

RS와 GIS를 이용한 산사태 탐지 및 특성분석 Detection and Character Analysis of Landslide Using RS and GIS methods.

조남춘* · 최철웅*·이창우**

Nam-Chun Cho* , Chul-Uong Choi* , and Chang-Woo Lee**

부경대학교 위성정보과학과*, 국립산림과학원**

uniquespring@hanmail.net

요 약

우리나라는 산사태로 최근 10년간 연평균 22명의 인명과 156억 원의 재산피해가 발생하였다. 산사태 발생 지역의 위치와 발생 규모 및 산사태 특성 분석은 전문가가 조사하여 판단하여야 하나 이는 많은 인원의 동원과 상당한 작업량이 요구되고 판정결과가 개인에 따라 다르게 나타난다. 본 연구에서는 PKNU 3호 항공사진 이용하여 산사태 발생 지역 관측하고 GIS기법을 활용하여 산사태 지역을 붕괴지, 유하지, 퇴적지로 분류하여 각 구역별 고도, 경사도, 경사위치, 하천장, 유하면적의 자료를 획득하여 산사태 발생 지역의 특성을 분석하고 산사태에 대한 기초자료를 획득하였다.

1. 서 론

산사태는 폭우나 또는 지진에 의해 일시에 산의 일부가 무너지는 것으로 주로 산지에서 발생한다. 우리나라는 최근 10년간 연평균 22명의 인명과 156억원의 재산피해가 발생하였다(산림청, 2001).

따라서 국내·외에서 산사태 발생지역의 위치와 특성을 정확하게 관측하기 위한 연구가 이루어 졌다. 국내에서는 김윤종 등(1996)이 1:15,000 항공영상을 활용, 13년간의 산사태 자료를 수집하여 산사태 발생지역과 규모에 대한 정량적 비교 분석하였으며 지광훈 등(2001)은 위성영상과 현장답사를 통하여 산사태 발생위치를 파악하고, GIS기반의 다양한 산사태 관련 공간정보를 구축하였다. 국외에서는 Hui와 Ju(2003)는 SPOT위성 영상을 이용하여

식생지역과 비 식생지역을 구분하여 산사태지역을 관측하였다.

본 연구에서는 소형 다중분광 항공촬영 시스템(PKNU3호)으로 촬영한 고해상도 항공사진을 이용하여 산사태 지역을 관측하였다. 따라서 산사태 발생지역 관측을 현재의 현장 조사에 의한 육안분석 방법 대안으로 RS와 GIS 기법을 활용한 새로운 방법을 제시하며 산사태 발생지역의 특성을 분석하여 산사태에 대한 기초자료를 자료를 구축 하고자 한다.

2. 항공촬영

2005년 8월 2~3일 전국에 국지적인 폭우로 인하여 전국적으로 421ha의 산사태가 발생하였다. 이번 산사태 피해지역의 정확한 관측을 위해서 2005년 8월 19일

오전 9시 11분 전라북도 익산 항공 관리소에서 산림청 KAMOV 헬기에 부경대학교 위성정보과학과 PE&RS Lab에서 개발한 소형 다중분광 항공 촬영 시스템인 PKNU3호를 탑재, CIR영상 획득방법을 활용하여 무주, 함양, 정읍지역을 2초 간격으로 영상(2450장,17.12GB)을 획득하였다(Fig. 1).

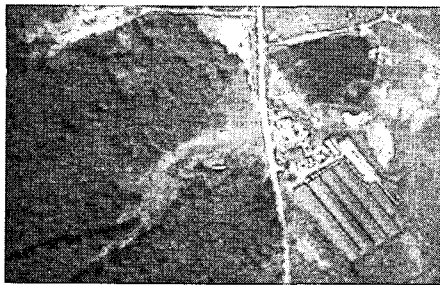


Fig. 1. Aerial photograph of PKNU 3.

3. 영상의 정사보정 및 산사태 추출

(1) 정사보정

항공촬영에서 획득한 2450장의 영상 중 산사태 지역이라고 판단되는 총 618장의 영상을 선별하였다. 이 영상들 중 산사태 붕괴지를 포함하고 촬영위치 좌표값이 있는 153장의 영상을 선별하여 ERDAS 8.6 프로그램을 이용 정사보정하였다(Fig. 2).



Fig. 2. 2D Mosaic Image of PKNU 3.

(2) 산사태 추출

산사태를 토석류 조사야장(산림청)을 토대로 정사투영 된 항공영상을 Imagine Analyst 프로그램을 이용하여 붕괴지, 유하지, 퇴적지로 분류하여 Digitizing 하여 각

영역별 면적을 측정하고 각 붕괴지별 좌표값을 획득하였다. 이로 인하여 각 구역별 특성을 파악할 수 있는 기초자료를 생성하였고 Fig. 3, Fig. 4과 같이 기존의 항공사진과 수치지도에 중첩하여 산사태 피해지역과 규모를 파악할 수 있다.



Fig. 3. Overlap of Aerialphoto and Vector data.



Fig. 4. Overlap of Digital Map and Vector data.

4. GIS 기법을 이용한 산사태 특성 분석

항공촬영 지역이 광범위하기 때문에 붕괴지 210곳, 유하지 148곳, 퇴적지 55곳 총 413곳이 집중되어있는 무주 지역을 연구지역으로 선정하였다. 그리고 산사태 피해지역의 각 영역별 고도, 경사도, 사면방향 등의 지형학적 인자 분석과 하천장(Flow lengths), 유역 면적(Flow accumulation) 등의 수문학적 인자들에 대하여 GIS기법을 이용하여 산사태 특성을 분석하였다.

(1) 고도 분석

지형을 분석하기 위해서 공간해상도 2m의 DEM(Digital Elevation Model)을 생

성하였다. 그리고 ArcView 3.3 프로그램을 이용 DEM과 항공사진에서 추출된 산사태 지역의 Polygon 중첩을 통하여 각 Polygon의 고도 값을 획득하여 각 Polygon 영역의 평균 고도 자료를 SPSS 13.0 통계 프로그램을 이용하여 분석 하였다. 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Analysis of Height by landslide territory.

Height(m)	Source	Track	Depositional
	Statistic	Statistic	Statistic
Mean	569.01	555.35	528.43
95% Confidence interval for mean	561.78 (Lower)	545.92 (Lower)	514.64 (Lower)
	576.25 (Upper)	564.79 (Upper)	542.22 (Upper)
5% Trimmed mean	569.10	554.78	527.62
Median	570.58	554.53	523.48
Variance	2827.04	3370.39	2603.33
Std. Deviation	53.17	58.06	51.02
Minimum	441.24	432.15	418.80
Maximum	696.82	694.98	660.68
Range	255.58	262.83	241.88
Interquartile Range	76.27	76.02	46.72
Skewness	-0.10	0.01	0.34
Kurtosis	-0.34	-0.11	0.85

(2) 경사도(Slope) 분석

산사태 위험도의 중요한 인자 중 하나인 경사도(Slope)는 수치지도에서 생성된 DEM을 토대로 ArcView 3.3 프로그램을 이용하여 Slope GRID를 생성하여 산사태 지역의 Polygon 중첩을 통하여 데이터(Table 2)를 획득 하였다.

Table 2. Analysis of Slope by landslide territory

Slope(°)	Source	Track	Depositional
	Statistic	Statistic	Statistic
Mean	27.09	24.45	13.73
95% Confidence interval for mean	26.12 (Lower)	23.33 (Lower)	12.37 (Lower)
	28.05 (Upper)	25.58 (Upper)	15.09 (Upper)
5% Trimmed mean	27.16	24.34	13.90
Median	27.55	23.41	14.34
Variance	50.36	48.09	25.28
Std. Deviation	7.10	6.93	5.03
Minimum	4.63	2.83	0.57
Maximum	47.88	44.81	25.32
Range	43.26	41.98	24.75
Interquartile Range	9.67	9.13	6.88
Skewness	-0.22	0.20	-0.51
Kurtosis	2.23	0.08	0.30

(3) 경사방향(Flow Direction) 분석

산사태의 경사방향을 분석하기 위하여 생성된 DEM을 ArcView 3.3 프로그램의 Hydro Extension을 이용하여 Flow Direction을 생성하여 산사태 지역 Polygon과 중첩하여 경사 방향에 대한 데이터(Table 3)를 획득하였다.

Table 3. Analysis of Flow Direction by landslide territory

	Layer			Total	
	Source	Track	Depositional		
1	Count	19	15	5	39
	%(Direction)	48.7%	38.5%	12.8%	100.0%
2	%(Layer)	9.0%	10.1%	9.1%	9.4%
	Count	32	21	2	55
4	%(Direction)	58.2%	38.2%	3.6%	100.0%
	%(Layer)	15.2%	14.2%	3.6%	13.3%
8	Count	13	12	3	28
	%(Direction)	46.4%	42.9%	10.7%	100.0%
16	%(Layer)	6.2%	8.1%	5.5%	6.8%
	Count	29	22	5	56
32	%(Direction)	51.8%	39.3%	8.9%	100.0%
	%(Layer)	13.8%	14.9%	9.1%	13.6%
64	Count	35	27	14	76
	%(Direction)	46.1%	35.5%	18.4%	100.0%
128	%(Layer)	16.7%	18.2%	25.5%	18.4%
	Count	30	19	15	64
256	%(Direction)	46.9%	29.7%	23.4%	100.0%
	%(Layer)	14.3%	12.8%	27.3%	15.5%
512	Count	33	23	8	64
	%(Direction)	51.6%	35.9%	12.5%	100%
1024	%(Layer)	15.7%	15.5%	14.5%	15.5%
	Count	19	9	3	31
2048	%(Direction)	61.3%	29.0%	9.7%	100.0%
	%(Layer)	9.0%	6.1%	5.5%	7.5%

(4) 하천장(Flow Length) 분석

GIS의 하계망 분석 방법을 활용하여 유수의 흐름 방향인 Flow Direction을 토대로 ArcView 3.3 프로그램의 Hydro Extension을 이용 Flow Length (GRID)를 생성하여 산사태 지역 Polygon을 중첩 각 영역의 하천장(최단 능선으로부터 각 지점까지 흐르는 하천의 길이)에 대한 데이터를 획득하였다(Table 4).

Table 4. Analysis of Flow Length by landslide territory

Flow Length (m)	Source	Track	Depositional
	Statistic	Statistic	Statistic
Mean	50.29	168.79	740.86
95% Confidence interval for mean	44.61 (Lower)	137.03 (Lower)	438.66 (Lower)
	55.96 (Upper)	200.55 (Upper)	1043.06 (Upper)
5% Trimmed mean	44.79	144.12	544.64
Median	39.53	100.46	430.82
Variance	1739.06	38222.31	1249601.80
Std. Deviation	41.70	195.51	1117.86
Minimum	4.00	18.00	44.00
Maximum	285.00	1812.00	5892.00
Range	281.00	1794.00	5848.00
Interquartile Range	38.00	151.00	530.00
Skewness	2.62	4.65	3.48
Kurtosis	9.20	33.77	12.94

(5) 유역면적(Flow Accumulation) 분석

유역면적은 누가흐름도(Flow accumulation), X(셀의 X축 방향간격:2m), Y(셀의 Y축 간격:2m)를 곱하여 산정된다(최철웅, 1999). 경사방향(Flow Direction) GRID를 바탕으로 ArcView 3.3 프로그램의 Map Calculator을 이용하여 (Flow accumulation) 생성하였다.

Table 5. Analysis of Flow Accumulation by landslide territory

Flow Accumulation(m ²)	Source	Track	Depositional
	Statistic	Statistic	Statistic
Mean	85.38	3431.64	83891.78
95% Confidence interval for mean	38.94 (Lower)	1651.78 (Lower)	8671.69 (Lower)
	131.83 (Upper)	5211.49 (Upper)	159111.88 (Upper)
5% Trimmed mean	43.02	1754.78	28573.31
Median	23.50	209.50	8875.00
Variance	116563.06	120047922.00	7.74E+101
Std. Deviation	341.41	10956.64	278244.76
Minimum	3.00	10.00	23.00
Maximum	4547.00	115809.00	1504769.00
Range	4544.00	115799.00	1504746.00
Interquartile Range	40.00	2285.00	36046.00
Skewness	11.26	7.90	4.75
Kurtosis	142.31	76.57	22.35

5. 결 론

본 연구는 산사태 발생지역 관측을 현장 조사에 의한 육안분석의 대안으로 RS와 GIS 기법을 활용한 새로운 방법을 제시 하였으며 산사태 발생지역의 특성을 분석하여 산사태에 대한 기초자료를 획득 하였다. GIS 기법을 활용하여 산사태 지역의 특성을 각 구역별로 분류하여 분석한 결과 각 구역별 경향은 붕괴지는 평균 569.01 m 고도에서 27.09 °의 경사로 50.29 m의 하천장과 341.52 m²의 유하면적을 소유한 지역에서 발생하였다. 그리고 평균 555.35 m에서 24.45°의 경사로 168.79 m 하천장과 13,726.56 m² 유하면적을 가지는 지역으로 유화되어 평균 528.43 m에 13.73 °의 경사를 가지며 740.86 m의 하천장 335,567.12 m²의 유하면적을 소유한 지역에서 퇴적하였다. 그리고 모든 구역에서 북서 방향으로 산사태의 빈도가 높게 나타나므로 경사 방향이 산사태 발생에 영향을 주는 것으로 나타났다. 차후 본 연구 방법을 활용하여 홍수나 해일등 자연재해로 인한 피해지역의 측량에도 활용 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

김윤중, 유일현, 김원영 외, 1996, 산사태 활동성분석을 위한 GIS 응용연구, 한국 GIS학회지, 4(1), 83-92.
 지광훈, 신진수, 박노옥, 2001, 예측비율 곡선을 이용한 GIS 기반 산사태 예측 모델의 정량적 비교, 대한원격탐사학회지, 17(3), 199-210.
 최철웅, 1999, 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구, 부산대학교 공학박사 학위논문.
 Hui-Chung Yeh, Ju-Chen Hou, 2003, Landslide Detection Using Satellite Remote Sensing Imagery, IUGG 2003.