

산사태 취약지에서의 토지피복상태 변화 추적

A Trace of Landcover Change in a Landslide Vulnerable Area

양인태¹⁾ · 천기선²⁾ · 박재국³⁾ · 이상윤⁴⁾

Yang, In Tae · Chun, Ki Sun · Park, Jae Kook · Lee, Sang Yun

¹⁾ 강원대학교 토목공학과 교수(E-mail : intae@kangwon.ac.kr)

²⁾ 강원대학교 토목공학과 공학박사(E-mail : chunkiss@hanmail.net)

³⁾ 강원대학교 토목공학과 공학박사(E-mail : gisdata@nate.com)

⁴⁾ 강원대학교 토목공학과 박사과정(E-mail : bakyool@hitel.net)

Abstract

Kangwondo area is mountainous and landslide happens easily during the rainy period in summer time. Especially, when there is torrential downpour caused by the unusual weather change, there will be greater possibility to see landslide. Another reason behind landslide is the continuous forest fire in these several years. Since the surface of the earth has been changed by the fire, when rainfall comes, landslide just happens easily. Also, it is reported that landcover condition, excepted rainfall condition, is the most effect for determining landslide susceptibility area.

In this study, it is determined a landslide vulnerable area and landcover information is extracted from four satellite image(Landsat TM), about the landslide vulnerable area, which is pictured for each year. And which distribution change is analyzed.

Keyword : Landslide, Lansat, Landcover

1. 서론

강원도 지역은 매년 여름철 장마나 태풍의 집중호우에 의해 산사태가 자주 발생하는 지리적 특성을 가지고 있다. 특히 산이 많고 경사가 급할 뿐 아니라 사면하단부에 시설물과 주거지 등이 밀집해 있어 산사태에 의한 피해는 매우 크다 할 수 있다.

기 연구된 산사태 유발인자가 산사태 취약성에 미치는 영향을 분석해 보면, 산사태를 유발하는 원인들 중에서 식생상태와 같이 토지피복상태가 산사태에 매우 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다(김제천, 2001). 식생의 상태는 임상도로부터 추출하거나 인공위성 영상으로부터 확인할 수 있는데, 임상인자의 영향은 특히 식생의 종류나 분포정도를 나타내는 임상, 임상밀도, 임상경급 등의 정도에 따라 산사태에 미치는 영향을 정량적으로 분석하는 것이 가능하지만, 임상도의 제작시기를 고려해 볼 때 과거 산림을 조사할 당시의 상태를 나타내는 정적자료라 볼 수 있다. 즉 식생의 상태는 시간에 따라 변화하는 특성을 가지고 있는 자료이기 때문에 식

생의 분포 변화에 따라 산사태 취약지의 분포가 달라질 수 있다. 이러한 임상도가 가지고 있는 정보의 한계를 해결할 수 있는 방법으로 인공위성 영상을 통해 지표상태를 분석하는 방법을 들 수 있다. 따라서 인공위성 영상으로부터 연도별 토지피복상태를 분석하여 산사태 발생을 유발할 가능성이 있는 지표상에서의 이상변화를 추적할 필요가 있다. 이 연구에서는 산사태 발생에 영향을 끼치는 지표상태의 변화를 토지피복상태 측면에서 접근하였다.

2. 연구방법

산사태 취약A등급지는 강원도 남부지역을 대상으로 산사태 취약성 평가를 수행한 결과 취약A등급지로 평가된 지역을 사용하였으며, 산사태 유발인자들을 분석하고 AHP에 의해 각 유발인자들에 대한 경중률을 계산하여(Thomas L. Satty, 1980) GIS 데이터베이스를 구축한 다음 각 자료층들을 중첩·연산하여 산사태 취약지를

정하였다(천기선, 2005). 그림 1은 연구수행과정을 설명한 것이다.

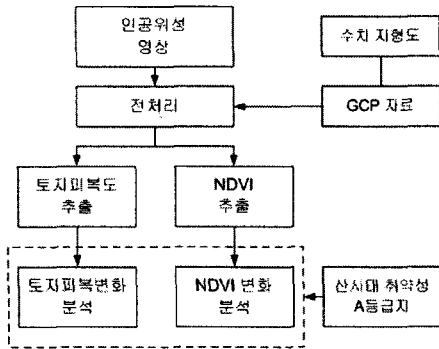


그림 1. 연구수행과정

3. 인공위성 영상자료의 취득 및 전처리

기하보정은 2003년 영상에 대해서 우선 Map to Image 방식으로 기하보정을 실시하고, 기타 3개의 영상들은 2003년 영상을 기준으로 Image to Image 방식을 이용하여 기하보정을 수행하였으며, 재배열 방법으로서 최근린내삽법을 이용하여 화소크기 30m×30m로 재배열하였다.

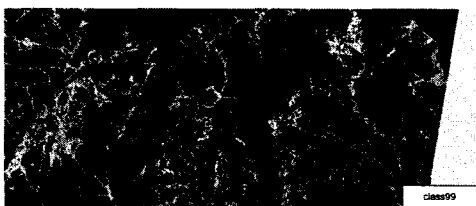
표 1. 기하보정 결과

위성 영상	지상기준점수	재배열 방식	RMSE
1999. 09. 27	8	최근린내삽법	0.40
2000. 09. 29	8	최근린내삽법	0.39
2001. 08. 31	8	최근린내삽법	0.35
2003. 04. 15	8	최근린내삽법	0.48

4. 분석

4.1 토지피복 변화 분석

토지피복분류를 위해 이 연구에서는 분류항목을 산림, 농경지 및 초지, 수역, 도심지, 나대지 등 5개의 분류항목을 선정하였으며, 최대우도분류법을 이용하여 토지피복분류를 수행하였다. 1999년, 2000년, 2001년, 2003년도 영상에 대한 토지피복분류 정확도는 93.68% ~ 96.52%로 나타났다.



(a) 1999년 영상의 토지피복도

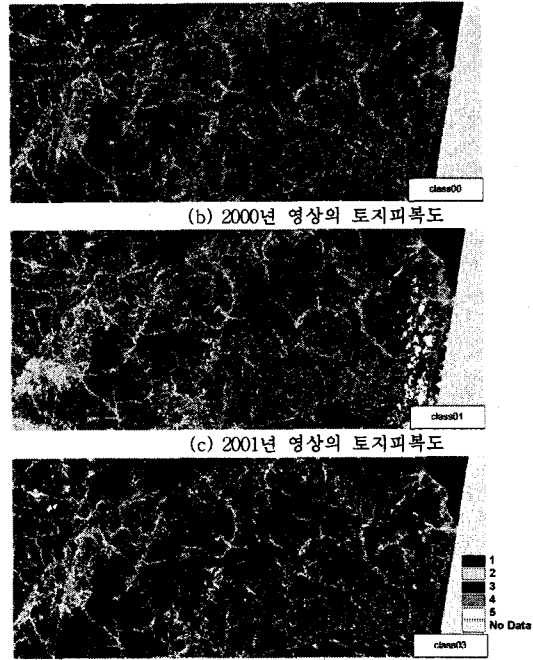


그림 2. 연구대상지의 토지피복분류

표 2는 위 그림 2에서 추출한 토지피복항목별 화소(pixel)수를 분석한 것이다. 2003년 봄영상을 제외하고는 전반적으로 산림의 면적이 감소하는 반면 농경지와 도심지의 면적은 증가하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 개발이나 자연재해 등의 영향으로 산림이 많이 훼손되고 있음을 알 수 있는 결과라 할 수 있다.

표 2. 토지피복분류 항목별 화소수(개)

분류 항목	토 지 피 복 도			
	1999	2000	2001	2003
산림	6,397,401	6,001,011	5,519,356	6,247,255
경작지	433,311	855,144	1,149,708	701,116
수역	134,810	140,375	139,477	149,676
도심지	249,298	291,411	346,911	139,986
나대지	90,608	17,487	149,976	67,395
nodata	560,365	560,365	560,365	560,365
합계	7,865,793	7,865,793	7,865,793	7,865,793

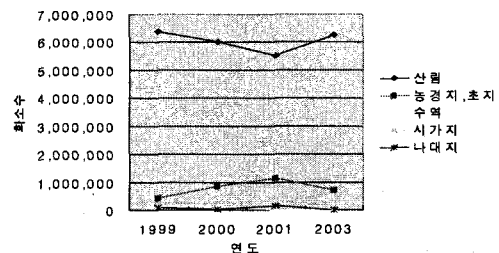


그림 3. 토지피복분류 항목별 화소수의 변화

그림 4는 연구대상지역인 강원 남부지역에 대한 산사태 발생 취약A등급지만을 추출한 것으로서 그리드의 격자자료로 이루어져 있다. 산사태 발생 취약A등급지의 결정은 이미 발표된 논문을 통하여 소개하였다(천기선, 2005). 이 연구에서는 그리드 연산과정을 용이하게 하기 위해서 화소값의 처리를 산사태 취약지의 경우는 1, 기타는 Nodata로 처리하였는데, 산사태 발생취약 A등급지에 포함되어 있는 그리드 화소수는 총 862,825개였다. 이것은 화소크기가 30m이므로 그 면적은 약 776.5km²에 해당한다.

표 3은 그림 4의 산사태 취약 A등급지를 이용하여 산사태 A등급지내의 토지피복도의 화소값을 조사하여 나타낸 것이다.

표 3. 산사태 취약A지역에서의 토지피복상태(화소수 : 개)

분류항목	1999	2000	2001	2003
산림	605,711	541,993	478,013	588,524
경작지	109,533	180,676	222,131	166,094
수역	2,079	3,575	3,321	6,578
도심지	73,359	76,304	80,686	34,439
나대지	14,638	2,772	21,169	9,685
Nodata	57,505	57,505	57,505	57,505
합	862,825	862,825	862,825	862,825

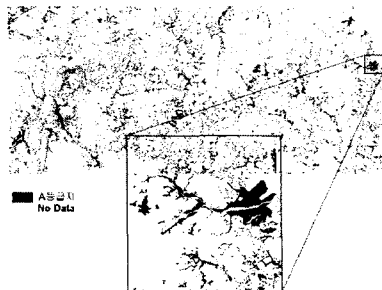


그림 4. 산사태 취약 A등급지

그림 5는 표 3에 대하여 연도별로 토지피복변화의 추이를 살펴보기 위해 그래프로 나타낸 것이다. 산사태 취약 A지역내에서 산림의 분포가 1999년부터 2001년까지 급격하게 감소하였다는 것을 알 수 있다. 즉 이러한 산림의 감소는 산사태를 유발하는 직접적인 원인이 될 수 있다. 여기서 2003년도 영상의 산림분포가 증가한 것은 이 영상의 촬영시기가 4월에 촬영한 영상이기 때문으로 판단된다.

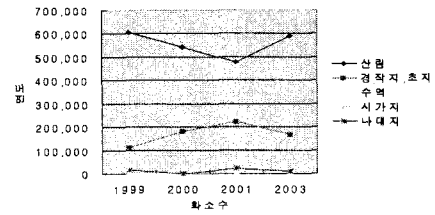


그림 5. 산사태 취약A지역에서의 토지피복상태의 변화

4.2 토지피복변화 추적을 통한 산사태 이상 변화탐지

그림 6은 GIS를 이용한 원격탐사 영상의 변화탐지 방법을 설명한 것으로서, 그림 6에서 설명한 것처럼 간단한 알고리즘을 작성하여 연구대상지역에서의 피복분포 변화를 분석하였다.

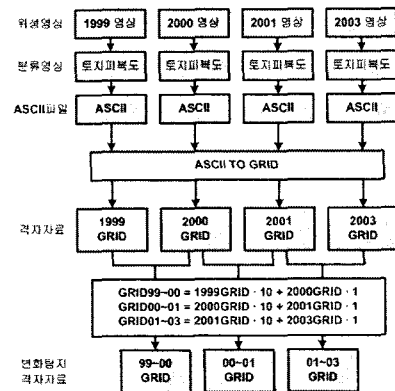


그림 6. 변화탐지 흐름도

그림 7, 그림 8, 그림 9는 변화탐지 결과를 나타낸 그림이다. 각 연도별로 토지피복 분류항목이 산림지역(1), 경작지 및 초지(2), 수역(3), 도심지(4), 기타(5) 등 5개 항목이었던 것이 변화탐지결과 11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 53, 54, 55 등 총 25개의 항목으로 재분류하였다. 여기서 11이란 산림지역이 다음의 영상에서도 산림(1)에 해당하는 지역이라는 것을 의미하며, 12라는 것은 산림지역(1)이 다음의 영상에서는 농경지 및 초지(2)로 변화되었음을 의미한다.

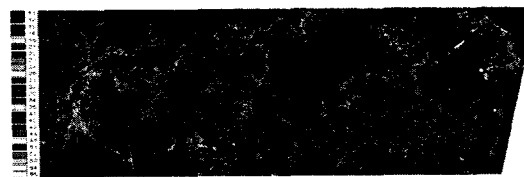


그림 7. 토지피복변화(1999년→2000년)



그림 8. 토지피복변화(2000년→2001년)



그림 9. 토지피복변화(2001년→2003년)

표 4는 산사태 취약A등급지에 포함되는 부분만을 추출하여 그 화소수를 나타낸 것이다.

표 4. A등급지에서의 토지피복변화탐지 현황(화소수 : 개)

화소값	1999-2000	2000-2001	2001-2003
0	63753	63753	63753
11	544515	468351	486766
12	74479	74301	13866
13	1157	796	1533
14	16050	18602	2600
15	208	9073	706
21	11925	25893	96837
22	86125	126426	113463
23	150	82	639
24	11895	25670	9944
25	293	4648	3956
31	449	894	764
32	10	126	95
33	1319	1904	2313
34	298	631	298
35	6	198	22
41	12432	10239	24309
42	18419	23561	33161
43	1056	669	1884
44	41335	35731	19551
45	567	6679	2561
51	1802	94	9690
52	3686	425	7089
53	71	41	373
54	7301	832	2431
55	1692	1374	2389
합	900993	900993	900993

그림 10은 표 3의 내용 중에서 산사태 취약 A등급지에서의 산림지의 변화부분을 그래프로 나타낸 것이다. 앞서 언급했듯이 03년도 영상은 4월인 봄에 촬영된 영상이고 2001년은 8월 31일 여름 영상인데 반하여 1999년, 2000년은 9월의 가을영상인데, 각 연도별로 원격탐

사 영상의 촬영시기가 다르다는 것을 감안하더라도 A 등급지에서의 산림지의 변화폭이 다른 것들에 비해서 매우 크다는 것을 알 수 있다. 즉 산림지가 농경지나 나대지등 다른 부분으로 많이 바뀌었음을 알 수 있다. 따라서 이러한 산림의 분포변화는 산사태를 유발하는 가장 큰 원인이 된다는 사실을 파악할 수 있는 자료가 될 수 있다.

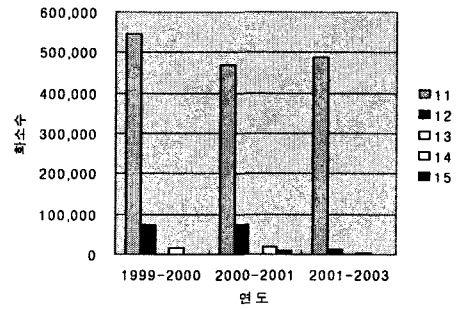


그림 10. 취약A등급지에서의 산림지변화 추적

6. 결론

토지피복상태는 2003년 4월 영상을 제외하고는 산사태 취약지에서 산림의 분포가 많이 감소하고 있음을 알 수 있었고, 변화폭 또한 산림지역이 가장 많았으며, 특히 산림지에서 경작지나 초지로 변화된 지역이 가장 많은 것으로 분석되었다. 이러한 산림지역의 감소로 인한 토지상태의 변화는 산사태가 발생할 가능성이 점점 증가하고 있다는 것을 의미한다.

감사의 글

이 연구는 건설교통부 지역특성화연구개발사업(05지역특성 B02-01) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 김제천, 2001, GIS와 AHP법을 이용한 산사태 발생 지역 예측, 석사학위논문, 강원대학교 산업대학원.
- 천기선, 2005, GIS를 이용한 산사태 취약지 결정 기법, 박사학위논문, 강원대학교 대학원.
- 양인태, 김제천, 천기선, 김동문, 2001, "GIS와 AHP법을 이용한 산사태 유발인자 분석", *한국측량학회지*, 제19권제3호, pp.273-281.