

GIS를 이용한 낙동강유역의 토지이용특성에 따른 토양손실 위험성 평가

Assessment of Soil Loss Risk based on the Land Use Characteristics of Nakdong River Watershed using GIS

정원준*, 권용성**, 지운***, 여운광****

Won Jun Jeong, Yong Sung Kwon, Un Ji, Woon Kwang Yeo

요 지

일반적으로 유역에서 발생하는 토양손실은 붕괴사면과 표면침식, 토사류 붕괴에 의한 운반, 하상의 침식 등 자연적인 요인과 도로건설, 산림의 벌채, 단지개발 등 인위적인 원인으로 발생할 수 있다. 토양손실의 발생은 농업생산성을 떨어뜨리고 목초지를 손상시키며, 물의 흐름을 방해하여 홍수위 상승, 저수지의 저수용량 감소, 고탁수 등 다양한 문제를 야기 시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해선 우선 토양손실 발생의 위험지역을 선정하고 그 지역을 집중적으로 관리하는 적절한 관리 대책의 마련이 필요하다.

이에 본 연구에서는 낙동강유역 전체를 대상유역으로 선정하고 토양손실 발생에 영향을 주는 여러 요소 중 도시화나 농경지 확장 등 인간의 인위적인 개발로 인해 쉽게 변경될 수 있는 토지이용도를 이용하여 세부적으로 분석하였다. 토지이용도를 구성하고 있는 총 8가지의 토지이용항목 중 다른 항목들에 비해 분포면적이 매우 작은 녹지, 습지, 나지를 제외한 5가지의 항목(시가화, 논, 밭, 산림, 수역)의 분포면적을 통해 토지이용특성에 따른 유사발생의 연관성을 파악하였으며 유역별 유사발생 위험순위를 평가하였다.

유사발생 위험순위 평가결과, 전체 낙동강유역내 유사발생 위험성이 높은 표준유역들로 구성되어있는 중권역은 내성천, 위천합류점, 합천댐유역, 안동댐유역으로 모두 높은 순위를 차지했다. 내성천유역, 위천합류점유역, 합천댐유역은 구성하고 있는 표준유역의 절반 이상이 높은 순위들로 구성되어 있으며 안동댐유역은 구성하고 있는 소수의 표준유역이 유역내 최상위 순위를 차지하였다.

핵심용어 : 낙동강유역, 유역유사, 토양손실, 토지이용도, GIS

1. 서 론

유역에서 발생하는 토양손실은 물, 바람, 중력 등에 의해 그 양상이 끊임없이 변한다. 이렇게 자연적 변화로 인해 발생하는 토양손실은 인간의 힘으로 막을 수 없다. 하지만 인위적인 활동에 의해 발생하는 토양손실은 농업생산성을 떨어뜨리고 목초지를 손상시키며, 물의 흐름을 방해하는 등 각종 문제를 가속화 시킨다(우효섭, 2001). 이러한 문제를 해결하기 위해 다량의 토양손실이 발생하는 지역을 선정하고 대책을 수립해야하며 유역특성에 따라 다양한 방법들이 결정되어야 한다(곽동욱, 2006). 유역은 지형특성, 지질특성, 토지이용특성 등 다양한 특성들을 통해 구성되는데 그

* 정회원 · 명지대학교 공과대학 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : jminh0502@nate.com

** 정회원 · 명지대학교 공과대학 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : kys4341@naver.com

*** 정회원 · 명지대학교 공과대학 토목환경공학과 연구교수 · E-mail : jiuncivil@gmail.com

**** 정회원 · 명지대학교 공과대학 토목환경공학과 교수 · E-mail : yeo@mju.ac.kr

중 토지이용특성은 다른 유역특성들에 비해 도시화나 농경지 확장 등 인간의 인위적인 개발로 인해 변경이 잦아 유역에서 발생하는 토양손실의 양상을 쉽게 변하게 한다. 그 예로 어느 특정한 유역에 과거부터 수역과 습지가 일정하게 증가하고 있는 경우 그 유역은 강우에 직접적으로 영향을 받지 않는 면적이 상대적으로 증가하게 되어 침식되는 토양의 양이 감소하게 될 것이며, 이와는 반대로 대규모 산림을 벌목하여 산림 면적이 줄어들게 되거나 농경지를 확장해 농경지 면적이 증가 할 경우 강우 발생시 강우에 직접적으로 노출되어 침식되는 토양의 양이 증가하는 특징이 나타날 것이다(USACE, 2007). 위와 같은 사실은 유역내 토지이용항목이 변경됨에 따라 손실되는 토사량과 그 범위는 다양하게 나타날 수 있으며, 토지이용특성과 토양손실이 서로 밀접한 연관성을 갖고 있다는 것을 나타낸다.

이에 본 연구에서는 낙동강유역을 대상으로 토양손실 발생에 영향을 주는 여러 요소 중 도시화나 농경지 확장 등 인간의 인위적인 개발로 인해 쉽게 변경될 수 있는 토지이용도를 세부적으로 분석하였다. 토지이용도를 구성하고 있는 총 8가지의 토지이용항목 중 낙동강유역에서 다른 항목들에 비해 분포면적이 매우 작은 녹지, 습지, 나지를 제외한 5가지의 항목(시가화, 논, 밭, 산림, 수역)을 대상으로 연구를 수행하였다. 토지이용항목 중 수역, 시가지, 산림의 경우 물, 콘크리트포장, 나무에 의해 토양이 강우에 직접적으로 노출되지 않아 강우 시 토사 발생량이 적게 나타나는 특성을 갖고 있으며 그에 비해 논, 밭은 토양이 강우에 직접적으로 노출되어 있어 강우 시 상대적으로 많은 토사가 발생하는 특성을 갖고 있다. 이러한 특성을 통해 수역, 시가지, 산림의 분포면적이 적을수록 논, 밭은 분포면적이 넓을수록 다량의 토양손실이 발생할 위험성이 있다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 토지이용특성에 따른 토양손실 위험성 평가를 수행하기 위해 토지이용항목별 분포를 분석하여 유역별 토양손실 위험순위를 평가하였다.

2. 대상유역의 선정

유역의 상류로부터 유입되는 유사의 퇴적으로 인해 하천제방이나 하천구조물의 안전이 위협받고 홍수시에는 농경지의 매몰과 저수지의 퇴적현상이 발생하는 등 유역유사로 인한 다양한 문제가 발생하는 낙동강유역의 33개 중권역 중 기타수계 11개를 제외한 22개 중권역과 226개의 표준유역으로 분할된 유역을 대상유역으로 선정하였다.

낙동강유역은 동경 127°29'에서 129°18', 북위 35°03'에서 37°13' 사이의 한반도 동남부에 위치하며 북쪽으로는 한강 유역, 서쪽으로는 금강 및 섬진강 유역과 접하고 동쪽으로는 태백산맥이 동해안 유역과 분수령을 형성하고 있는 우리나라 제 2의 유역이다. 유로길이 510.36 km, 유역면적 23,817.21 km²로 강원 태백 함백산(1,573 m)에서 발원하여 동쪽으로 태백산맥과 서북쪽 속리산, 덕유산, 지리산으로 이어지는 소백산맥을 유역경계로 하여 낙동강 유역의 중심부를 통과하며, 산악으로 인하여 최단거리로 유하하지 못하고 유향을 4차례나 급변시키면서 우회하여 남해안에 유입한다(국토해양부, 2009). 낙동강의 경사는 매우 완만하여, 400 km 상류의 안동에서도 해발고도 100 m에 달하지 못한다. 완만한 경사로 인해 발생하는 유사의 퇴적은 홍수위 상승, 수리구조물 붕괴 등 다양한 문제를 야기하고 있다. 또한 4대강 살리기 사업의 일환으로 가장 많은 보(8개)와 신규댐(3개)가 건설되고 이로 인해 유역과 하도의 변화가 많이 나타날 것으로 예상되는 유역이다.

3. GIS를 이용한 토지이용도 분석

유역별 토양손실 위험성 평가를 수행하기 위해 GIS를 이용하여 유역을 구성하고 있는 각각의

표준유역 안에서 토지이용항목의 구성비를 나타내었다(그림 1). 먼저 낙동강유역내의 수역은 하천(낙동강, 금호강, 황강, 밀양강, 남강, 서낙동강, 등)을 중심으로 높은 구성비와 분포면적을 나타냈다. 시가화에 경우 대구광역시를 구성하고 있는 표준유역들은 18%에서 48%, 부산광역시를 구성하고 있는 표준유역들은 10.4%에서 33%가 시가화 지역이었으며 다른 토지이용항목들에 비해 매우 높은 구성비를 나타냈다. 산림은 수역과 시가화 분포가 높은 표준유역을 제외한 곳에서 일정한 구성비로 분포하고 있으나 안동댐유역의 경우 평균 87.7%가 산림으로 높은 구성비를 나타내고 있다. 논은 분석결과 내성천유역에 18%, 병성천유역에 36%, 남강유역에 27%의 구성비를 나타냈으며 밭의 경우 내성천 남서쪽 유역, 낙동상주, 낙동구미, 낙동왜관유역을 중심으로 발달해있고 평균 30%의 구성비를 나타냈다.

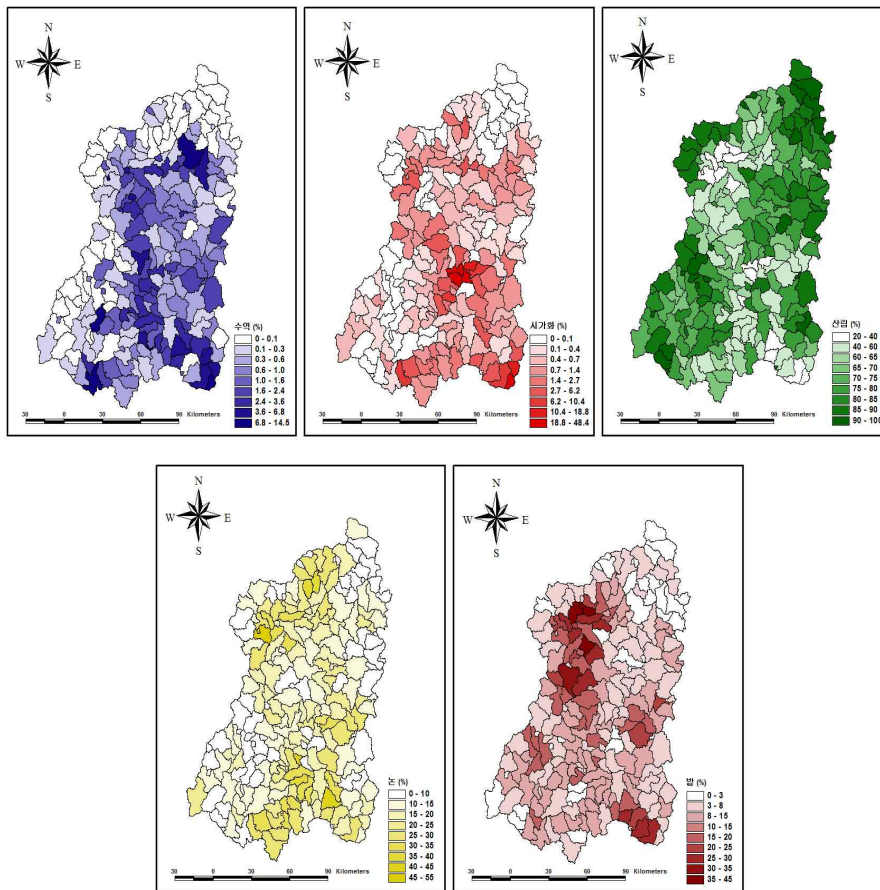


그림 1. 낙동강유역의 토지이용항목별 분포

4. 낙동강유역의 유역별 토양손실 위험평가

낙동강유역의 토지이용항목별 분포를 종합하여 토양손실의 위험성이 높은 유역에 순위를 정해 그림 3과 같이 나타내었다. 본 연구에서는 낙동강유역을 226개의 표준유역으로 분할한 신설 보를 고려한 유역분할(건설기술연구원, 2010)의 자료를 이용하여 하여 연구를 수행하였다.

토양손실 순위 평가결과 토양손실 위험성이 높은 표준유역들로 구성되어있는 중권역은 내성천, 위천합류점, 합천댐유역으로 모두 높은 순위를 차지했다(그림 2 (b)). 내성천유역은 총 21개의 표

준유역으로 구성되어 있으며 그 중 11개의 표준유역이 상위권의 순위를 차지했다. 위천합류점유역은 총 3개의 표준유역으로 구성되어있어 유역면적은 작지만 각각의 표준유역들 모두 토양손실 발생 위험성이 큰 것으로 나타났다. 합천댐유역은 총 10개의 표준유역으로 구성되어 있으며 그 중 4개의 표준유역이 상위권 순위를 차지했다. 내성천, 위천합류천, 합천댐유역은 유역을 구성하고 있는 표준유역의 반 이상이 토양손실 위험성이 매우 높은 결과를 나타냈다. 그 외 안동댐유역은 내성천, 위천합류천, 합천댐유역에 비해 유사발생 위험성은 낮지만 구성하고 있는 소수의 표준유역들이 낙동강유역내 제일 높은 순위를 차지하였다. 안동댐유역 또한 토양손실 발생의 위험성이 높다고 볼 수 있다.

더불어 그림 2 (a)에서는 낙동강유역내 국가하천과 지방 1급 하천의 형상을 표시했다. 이를 통해 토양손실 위험성이 높은 유역내 하천이 통과할 경우 유역유사가 하천으로 직접적으로 흘러 들어가 다양한 문제를 야기할 것임을 유추할 수 있다. 낙동강유역에 경우 토양손실 위험유역으로 평가된 유역 중 내성천유역(내성천)과 위천합류점유역(낙동강본류와 지류인 병성천, 위천의 합류부)내 하천이 흐르고 있으며 다른 유역들에 비해 발생한 유사가 보다 직접적으로 하천유입 될 것이다. 그로 인한 고탁수, 퇴적으로 인한 홍수위 상승, 하천제방이나 하천구조물의 붕괴가 발생 가능성이 더 크며 꾸준한 유지관리 실시해야 할 것이다.

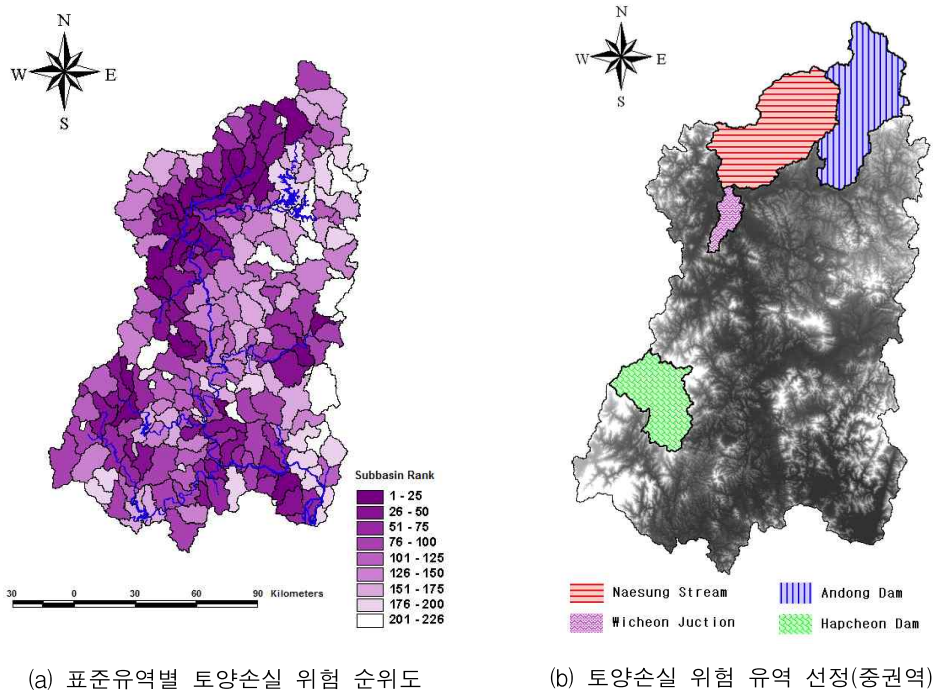


그림 2. 낙동강유역의 토양손실 위험성 평가

5. 결론

본 연구에서는 낙동강유역을 대상으로 여러 유역특성 중 인위적인 개발로 인해 변경되기 쉬운 토지이용특성에 따라 발생하는 토양손실 위험성을 평가하였다. 이를 위해 토지이용도를 토지이용항목별(수역, 시가화, 산림, 논, 밭) 구성비로 분류하였으며 각각의 항목별 구성비를 통해 수역, 시가지, 산림은 분포면적이 적을수록 논, 밭은 분포면적이 넓을수록 토양손실 위험순위를 평가해 중

합하였다.

토지이용특성에 따라 토양손실 위험성을 평가한 결과 낙동강유역내 총 22개의 중권역 중 내성천유역, 안동댐유역, 위천합류점유역, 합천댐유역내 표준유역들이 상위순위를 나타내는 것으로 분석되었으며 그 중 내성천유역과 위천합류점유역은 유역내 하천이 흐르고 있어 다른 유역들에 비해 손실된 토양이 보다 직접적으로 하천유입 될 잠재성을 가지고 있다. 그로 인한 고탁수, 퇴적으로 인한 홍수위 상승, 하천제방이나 하천구조물의 붕괴가 발생 가능성이 더 크며 꾸준한 유지관리 실시해야 할 것이다. 이렇게 토양손실 위험성이 높은 유역은 산림벌목을 자제하고 논과 밭을 계단식, 등고선 경작을 이용하여 운영하는 등 토양손실을 저감시킬 수 있는 일반적인 방안들을 우선 적용할 수 있을 것이며, 그 외 토양손실 관리 및 대책 수립 마련을 위한 의사결정 자료로 활용 할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부의 재원으로 한국수자원공사의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고문헌

1. 곽동욱, 조기성(2006). 유역특성을 고려한 GIS 기반 토양침식량 평가, 한국측량학회지, 제24권 제1호, pp. 89-97.
2. 건설기술연구원(2010). 신설 보를 고려한 유역분할.
3. 국토해양부(2009). 낙동강유역종합치수계획(보완) 보고서.
4. 우효섭(2001). 하천수리학, 청문각.
5. 이환주, 김환기(2001). GIS 공간분석을 활용한 토양침식모형의 입력인자 추출에 관한 연구, 한국측량학회지, 제19권 제1호, pp. 27-37.
6. USACE (2007). ST. JOSEPH RIVER SEDIMENT TRANSPORT MODELING SYUDY, USA.