

집중호우시 발생한 삼척지역의 산사태 특성

송영석^{*1)} · 장운호²⁾ · 김진석²⁾

¹⁾한국지질자원연구원 지질환경경제해연구부, ²⁾삼척대학교 지구시스템공학과

Landslide Characteristics induced by Heavy Rainfall in Samcheok Area

Young-Suk Song^{*1)} · Yoon-Ho Jang²⁾ · Jin-Seok Kim²⁾

¹⁾Geological & Environmental Hazards Division, Korea Inst. of Geoscience and Mineral Res.

²⁾Dept. of Geosystem Engineering, Samcheok National University

본 연구에서는 2002년 태풍 "루사(Rusa)"와 2003년 태풍 "메미(Meami)"에 의한 집중호우시 삼척지역에 발생한 산사태를 조사하여, 대상지역의 강우와 산사태의 관계를 규명하였다. 삼척지역의 연평균강우량은 1,200~1,300mm이며, 2002년 및 2003년에는 태풍 "루사" 및 "메미"로 인한 집중호우로 인하여 연평균강우량이 2,000mm이상으로 증가되었음을 알 수 있다. 최대시간강우강도와 2일간 누적강우량이 상대적으로 큰 지역에서 산사태 발생개소 및 붕괴면적이 크게 발생되고 있으므로, 산사태는 강우강도와 누적강우량에 직접적인 영향을 받고 있음을 확인할 수 있다. 삼척지역에서 발생한 산사태는 태풍에 의한 집중호우에 의한 것이므로 산사태 발생당일 최대시간강우강도에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 합리적인 산사태 발생규모를 예측하기 위하여 기존의 방법을 종합적으로 적용하여 최대시간강우강도와 산사태 붕괴면적을 모두 고려할 수 있는 새로운 방법을 제안하였다. 기존의 방법 및 새로 제안된 방법을 적용한 결과 삼척지역의 산사태 발생규모는 대규모 산사태임을 알 수 있다.

주요어 : 산사태, 태풍, 시간강우강도, 누적강우량, 삼척지역

Landslides induced by heavy rainfall from typhoon "Rusa" in 2002 and typhoon "Meami" in 2003 were investigated at Samcheok area, and the relationship between landslides and rainfall on that area was analyzed. The average annual rainfall at Samcheok area is generally 1,200mm~1,300mm. However, the average annual rainfall at Samcheok for 2002 and 2003 was increased more than 2,000mm because of typhoon "Rusa" and typhoon "Meami". The number of landslides and the landslides area are largely occurred in a area of the relatively high maximum hourly rainfall and 2days cumulative rainfall. Therefore, it confirmed that landslides are directly depended on the hourly rainfall and the cumulative rainfall. The landslides at Samcheok area induced by heavy rainfall due to typhoon are more influenced by the maximum hourly rainfall at the landslide occurrence day. In order to predict a rational landslide size, a new method included the maximum hourly rainfall and the landslide area in a traditional way was proposed. As the result of applying the new proposed method, the landslide size at Samcheok area is involved in the large scale landslide.

Key words : landslides, typhoon, hourly rainfall, cumulative rainfall, Samcheok area

* Corresponding author : yssong@kigam.re.kr

서 론

우리나라에서 발생하는 자연재해는 그 발생원인의 대부분이 강우에 의한 경우가 대부분이고 이로 인한 재해 중 산사태에 대한 피해는 날로 심각한 실정이다. 특히 우리나라에서 발생하는 산사태는 그 발생 원인이 대부분 장마철 집중강우에 의한 경우가 대부분이다. 즉, 연평균 강우량의 대부분이 6월에서 9월 사이에 편중되어 있어 집중호우로 인한 사면붕괴나 산사태의 발생이 빈번하다. 1990년대의 10년간 자연재해로 인한 인명피해만 140여명이고 그중 산사태에 의한 피해가 전체의 16%인 22.7명으로 보고된 바 있다(박덕근, 1999).

산사태의 발생요인은 내적요인(잠재적 소인)과 외적요인(직접적 유인)의 두 가지로 크게 나눌 수 있으며 이들 두 요인이 함께 구비되었을 때 산사태가 비로소 발생하게 된다. 즉, 내적으로 취약한 지질 및 지질구조를 가지고 있는 사면에 강우 및 절토 등의 외적요인이 가하여질 경우 산사태가 발생되기 쉽다.

우리나라의 경우 대부분의 산사태는 우기에 집중적으로 발생되므로 우리나라 산사태의 발생요인 중 가장 큰 요인은 강우임을 예측할 수 있다. 이와 같이 강우가 산사태의 가장 중요한 외적유인이 되고 있는 것은 사실이지만 강우강도, 강우지속시간, 누적강우량이 산사태에 어떻게 관련되어 있는가는 아직 확실히 규명되어 있지 못하다. 홍콩의 경우 강우와 산사태의 관계에 있어 과거에는 Lumb(1975)에 의한 선행강우량 개념의 해석이 지배적이었으나, Brand(1985) 등의 지속적인 연구로 인하여 현재에는 강우강도에 의한 해석이 제안되었다. 홍원표 등(1990)은 우리나라의 강우기록과 산사태 발생기록을 연관지어 우리나라의 지역특성에 맞는 산사태 발생기구를 조사 및 연구한 바 있다. 이 결과에 의하면 우리나라의 산사태는 누적강우량과 강우강도에 모두 영향을 받는 것으로 나타났다.

최근 집중호우로 인한 산사태 발생기록을 살펴보면 1991년 7월 20일부터 21일까지 277mm의 집중호우로 인해 용인과 안성을 포함한 경기남부지역에서 670여개의 산사태가 발생하였으며, 1996년 7월 26일부터 27일까지 493mm의 집중호우로 연천과 포천을 중심으로 한 경기북부지역에서 920여개의 산사태가 발생되었다. 1998년 7월 25~26일 양일간에 걸친 150mm의 강우로 인해 포항을 포함한 경남지역에서 약 500개의 산사태가 발생하였고, 1998년 8월 5~6일까지 620mm의 강우로 인해 장흥을 중심으로 한 경기북부지역에서는 1,000여개의 산사태가 발생하였으며, 1998년 8월 11~12일에 걸쳐 515mm의 강

우로 인하여 상주지역을 포함한 경북서부지역에서 1,000여개의 산사태가 발생되었다(김경수 등, 2000; 김원영 등, 2000; 2003). 또한, 2002년 8월 30일부터 9월 1일까지 3일간에 걸친 태풍 “루사”의 영향으로 강릉시를 중심으로 한 영동해안지역에서는 무려 898mm의 집중호우를 기록하였는데, 특히 8월 31일에는 우리나라 강우 관측사상 최다일강우량인 870.5mm의 폭우로 인하여 총 3,033개소에서 크고 작은 산사태가 발생하였다. 그리고 그 피해면적은 486ha 정도였으며, 직접피해액 263억원과 282억원의 복구비가 소요되었다. 이 때 전국적으로는 무려 5조1,479억원에 달하는 재산피해와 246명의 인명피해가 발생하였으며, 산사태로 인한 직접적 인명피해만도 65명으로 집계되었다(강릉시, 2002; 행정자치부, 2002).

본 연구에서는 2002년 태풍 “루사”와 2003년 태풍 “매미”에 의한 집중호우시 삼척지역에 발생한 산사태의 발생특성을 조사하고, 대상지역의 강우와 산사태의 관계를 규명하고자 한다. 이를 위하여 삼척지역의 산사태 발생개소수, 붕괴면적 등의 산사태 발생현황을 조사하고, 이때 강우자료를 토대로 강우강도와 누적강우량에 대한 상관관계를 조사한다. 그리고, 산사태 규모에 대한 평가를 위하여 Lumb(1975) 및 홍원표 등(1990)의 분석방법과 건설부(1988)의 분석방법을 적용하고자 한다. 이를 통하여 삼척지역에서 발생한 산사태의 발생특성 및 산사태 규모를 합리적으로 규명할 수 있을 것이다.

대상지역

지형 및 지질

삼척시는 태백산맥의 분수령에 해당하는 청옥산(1,404m), 두타산(1,353m), 중봉산(1,284m), 백병산(1,259m) 등의 연봉이 남북으로 솟아 있다. 서쪽으로는 1,000m이상의 고위평탄면을 이루고 있고 동쪽으로는 급경사를 이루고 있으며 해안근처에는 좁은 평야를 형성하고 있다. 하천은 위의 태백산맥 분수령을 중심으로 서쪽에는 남한강의 상류인 골치천이 북류하고 동쪽에는 오십천, 가곡천, 마음천 등의 비교적 큰 하천이 급경사를 이루며 동해로 흘러 들어간다.

삼척시는 행정구역상으로 동쪽에는 동해바다, 서쪽에는 정선군과 태백시가 인접하여 있으며, 남쪽에는 경북 울진군, 북쪽에는 동해시와 인접하고 있다. 삼척시의 전체면적은 1,185.86km²이며 동서간 거리 46.7km 남북간 거리 59.5km이다. 그리고, 동경 128°1'~129°1', 북위

37°1~37°29에 위치한다.

삼척지역 일대에는 하부 고생대층과 상부 고생대층이 넓게 분포한다. 도계읍 일대는 거의 대부분 함탄대를 이루고 있으며, 함탄대인 평안계를 북한외의 평양탄전에서와 같이 홍점동, 사동동, 고방산동 및 녹암동으로 구분된다. 도계읍의 고사리 및 마차리 일부를 제외하고는 대부분 고생대 조산계 대석회암층으로 구성되어 있으며, 미로면 일부지역과 원덕읍 임원지역 및 가곡천의 일대에는 화강암류로 분포되었다. 삼척지역에 주류를 이루는 대석회암층은 현재 가행대상이 되는 풍촌석회암이며 상부에는 화절층이 있고 하부에는 막동석회암이 있다.

강우특성

우리나라의 강우는 연평균강우량의 약 66%가 6월에서 9월 사이에 집중강우 형태로 발생하고 있다. 이때 집중되는 강우는 그 형태나 규모에 따라 다음과 같이 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 그 하나는 이동성 저기압 혹은 장마성 호우를 포함하는 기압골에 의한 전선성 집중호우이고, 다른 하나는 태풍에 의한 집중호우이다. 그러나, 이러한 강우의 특징들은 모두 짧은 기간에 걸쳐 강우가 집중되므로 산사태나 하천범람 등의 피해를 유발시킨다. 하계에 발생하는 강우 중에서 집중호우의 양상을 띠는 강우형태는 장마전선에 의한 형태이며, 이는 전선성 강우로서 단기간에 걸쳐 발생되고 우리나라 전 지역에 걸쳐 남북으로 이동한다. 즉, 6월에서 7월 사이에 발생하는 강우는 오르크 고기압과 북태평양 고기압의 강세로 인하여 형성되며, 이는 우리나라의 대표적인 우기철을 형성하게 된다. 전선성 강우와 이때 형성되는 기압골 사이로 중국에서 발생된 이동성 저기압이 서해를 지나 전선과 교차하게 될 때 가장 많은 강우를 일으키게 되며, 이때의 강우형태는 집중호우가 된다. 따라서 우리나라의 연평균 강우량 가운데 대부분이 이시기에 발생하고 자연재해를 유발시키게 된다. 한편, 태풍은 북태평양 동서쪽 해상에서 발생하게 되며 산사태도 주로 호우와 태풍의 시기에 많이 발생하게 된다.

Fig. 1은 우리나라의 30년 동안 연평균강우량을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 남부지방의 연평균 강우량이 가장 많은 것으로 나타났으며, 삼척지역의 경우 연평균 강우량은 약 1200mm~1300mm인 것으로 나타났다.

한편, Fig. 2는 삼척지역의 1995년도부터 2003년까지 연평균강우량을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같

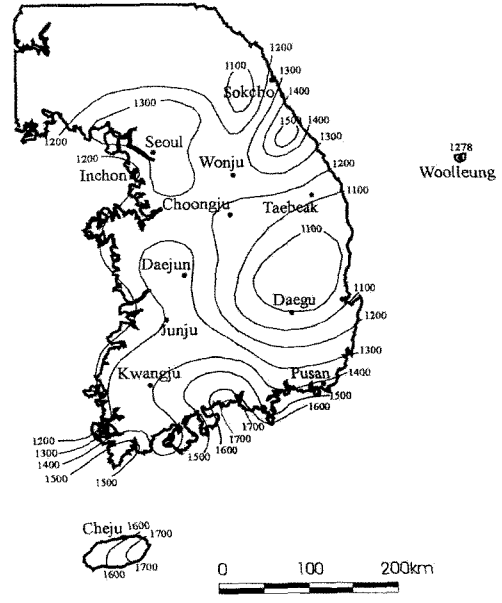


Fig. 1. Annual average rainfall for 30 years.

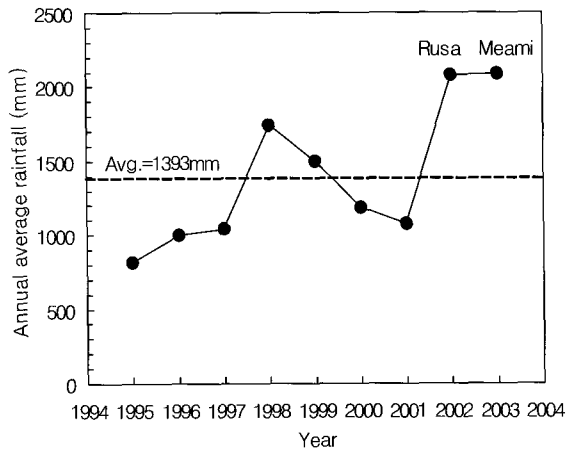


Fig. 2. Annual average rainfall at Samcheok from 1995 to 2003.

이 최근 삼척지역의 연평균강우량은 1,393mm로 나타났으며, 2002년 및 2003년의 연평균강우량은 2,000mm 이상인 것으로 나타났다. 즉, 2002년 태풍 “루사”와 2003년 태풍 “메미”로 인하여 삼척지역에 집중호우가 발생되었음을 알 수 있다.

삼척지역의 경우 위와 같이 2002년 태풍 “루사”와

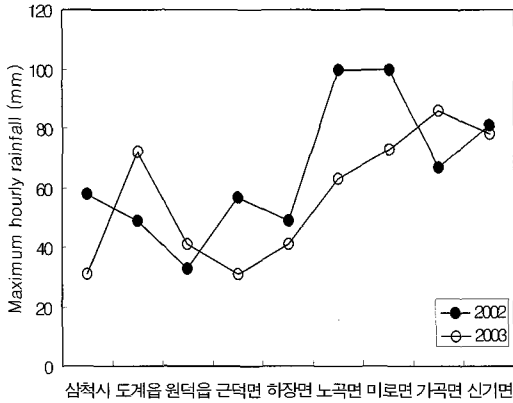


Fig. 3. Maximum hourly rainfall at Samcheok in 2002 and 2003.

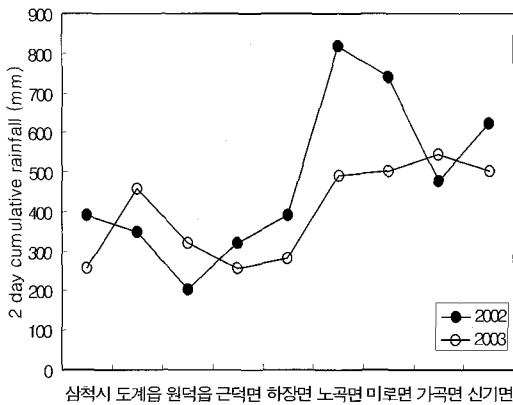


Fig. 4. 2 days cumulative rainfall at Samcheok in 2002 and 2003.

2003년 태풍 “매미”에 의한 집중호우로 인하여 많은 산사태가 발생되었다. 산사태와 강우의 상관관계에 대한 국내의 연구로는 홍원표 등(1990), 이영남(1991), 김상규(1994), Kim & Chae(1998) 등이 있으며, 이들 연구결과를 정리하여 보면 최대시간강우강도와 2일 누적강우량이 산사태에 영향을 크게 미치는 것을 알 수 있다. 따라서, 2002년 “루사”와 2003년 “매미”에 의한 집중호우시 삼척지역에서의 최대시간강우강도와 2일 누적강우량을 조사하였다. Fig. 3은 2002년 “루사”와 2003년 “매미”에 의한 집중호우시 삼척지역의 최대시간강우강도를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 최대시간강우강도는 2002년 “루사”의 경우 노곡면과 미로면에서 100mm로 가장 크게 나타났으며, 2003년 “매미”의 경우

에는 가곡면에서 86mm로 가장 크게 나타났다. 그리고, 삼척지역 전체에 대한 평균 최대시간강우강도는 2002년 “루사”의 경우 66mm, 2003년 “매미”의 경우 57mm로 나타났다.

한편, Fig. 4는 2002년 “루사”와 2003년 “매미”에 의한 집중호우시 삼척지역의 2일 누적강우량을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 2일간 누적강우량은 2002년 “루사”의 경우 노곡면에서 819mm로 가장 크게 나타났으며, 2003년 “매미”의 경우에는 가곡면에서 544mm로 가장 크게 나타났다. 그리고, 삼척지역 전체에 대한 평균 2일간 누적강우량은 2002년 “루사”의 경우 480mm, 2003년 “매미”의 경우 402mm로 나타났다.

산사태 발생특성

전술한 바와 같이 산사태는 강우강도와 누적강우량에 모두 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 따라서, 이들 두 요소를 함께 고려하여 산사태 발생기록을 조사할 필요가 있다. 삼척지역의 경우 위와 같이 2002년 태풍 “루사”와 2003년 태풍 “매미”에 의한 집중호우로 인하여 발생된 산사태 기록을 조사하였다.

Fig. 5 및 Fig. 6은 삼척지역에서 2002년 8월 30일부터 9월 1일까지 태풍 “루사”의 집중호우로 인하여 발생된 산사태 발생개소 및 전체 붕괴면적을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 노곡면이 산사태 발생개소와 전체 붕괴면적이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 Fig. 3 및 Fig. 4에서 보는 바와 같이 노곡면의 최대시간강우강도와 2일간 누적강우량이 가장 크게 발생된 것과 연관이 있어 설명할 수 있다. 즉, 최대시간강우강도와 2일간 누적강우량이 큰 위치에서 산사태가 가장 많이 발생됨을 알 수 있다. 따라서, 산사태는 강우강도와 누적강우량에 아주 밀접하게 영향을 받고 있음을 확인할 수 있다. 그러나, 미로면의 경우 산사태 발생개소는 높으나 산사태 붕괴면적은 적으며, 원덕읍의 경우는 산사태 발생개소는 낮으나 산사태 붕괴면적은 큼을 알 수 있다. 이를 통하여 미로면에서는 소규모 산사태가 많이 발생되었음을 알 수 있으며, 원덕읍에서는 대규모 산사태가 발생되었음을 알 수 있다.

Fig. 7 및 Fig. 8은 삼척지역에서 2003년 9월 11일부터 9월 13일까지 태풍 “매미”의 집중호우로 인한 산사태 발생개소 및 전체 붕괴면적을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 산사태 발생개소는 도계읍이 가장 많으며, 산사태 붕괴면적은 가곡면이 제일 큰 것으로 발생되었다. 이는 Fig. 3 및 Fig. 4에서 보는 바와 같

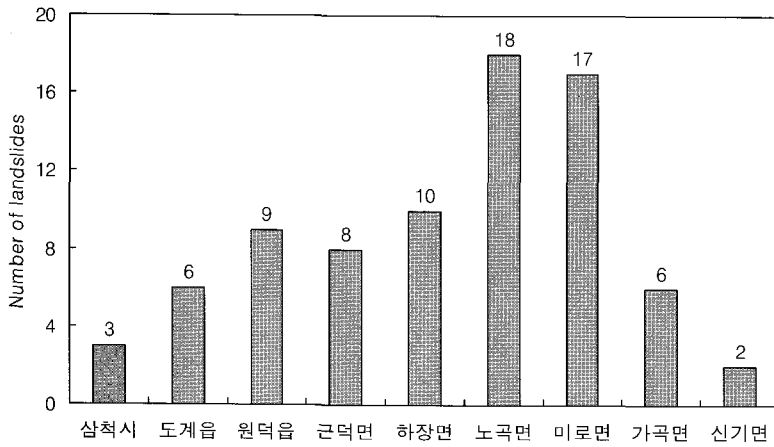


Fig. 5. Number of landslides at Samcheok by typhoon 'Rusa'.

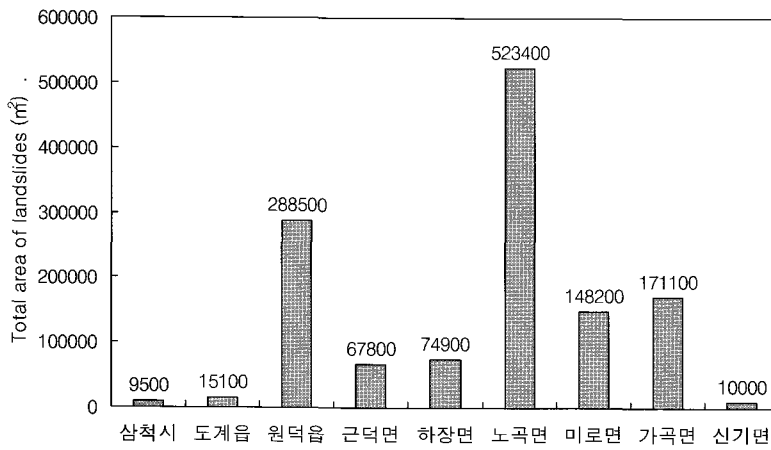


Fig. 6. Total area of landslides at Samcheok by typhoon 'Rusa'.

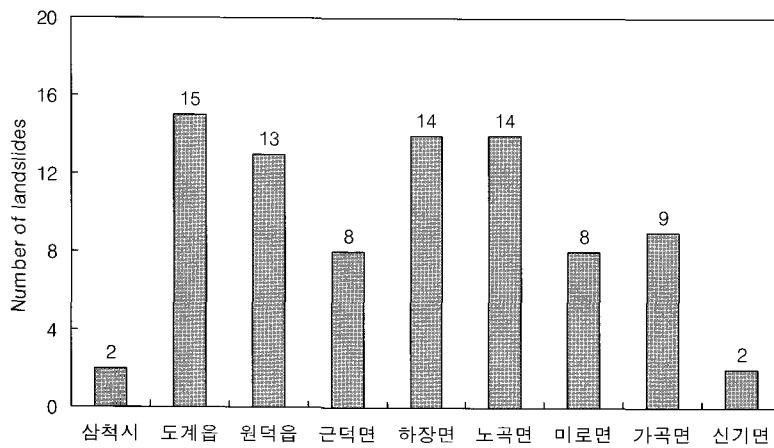


Fig. 7. Number of landslides at Samcheok by typhoon 'Meami'.

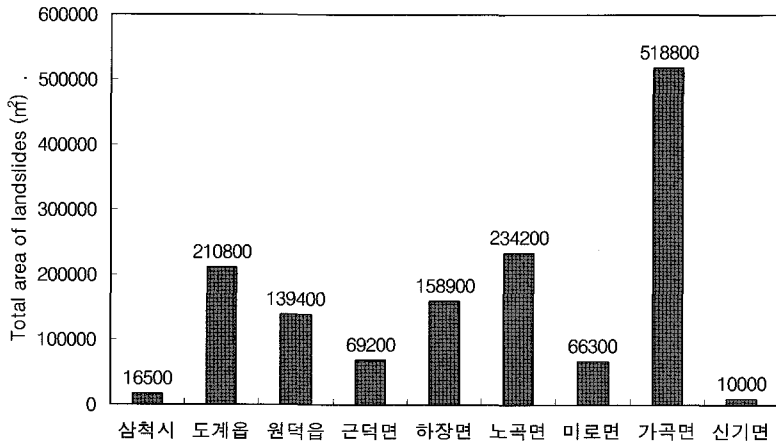


Fig. 8. Total area of landslides at Samcheok by typhoon 'Meami'.

이 가곡면과 도계읍에서 시간강우강도와 2일간 누적강우량이 크게 발생되었기 때문이다. 한편, 가곡면의 경우 산사태 발생개소는 적으나 붕괴면적은 매우 큰 것으로 나타났으며, 이는 가곡면에서 대규모 산사태가 발생되었음을 의미한다.

강우와 산사태의 관계

산사태를 일으키는 가장 중요한 강우요소로는 최대시간강우강도를 들 수 있다. 삼척지역에서의 최대시간강우강도와 산사태의 관계를 규명하기 위하여 2002년 태풍 "루사"와 2003년 태풍 "메미"에 의한 집중호우시 산사태 발생시기와 산사태 발생전후 강우강도를 조사하였다. 이때 강우강도 및 누적강우량에 대한 자료는 삼척관측소의 기록을 이용하였다.

Fig. 9는 태풍 "루사"로 인한 집중호우시 삼척지역의 산사태 발생시기와 최대시간강우강도 및 누적강우량을 나타낸 것이다. 그림의 종축에는 시간강우강도 및 누적강우량을 표시하였으며, 횡축에는 2002년 8월 30일부터 9월 1일까지의 시간을 표시하였다. 그리고 이때 삼척지역의 산사태는 2002년 8월 31일 17시에서 24시 사이에 모두 발생되었으며, 전체 79개소의 산사태가 발생된 것으로 조사되었다. 그림에서 보는 바와 같이 산사태는 최대시간강우강도가 가장 높은 시점을 전후로 하여 발생되었음을 알 수 있다. 이때 산사태 발생당일 강우량은 473.3mm(8월 31일)이고, 최대시간강우강도는 51.3mm로 나타났다. 따라서 삼척지역의 산사태는 발생당일의 최대시간강우강도가 큰 영향을 미치

고 있음을 알 수 있다.

Fig. 10은 태풍 "메미"로 인한 집중호우시 삼척지역의 산사태 발생시기와 최대시간강우강도 및 누적강우량을 나타낸 것이다. 그림의 종축에는 Fig. 9와 마찬가지로 시간강우강도 및 누적강우량을 표시하였으며, 횡축에는 2003년 9월 11일부터 9월 13일까지의 시간을 표시하였다. 그리고, 이때 삼척지역의 산사태는 2003년 9월 12일 22시에서 9월 13일 5시 사이에 모두 발생되었으며, 전체 85개소의 산사태가 발생된 것으로 조사되었다. 그림에서 보는 바와 같이 산사태는 태풍 "루사" 때와 마찬가지로 최대시간강우강도가 가장 높은 시점을 전후로 하여 발생되었음을 알 수 있다. 이때 산사태 발생당일 강우량은 172.6mm(9월 12일) 및 229.2mm(9월 13일)이고, 최대시간강우강도는 56.4mm로 나타났다. 따라서, 삼척지역의 산사태는 태풍 "루사" 때와 마찬가지로 발생당일의 최대시간강우강도가 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

홍원표 등(1990)은 우리나라 전 지역을 대상으로 산사태 발생당일 최대시간강우강도와 누적강우량과의 관계를 조사하였다. 조사결과 중서부지역에서의 산사태는 누적강우량에 영향을 많이 받으나 영동 및 영호남지역에서의 산사태는 산사태 발생당일 강우량에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 이러한 원인은 중서부지역은 기압골 형성에 의한 집중호우로 산사태가 많이 발생하며, 영동 및 영호남지역은 태풍에 의한 산사태가 많이 발생하기 때문이다.

삼척지역에서의 산사태와 강우강도 및 누적강우량의 조사결과 결과는 홍원표 등(1990)의 연구결과와 동

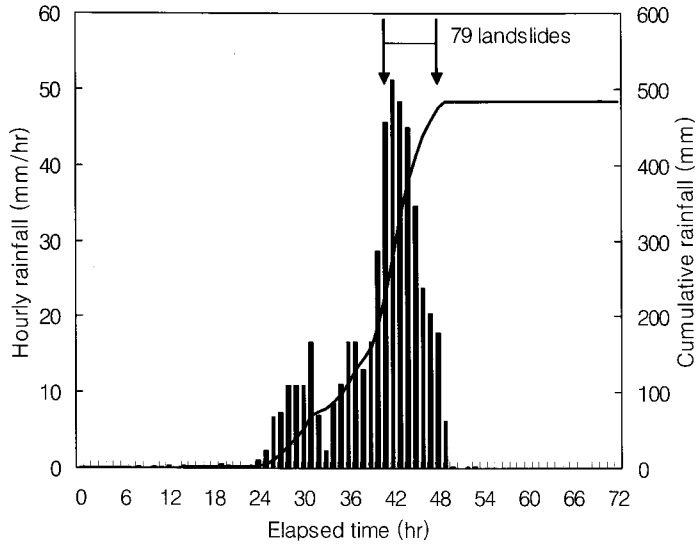


Fig. 9. Landslides and rainfall records by typhoon 'Rusa'.

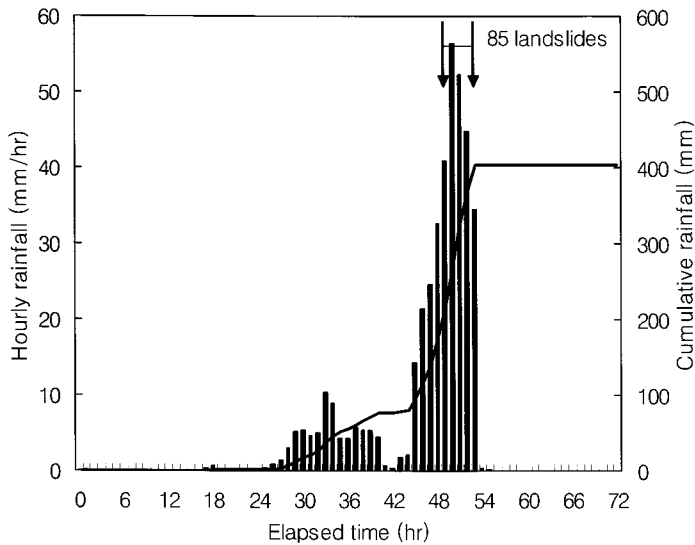


Fig. 10. Landslides and rainfall records by typhoon 'Meami'.

일함을 알 수 있다. 즉, 삼척지역에서 발생된 산사태는 2002년 및 2003년에 발생된 태풍에 의한 것이므로 홍원표 등(1990)에 의해 보고된 영동지역의 산사태 발생경향과 동일함을 알 수 있다.

산사태 규모예측

홍원표 등(1990)은 Lumb(1975)의 방법에 의해 전국에서 발생한 산사태를 발생회수에 따라 소규모(minor), 중규모(severe) 및 대규모(disaster)로 구분하여 제시한 바 있다. 우리나라의 경우 북유럽이나 일본에서와는 달리 수백 m에서 수 km의 영역에 이르는 거대한 산사태는 거의 발생되지 않으므로 발생회수에 따라 산사태 규모를 결정하는 Lumb(1975)의 방법을 적용한 것이다. 즉,

소규모 산사태는 동일한 축후소 주변지역에서 동일한 날에 산사태가 1~3개소에서 발생한 경우, 중규모 산사태는 4~19개소, 그리고 대규모 산사태는 20개소 이상에서 발생한 경우로 구분하였다. 삼척지역의 경우 산사태는 2002년 태풍 "루사"의 경우 79개소, 2003년 태풍 "매

미"의 경우 85개소에서 발생되었으므로 대규모 산사태로 구분할 수 있을 것이다.

홍원표 등(1990)은 산사태 발생규모별 최대시간강우강도와 누적강우량의 상관관계를 토대로 Fig. 11과 같은 산사태 경보기준을 제안한 바 있다. 그림을 살펴보면

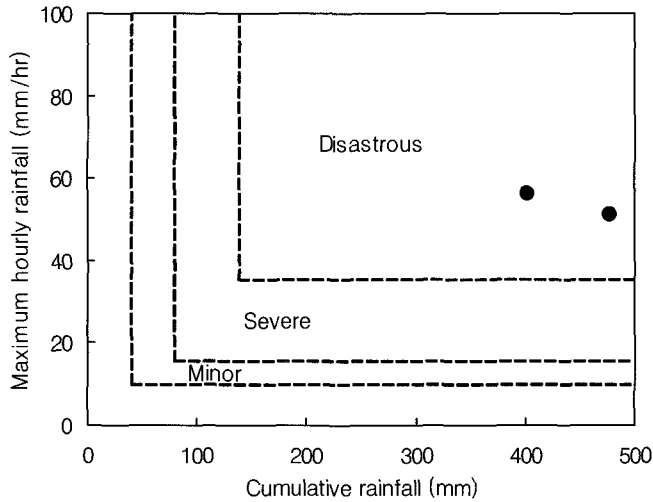


Fig. 11. Relationship between maximum hourly rainfall and cumulative rainfall according to landslide scale (Hong et al., 1990).

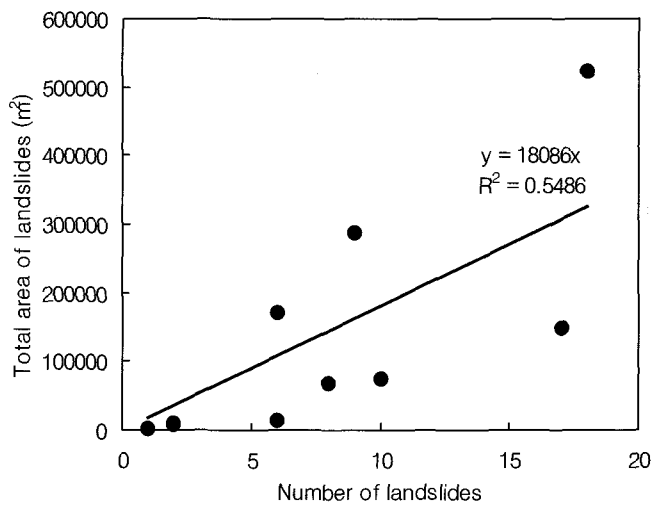


Fig. 12. Relationship between number of landslide and total area of landslides (Rusa).

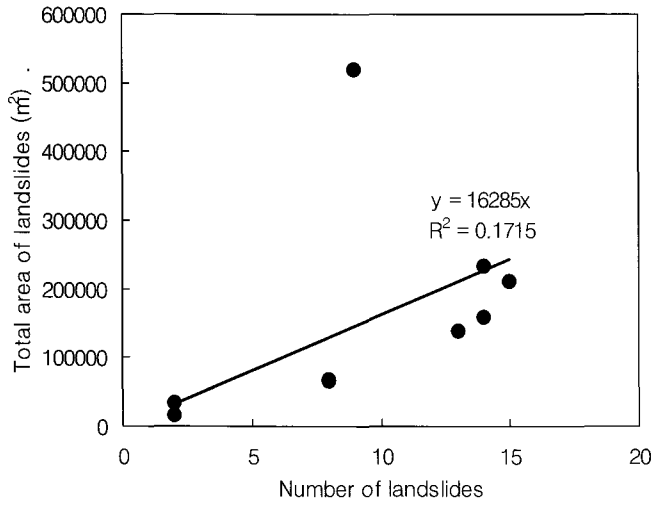


Fig. 13. Relationship between number of landslide and total area of landslides (Meami)

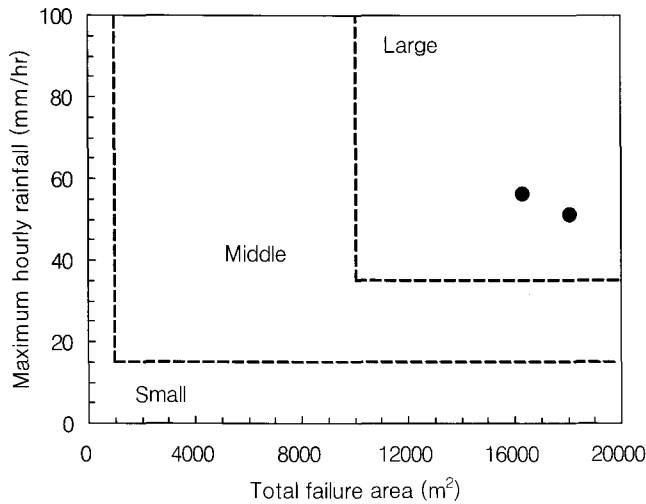


Fig. 14. Relationship between maximum hourly rainfall and total failure area by landslide.

소규모 산사태는 최대시간강우강도와 누적강우량이 각각 10mm 및 40mm를 초과하면 발생되기 시작하고, 중규모 산사태는 각각 15mm 및 80mm를 초과하는 경우, 그리고 대규모 산사태는 최대시간강우강도 35mm와 누적강우량 140mm를 초과하면 발생된다고 보고하였다. 삼척지역은 2002년 태풍 “루사”의 경우 최대시간강우강도는

51.3mm, 2일 누적강우량이 476.8mm이고, 2003년 태풍 “매미”의 경우 최대시간강우강도는 56.4mm, 2일 누적강우량이 401.8mm이므로 모두 대규모 산사태로 구분할 수 있을 것이다.

한편, 건설부(1988) 및 송영석(2004)은 산사태의 발생 규모를 면적 혹은 체적개념으로 구분하여 제안한 바 있

다. 산사태 발생개소 및 산사태 붕괴면적의 관계를 토대로 삼척지역에 대한 산사태 발생규모를 정량적으로 산정하였다. Fig. 12 및 Fig. 13은 산사태 발생개소와 산사태 붕괴면적의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 산사태 발생개소와 붕괴면적의 상관식을 구할 수 있으며, 이러한 상관식을 통하여 산사태의 평균 붕괴면적을 구할 수 있다. Fig. 12는 2002년 태풍 "루사"의 경우 산사태 발생개소와 붕괴면적의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 상관식은 $y=18,086x$ 로 나타나며, 산사태의 평균붕괴면적은 $18,086\text{m}^2$ 으로 구할 수 있다. 한편, Fig. 13은 2003년 태풍 "매미"의 경우 산사태 발생개소와 붕괴면적의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 상관식은 $y=16,285x$ 로 나타나며, 산사태의 평균붕괴면적은 $16,285\text{m}^2$ 으로 구할 수 있다.

건설부(1988)의 경우 소규모 산사태는 0.1ha미만이고, 중규모 산사태는 0.1~1.0ha이며, 대규모 산사태는 1.0ha이상이라고 제시한 바 있다. Fig. 13은 산사태 파괴 규모에 대한 홍원표 등(1990)에 의해 제안된 최대강우 강도에 대한 기준과 건설부(1988)에서 제안한 산사태 붕괴면적에 대한 기준을 적용하여 새롭게 제안한 것이다. Fig. 13에서 보는 바와 같이 삼척지역의 태풍 "루사"에 의한 평균붕괴면적 $18,086\text{m}^2$ 과 태풍 "매미"에 의한 평균붕괴면적 $16,285\text{m}^2$ 은 모두 대규모 산사태에 위치하고 있음을 알 수 있다. 새롭게 제안된 기준은 지속적인 자료의 수집을 통하여 검증작업을 수행할 예정이다.

결 론

본 연구에서는 2002년 태풍 "루사"와 2003년 태풍 "매미"에 의한 집중호우시 삼척지역에 발생한 산사태를 조사하여, 대상지역의 강우와 산사태의 관계를 규명하였다. 이를 위하여 삼척지역의 산사태 발생개소 수, 붕괴면적 등의 산사태 발생현황을 조사하였으며, 강우 자료를 토대로 강우강도와 누적강우량에 대한 상관관계를 조사하였다. 그리고 산사태 발생규모와 강우와의 상관관계를 이용하여 합리적인 산사태 발생규모를 예측할 수 있도록 하였다. 이상의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 삼척지역의 연평균강우량은 1,200~1,300mm이며, 2002년 및 2003년에는 태풍 "루사" 및 "매미"로 인한 집중호우로 인하여 연평균강우량이 2,000mm이상으로 증가되었다.

2. 최대시간강우강도와 2일간 누적강우량이 상대적으로 큰 지역에서 산사태 발생개소 및 붕괴면적이 크게 발생되고 있으므로, 산사태는 강우강도와 누적강우량에 직접적인 영향을 받고 있음을 확인할 수 있다.

3. 삼척지역에서 발생한 산사태는 태풍에 의한 집중호우에 의한 것이므로 산사태 발생당일 최대시간강우 강도에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

4. 합리적인 산사태 발생규모를 예측하기 위하여 기존의 방법을 종합적으로 적용하여 최대시간강우강도와 산사태 붕괴면적을 모두 고려할 수 있는 새로운 방법을 제안할 수 있다.

5. 삼척지역의 산사태 발생규모는 기존의 방법 및 새로 제안된 방법을 적용하여 예측한 결과 대규모 산사태임을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 삼척대학교 소방방재연구소 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

- 강릉시, 2002, 제15호 태풍 "루사" 피해복구계획, 강릉시.
- 건설부, 1988, 방재종합대책 중장기 계획 조사보고서, 3, 3-359 - 3-614.
- 김경수, 김원영, 채병곤, 조용찬, 2000, 강우에 의한 산사태의 지질공학적 특성 -충청북도 보은지역-, 지질공학, 10, 2, 163-174.
- 김원영, 채병곤, 김경수, 기원서, 조용찬, 최영섭, 이사로, 이봉주, 2000, 산사태 예측 및 방지기술연구, 한국자원연구소, KR-00-(T)-09, 642p.
- 김원영, 채병곤, 김경수, 조용찬, 최영섭, 이춘오, 이철우, 김구영, 김정환, 김준모, 2003, 산사태 예측 및 방지기술연구, 과학기술부, KR-03-(T)-03, 339p.
- 박덕근, 1999, 우리나라 사면붕괴의 현황과 대책, 제4회 방재행정세미나 논문집, 177-214.
- 송영석, 2004, 활동역지시스템으로 보강된 사면의 설계법, 중앙대학교 대학원 박사학위논문, 317-343.
- 행정자치부, 2002, 재해연보, 행정자치부.
- 홍원표, 김상규, 김마리아, 김윤원, 한중근, 1990, 강우로 기인되는 우리나라 사면활동의 예측, 대한토질공학회지, 6, 2, 55-63.
- Brand, E. W., 1985, Predicting the performance of re-

sidual soil slopes, Proc., 11th ICSMFE, San Francisco, 2541-2573.

Lumb, P., 1975, Slope failure in Hong Kong, Journal of Engineering Geology, 8, 31-65.

투 고 일 2005년 10월 19일

심 사 일 2005년 10월 20일

심사완료일 2005년 12월 3일

장운호

삼척대학교 방재기술전문대학원

245-711, 강원도 삼척시 교동 산253번지

Tel: 033-570-6313

Fax: 033-573-6317

e-mail: yhjjang@samcheok.ac.kr

김진석

삼척대학교 지구시스템공학과

245-711, 강원도 삼척시 교동 산253번지

Tel: 033-570-6305

Fax: 033-573-6317

e-mail: jinsouk@samcheok.ac.kr

송영석

한국지질자원연구원 지질환경재해연구부 산사태재해
연구팀

305-350, 대전광역시 유성구 가정동 30

Tel: 042-868-3035

Fax: 042-861-9723

e-mail: yssong@kigam.re.kr