1981@nate.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

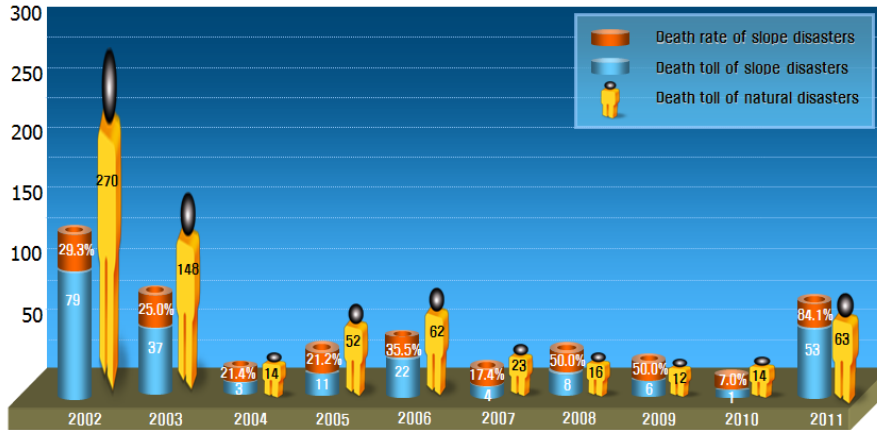


Fig. 1. Comparison of death toll between natural disasters and slope disasters (2002~2011).

용이 수반될 뿐만 아니라, 그 어떠한 비용으로도 대신할 수 없는 인명 손실도 크게 발생하고 있는 실정이다.

Fig. 1은 지난 국립재난안전연구원에서 보고된 10년간 국내 자연재해로 인한 인명피해 및 경사지 재해로 인해 발생된 인명피해 현황을 나타낸 것으로 ‘02년부터 ‘11년까지의 전체 자연재해 사망자는 총 674명으로 집계되었으며 이중 경사지 재해로 인한 인명피해는 총 228명으로 전체 사망자의 약 33.8%를 차지하고 있다(국립재난안전연구원, 2011). 이는 산사태 등 급경사지와 관련 재난으로 매년 약 23명이 희생되고 있다는 것을 보여주고 있다.

이 연구는 최근(‘99년~‘11년) 13년간 국내에서 발생한 비탈면 재해현황을 조사하여 국내 비탈면 재해의 경향과 특성을 제시하고, 재해경감을 위한 예경보 시스템의 신뢰성 검증에 필수적으로 요구되는 재해 발생 시점에 대한 자료 제공을 목적으로 한다. 신뢰성 있는 재해 인벤토리에 대한 자료는 향후 급경사지 재해 위험지역의 효과적인 예방대책을 수립하기 위한 기초자료를 활용될 것이다.

## 2. 조사방법

### 2.1. 자료수집

우리나라에서 발생한 급경사지 재해의 특성 및 경향을 분석하기 위해 1999년부터 2011년까지 13년간 전국의 비탈면 재해 자료를 조사하였다. 자료 수집은

과거 미디어자료(신문자료, 각 시군구에서 제작된 재해관련 보고서)로부터 수집된 비탈면 재해이력을 붕괴 당시의 재해 현황 기록의 신뢰성이 높은 재해연보/재난연감/오늘의 재난종합상황일지의 자료를 통해 2차적으로 수집된 정보를 이용하여 교차검증을 하였다. 미디어자료의 경우, 비탈면 붕괴 장소 및 시간을 가장 쉽게 파악할 수 있으나 초기에 잘못 기재된 자료를 선택적으로 선별해 내기가 어려워 자칫 오류를 범할 위험이 크다. 이와 같은 취득자료의 오류를 방지하고, 신뢰성을 높이기 위해 재해연보/재난연감/오늘의 재난종합상황일지 자료와의 교차 비교를 통해 자료를 축적하였다. 이러한 방법으로 검증된 자료를 바탕으로 현장지점들을 방문하고 설문조사를 실시하여 지역별 재해이력을 데이터베이스로 구축하였다(Fig. 2).

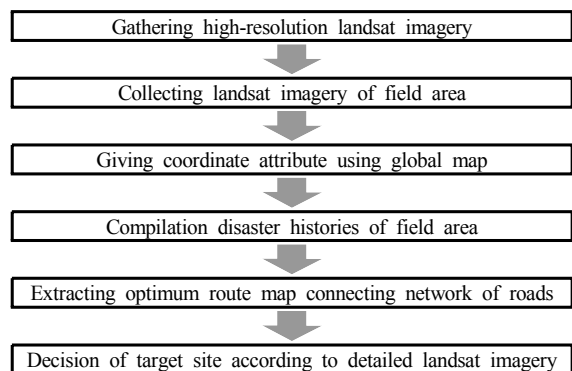


Fig. 2. Flow chart to make route map for field investigation.

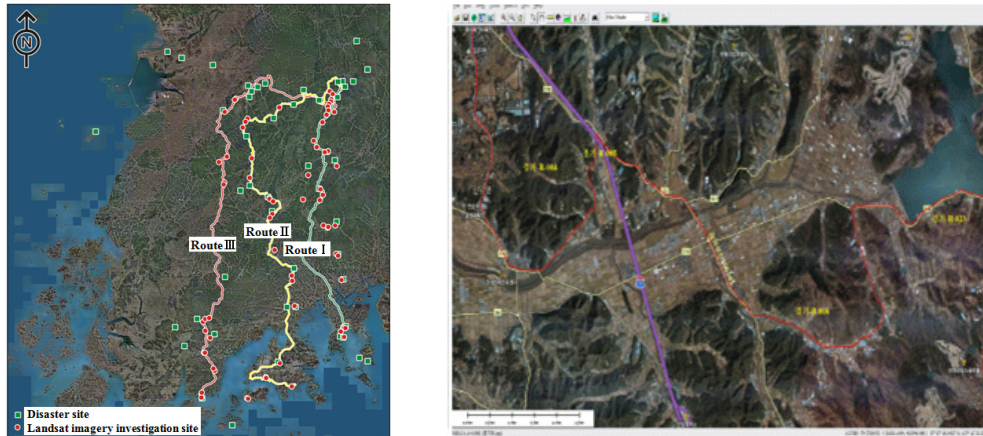


Fig. 3. Field investigation course by route map.

2.2. 루트맵을 이용한 현장조사

현장조사 시 전 지역에 대한 상세한 조사는 불가능하므로 재해발생지점과 위성영상을 통한 재해발생 예상지점을 연결하는 루트맵을 설정하여 조사를 실시하였다. 루트맵은 문헌조사와 미디어 자료 분석으로 수집된 재해이력과 고해상의 영상자료를 통해 판독한 재해 발생 지점들을 통과하도록 작성하였다.

위성영상의 경우 수치지형과 달리 정사보정이 되어 있지 않은 비트맵 형식의 그림 자료로써 직접적인 위치 비교가 어려운 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 현장조사에 이용한 영상자료를 수치화하여 각 붕괴지점별로 좌표속성을 부여하여 수치지형과 부합하는 영상자료로 재구성하였다. 고해상도의 위성영상을 수집하여 글로벌 맵퍼(Global Map) 프로그램의 지도 정치 기능을 이용하여 기존 발간된 수치지형도에 위성영상을 정치시켜 정사보정을 실시하였다. Fig. 3은 상기의 방법으로 보정된 도면과 도로망을 검토하여 붕괴지점을 통과하는 최적의 루트맵을 나타낸다.

이와 같은 과정을 통해 수집된 지난 13년간의 비탈면 재해이력 중 재해발생지점과 발생일시가 확인된 426개소의 재해이력자료를 바탕으로 재해발생시기, 재해발생원인, 재해발생유형에 대한 분석을 실시하였다. 연구에서 집계된 비탈면 재해는 주거지 인근 옹벽 및 축대붕괴, 자연사면에서의 산사태, 그리고 국도 및 고속도로 상의 절개지 붕괴 등과 같은 다양한 자연 및 인공 비탈면에서 발생하는 재해를 모두 종합하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발생시기에 따른 비탈면 재해 발생현황

3.1.1. 연도별 발생현황

1999년부터 2011년까지 지난 13년간 전국에서 발생한 비탈면 재해발생 건수를 발생연도별로 분류하여 Fig. 4에 제시하였다. 연도별 비탈면 발생건수는 2006년이 가장 높게 나타났으며, 2002년, 2010년, 그리고 2011년에도 비탈면 재해발생빈도가 다른 해보다 상대적으로 높게 나타났다(Fig. 4).

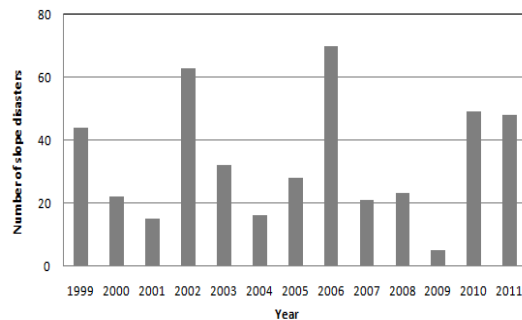


Fig. 4. National slope disasters by year.

2002년의 경우, 8월 30일 우리나라에 상륙한 태풍 ‘루사’가 우리나라 강우관측사상 일일 최대강우량(870.5 mm)을 기록하며 사상 그 유래를 찾을 수 없는 피해를 유발하였는데, 전국적 피해규모는 재산피해 5조 1,479억원, 인명피해 321명(사망 209명, 실종 37

명, 부상 75명)에 달한다(황, 2007).

연도별 비탈면 발생건수가 가장 높게 집계된 2006년의 경우, 제3호 태풍 에위니아(7월 9일~10일)와 2차례의 집중호우(7월 14일~20일, 7월 25일~29일)로 인해 수많은 비탈면 붕괴사고가 발생하였다. 태풍 에위니아는 전남 진도부근으로 상륙하여 경남과 부산 지역에 많은 비를 내렸으며, 7월 14일~20일 집중호우는 제4호 태풍 빌리스의 영향으로 강원도 지방을 중심으로 많은 인명피해를 유발하였다. 7월 25일~29일 집중호우의 경우 제5호 태풍 개미의 영향으로 활성화된 장마전선이 경기남부, 충북 북부지방을 중심으로 국지성 집중호우를 일으키며 인명피해를 발생시켰다(박 등, 2006).

2010년에는 9월 태풍 곤파스와 집중호우로 인해 우면산 지역의 서울 도심을 중심으로 산림지역 뿐만 아니라 도시지역에서도 산사태 등 산림재해가 발생하였다(산림청, 2010). 또한 2011년의 경우, 7월 26일~28일에는 집중호우로 인해 서울 우면산 지역과 춘천에서 대형 산사태가 발생하여 인명 및 재산피해가 있었다. 이와 같이, 비탈면 재해는 매년 반복되고 있지만 시대가 흘러감에 따라 저감되지 않는 재해 유형으로 이에 대한 충분한 경각심 및 대책이 필요하다.

한편, 2004년과 2009년은 비탈면 재해로 인한 사망자가 다른 해보다 현저히 적은 것으로 나타났다. 2004년에는 평년과 비슷한 수의 태풍이 발생하였으나, 직접적으로 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수는 소수에 불과하였다(박 등, 2008). 비탈면 재해 발생건수가 가장 적었던 2009년의 경우, 기상청(2009)에 따르면 1988년 이후 21년 만에 직접적인 태풍 영향을 받지 않은 해로서 7월 초 집중호우에 의해서만 부산 및 경남 일대와 전남일대에 산사태가 발생하였다.

3.1.2. 우기/건기에 따른 재해현황

우리나라는 기후적으로 온대몬순지역에 위치하고 있어 6~8월 3개월 사이에 전체의 2/3에 해당하는 양이 장마와 태풍에 의해 집중되고 있다(황, 2007). 우리나라의 이러한 기후특성으로 인해, 태풍 및 집중호우가 발생하는 시기인 산사태 및 절개지 재해가 매년 6~9월에 집중적으로 유발되어, 절취사면 붕괴 및 자연사면에서의 산사태로 인해 연평균 30명의 사망자와

막대한 재산 피해를 초래하고 있다(국립재난안전연구원, 2005).

이 연구에서는 강우에 의한 비탈면 붕괴 빈도 현황 분석을 위해, 우리나라의 집중 강우기간인 6~9월 사이의 재해발생건수와 그 외의 기간인 10~5월 사이의 재해발생건수를 구분하여 비교하였다(Fig. 5). 분석결과, Fig. 5에 나타난 바와 같이 10~5월 사이 발생된 비탈면 재해는 매년 1건 이내로 거의 대부분의 재해가 우리나라 강우기간인 6~9월 사이 집중적으로 발생하는 것으로 집계되었다. 이는 산사태 및 절개지 붕괴와 같은 비탈면 재해의 직접적인 주된 요인이 강우라는 것을 확인시켜주는 결과이다.

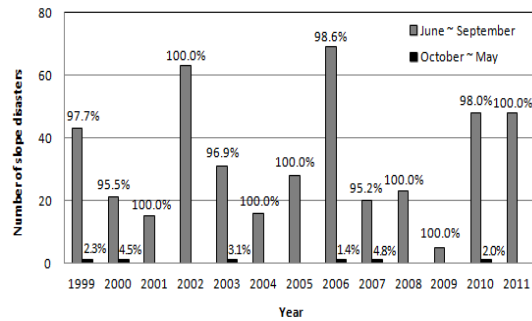


Fig. 5. National slope disasters by dry/rainy season.

3.2. 유발원인별 비탈면 재해현황

재해를 유발시킨 원인에 따른 비탈면 재해발생건수를 태풍과 호우 그리고 그 밖의 기타 원인에 의한 비탈면 재해로 분류하여 제시하였다(Fig. 6). 태풍 및 호우에 의한 비탈면 재해 외 다른 유발요인으로는 붕괴

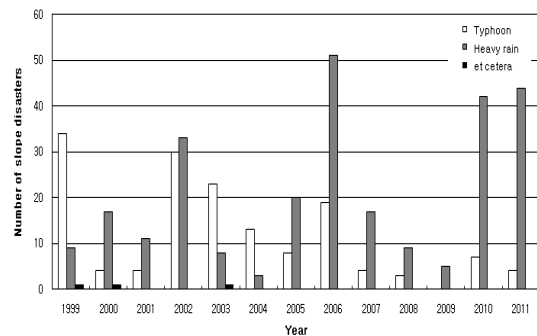


Fig. 6. The number of disasters depending on causes by year.

이후 복구 작업 중 토사가 무너져 내림으로써 발생한 2차 붕괴 등에 의한 비탈면 재해 사례가 기타사례로 집계되었다.

태풍에 의한 비탈면 재해의 경우, 1999년, 2002년, 2003년 그리고 2006년에 발생빈도가 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 각각 1999년에는 태풍 “올가(Olga)”, 2002년 태풍 “루사(Rusa)”, 2003년 태풍 “매미(Maemi)” 그리고 2006년에는 태풍 “에위니아(Ewinar)”와 같은 대형 태풍에 의해 많은 비탈면 붕괴를 유발하였던 것으로 판단된다. 태풍에 의해 가장 많은 비탈면 재해를 유발시킨 1999년의 경우, 제7호 태풍 “올가(Olga)”의 내습으로 전국적으로 인명과 재산피해가 속출하였다. 7월 29일 필리핀 동쪽 해상에서 발생한 제7호 태풍 올가가 북서진하여 8월 3일에 우리나라에 영향을 미쳤다. 특히 이 태풍은 우리나라의 서쪽 해상을 통과하였기 때문에 전국이 태풍 위험반원에 포함되어 전국적으로 피해가 컸다.

호우에 의한 비탈면 재해는 2006년, 2010년 그리고 2011년에 발생빈도가 높게 나타났다. 태풍에 의해 가장 많은 비탈면 재해를 유발시킨 1999년의 경우 태풍에 의한 피해에 반해 호우에 의한 비탈면 재해발생건수는 전국적으로 적었던 해이다. 이러한 피해양상이 해의 호우빈도는 다른 해와 비교하여 큰 차이는 없었으나 연속적으로 발생하지 않아 피해가 적었던 것으로 판단된다(국토지리정보원, 2007).

Fig. 6에 나타낸 바와 같이, 2000년대 초반의 경우 주로 태풍에 의한 비탈면 재해가 주로 높은 빈도를 보이지만, 2000년대 중후반에 들어서는 태풍에 의한 요인보다는 집중호우로 인한 비탈면 재해가 급증하고 있는 양상을 확인할 수 있다. 우리나라의 강우량은 지난 100년간 약 17% 상승하였으나 이에 반해 강우일수는 18% 감소하여 강우강도가 대체로 증가되고 있어 일 80 mm 이상의 집중호우 발생 일수는 1970년대 대비 약 2배 증가하였다. 특히 2011년 서울지역을 강타한 집중호우의 경우, 연평균강우량 1,451 mm의 약 40%에 해당하는 588 mm의 강우가 7월26일~28일까지 3일 동안 집중되었다(김, 2012). 우리나라의 이러한 기후특성으로 인해, 여름철 집중호우로 인한 기상 재해가 많이 발생하고 있다. 특히, 국지적으로 단시간에 내리는 집중호우는 많은 피해를 발생시킨다(김 등,

2012).

과거 비탈면 재해는 여름철 태풍이 주된 요인으로 빈번히 발생하였으나 최근에는 태풍에 의한 비탈면 재해발생건수는 점차 감소하고 집중호우에 의한 비탈면 피해가 증가하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 비탈면 붕괴의 예방을 위해, 집중호우 시 사전에 충분한 점검 및 관리가 필요하다.

### 3.3. 위치별 비탈면 재해현황

#### 3.3.1. 지역별 비탈면 재해

Fig. 7은 1999년부터 2011년까지 지난 13년간 발생한 비탈면 재해의 지역별 발생현황 및 비중을 나타낸 것으로, 강원도에서의 비탈면 재해발생건수가 총 125건으로 전체 재해건수 427건의 약 29.3%를 차지하는 것으로 조사되었다. 이는 산악지형이 발달한 지형적 여건에 의한 국지성 호우 및 이에 기인한 산사태 발생이 피해를 가중시킨 것으로 판단된다. 이에 반해, 광주의 경우 유일하게 최근 13년간 비탈면 재해 발생건수는 집계된 바가 없는 것으로 나타났다.

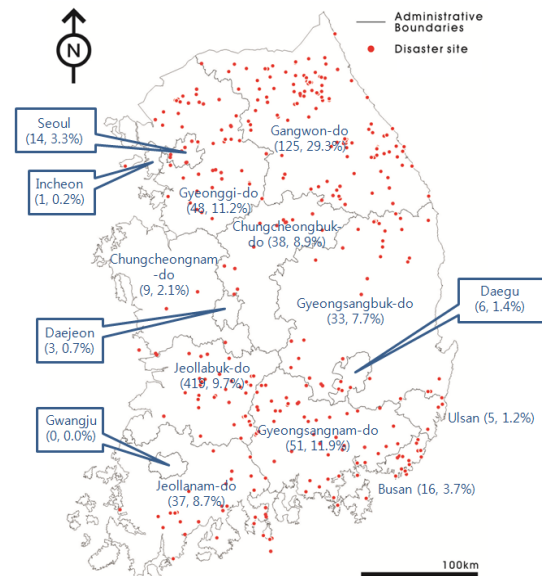


Fig. 7. Distribution of national slope disasters by year.

각 지역에 따른 연도별 비탈면 재해발생건수는 Fig. 8과 같다. 최근 13년간 비탈면 재해건수가 가장 높았던 강원도의 경우, 2006년에 태풍 및 집중호우에 의해

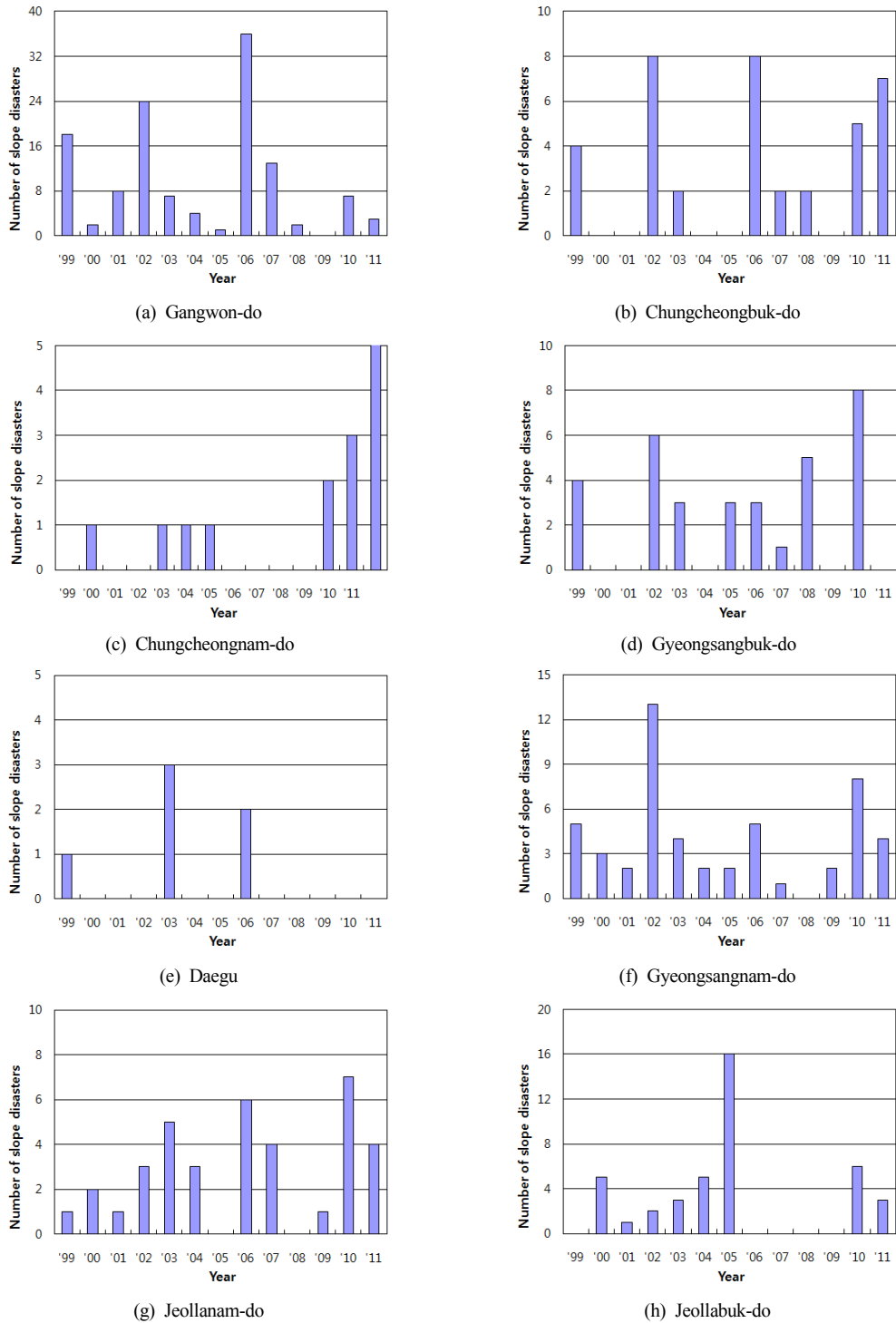


Fig. 8. Regional slope disasters by year.

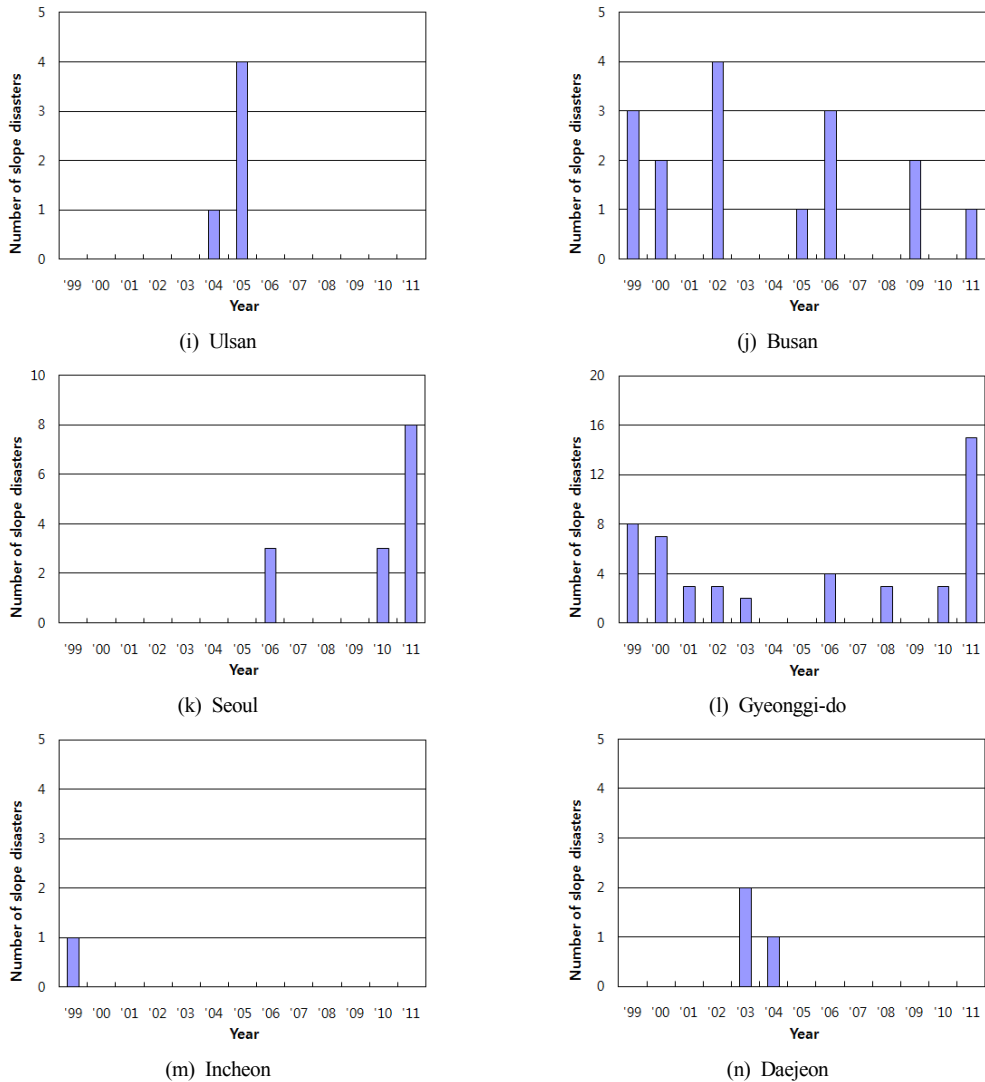


Fig. 8. Continue.

36건의 가장 높은 비탈면 재해 빈도를 기록했다. 이 기록은 전국에서 가장 높은 연도별 비탈면 재해건수를 나타낸다. 강원도를 제외한 지역 중 가장 높은 연도별 재해발생건수를 기록한 지역은 전라북도도 2005년에 16건, 그 다음으로는 경기도 지역에서 2011년에 15건의 재해발생빈도를 나타냈다.

산악지형이 발달한 강원도의 경우 가장 높은 발생건수를 기록한 2006년 이후로 비탈면 재해 발생빈도가 급격히 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 양상은

부산지역과 전라북도 지역에서도 관찰되어 점차 재해 발생빈도가 감소하는 추세이다. 그러나 충청남도, 경상북도, 전라남도, 서울과 경기도의 경우 해가 거듭될수록 비탈면 재해발생빈도가 점차 증가하는 양상을 보인다. 특히, 이중에서도 서울과 경기도의 경우 2010년과 2011년에 재해발생빈도가 급격히 상승하였다.

2010년에는 9월 태풍 곤파스와 집중호우로 인해 우면산 지역의 서울 도심을 중심으로 산림지역 뿐만 아니라 도시지역에서도 산사태 등 산림재해가 발

생하였다(산림청, 2010). 2011년도의 경우, 7월 26일부터 28일까지 서울·경기 지역을 중심으로 집중호우가 발생했다. 서울의 경우, 3일간 누적 강수량은 587.5 mm 였고, 이는 평균 연 강수량(1,450.5 mm)의 약 41% 이상이다. 일 강수량은 서울 301.5 mm, 그 이외의 지역은 이천 206.0 mm, 인천 192.0 mm로 27일 가장 많은 강수를 나타냈다(김 등, 2012). 이와 같이 2010년과 2011년에는 집중호우로 인한 도심지 산사태가 빈번히 발생했다는 것을 확인할 수 있다.

3.3.2. 도심지 및 비도심지 비탈면 재해

최근 빈번히 발생하는 도심지 비탈면 붕괴 현황을 파악하기 위해 지난 13년간 특별시, 광역시 및 경기도와 같은 도심지에서의 재해발생과 그 외 지역에서 발생한 재해를 분류하였다(Fig. 9). 과거에는 강원도 및 도시 외곽에서 대부분의 비탈면 재해가 빈번하게 발생하였으나 해가 거듭될수록 점차 그 빈도가 감소하

였다. 이에 반해 서울, 경기도, 특별시와 광역시 등의 도심지에서는 과거에 비해 최근 이러한 재해가 빈번하게 발생하는 경향을 나타냈다. 특히 2002년의 경우, 주로 산악지형 등의 도심지 외곽에서의 비탈면 재해가 전체 비탈면 재해 발생건수 중 90%를 차지하였고 도심지내 재해건수는 겨우 10%에 불과하였다. 그러나 2011년에는 도심지 재해발생빈도가 국내 비탈면 재해발생건수 전체의 40%에 이르는 것을 확인할 수 있다(Fig. 10).

발생빈도가 증가하는 도심지 비탈면의 재해발생빈도를 세분하여 광역시와 서울/경기 지역으로 구분하였고 2010년-2011년에 도심지 중에서도 인구 밀집도가 높은 서울/경기 지역의 재해발생빈도가 급증하는 양상을 볼 수 있다(Fig. 11). 이는 2010년도와 2011년도의 집중호우에 의한 도심지 산사태 발생에 기인한 것으로 판단된다.

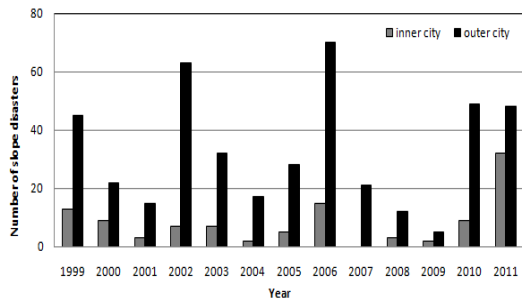


Fig. 9. Slope disasters in the inner city and outer city.

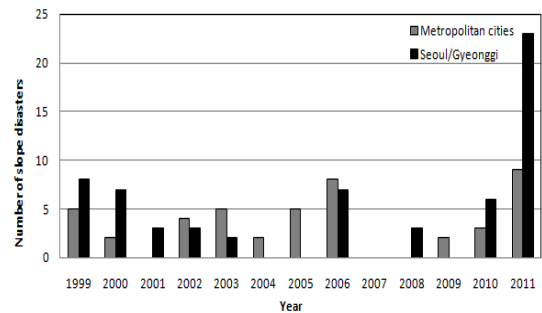


Fig. 11. Slope disasters in the metropolitan cities and Seoul/Gyeonggi.

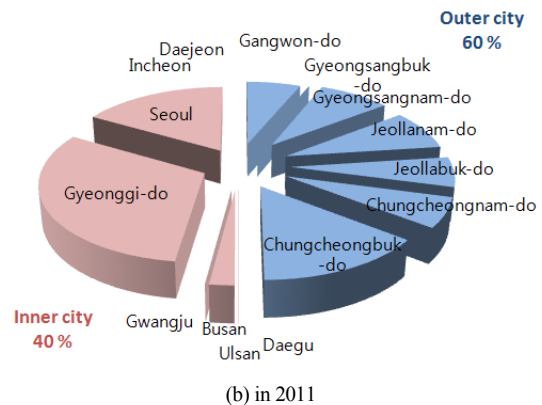
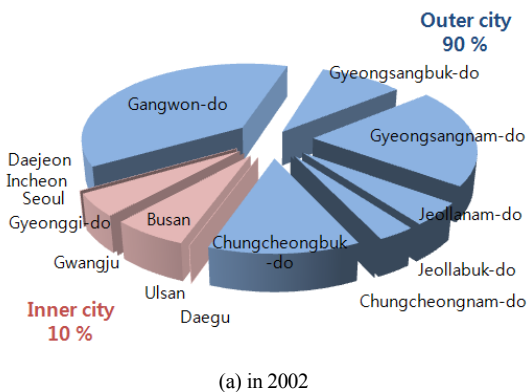


Fig. 10. Rate change of slope disasters in the inner city and outer city.



도심지역은 인구가 밀집하여 있으므로 산사태 및 절개지 붕괴와 같은 비탈면 재해가 발생할 경우, 많은 인명피해 및 재산손실이 발생할 가능성이 매우 높다. 최근 서울지역 뿐만 아니라 6대 광역시와 중대도시들도 인구집중에 따라 산기슭까지 택지 및 아파트 시설 등이 개발되어 산사태 및 비탈면 붕괴와 같은 비탈면 재해에 노출되어 있다. 그러나 우리나라는 현재 산림청을 중심으로 산사태 위험지역을 지정·관리하고 있으나 산사태 위험지역의 기준이 산지의 경사도나 임상조건 등 인명피해에 직접적인 영향을 미치지 못하는 일부항목으로 정해지는 경우가 많아, 도심지 비탈면의 위험구역 지정 및 관리에 문제점이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 국유림 보호가 중심인 기존의 개념에서 탈피하여 인명피해에 대한 위험도를 중심으로 산사태 및 급경사지의 정의와 관리기준을 재정립할 필요가 있다.

3.3.3. 붕괴유형별 비탈면 재해현황

비탈면 붕괴유형에 따른 연도별 재해 현황은 Fig. 12와 같다. 분류기준은 토석류, 표층토사유실, 활동 및 전도 등과 같은 사면붕괴 유형을 일반적인 ‘산사태’ 붕괴유형으로 분류하고 비탈면의 암괴, 석력 등이 표면에서 분리되어 사면을 굴러 떨어지거나 낙하하여 유발되는 붕괴유형을 ‘낙석’으로 구분하였다. 또한 웅벽, 축대 등의 붕괴로 인한 피해를 ‘구조물의 붕괴’로 인한 붕괴유형으로 분류하였다. 붕괴유형에서 산사태가 가장 높은 빈도를 보였고 이러한 경향은 분석에 토사유출, 토석류, 활동 등이 모두 산사태 유형으로 종합하여 집계되어 분류되었기 때문인 것으로 판단된다. 산사태 유형분류는 다소 포괄적이긴 하지만 조사된

과거 붕괴이력자료의 대부분이 미디어자료에 의존하고 있기 때문에 산사태와 토사유출, 산사태와 낙석, 산사태와 토석류 등이 상호의존적으로 나타나 명확한 구분이 불가능하기 때문에 이와 같이 분류하였다.

낙석 붕괴유형의 경우 최근 5년간 그 발생빈도가 두드러지게 감소하였다는 것을 확인할 수 있다. 이는 2006년 예위니아와 동반된 호우로 인해 많은 사상자와 재산상의 손실을 겪은 이후 절개지 등에 대한 대대적인 보수로 인한 효과로 판단된다. 이에 반해 산사태의 경우에는 최근 2010년과 2011년에 다시 두드러지게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 상기에 언급한 바와 같이 도심지 산사태 재해발생이 빈발한데 기인한 것으로 판단된다.

비탈면 재해저감을 위한 효율적인 관리를 위해서는 과거 비탈면 붕괴이력의 유형별 발생실태의 파악 및 분석이 필요하지만 현재 이러한 기준이 미비한 실정이다. 따라서 명확한 비탈면 재해유형의 분류기준 및 이에 따른 실태조사가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

지난 10년(‘02년~11년)간 급경사지 관련 재해로 인한 사망자는 전체 사망자의 약 33.8%를 차지하며 이에 대한 대응 방안이 시급한 실정이다. 이 연구는 지난 13년간 국내에서 발생한 비탈면 재해이력 현황을 제시하고 조사하고 향후 비탈면 재해 위험지역의 효과적인 예방대책 수립을 위한 기초자료로 구축을 위해 수행되었고, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 비탈면 재해는 시대가 흘러감에 따라 저감되지 않는 피해유형이며 국내 강수량의 약 2/3가 집중되어 내리는 6월~9월 사이 우기에 집중되어 발생되고 있으므로 이에 대한 충분한 경각심 및 사전의 적극적인 대책이 필요하다.
- 2) 과거 비탈면 재해는 여름철 태풍이 주된 요인으로 빈번히 발생하였으나 최근에는 태풍에 의한 비탈면 재해발생건수는 점차 감소하고 집중호우에 의한 비탈면 피해가 증가하고 있는 추세이므로 집중호우 시 사전에 충분한 점검 및 관리가 필요하다.
- 3) 과거 산악지형이 발달한 강원권 지역에서 비탈

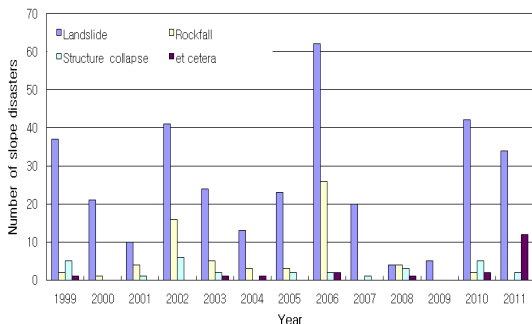


Fig. 12. slope disasters depending on collapse type.

면 재해가 집중된 반면 근래에는 인명피해를 크게 유발할 수 있는 도심지에서의 비탈면 재해빈도가 증가하고 있는 실정이다. 따라서 국유림 보호가 중심인 기존의 개념에서 탈피, 인명피해에 대한 위험도를 중심으로 산사태 및 급경사지의 정의와 관리기준을 재정립할 필요가 있다.

4) 비탈면 재해저감을 위한 효율적인 관리를 위해서는 과거 비탈면 붕괴이력의 유형별 발생실태의 파악 및 분석이 필요하지만 현재 이러한 기준이 미비한 실정이다. 따라서 명확한 비탈면 재해유형의 분류기준 및 이에 따른 실태조사가 필요할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- Hwang, Y. C., 2007, Recent landslide damage and prevention, *Journal of Korean Geo-Environmental Society*, 8(3), 11-17.
- Kim, K. H., Jeong, H. R., Park, J. H., Ma, H. S., 2011, Analysis on rainfall and geographical characteristics of landslides in gyeongnam province, *Korean Environmental Restoration Technology*, 14(2), 33-45.
- Kim, K. S., Song, Y. S., Cho, Y. C., Kim, W. Y., Jeong, G. C., 2006, Characteristics of rainfall and landslides according to the geological condition, *Journal of Engineering Geology*, 16(2), 201-204.
- Kim, M. S., Lee, S. H., 2011, A study on the characteristics of the landslide in urban forests, *Jour. Korea Soc. For. Eng. Tech.*, 9(3), 174-183.
- Kim, Y. J., Lee, B. R., Byun, H. R., 2012, A study on the rainfall concentration heavy rain causing landslide at Mt. WooMyun on July 27, 2011, *Proceedings of the Autumn Meeting of KMS*, 2012, 284-285.
- Kim, Y. S., 2012, Lesson of landslide at Mt. WooMyun, *Journal of Korean Geo-Environmental Society*, 13(2), 24-29.
- Korea Forest Service, 2006, *History of a hundred about erosion control in Korea*, 838.
- Korea Meteorological Administration, 2009, *Weather almanac*, 408.
- National Disaster Management Institute, 2005, *A study on the monitoring & detection of slope failure (II) - Focusing on the application of rainfall data-*, 234.
- National Disaster Management Institute, 2011, *Establishment of failure warning & evacuation criteria for steep slope*, 155.
- National Geographic Information Institute, 2007, *Korea Geography-Capital area*.
- Park, C. M., Ma, H. S., Kang, W. S., Oh, K. W., Park, S. H., Lee, S. J., 2010, Analysis of landslide characteristics in Jeonlabuk-do, Korea, *Journal of Agriculture & Life Science* 44(4), 9-22.
- Park, D. K., Oh, J. R., Son, Y. J., Lee, M. S., 2008, Case study of steep slope disasters caused by heavy rainfall in 2008, *Korean Society of Civil Engineers 2008 Conference*, 3013-3016.
- Park, D. K., Kim, T. H., Oh, J. R. Park, J. H., 2006, Analysis of the Slope-related Disasters in July 2006, *Korean Society of Civil Engineers 2006 Conference*, 3793-3796.