

GSIS를 이용한 산사태 발생인자 분석

Analysis of Landslide factors Using Geo-Spatial Information System

양인태^{*} · 오명진^{**} · 김제천^{***} · 이상윤^{***}

Yang, In Tae · Oh, Myoung Jin · Kim, Je Chun · Yu, Lee Sang Yun

1. 서론

산사태에 의한 피해는 건물과 시설물 피해 뿐만 아니라 많은 인명 피해를 발생시켜 개인과 국가에 많은 손실을 주고 있다. 강원도의 경우 대부분이 경사가 급한 산지로 이루어져 있어 산사태 발생 후 그 피해복구에 상당한 어려움이 따르며 복구시간이 길어 복구가 되기 전에 산사태가 재발하는 경우가 많다.

이러한 산사태는 매년 발생하고 있으며 산사태 대책이 피해 복구에만 급급한 실정이다. 또한 대부분의 산사태 관리도 산사태가 발생했던 위치를 도상에 표시하고 그 지역에 대한 사항들을 문서형태의 자료로 관리하고 있으며, 좌표가 없는 현황도와 사람이 사진기로 촬영한 사진정도에 그치고 있어 산사태 관리는 제대로 이루어지고 있지 못하고 있다.

본 연구에서는 강원도 삼척지역을 대상으로 하였으며, 산사태를 유발하는 인자를 대상으로 GIS와 AHP법을 적용하여 산사태 발생지역을 추정하였다. 또한 입력된 각 유발인자들이 삼척지역의 산사태 발생에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

산사태를 유발하는 인자들을 조사하고, 광역적인 산사태 발생 지역을 예측하기 위해서 수치자료인 DEM(Digital Elevation Model)과 종이자료인 토양도, 지질도, 임상도 등을 기초자료로 사용하였다. 레이어별로 데이터베이스를 구축한 다음, 모두 중첩하는 방법을 사용하였다. 이때 각각의 레이어와 레이어내 입력값을 부여하는 과정에서 AHP (Analytic Hierarchy Process)법을 적용하였다. 마지막으로 연구대상지역에 대한 산사태 발생가능지역을 등급별로 분류하고 실제 산사태 발생 지역과 비교하였다.

2. 이론적 배경

2.1 AHP법의 소개

AHP는 Analytic Hierarchy Process의 약자로 “계층적 분석 과정”이라 해석될 수 있다. 이 기법은 Saaty에 의해 1960년대에 처음으로 연구된 후 계속 발전되어 왔다. 이 기법은 달성해야 할 목표, 의사결정을 위한 여러 가지 기준 및 선택해야 할 대안들로 구성된 계층적 구조를 통해 복잡한 문제에 대한 최적의사결정을 모색할 수 있도록 하는 의사결정지원시스템이다.

2.2 의사결정계층의 분류

AHP는 계층적 구조에서의 문제를 분해시키는 것에 의해 복잡한 결정과정을 이해할 수 있다.

그림 2는 AHP기법에서 결정문제를 기본적 계층 구조로 도식화한 것이다. 각 대안 및 항목별로 문제인식의 판단을 통하여 입력값을 구하게 된다.¹⁾

여기서 대안1, 대안2, 대안3, 대안4는 각 항목들에 대한 우선순위를 선정하여 추출하고자 하는 결과물들이다. 이러한 대안들 중 원하는 목표를 결정하게 된다.

* 정회원 · 강원대학교 토목공학과 교수
** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 박사수료
*** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 박사과정

항목들은 문제인식에 대한 인자들이다. 본 연구에서는 산사태를 유발하는 인자(경사, 경사방향, 토양, 지질, 임상밀도, 임상경급)에 해당한다고 할 수 있다.

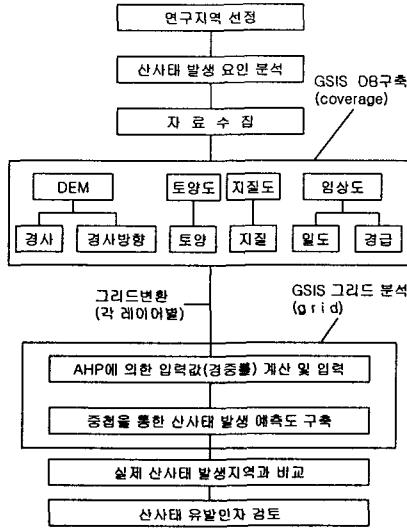


그림 1. 연구 방법

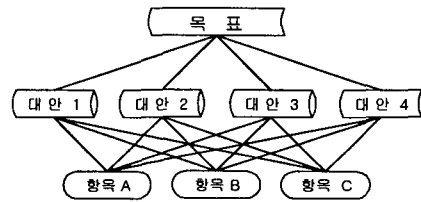


그림 2. AHP법의 기본적 계층 구조

3. 적 용

3.1 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 삼척지역을 선정하였으며, 축척 1/25,000의 지도 미로, 삼척, 마차, 하마 등 4도엽을 사용하였다.

위치는 북위 37° 15' 에서 37° 30' , 동경 129도에서 129° 15' 에 해당되는 범위이며, 동쪽으로는 동해바다로 해안선이 접해 있고 서로는 태백산맥이 있어 전형적인 서고동저형의 지형을 보이고 있다. 또한 강원도 지역의 특징상 산지지형이 많이 분포하고 있으며 석회암지대가 많이 분포하고 있어 석회석을 재료로 하는 산업이 발달해 있다.

3.2 AHP법에 의한 입력값 산정

선정된 산사태 유발인자 및 각 항목에 대하여 AHP 기법을 적용하였다.

표 1은 산사태를 유발하는 인자 및 항목들에 대하여 계층을 형성시켜 각 단계별로 분류한 것이다.

표 1. 결정 계층

최종단계	1단계	2단계	3단계
산사태 평가	지형적요소	경사방향	분류항목
		경사	분류항목
	토질적요소	토양	분류항목
		지질	분류항목
	임상요소	경급	분류항목
		밀도	분류항목

본 연구에서는 전체 6개의 항목을 부분별로 지형요소, 토질요소, 임상요소 등 3개의 큰 항목으로 영역을 분류하였다. 3개의 큰 항목을 중심으로 우선순위를 선정하여 대안을 결정하는 단계로 총 6개의 대안을 설정하였으며 각각에 대하여 쌍비교를 실시하여 입력 값을 구하였다. 최상위단계는 결정계층의 목표이고, 나머지 단계결정에서 인자들에 대한 상세한 설명이 이루어진다. 이러한 결정계층은 사람들의 문제에 대한 인식에 따라서 만들어지기 때문에 문제인식 과정에서 여러

대안들이 만들어 질 수 있다.

표 2. 입력값 결정(지형요소>토질요소>임상요소)

	지형 요소	토질 요소	임상 요소				입력 값
지형 요소	1	3	5	0.652	0.692	0.556	0.633
토질 요소	1/3	1	3	0.217	0.231	0.333	0.261
임상 요소	1/5	1/3	1	0.130	0.077	0.111	0.106

표 3. 입력값 결정(지형요소> 임상요소>토질요소)

	지형 요소	임상 요소	토질 요소				입력 값
지형 요소	1	3	5	0.652	0.692	0.556	0.633
임상 요소	1/3	1	3	0.217	0.231	0.333	0.261
토질 요소	1/5	1/3	1	0.130	0.077	0.111	0.106

표 4~표 6까지는 결정계층 2단계에 해당하며, 각 유발인자들에 대한 쌍비교를 통하여 입력값을 결정하였다.

표 4. 입력값 결정(경사>경사방향)

	경사	경사 방향			입력값
경사	1	3	0.750	0.750	0.750
경사 방향	1/3	1	0.250	0.250	0.250

표 5. 입력값 결정(토양>지질)

	토양	지질			입력값
토양	1	3	0.750	0.750	0.750
지질	1/3	1	0.250	0.250	0.250

표 6. 경사도에 따른 입력값

	90도 이하	35도 이하	25도 이하	15도 이하	입력값
90도 이하	1	3	5	7	0.558
35도 이하	1/3	1	3	5	0.263
25도 이하	1/5	1/3	1	3	0.122
15도 이하	1/7	1/5	1/3	1	0.057

3.3 산사태 발생 지역 추출

본 연구에서 사용된 산사태를 유발하는 인자는 경사, 경사방향, 토양, 지질, 임상밀도, 임상경급의 6개 항목이다. 이러한 6개의 인자는 크게 지형요소, 토질요소, 임상요소로 구분하여 결정계층을 형성시켰으며 중요도를 판단하여 우선순위를 선정하여 그 경중률을 계산하였다.

a는 지형요소를, b는 토질요소를, c는 임상요소를 나타내는 것으로 첫 부분에 a로 표시하고 있는 부분은 지형요소의 중요도를 가장 높이 평가했다는 것을 뜻하며, b가 첫 부분에 나오면 토질요소를, c는 임상요소를 가장 중요한 요소로 판단하여 적용했다는 것을 뜻한다. 또한 1은 경사, 2는 경사방향, 3은 토양, 4는 지질, 5는 밀도, 6은 경급에 해당하도록 하였다.

따라서 1, 2는 지형요소에 대한 사항과 그 조합을 나타내고 있고, 3, 4는 토질요소에 대한 사항을 나타내며, 5, 6은 임상요소에 대한 사항과 그 조합을 나타내고 있다. 그림 3의 도면명인 a123456을 보면 결정계층 1단계에 따른 그 중요도가 지형요소(1, 2), 토질요소(3, 4), 임상요소(5, 6)의 순으로 형성되어 있으며, 2단계에 의하면 경사(1)가 경사방향(2)보다 그 중요도가 높이 평가되고 있음을 알 수 있다. 또한 토양(3)이 지질(4)보다, 밀도(5)가 경급(6)보다 높이 평가되고 있다는 것을 쉽게 알 수 있다

그림 3에서 오른쪽 하단부분에 있는 흑색의 점은 본 연구에서 조사한 실제 산사태 발생 지역을 나타내고 있다.

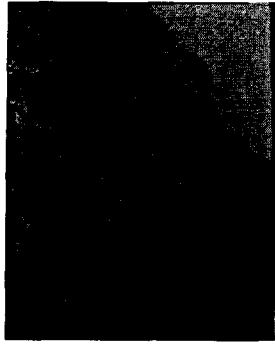


그림 3. 산사태 발생지역 예측도(a123456)



그림 4. 산사태 발생지역 예측도(b436512)

또한 전체적으로 각 대안에 따른 실제 산사태 지역의 분포현황을 조사해 보면, $a > b > c$ (지형요소 > 토질요소 > 임상요소)의 경우는 4등급과 5등급에 실제 산사태 지역이 분포하고 있음을 알 수 있으며, $a > c > b$ (지형요소 > 임상요소 > 토질요소)의 경우 4등급과 5등급, $b > a > c$ (토질요소 > 지형요소 > 임상요소)의 경우는 3등급과 4등급, $b > c > a$ (토질요소 > 임상요소 > 지형요소)의 경우 2등급과 3등급, $c > a > b$ (임상요소 > 지형요소 > 토질요소)와 $c > b > a$ (임상요소 > 토질요소 > 지형요소)의 경우는 4등급을 중심으로 대체적으로 고르게 분포하고 있었다. 즉, 위와 같은 사실을 종합해 보면 지형요소, 토질요소, 임상요소 중에서 토질요소의 영향이 가장 크다는 것을 알 수 있었다.

특히, b436512(그림 4)에서는 그 분포형태가 2등급에 4곳 3등급에 1곳이 분포하고 있어 총 48개의 산사태 예측 도면 중에서 가장 좋은 결과가 나타났다.

4. 결 론

산사태를 유발하는 인자(경사, 경사방향, 지질, 토양, 임상밀도, 임상경급)를 조사하여 데이터베이스를 구축하여 산사태 발생 가능지역 예측에 필요한 기초자료로 사용할 수 있었다. 산사태를 유발하는 인자들에 대하여 계층을 형성하고 우선순위를 정한 후 AHP법에 의하여 각 인자들간의 쌍비교를 통하여 계층별로 인자들간의 경중률을 계산할 수 있었으며, 아울러 계층내 인자들의 우선순위를 바꿔가며 다양한 방법에 의한 산사태 발생 가능성이 있는 지역을 추출할 수 있었다.

삼척지역의 산사태 발생지역과 본 연구에서 예측한 산사태 발생지역과의 비교를 통해서 산사태 발생에 미치는 인자들의 영향을 상대적으로 분석하였다. 그 결과 토질인자의 영향이 가장 크게 작용함을 알 수 있었으며, 지형인자에서는 경사방향보다는 사면경사가, 토질인자에서는 토양인자보다는 지질인자가, 임상인자에서는 경급이 밀도보다 산사태에 미치는 영향이 다소 크다는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 최광식, "GSIS와 AHP법을 이용한 폐기물 매립지 예측 평가 방법", 강원대학교, 1999
2. 심홍근, "우리나라의 산사태 발생 현황과 특성", 단국대학교, 1997
3. 이사로, "지리정보시스템(GIS)을 이용한 청주지역의 광역적 산사태 분석 연구", 연세대학교, 1993
4. 천기선, "수치표고모형에 의한 유역에서의 지형인자 분석", 강원대학교, 1999
5. Thomas L. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process-Planning", 1980
6. "Analytic Hierarchy Process", <http://keunchaejeong.cheju.ac.kr/working/dss/ahp.html>, 2001