

로지스틱 회귀분석 및 AHP 기법을 이용한 산사태 위험지역 분석

- 안성시를 대상으로 -

Analysis of Landslide Hazard Area using Logistic Regression/AHP

- Anseong-si -

이용준*·박근애**·김성준***

Yong Jun Lee, Geun Ae Park, Seong Joon Kim

요 지

우리나라는 매년 집중호우로 인한 산사태로 인해 인적, 물질적 피해를 일으킨다. 반복적인 산사태의 피해를 방지 하기위해서는 산사태 예측 시스템이 필요하다. 본 연구에서는 안성시를 대상으로 GIS와 RS 자료를 활용하여 산사태 위험지를 분석하고자 Logistic 회귀분석 방법과 AHP 기법을 이용하였다. Logistic 회귀분석과 AHP 기법에는 6개의 인자(경사, 경사향, 고도, 토양배수, 토심, 토지이용)를 사용하여, 7등급으로 산사태 위험도를 분류하였다. Logistic 회귀분석 방법과 AHP 기법을 이용한 산사태 위험지도를 표본 자료와 비교하면 산사태가 발생한 표본에서 산사태 위험성이 높은(1-2등급)지역이 Logistic 회귀분석에서는 46.1% AHP 기법은 48.7%로 분류되어 AHP 기법이 분류도가 높다고 분석 되었다. 하지만 Logistic 회귀분석과 AHP 기법은 서로 분석 과정의 차이를 가지고 있기 때문에 Logistic 회귀분석과 AHP기법을 적용한 결과에 동일 가중치를 부여한 후 7개 등급으로 재분류(reclass)하여 산사태 위험지역을 추출 할 수 있는 방법론을 제시하였다. 그 결과 산사태가 발생한 표본에서 1-2등급지역이 58.9%로 분석되어 분류정확도를 높일 수 있었다.

핵심용어: 산사태, 로지스틱회귀분석, AHP분석

1. 서 론

우리나라는 매년 집중호우, 무분별한 개발로 인해 토양의 구조가 파괴되어 그 피해가 급증 하고 있다. 하지만 반복적으로 발생하는 산사태에 관한 대책은 피해 복구에만 급급하다고 할 수 있다. 산사태로 인한 피해를 줄이기 위해서는 산사태에 관한 예측 모델이 필요하다. 예측 모델은 많은 현장자료를 가지고 과학적인 방법으로 분석 할 수 있어야 하며 산사태의 특성상 광범위한 지역을 분석하기 위해서 많은 시간과 비용 등이 소비된다. 하지만 GIS(Geographic Information System)와 RS (Remote Sensing)을 이용하여 산사태 예측모델을 적용하면 이러한 문제들을 쉽게 해결 할 수 있다. 그러나, 지금까지의 산사태 예측모델은 주로 전문가의 판단에 의해 모의한 경우가 많아서 주관적인 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 산사태에 미치는 영향을 정량적으로 판단 하기 위해 로지스틱회귀분석과 AHP (Analytic Hierarchy Process)분석 방법을 사용하여 산사태위

* 정희원 · 건국대학교 일반대학원 사회환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : dydwms@konkuk.ac.kr

** 정희원 · 건국대학교 일반대학원 지역건설환경공학과 박사과정 · E-mail : dolpin2000@konkuk.ac.kr

*** 정희원 · 건국대학교 환경시스템학부 사회환경시스템공학과 부교수 · E-mail : kimsj@konkuk.ac.kr

험지도를 분석하였으며, 새로운 위험지도 추출 방법론을 제시하였다.

2. 대상구역 및 입력자료

본 연구 대상 지역으로는 경기도 안성시로서 면적은 520km²이며, 국립지리원에서 발간한 1:5000 30m의 수치고도모델(DEM)을 사용하여 경사도, 경사향, 고도 자료를 구축하였으며, 농림부(2003)에서 구축 되어진 1:50,000 토양도와 토지이용도를 사용하였다 (그림 1).

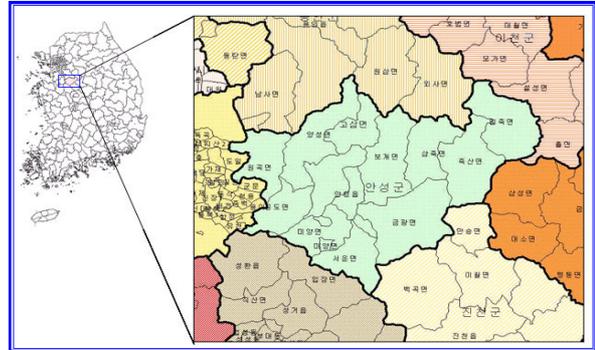


그림 1. 연구대상지역

3. 산사태분석 결과

3.1 Logistic회귀분석

본 연구에서는 안성시에서 산사태가 일어났을 당시의 재해 복구자료(임업 연구원)를 바탕으로 산사태 발생지역 39개소와 산사태 미 발생 지역 30개소를 선정 한 후, 그림 2와 같이 적용하였다. 표 1은 전체 통계처리 자료 중 산사태가 일어나지 않은 지역과 실제 산사태가 일어난 지역을 로지스틱회귀모형에서 얼마나 옳게 예측했는가를 나타낸다. 따라서 전체적으로 위 모형을 이용한다면 약 77%의 예측률을 가짐을 알 수 있다.

표 1. 분류 정확도

분 류		예 측 값		분류정확 (%)
		산사태 미발생	산사태 발생	
실 측	산사태 미발생	19	11	63.3
	산사태 발생	5	34	87.2
전 체				76.8

표 2는 자료처리와 유의한 변수선택을 위해 단계적 변수법을 사용하여 가장 최적의 회귀모형을 추정 한 결과이다.

표 2. 단계적 변수법을 이용한 로지스틱 회귀분석의 결과

	B	S.E	Wald	유의확률	Exp(B)
고 도	0.003	0.005	0.374	0.541	1.003
경사도	0.077	0.044	3.034	0.082	1.080
경사향	0.001	0.001	0.023	0.879	1.001
토 심	0.201	0.201	0.562	0.453	1.223
토양배수	-0.204	-0.204	0.528	0.467	0.815
토지이용	-0.058	-0.058	0.051	0.822	0.944
상수	-1.849	2.281	0.658	0.417	0.157

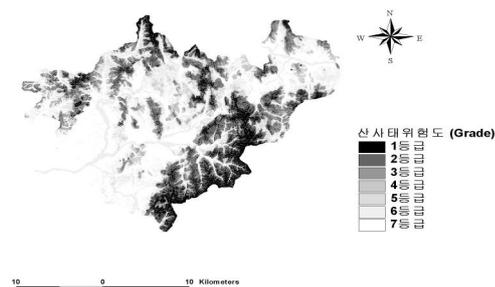


그림 2. Logistic회귀분석을 적용한 등급별 산사태 위험도

3.2 AHP기법

상호관련성을 가진 원소들로 이루어진 복잡한 시스템에서 발생하는 모호함을 계층구조를 통해 해결하고자 AHP이론을 적용하였다(그림 3). AHP이론을 적용하기위해 이천용 등(2002), 이명진

등(2004)을 통하여 산사태 위험인자 중 경사도, 경사향도, 고도, 토양의 배수, 토심, 토지이용 등의 6개 변수를 산사태 위험인자로 사용하여 분석하였다. 전문가들의 의견을 듣기 위한 설문지에 사용된 이원비교 척도의 범위는 9점 척도를 사용하였다. 이러한 설문지를 토대로 산사태 발생원인의 가중치를 분석한 후 적절히 설정 하였는지 검증 방법으로는 Saaty (1990)이 제안한 이론을 사용하여 일관성 비율(consistency ratio, C.R)이 유의 수준인 0.1이하 값인 0.026469로 일관성이 있다고 판단하였다.

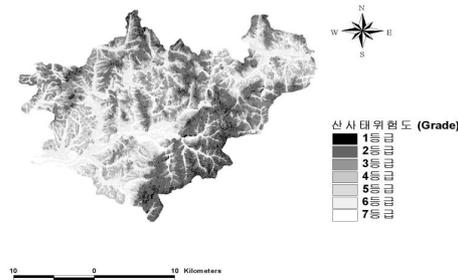


그림 3. AHP기법을 적용한 산사태 위험지도

4. New-Grade기법

4.1 Logistic회귀분석과 AHP기법 비교

산사태 위험지도의 비교를 위하여 그림 5와 같이 등급별 면적그래프를 작성하였다. 1-2등급의 면적을 보면 Logistic 회귀분석은 전체 면적의 22.35%를 차지하고 AHP분석에서는 23.87%로 Logistic 회귀분석결과 보다 많은 면적으로 나타났다. 이와는 반대로 산사태 위험등급이 낮은 4-7 등급에서는 Logistic 회귀분석이 보다 높은 면적을 차지하였다. 두 기법은 동일한 인자를 가지고 같은 지역에 적용하였지만 분석 기법의 처리 과정이 다르기 때문에 분류하는데 있어 차이가 발생하였다.

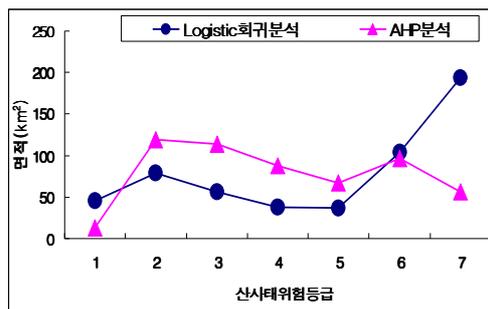


그림 4. 산사태위험지 등급별 면적 비교

4.2 New-Grade 기법

Logistic회귀분석은 통계적인 방법으로 정량적인 분석을 할 수 있지만 많은 수의 표본들이 확보가 전제를 이루어야 한다. 또한 AHP기법은 전문가의 판단을 기본 자료로 사용하기 때문에 주관적인 판단이 영향을 끼친다고 할 수 있다. 따라서 두 기법을 상호 보완하기위해 그림 5.과 같은 방법으로 산사태위험지도를 작성 하였다(그림 6).

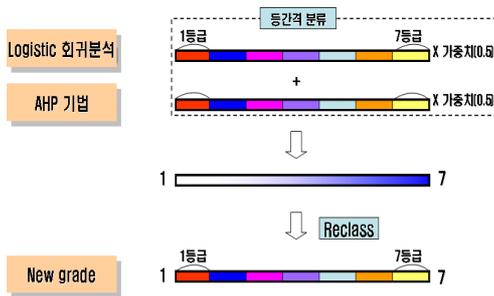


그림 5. New-Grade 기법

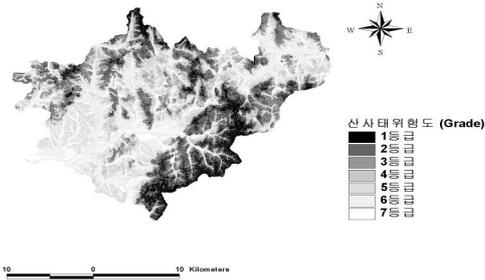
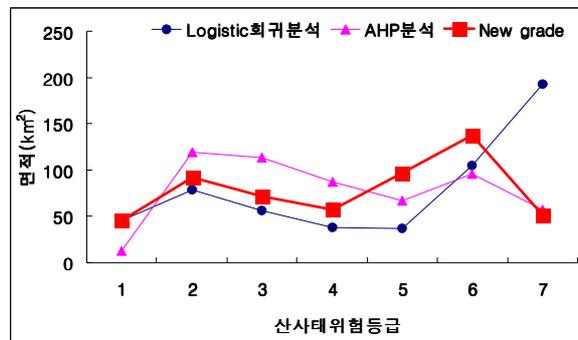


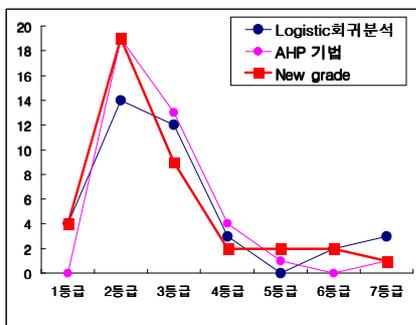
그림 6. New-Grade 기법을 적용한 산사태 위험지도

4.3 New-Grade 산사태위험지도

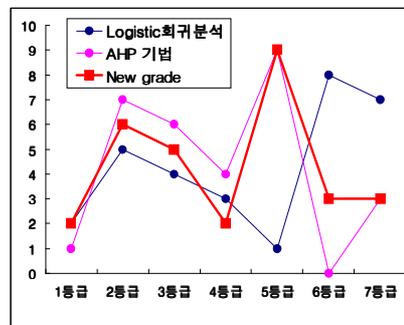
New-Grade 기법으로 작성된 산사태 위험지도와 Logistic회귀분석, AHP기법의 산사태위험지도를 등급별 면적으로 그림 7과 같이 나타내었다. 기법의 검정을 위해서 산사태 표본 산사태 발생 지역 39개소와 산사태 미 발생지점 30개소를 그림 8과 같이 등급별 빈도수로 나타낸 결과 산사태가 발생한 표본에서 산사태 위험성이 높은(1-2등급)지역이 Logistic회귀분석에서는 46.1% AHP기법은 48.7%로 분류되어 서로 분석 과정의 차이를 보인다. 따라서 오차율을 낮추기 위해 New-Grade 산사태위험지도를 작성한 결과 산사태가 발생한 표본에서 1-2등급지역이 58.9%로 분석되어 분류정확도를 높일 수 있었다.



<그림 7> 산사태위험지 등급별 면적 비교



(a) 산사태 발생지역 분포



(b) 산사태 미 발생지역 분포

그림 8. New-Grade 검정 (등급별)

5. 산사태위험지도와 비교

Logistic 회귀분석과 AHP이론, New-Grade기법을 이용하여 작성한 산사태 위험지도를 비교하기 위하여 그림 9와 같이 고삼면을 중심으로 한 일부 지역을 확대 하여 비교 하여 보았다.

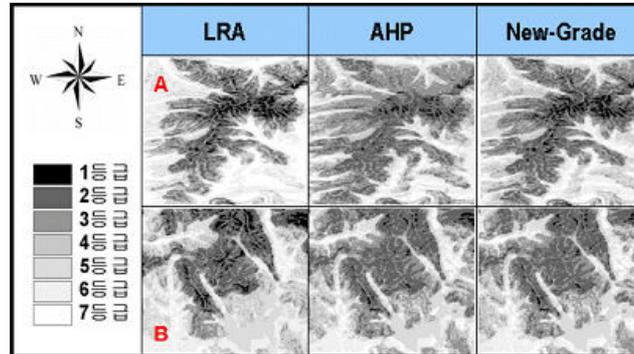


그림 9. 산사태 위험지도와 비교

6. 결 론

본 연구에서는 경기도 안성 지역을 연구 대상지로 선정하고 임업연구원의 재해 복구 자료를 이용, 산사태 위험지를 Logistic 회귀분석과 AHP이론을 적용하여 각각 7개의 등급으로 분석하였다. Logistic 회귀분석과 AHP이론의 단점을 보완하면서 통계학적 접근방법과 전문가의 판단을 같이 이용하여 보다 산사태 위험지역을 정확히 추출 하기위해 Logistic 회귀분석과 AHP기법을 동일 가중치를 부여한 후 7개 등급으로 재분류(reclass)하여 New grade 산사태 위험지도를 작성하였다. 향후 더 정확한 분석을 위해서는 산사태 기발생지역에 대한 구체적이고 체계적인 데이터베이스를 구축하여 분석의 신뢰성을 높이고, 본 연구에 포함되지 못한 강우, 지하수위, 임상 등의 인자를 고려하려 산사태 위험지 분석의 정확성을 높여야 할 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 「RS 및 GIS를 기반으로 한 안성천지역의 홍수재해 평가 및 예측시스템 개발」의 연구비지원(관리번호 : 204106-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Saaty, T. L. (1990). "How to make a Decision: The Analytic Hierarchy Process." European Journal of Operational Research, Vol. 48, pp. 9-26.
- 이천용, 최경, 이종학, 이창우 (2002). "GIS를 이용한 산사태 위험지도 작성기법개발", 산림과학 논문집, 국립산림과학원, Vol. 65, pp. 1-10.
- 이명진, 이사로, 원중선 (2004). "GIS와 원격탐사를 이용한 강릉지역 산사태 연구 - 산사태발생위치와 영향인자와의 상관관계분석", 자원환경지질, 대한자원환경지질학회, Vol. 37(4), pp. 425-436. 0