

자연재해와 산지토사재해에 의한 희생자 수의 변화경향

이창우*

국립산림과학원

Trends of Deaths and Missings Caused by Natural and Sediment Disasters in Korea

Chang-Woo Lee*

Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요약: 최근 재해에 대한 관심이 높아지고 있음에도 불구하고 재해에 대한 장기적인 변화분석은 미흡한 실정이다. 따라서 자연재해의 주범인 기상재해 및 산지토사재해에 의한 희생자 수의 장기적인 변화를 분석하였고, 자연재해에 대한 산지토사재해의 비율 및 산지토사재해 발생면적변화를 조사하였다. 그 결과 최근 강우강도의 증가에도 불구하고 자연재해 및 토사재해에 의한 희생자 수는 점차 감소하고 있는 것으로 나타났다. 자연재해는 1970년대 연간 250명에서 1990년대 연간 140명 수준으로 감소하였고, 토사재해는 1970년대 60명/년에서 1990년대 20명/년으로 감소하였다. 특히 토사재해의 경우 자연재해에 대한 감소비율이 1970년대 2/7에서 1980년대 이후 2/15로 줄어들었다. 그러나 산사태 발생면적(1981년: 206ha → 1999년: 688ha)이 계속 증가하고 있으므로 유역관리개념을 도입한 새로운 사방사업의 추진과 종합적인 산지토사재해 관리 시스템 구축이 요구되는 것으로 판단되었다.

Abstract: The study on long-term change of natural and sediment disasters such as landslides and debris flows is not thoroughgoing enough in spite of increasing of concern for disaster. Therefore, the change of natural and sediment disasters was investigated with the number of victims caused by both disasters and the ratio of sediment disasters for natural disasters was compared. The number of victims by sediment and natural disasters has apparently been decreasing despite of the change of rainfall pattern. The number of victims was changed to 140 persons/year in the late 1990s from 250 persons/year in the 1970s of natural disaster and that of sediment disaster to 20 persons/year in the late 1990s from 60 persons/year in the late 1970s. Furthermore, the ratio of sediment disaster victims to natural disaster victims has decreased from 2/7 in the 1970s to 2/15 after 1980s. But, the system of sediment disaster management and new soil erosion control works through introduction of watershed management concept are requested because of increased landslide area in recent years (206ha in 1981 → 688ha in 1999).

Key words : Sediment disaster, natural disaster, Long-term change, Soil erosion control works

서론

최근 우리나라는 태풍, 국지성 집중호우 등의 기상이변으로 인해 대형자연재해가 빈발하고 있으며(임업연구원, 2003), 또한 과거에 비해 국민생활수준 향상으로 재해에 대한 인식도 고조되고 있다. 이로 인해 정부에서는 자연 및 인위재해에 대한 대책마련에 고심하고 있으며, 최근에는 행정자치부 산하에 소방방재청을 신설하는 등 재해방지 및 대책에 심혈을 기울이고 있다.

자연재해는 강우, 호우, 태풍 등에 의한 기상재해와 지진, 화산활동 등에 의한 지질재해로 분류할 수 있으며, 우리나라의 경우 자연재해의 대부분은 기상재해라 할 수 있다. 이러한 기상재해는 주로 농작물 피해, 공공시설 및 건물파괴, 침수 등을 들 수 있으나, 우리나라 국토의 64%를 차지하는 산지에서 발생하는 토사재해 또한 대표적인 피해라 할 수 있다.

산지토사재해 대책을 위해 산지에는 사방사업을 실시하고 있으며, 우리나라의 경우 1907년 북한산에서 처음 실시된 이래 해방직후 본격적으로 시작하여 현재까지 산지토사재해 방지 및 피해최소화를 목적으로 시행되고 있

*Corresponding author
E-mail: 2changwoo@hanmail.net

다(산림청, 1989). 이러한 사망사업은 사업의 내용, 범위, 규모와 향후 중점을 두어야 할 사업방향 등의 철저한 계획에 의해 이루어져야만 본래의 목적을 충분히 달성시킬 수 있다. 이를 위해서는 기존의 각 사업내용에 대한 효과의 검증 및 평가 등의 절차가 수반되어야 할 것이다. 이에 대한 한 가지 방법으로는 산지토사재해로 인한 피해의 장기적 경년변화 분석을 들 수 있다.

과거 자연재해를 대상으로 재해의 피해규모, 순위, 경향 등을 검토한 연구사례가 있으나(이상태, 1987; 홍원표, 1991; 박덕근, 2001), 우리나라의 경우 자연재해의 대부분이 기상재해로 당년의 강우 특성에 좌우되어 명확한 경향을 분석하기 어려운 문제점을 안고 있다. 이로 인해 기존 재해의 통계자료는 구축되어 있더라도 장기적인 변화양상의 파악이 제대로 이루어지지 않고 있다. 특히, 산지토사재해의 경우 자체의 경향분석 외에 자연재해와의 비교 검토가 필요하나 상기의 문제점으로 인해 제대로 분석한 사례를 찾아보기 힘든 실정이다.

산지토사재해의 장기적 경년변화 검토가 중요한 이유는 재해의 주요원인이 강우에 의한 것인지 혹은 재해대책의 미비에 의한 것인지, 재해대상 지역의 개발 및 훼손, 환경변화에 의한 것인지를 파악할 수 있으며, 이를 통해 향후 재해저감을 위한 대책수립에 참고가 될 수 있기 때문이다.

따라서 우리나라 산지토사재해의 장기적 발생현황 파악 및 대책마련을 목적으로 자연재해의 주범인 기상재해(이하 자연재해)와 산지토사재해에 의한 사망 및 실종자(이하 희생자)수의 장기적 경년변화 분석과 자연재해에 대한 토사재해의 피해규모 및 산지토사재해 발생면적 변화를 분석하였다.

자료 및 방법

재해는 원인을 중심으로 천재인 자연현상에 의한 재해와 인위적인 요인에 의한 인위재해(인재)로 분류하고 있다(행정자치부 국립방재연구소, 2003). 또한 홍원표(1991)에 따르면 재해는 국문학적이나 법률적으로 다양하게 정의될 수 있지만, 공학적인 입장에서 ‘지금까지 안정된 상태나 환경에 자연적 혹은 인공적 변화로 인하여 유발되는 인적(정신적 포함), 사회적, 경제적 및 기술적 손실’이라 정의하고 있다. 결국, 홍원표(1991)가 지적한 바와 같이 인간의 문명 즉 인류가 존재하지 않는 곳에서는 단순한 자연현상인 것을 인류가 있기 때문에 재해가 될 수 있으므로 본 연구에서는 거시적 측면에서 인위적 인공적 변화에 의해 자연에서 발생한 것 또한 자연재해의 일부로 간주하여 기상재해 모두를 자연재해로 취급하였다.

우리나라의 자연재해 피해현황 파악 업무는 현재 행정

자치부 소방방재청에서 담당하고 있으며, 본 연구에서는 1916년부터 2002년까지의 각 재해피해총액 및 희생자 수 등이 기록되어 있는(1945~1957은 자료미비) 2002년 재해백서(행정자치부 국립방재연구소, 2003)에 수록된 피해현황 자료를 이용하였다. 또한 산지토사재해 피해현황 파악 업무는 산림청에서 담당하고 있으며 1976년부터 2002년까지 재해자료가 수록된 산림재해업무 대책편람(산림청, 2003)의 자료를 분석에 이용하였으나, 본 자료는 자료 집계 미비로 1975년 이전자료는 갖추어져 있지 않다. 그 외 자연재해 및 인공사면 산사태 피해 현황을 집계한 논문 및 보고 등의 자료가 있으나(박덕근, 2001; 백민호, 2003), 자연재해와 산림청 관할 지역인 산지에서 발생한 산지토사재해 자료만을 대상으로 분석하였다.

본 연구에서는 재해발생의 피해지표로서 재해 희생자 수 및 토사재해발생면적을 분석에 이용하였다. 자연재해 및 산지토사재해에 의한 희생자 수의 경년변화 동향과 산사태 발생면적 변화 추이 분석에는 재해의 경우 그 특성상 유인인 강우에 의한 영향이 크므로 강우가 집중적으로 많이 내린 해와 평년의 차이를 구분하여 분석하기 위해 이동평균 개념(沼本 등, 1999)을 도입하였으며, 산사태 발생면적자연재해와 산지토사재해의 희생자 수 비율 등도 단순한 통계수법을 통해 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 자연 및 토사재해 희생자 수

상기 자료를 토대로 우리나라의 연도별 자연재해 희생자 수 및 산지토사재해 희생자 수를 Figure 1에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 자연재해 자료는 1916~2002년의 희생자 수 추이로 몇몇 년도를 제외하고 거의 100~500명/년 정도의 희생자를 기록하고 있으며, 연도별 변화폭도 상당히 큰 것을 알 수 있다. 특히 1936년에는 1,916명, 1920년 1,264명의 희생자 수가 발생하였으며, 역

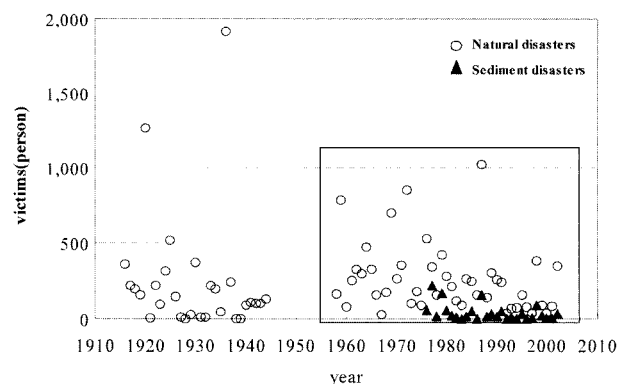


Figure 1. Number of deaths and missing caused by natural and sediment disasters in Korea.

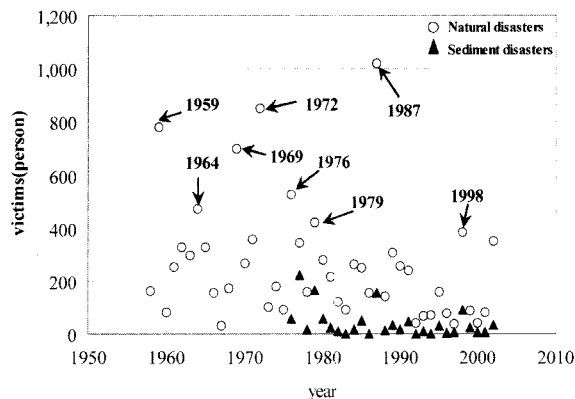


Figure 2. Number of deaths and missings caused by natural and sediment disasters after 1958 in Korea.

대 총 피해액으로는 각각 17위와 38위로 기록되고 있다. 동 기간 내 역대 총 피해액 1위는 2002년(6,115,292,608천원: 2002년 물가기준), 2위는 1987년(1,643,213,410천원: 2000년 물가기준)으로 기록되고 있으며, 특히 2002년은 집중호우, 태풍 ‘루사’로 인한 피해로 사료되며, 이는 1987년 피해액의 약 5배(61,153억원: 2002년 물가기준)에 이르고 있다(행정자치부 국립방재연구소, 2003). 1958년 이후의 희생자 수는 1916~1944기간에 비해 1,000명 이상은 없으나, 중간규모(500~1,000명/년)의 피해가 많은 것으로 나타났다. 1958년 이후의 자연재해 및 토사재해의 피해양상을 파악하기 위해 1958년 이후의 희생자 수를 Figure 2에 나타내었다. Figure 2에 따르면 자연재해의 경우 1959년, 1964년, 1969년, 1972년, 1976년, 1979년, 1987년, 1998년에 피해가 커 희생자 수가 약 400명/년 이상이며, 그 외 년도는 약 100~400명/년 정도였다. 또한 1976년 이후 집계된 토사재해에 의한 희생자 수 결과 또한 이와 비슷한 경향을 보이고 있어 1977(222명), 1979(167명), 1987(156명), 1998(92명)년에 많은 피해가 발생했던 것으로 나타났다. 토사재해에 의한 희생자 수는 상기 4개년을 빼면 매년 약 90명/년 이하 규모의 피해가 발생한 것을 알 수 있다.

그러나 발생재해에 따른 연도별 희생자 수의 변화경향은 당년 강우 및 태풍 등의 규모에 좌우되어 그 경향을 명확히 파악하기가 어렵다. 따라서 장기적 재해변화경향을 이동 폭 10년의 이동평균을 이용하여 분석하였다. 이동 폭 10년을 적용한 이유는 장기적 경향을 파악할 때 가장 명확한 경향을 보였기 때문이다. 이동평균 10년은 당해년도 N을 N-5년에서 N+4년까지의 값으로 평균하였으며, 연도별 재해희생자수를 Figure 3에 나타내었고, 희생자 수(세로축)는 그 변화폭이 커서 대수그래프로 나타내었다. 이동평균 결과 희생자 수의 경년변화가 Figure 1보다 명확히 나타났으며, 최근 자연재해는 점차 감소추세에 있으며, 토사재해의 경우도 같은 경향을 보이고 있다.

재해에 의한 희생자 수의 경년변화를 좀 더 명확히 파

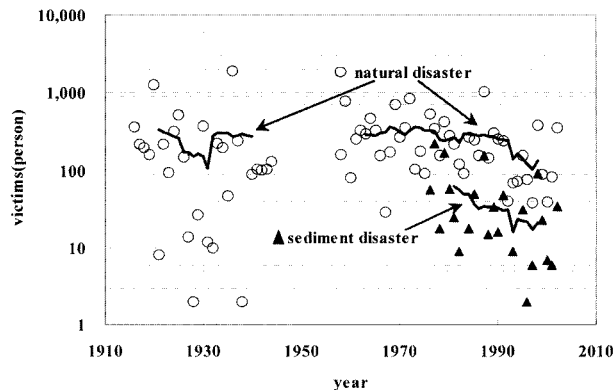


Figure 3. Long term tendency of deaths and missings caused by natural and sediment disasters in Korea (Line graph: Ten-year running average).

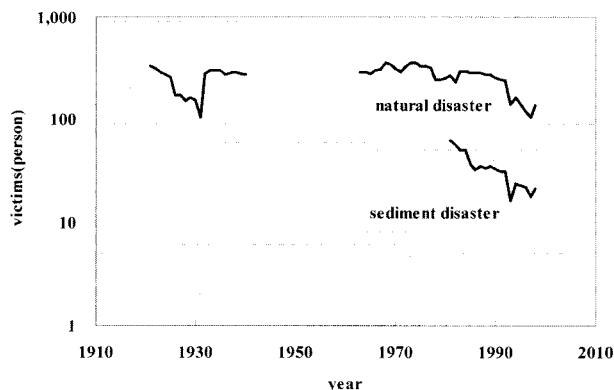


Figure 4. Long term tendency of deaths and missings caused by natural and sediment disasters in Korea by ten-year running average.

악하기 위해 Figure 3의 이동평균 결과만을 Figure 4에 나타내었다. 그 결과 1920년에 약 300명/년 규모이며, 일시적으로 감소하여 약 100명/년 정도로 감소하였다가 1930년대 다시 약 300명/년으로 증가하였으며, 1960년 이후부터 조금씩 감소하여 1970년대 250명/년으로 줄어들어 최근에는 약 140명/년 수준으로까지 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한 토사재해의 경우도 1970, 80년대 약 60명/년에서 최근에는 약 20명/년 수준까지 감소하고 있다. 즉 우리나라는 자연재해뿐만 아니라 토사재해 역시 감소추세에 있다고 말할 수 있다. 토사재해 희생자 수 자료가 있는 1970년대 말부터 1990년대 말까지의 자연재해 및 토사재해 희생자수간의 감소경향을 비교해 보면 자연재해는 약 44% 감소하였으며, 토사재해는 약 67% 감소한 것으로 나타났다. 즉, 토사재해의 감소비율이 자연재해의 감소비율 보다 더 큰 것을 알 수 있다.

2. 자연재해에 대한 토사재해의 희생자 수 비율

산지토사재해의 명확한 경년변화를 파악하기 위해서는 자연재해에 대한 비율을 조사할 필요가 있다. 즉 우리나라

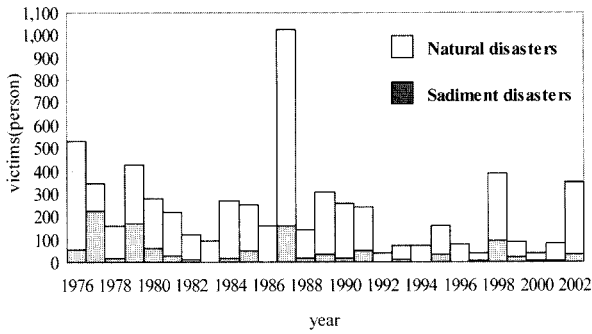


Figure 5. The last thirty years tendency of deaths and missings caused by natural and sediment disasters in Korea by ten-year running average.

라의 자연재해는 강우에 의한 영향이 가장 크다고 할 수 있으므로 동일조건 하에서 두 재해간의 비교의미는 상당히 크다고 할 수 있다.

Figure 5에 1976년부터 2002년까지의 연도별 자연재해와 토사재해 희생자 수를 각각 그래프로 나타내었다. 그러나 이와 같은 비교로는 명확한 감소 경향을 알 수 없으므로 Figure 5의 자연재해에 의한 연간 희생자 수와 토사재해에 의한 연간 희생자를 1976년부터 적산한 그래프를 작성하였다(Figure 6). 즉, 그림의 가로축은 1976년부터 2002년까지의 자연재해에 의한 희생자 수를 매년 적산한 수치이며, 세로축은 동기간 토사재해에 의한 희생자 수를 매년 적산한 수치이다. Figure 6에서 점선은 자연재해 희생자 수 전체에 대한 토사재해 희생자 수의 비율을 나타내고 있으며, 그래프의 기울기가 변화하는 것을 알 수 있다. 특히 그 기울기는 1979년을 경계로 감소하여 자연재해에 대한 토사재해 희생자 수가 그래프에서 약 2/7에서 약 2/15로 감소하고 있으며, 그 감소비율은 Figure 4의 이동평균 분석결과(1970년대 250명중 60명에서 최근에는 140명중 20명으로의 감소)와 거의 일치하였다.

즉 Figure 5에서 판독하기 어려운 자연재해에 대한 토사재해의 비율을 Figure 6에서 명확히 파악할 수 있었으며, Figure 4에서 나타난 10년 이동평균을 이용한 재해의

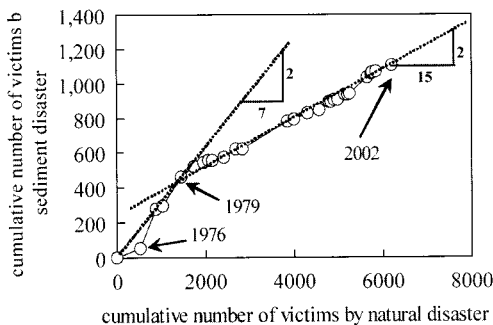


Figure 6. Cumulative numbers of deaths and missings caused by natural disasters vs. sediment disasters in the last thirty years Korea.

경년변화 분석 또한 단순한 평균을 이용하고 있으나, 그 변화경향을 파악하는 데는 충분한 분석방법임을 설명하고 있다.

상기 결과에서 강우를 주 원인으로 발생하는 자연 및 토사재해에 의한 희생자 수가 감소한 이유는 우선 재해의 유인인 강우의 변화를 가장 먼저 생각해 볼 수 있다. 최근 기상연구자료에 따르면, 우리나라 남부지역에 한하여 분석한 결과이지만, 과거에 비해 강우일수는 줄어들었으나, 집중호우 및 재해를 발생시킬 가능성이 높은 강우강도가 증가하였다고 분석하고 있다(Choi, Y., 2002). 따라서 그 원인은 재해를 발생시키는 유인에서가 아닌 소인에서 찾을 필요가 있다.

재해의 소인에는 여러 가지가 있지만, 자연재해의 경우 재해발생을 줄일 수 있는 자연환경의 급격한 변화가 있었다고 판단하기는 어렵다. 따라서 희생자 수를 줄일 수 있었던 원인으로서는 인위적인 방지대책이라 할 수 있을 것이다. 우리나라의 근대 재해대책은 1961년부터 시작되어 1970년대 후반에 재해대책의 기틀을 마련하고 1980년대 말에 정착하였다. 또한 1990년대에는 본격적인 지방자치시대의 도래와 함께 국민 각자는 물론, 지방자치단체의 자율적인 재해예방의 필요성이 증대됨에 따라 구체적인 재해대책에 대한 복구 및 사전예방사업으로 체계적으로 재해대책을 마련하였으며, 1994년에는 내무부 방재국 산하에 방재계획과, 재해대책과, 재해복구과를 신설하는 등 방재 전담국이 창설되었다. 결국 자연재해 희생자 수의 감소는 이러한 일련의 노력과 무관하지 않을 것이다. 특히 1990년 이후 적극적인 투자의 결과로 Figure 4에서 알 수 있듯이 1970년대부터 자연재해가 점차 감소하고 1990년대 이후에는 자연재해가 급격히 감소할 수 있었던 것으로 판단된다.

한편, 산지토사재해의 감소 이유는 두 가지 관점에서 나누어 생각할 필요가 있다. 먼저 자연재해와 동일하게 최근 들어 토사재해 희생자 수가 감소하고 있다는 점과 자연재해감소를 보다 더 많은 감소를 보이고 있다는 점이다. 이는 자연재해와 마찬가지로 해방 이후 조림사방 10개년 계획(1948~1957)을 필두로 사방사업 5개년 계획(1953~1961), 치산 7개년 계획(1965~1971), 영일지구 특수사방(1973~1957 등 수많은 사방사업을 통해 산지황폐지 복구, 야계사방 등의 사업을 지속적으로 수행한(산림청, 1989, 1998) 것이 그 원인의 하나로 판단된다. 광복 후 1997년 말까지의 사방사업 실적을 보면 산지사방이 726,666 ha, 해안사방 3,748 ha, 예방사방 305 ha, 야계사방 3,924 km, 사방댐 661개소(사방기술교본 등으로 산림면적이 10%를 차지하던 황폐지는 사라지고 거의 모든 산림이 녹화되어 토사재해를 감소시킬 수 있었던 원인으로 판단된다. 또 하나의 이유로는 토사재해의 희생자가 될 가능

성이 높은 농산촌 인구의 감소를 들 수 있다. 우리나라는 1960년 28%이던 도시화률이 1970년 41.2%, 1980년 57.3%, 1989년에는 무려 73.1%를 기록했다(김일기, 1991). 따라서 산지토사재해가 자연재해 감소율 보다 높은 감소율을 보이고 있는 것은 사방사업의 효과와 이농현상이 복합적으로 영향을 준 것으로 사료된다.

3. 산지토사재해 발생면적 변화

재해 희생자 수의 감소에도 불구하고 Table 1에서 보는 바와 같이 1998, 2002, 2003년에는 집중호우 및 태풍 등으로 여전히 산지에 많은 재해가 발생되고 있다. Figure 7에는 1976년 이후 2003년까지의 산지 산사태 발생면적 추이를 10년 이동평균으로 나타내었다(앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 당해년도 N을 N-5년에서 N+4년까지의 값으로 평균하고 있으므로 2003년까지의 자료를 이용하였으나, 1999년이 최고치임). 그림에서 알 수 있듯이 산사태 발생면적은 계속 증가 추세를 보이고 있다. 그 이유는 앞서 언급한 재해의 유인인 강우패턴의 변화가 산사태 발생가능성을 증가시키고 있다는 점과 과거 황폐지에서 산림으로 전환되면서 평균 토심(25년간 2~4 cm)이 깊어지는 등 산림환경의 변화(이충화와 김태욱, 1994)가 원인으로 판단된다. 특히 박덕근(2001)에 따르면 산지개발로 인한 인공사면 붕괴에 의한 희생자 수가 자연재해 전체 희생자수에 대해 차지하는 비율이 증가하고 있으며, 산지환경의 변화로 인해 새로운 형태의 재해가 빈발하고 있다. 태풍 '루사', '매미'의 경우와 같이 과거 황폐지에서 소규모 표층붕괴가 빈발하는 재해형태에서 최근에는 과거에 비해

발생건수는 적으나 토석류 형태의 대형재해의 형태로 전환되고 있다(임업연구원, 2003). 즉 앞서 언급한 바와 같이 최근의 강우형태 및 산림환경 변화를 감안하면 일시에 대재앙으로 발전할 수 있는 위험성을 항상 안고 있다고 해도 과언이 아니다. 그러나 과거 황폐지 복구를 위주로 해 온 사방사업은 산림녹화로 현재는 재해발생지 복구사업이 그 대부분을 차지하고 있다.

상기 결과에서 자연재해에 대한 토사재해의 희생자 수가 감소하였고 그 원인은 사방사업의 효과와 이농현상이 복합적으로 영향을 준 것으로 사료되었으나, 여전히 토사재해로 연간 22명 정도가 희생되고 있는 현실을 감안하면 복구사업 이외에 재해에 건강한 산림을 가꾸기 위한 유역개념을 도입한 체계적인 재해 예방사방사업으로 전환하여 추진할 필요가 있다. 이와 더불어 산사태 위험지도의 시스템화 및 경계피난체제의 확립 등 산지토사재해 관리 시스템 구축이 절실히 요구된다.

결론

본 연구에서는 과거 자연재해와 산지토사재해에 의한 희생자 수의 경년변화를 분석하여 그 원인을 파악함으로써 금후 산지 토사재해 대책의 방향 등에 대한 검토를 실시하였다. 분석 결과 우리나라의 자연재해에 의한 희생자 수는 점차 감소하고 있으며, 특히 산지토사재해에 의한 희생자 수는 자연재해의 감소비율에 비해 1970년대 약 2/7에서 1980년 이후 약 2/15 규모로 감소하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 과거부터 지속적으로 수행되어 온 사방사업의 효과 및 이농현상에 의한 것으로 판단되었다. 그러나 최근의 강우패턴의 변화 및 산림환경의 변화로 인해 산사태 발생면적이 점차 증가하고 있으므로 금후 유역관리개념을 도입한 새로운 사방사업의 추진과 경계피난체제 등 산지토사재해 관리시스템의 구축이 요구된다.

인용문헌

1. 김일기. 1991. 한국의 이농현상과 농촌의 구조적 빈곤. 농촌사회 1 : 9-38.
2. 박덕근. 2001. 우리나라 산사태 재해의 현황과 저감방향. 방재연구 3(4) : 38-41.
3. 백민호. 2003. 자연재해대책 개선방향 -풍수해를 중심으로-. 국토 258 : 16-24.
4. 산림청. 1989. 황폐지 복구사. 855p.
5. 산림청. 1998. 사방기술교본. 515p.
6. 산림청. 2003. 산림재해대책업무편람. 133p.
7. 이상태. 1987. 재해통계. 대한토목학회지 35(5) : 56-61.
8. 이충화, 김태욱. 1994. 임목생장에 따른 토양의 변화. 임업연구원연구보고 49 : 73-80.
9. 임업연구원. 2003. 2002 산지재해 원인과 복구대책.

Table 1. Landslide occurrence area by year. (unit : ha)

Year	Area	Year	Area	Year	Area	Year	Area
1976	230	1983	-	1990	178	1997	33
1977	425	1984	100	1991	727	1998	1,281
1978	66	1985	30	1992	-	1999	419
1979	434	1986	12	1993	109	2000	182
1980	451	1987	1,002	1994	68	2001	185
1981	236	1988	113	1995	423	2002	2,705
1982	91	1989	273	1996	257	2003	1,329

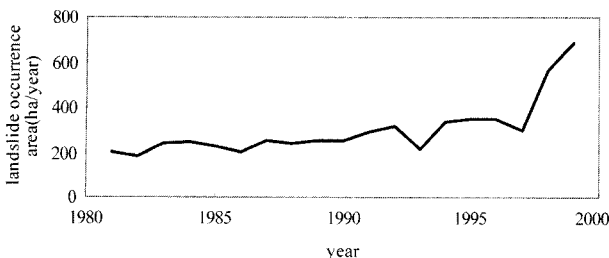


Figure 7. The tendency of landslide occurrence area during recent thirty years in Korea by ten-year running average.

- 317p.
10. 행정자치부 국립방재연구소. 2003. 2002년 재해백서. 1162p.
11. 홍원표. 1991. 우리나라의 자연재해상황통계. 대한토질공학회지 7(1): 93-99.
12. 沼本晋也, 鈴木雅一, 太田猛彦. 1999. 日本における最近50年間の土砂災害被害者数の減少傾向. 砂防學會誌 51(6): 3-12.
13. Choi, Y. 2003. Trends in daily precipitation events and their extremes in the southern region of Korea. Korean Society of Environmental Impact Assessment 11(3): 189-203.
-
- (2005년 4월 26일 접수; 2005년 7월 5일 채택)