두 시기의 실측자료에 의한 산불 피해 정도 분석

Analysis of Forest Fire Damage by Using Two Times series for Ground Truth Data

김동희[1] · 최승필[2] · 최철순[3] · 建石陸太郎[4]
Kim, Dong Hee · Choi, Seung Pil · Choi, Chul Soon · Tateishi Ryutaro

[1] 치바대학교 자연과학연구과 박사과정(E-mail : kdhlsy@hotmail.com)
[2] 관동대학교 토목교통공학부 교수(E-mail : spchoi@kd.ac.kr)
[3] 관동대학교 토목교통공학부 교수(E-mail : ccsoon@kd.ac.kr)
[4] 치바대학교 자연과학연구과 교수(E-mail : tateishi@faculty.chiba-u.jp)

Abstract

Forest fire is due to difficulty in approaching the forest fire at the time of forest fire and quite a long of time required for post-fire investigation, accurate analysis of damages to the forest area caused by forest fire is difficult to obtain. Recently, in attempt to overcome such difficulty, many researches are using satellite images. Nevertheless, it is not easy for everyone to obtain the satellite image data, and additional researches in order to verify accuracy of such data are also required. Therefore, in this study for satellite image to about damages to the forest areas caused by forest fire using the selected two data of spectral reflectance of the vegetation, gained by using a spectrometer. That is, we wished to search about mistake that is apt to happen by one time eyesight observation by analyzing two datas that is used spectral radiometer 3 months and 6 months later and gets.

1. 서론

환경 문제를 일으키는 주원인으로는 자연 발생적인 요인과 인위적인 요인으로 분류 할 수 있다. 그 중에서도 산불에 의한 피해는 대표적 산림 재해로 산불 발생의 미예측성, 광범위성, 신속성 등으로 인하여 커다란 사회적 문제가 되고 있다.

또한 우리나라에서는 1996년 강원도 고성군의 산불 발생 이후 강원도 지역에서만도 크고 작은 산불이 연이어 발생 하고 있으며, 2005년에 발생한 양양군 지역의 산불은 산불 진화 과정에서 잔불에 대한 처리가 부족하여 도로를 건너 인접해있는 낙산사 등지로 번지면서 국보급 문화재가 소실되는 등 그 피해가 더욱 커졌다.

산불의 두드러진 특징으로는 산불 발생 당시 현장에 접근이 용이하지 않은 비접근성과 일반적으로 광범위한 지역에 걸쳐 확산이 되는 특징을 가지고 있고, 산불 발생 직후의 피해보다는 발생 직후에 잘 나타나지 않는 수목에 대한 피해 조사가 더욱 절실한 형편이다.

그러나 현실적으로 대부분의 피해조사가 육안관측에 의해 분류가 되며, 이러한 육안관측에 의한 피해조사는 지속적으로 관측하기 어려우며 경제적인 측면, 시간과 인력의 부족 등으로 인하여 일회성의 조사로 종결 되는 것이 대부분이다.

산불에 의한 산림의 피해를 조사하고 산불발생 이후의 산림변화 또는 회복되는 과정을 조사하기 위하여 위성 영상을 이용한 해석방법이 많이 제안되어 있으며, 원격탐사 기술의 발전에 의해 위성영상 자료를 이용한 산불 피해지역의 추출 등의 연구가 진행되고 있다.

그러나 이러한 연구는 위성 영상 자료에 많은 부분을 의존하였기 때문에 실제로는 산불 피해 전후 두 개의 위성 영상 자료에 의한 식생지수 값의 차이를 가지고 파악 한 것이 대부분이지만 원하는 시기에 적절한 자료를 입수하는 것은 한계가 있으며, 경제적인 측면에서도 고비용이 소요된다.

따라서 본 연구에서는 산불 발생 3개월과 6개월 후에 식생의 분광반사 특성을 이용하여 산불 피해 지역에서 식생의 활성 상태를 파악하고자 하였으며, 군집분석에 의해 피해 정도를 분류함으로써 육안관측으로 분류하기 힘든 피해가 경미한 지역에서의 수목의 소생 가능성과 고사 가능성에 대하여 알아보고자 하였다.

2. 연구 지역 및 현지조사

2.1 조사 대상 지역

대상지역은 강원도 양양군 강현면을 선정하였고, 산불 발생 당시 풍속25m/sec의 강풍과 습도 20%미만으로, 산불 지역은 약 95%가 소나무 숲으로 산불이 시작되면서 강풍과 조우하여 순식간에 넓은 지역으로 산불이 퍼져나간 것도 이번 양양 산불의 큰 특징이라고 할 수 있다.

그림 1에 산불 발생 지역을 표시하였다.

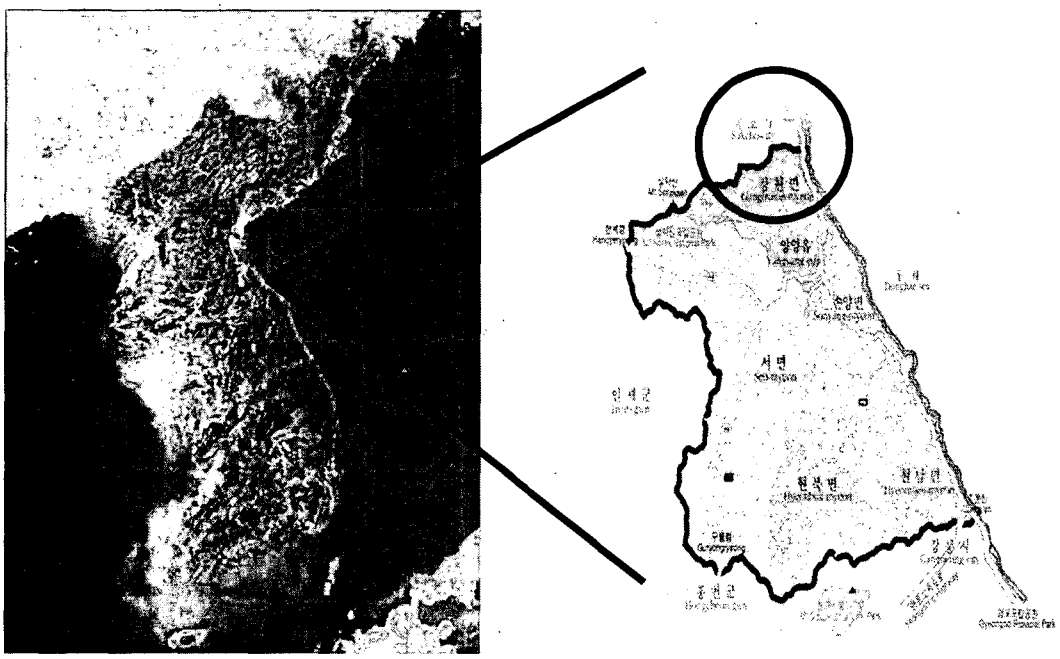


그림 1 조사대상 지역

2.2 현지자료

현지조사는 산불 발생 3개월 후인 2005년 7월 14일 ~ 30일과 6개월 후인 10월 1일 ~ 10월 10일까지 측정이 이루어졌다. 측정과 동시에 GPS로 각 샘플링 포인트별로 경위도 좌표를 입력하였으며, 지속적인 측정을 위하여 각 포인트 별로 그림 2와 같이 표시를 하여 산불 발생 3개월과 6개월 후의 동일 장소를 반복하여 측정하였다.

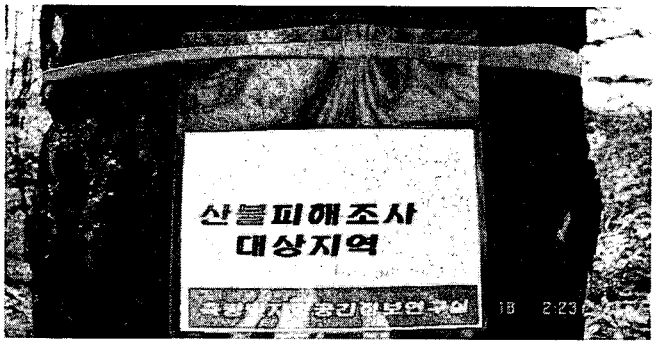


그림 2 모니터링을 위한 표시

3. 사용장비

현지조사에 사용된 분광반사계는 산불 발생 3개월 후는 2703MM 분광반사계를 사용하였으며, 측정 파장대는 400nm~1050nm이며, 가시영역은 25nm 간격으로 근적외 영역은 50nm의 간격으로 측정을 하였다. 또한 6개월 후의 측정에서는 식생지수를 보다 정밀 하게 측정 할 수 있는 FieldSpec@HandHeld 분광반사계로 측정 하였다.

또한 모니터링을 위해 정확한 샘플링 자료의 위치를 주기적으로 관측을 할 필요가 있으므로 본 조사에서는 미국 Trimble사의 TRIMBLE NAVIGATION GPS로 위치를 파악하여 자료 분석에 이용하였다.

4. 식생지수

식생의 분류를 행함에 있어서 여러가지 많은 연산식이 개발되어 졌고, 일반적으로 많이 이용되고 있는 식생지수는 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)를 이용한 식생지수가 있다(Los,S.O.,1993).

$$NDVI = \left[\frac{(NIRband - REDband)}{(NIRband + REDband)}\right] \times 128 \qquad (2)$$

여기서, NIRband ; 근적외 영역

REDband ; 가시광 RED 영역

식 (2)에서 계산된 식생지수는 최소 0, 최대 255의 범위 내에 분포를 하며 식생의 활성도가 높은 식생 일수록 255에 가까운 값을 갖는다.

5. 분석

5.1 피해 정도별 자료

각 샘플링 포인트 별로 촬영한 피해 정도별 분광반사율 곡선을 그림 3에 표시하였고, 10개의 샘플링 포인트 중에서 피해 정도별 대표적인 값을 나타내는 6개의 샘플링 포인트에 대한 분광 반사율 값을 도시하였다.

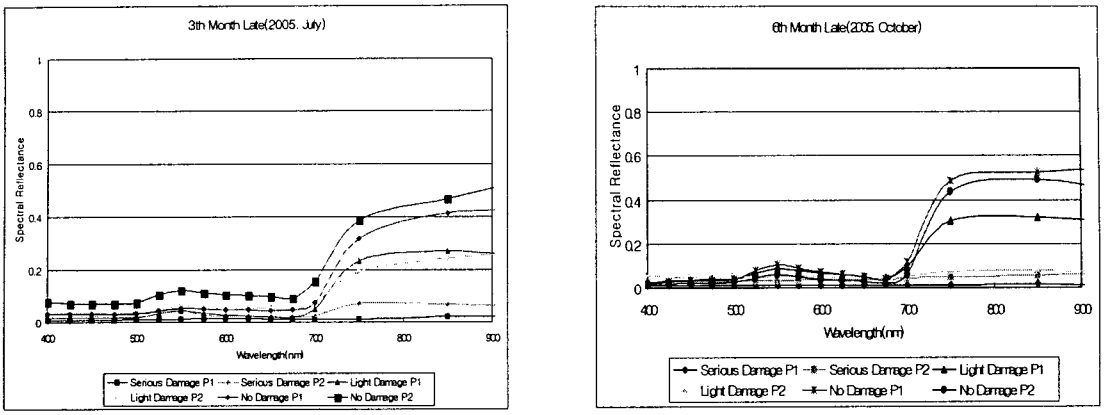


그림 3 산불 발생 3개월과 6개월 후 분광반사율 곡선

그림 3에서 알 수 있듯이 피해가 큰 샘플링 포인트와 전혀 피해가 없는 포인트에서는 피해 정도의 변화가 거의 없지만, 육안으로 피해 정도를 확연히 분별할 수 없었던 피해가 경미한 포인트에서는 소생 가능 수목과 고사될 수목을 판단 할 수 있다.
이것은 산불 발생 당시 강풍에 의해 산불이 번지면서 나무의 뿌리에 영향을 미치지 못하여 식생이 다시 소생 하는 경우와 산불 발생 당시 존재하던 영양분에 의해 3개월 후의 측정까지는 나무가 소생 하였지만 서서히 나무가 영양분을 흡수하지 못하여 고사한 경우로 판단할 수 있다.

5.2 두 시기의 식생지수 비교

현지조사에서 얻어진 자료를 바탕으로 식생지수를 구하여, 이를 샘플링 포인트별로 나타낸 것이 그림 4이다. 식생지수를 산출한 과정은 정규화식생지수인 NDVI에 대응하는 파장대인 500nm~600nm와 700nm~800nm의 파장대의 평균값을 취하였다, 이는 분광반사계 별로 습득된 자료의 양이 다르기 때문이다.

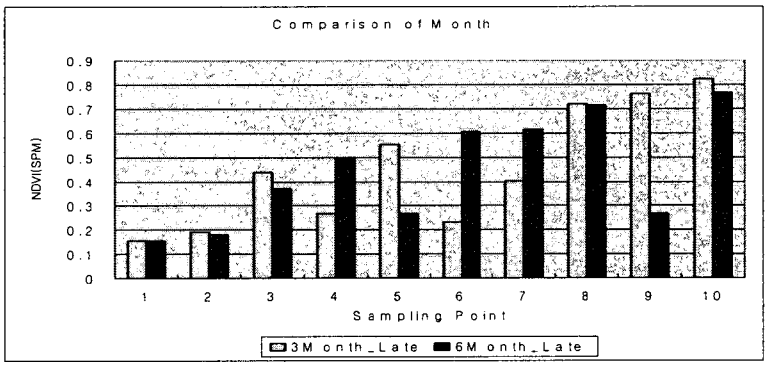


그림 4 산불 발생 3개월과 6개월 후의 식생지수 비교

샘플링 포인트 1, 2는 피해를 많이 입은 포인트이고, 8, 10의 경우는 피해가 거의 없는 포인트로 산불 발생 3개월과 6개월후의 식생지수 값의 변화가 거의 없었다. 샘플링 포인트 4, 6, 7에서는 3개월 후의 식생지수 값이 낮았지만, 6개월 후에는 식생지수 값이 오히려 증가함으로 식생이 다시 소생하고 있는 것을 알 수 있다. 그러나, 샘플링 포인트 3, 5, 9에서는 식생지수값이 크게 감소를 하였으며, 이는 산불발생 3개월 후에 비해 6개월 후의 식생활력이 떨어졌다는 것을 알 수 있다.
따라서 육안으로 피해를 분류를 할 경우는 피해가 없거나 완연하게 피해를 확인할 수 있는 지역에서는 분광반사 특성에 의한 분류와 별로 차이가 없는 것을 알 수 있었지만, 육안으로 확연하게 분류를 할 수 없는 경미한 피해지역에서는 육안에 의한 피해도 분류는 매우 큰 오류를 범할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

5.3 군집분석

피해 정도에 따른 정확한 분류를 위해 군집 분석을 실시하였으며, 그 전처리 과정으로 거리행렬을 구하여 표 3에 나타내었다.

표 3 거리행렬

Sampling Point	Euclidean Distance									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.000	0.182	1.485	1.591	1.683	2.019	2.259	3.369	2.499	3.810
2	0.182	0.000	1.305	1.458	1.508	1.904	2.106	3.194	2.331	3.633
3	1.485	1.305	0.000	0.896	0.645	1.343	1.094	1.909	1.380	2.336
4	1.591	1.458	0.896	0.000	1.541	0.497	0.735	2.053	2.240	2.517
5	1.683	1.508	0.645	1.541	0.000	1.985	1.653	2.099	0.842	2.457
6	2.019	1.904	1.343	0.497	1.985	0.000	0.685	2.025	2.615	2.477
7	2.259	2.106	1.094	0.735	1.653	0.685	0.000	1.360	2.116	1.820
8	3.369	3.194	1.909	2.053	2.099	2.025	1.360	0.000	1.999	0.464
9	2.499	2.331	1.380	2.240	0.842	2.615	2.116	1.999	0.000	2.223
10	3.810	3.633	2.336	2.517	2.457	2.477	1.820	0.464	2.223	0.000

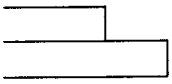
거리 행렬을 계산한 후에 군집을 형성하기 위하여 Average Linkage Method로 군집분석을 실시하였으며, 전체 10개의 샘플링 포인트 중에서 가장 유사성 거리가 가까운 1번과 2번의 샘플링 포인트가 하나의 군집으로 결합이 되면서 다른 군집과의 거리를 가지고 군집을 형성하게 된다.

표 4 군집 분류

Sampling Point	Clusters
1	1
2	1
3	2
4	3
5	2
6	3
7	3
8	4
9	2
10	4

따라서 이러한 방법으로 군집을 분류하면, 표 4에서 알 수 있듯이 4개의 군집으로 분류가 가능하였으며 이것을 분류 별로 산불 발생 3개월과 6개월 후의 유사도 분류에 의하여 1번 클러스터는 피해가 심한 샘플링 포인트, 2번은 산불이 발생하여 시간이 경과하면서 식생의 활성이 점차 감소를 하는 고사목의 피해가 발생할 가능성이 높은 샘플링 포인트, 3번은 산불 발생 3개월 후 측정시 경미한 피해를 입었으나 6개월 후 다시 활력을 보여 소생 가능성이 높은 샘플링 포인트, 4번 클러스터는 산불 피해를 전혀 받지 않은 샘플링 포인트로 분류를 할 수 있었다.
이러한 일련의 군집분류 과정의 클러스터별 유형을 나타낸 것이 표 5이다.

표 5 클러스터 분류

Point	Dentrogram	Cluster	Forest fire damage Condition
1 2		1	피해가 심한 포인트
3 5 9		2	경과한 피해중에서 고사 가능성이 높은 포인트
4 6 7		3	경과한 피해중에서 소생 가능성이 높은 포인트
8 10		4	피해가 없는 포인트

6. 결론

식생의 분광 반사특성을 이용하여 산불피해 정도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 산불 피해 지역을 육안관측 만이 아닌 분광반사특성을 이용하여 분석함으로써 보다 객관적이고 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

둘째, 산불 피해가 경미한 지역에서 분광반사계를 이용하여 산불 피해지역을 3개월과 6개월의 두 시기를 측정 하는 것이 기존의 일회성 육안조사에 의해서 발생 할 수 있는 오류를 보다 적게 할 수 있었다.

셋째, 샘플링 포인트를 대상으로 군집 분석에 의하여 피해 유형을 분류함으로써 육안관측으로는 분류하기 힘든 피해가 경미한 지역에서의 수목의 소생 가능성과 고사 가능성을 알 수 있었다.

참고문헌

최승필, 박종선(2004), 산불피해지역에서 정규산화율지수와 정규식생지수의 비교분석, **한국측량학회학회지**, Vol.22, No3, pp.261-268

최승필, 김동희, 박종선(2005), 근적외 CCD 카메라와 분광반사계의 식생지수를 이용한 산불 발생 지역에서의 산림 피해도 평가, 한국측량학회지, Vol. 24, No 4, pp.367-374.

양인태, 김응남(1999), 근적외 디지털 카메라에 의한 수목의 NDVI 추출과 분석, **대한토목학회 논문집**, Vol.19, No.3-1, pp.49-57.

김동희(1997), 인공위성 LANDSAT TM IMAGE DATA를 이용한 고성산불 피해지역 조사해석, 석사학위논문, **관동대학교**.

Michael A. Wulder etc(2003), Remote Sensing of Forest Environments, **Kluwer Academic Publishers**, pp.182-197.

L. Samarakun(1990), A Classification Method of Forest Fire Damaged Area by Landsat Data, JSPRS, pp. 5-12

(주)AbeSekkei, 2703MM ver2 portable photometer Manual

Los, S. O., (1993), Calibration adjustment of the NOAA AVHRR Normalized Difference Vegetation Index without recourse to component channel 1 and 2 data, **International Journal of Remote Sensing**, Vol. 14, pp. 1907-1917