

원격탐사와 지리정보시스템을 이용한 새만금 지구 일대의 토양 유실 예상 연구

송무영, 김선희, 신광수(충남대학교)

1. 서 언

본 연구지역인 새만금 지역은 자연적으로 변화된 환경뿐만 아니라 간척이나 건설 등으로 인위적 절토, 성토로 변화된 지역 부분이 많다. 이러한 광범위한 지역의 빠른 환경 변화에 대한정보 즉, 환경정보자료의 수집 및 분석은 방조제 건설로 인한 환경변화를 예측하고 이에 따른 환경피해를 미연에 방지하거나 그 피해를 최소화할 할 수 있다.

본 연구에서는 새만금 종합개발지구(35° 30' 00" ~ 36° 00' 00" , 126° 25' 00" ~ 126° 55' 00")에서 원격탐사를 이용하여 지표환경변화를 추출하고, 얻은 자료를 지리정보시스템을 이용하여 인위적인 인간의 활동으로 인하여 변화된 지역의 토양유실지를 예측하여 환경피해를 미연에 방지하는데 목적이 있다. 또한 래스터구조로 이루어져 있는 인공위성 이미지 정보를 지리정보시스템(GIS; Geographic Information system)의 분석에 이용되는 자료층으로 구축하여 다른 많은 자연환경자료와 인문환경의 주제별 자료들과 함께 분석하고자 한다.

2. 토양유실 분석자료

토지이용도

본 연구에서는 인공위성 영상을 이용하여 감독분류 기법으로 토지이용도를 작성하기 위해 지표분류 요소를 도시, 도로, 제방 등의 인공지형물, 물, 경작지, 산림, 나대지 등으로 나누었다.

토양유실 분석요소

본 논문에서는 토양 유실 재해 예상 정도를 구하기 위해 자료층들을 중첩시켜 최종적으로 토양 유실 예상도를 작성하였다. 또한 IDRISI의 지도중첩(overlay)기법은 모든 도면의 속성자료를 포함하므로, 이를 이용하여 토양 유실 계수(SLI; Soil Loss Index)를 산출하였다.

$$\text{Soil Loss Index(SLI)} = Gr+Sr+SLr+Ar+Vr+Lr+Wr+Pr$$

Gr는 암질에 대한 등급, Sr는 토양에 관한 등급, SLr는 지형경사에 대한 등급, Ar는 사면 방향에 대한 등급, Vr는 식생에 관한 등급, Lr는 토지이용에 대한 등급, Wr는 하천에 관한 등급, Pr는 강우에 관한 등급으로 토양 유실 지수는 각 요소의 값들의 총 합으로 표시하였다.

토양분포도

토양침식은 일반적으로 토양 조직(texture), 유기물 함량, 토양 구조(structure), 투수성 등에 지배된다. 1:50,000 개략토양도(농촌 진흥청, 1971)로부터 토양의 투수계수, 실트와 점토의 함량, 기타 물리적 특성을 고려하여, 지질공학에서 일반적으로 사용되는 통일분류법(Unified Classification System, Wagner, 1957)에 맞추어 개략적으로 재분류 한 후 등급을 부여한 것이다.

지질분포도

토양은 암석들의 풍화작용에 의해 생기는 것으로 토양의 특성은 근원암의 성질에 지배를 받는다. 그러므로, 지질요소는 토양유실 공식에 포함된 요소가 아니지만, 토양 유실 계수 산출을 위해서 필요하다.

산림분포도

식생의 밀도가 높으면 지면에 대한 비의 충격이 완화되고, 식물의 뿌리들은 토양의 전단강도를 증가시켜 토양유실을 최소화하는 역할을 한다. 식생밀도 분류를 위해 Landsat TM영상을 감독분류기법으로 처리하여 얻은 자료와 1:50,000 현존식생도도를 이용하여 고밀도 지역, 중밀도 지역, 중저밀도 지역, 저밀도 지역으로 구분하여 layer를 만들었다.

사면경사

경사도(Slope)는 지표의 경사를 확인하는 것으로 사면의 경사가 클수록 토양이 유실될 가능성은 커진다. 지형도의 등고선 자료로부터 사면의 경사를 구하였다

사면방향도

사면방향(aspect)은 지표면의 방위를 나타내는데, 정북으로부터 시계방향을 따라 방위각 단위로 측정된다.

강우분포도

강우에 의한 토양 유실 요소 R(rainfall erosivity factor)은 이론적으로 연구지역의 30

분 동안 강우의 최고 운동에너지로 정의되며, EI_{30} (Wischmeier index, 1978)의 계산을 통하여 산출할 수 있다($EI_{30} = \text{total kinetic energy} \times \text{maximum 30-min intensity of rain fall}$). 그러나 EI_{30} 의 산출에 따르는 어려움을 최소화하기 위하여 Morgan(1978)과 Roose의 경험식($R = (\text{연평균강우량} \times 50) / 100$)이 많이 활용되고 있다(이석민, 1994). 본 연구

에서는 Roose의 경험식을 이용하여 1986에서부터 1996년까지 10년간의 기상연보를 기초로 하여 R의 개략치($1144 \text{ J m}^{-2} \cdot \text{mm h}^{-1}$)를 계산하였다.

수문분석

수문 분석은 고도값을 가진 그리드(grid)와 방향 그리드(grid)를 생성하여 하천 네트워크를 생성하고 하천의 차수를 할당할 뿐 아니라 하천유역을 확인 할 수 있다.

3. 토양유실 분석

토양유실 분석을 위하여 토양 유실 공식(USLE : Universal Soil Loss Equation)이 활용되어 토양 유실 계수(SLI: Soil Loss Index)가 산출되었다. 본 연구에서는 자연적으로 해안의 지형변화가 일어날 뿐 아니라 방조제 축조에 필요한 토석재를 공급하기 위해 인공적으로 산지와 도서지역 일부를 절토하여 지형변화를 보인다. 이 지역에서 토목공사 이후 적절한 관리의 부족은 토양 유실 발생 가능성을 증가시켜 자연 재해를 유발할 수 있으므로 이 지역에 대한 환경지질학적 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 토양 유실 분석을 위하여 다음과 같이 8개의 요인을 정하고 등급을 부여하였다(Table 1).

Table 1. Factors affecting soil loss and rating.

No.	Factor	Rating
1	Soil	1~4
2	Lithology	1~3
3	Vegetation	1~4
4	Slope	1~5
5	Aspect	1~5
6	Streamorder	1~4
7	Precipitation	2
8	Landuse	1~4

토양유실재해 예상정도를 구하기 위해 먼저 토양과 지질에 대한 자료층을 중첩시키고, 그 결과로 생성된 자료층에 지형경사와 지형 방향에 대한 자료층을 중첩시켜 중간 자료층을 구축하였다. 동일한 방법으로 산림분포, 강우분포, 토지피복, 수문분석에 대한 자료층을 중첩시켜 최종적으로 토양 유실 예상도를 작성하였다. 또한 IDRISI의 지도중

첩(overlay)기법은 모든 도면의 속성자료를 포함하므로, 이를 이용하여 토양 유실 계수 (SLI; Soil Loss Index)를 산출하였다. 토양 유실 계수는 각 요소의 값들의 총 합으로 표시되며 토양 유실 계수가 높을수록 토양 유실 가능성이 높다.

3. 토의 및 결론

토양 유실에 영향을 미치는 요인들을 중첩한 결과로 얻은 토양 유실 지수(SLI)를 정리한 것으로 본 연구지역에서의 최종 유실지수의 분포는 1-19의 범위를 나타낸다. 토양 유실 정도를 매우 낮음, 낮음, 중간, 높음, 매우 높음의 5등급으로 나누었다(Table 2). 최종 토양 유실 예상도에서 군산시 개정동, 김제시 성덕면, 부안면 마포리, 해창면 해창리 등이 토양 유실 지수가 15이상인 지역으로 토양 침식에 따른 유실이 심각하여(SLI: 15-19, high-very high) 이에 대한 적절한 방지 대책이 필요함을 알 수 있다.

최종적인 토양 유실 분석을 위하여 각각의 토양 유실 발생 요인에 등급을 부여하는 과정에서 기존의 연구자료를 참고하여, 본 지역의 환경지질학적 특성에 알맞은 값을 설정하였나 각 요소들에 대한 등급만을 구분하고, 각 요소별 최대등급간에 중요도를 비교하여 가중치를 할당하는 작업은 수행하지 않았다. 향후 이점에 대해서 좀 더 연구가 필요 할 것이다.

Table2. Soil loss index and classification.

Classification	Soil loss index
Very low	1~4
Low	4~10
Moderate	10~15
High	15~19
Very high	above 19

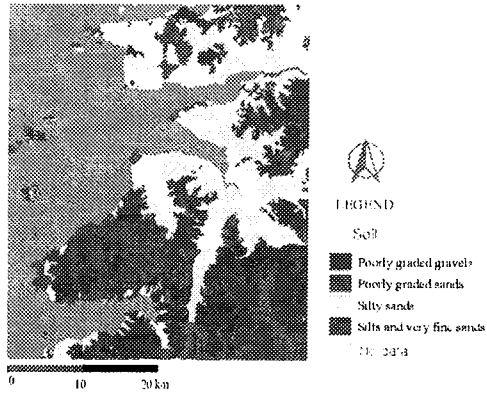


Fig. Soil map

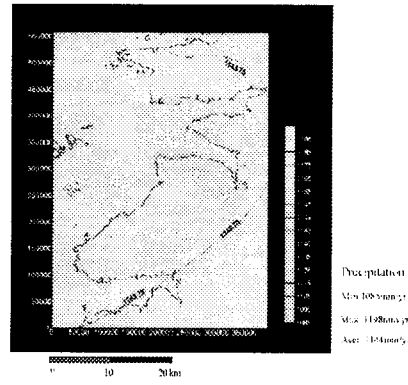


Fig. 16. Precipitation



Fig. Soil loss site map

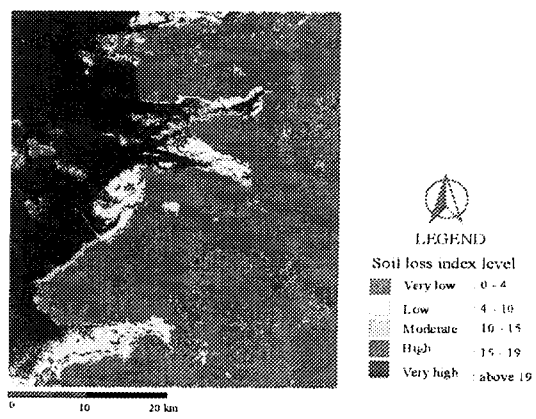


Fig. Soil loss site map