

인공위성 TM 영상을 이용한 고성 산불 피해지역의 추적조사 A Tracing Survey by Means of Satellite TM Image for Go-Sung Forest Fire Damage Area

최철순* · 최승필**

Choi, Chul-Soon · Choi, Seung-Pil

요 旨

산불피해의 추적조사는 지형의 기복이 심한데다가 광범위한 지역을 직접 현지조사하는 것은 상당히 어렵다. 그래서 인공위성에 의해 연속적으로 피해면적의 정보 뿐만 아니라 생태계의 변화정보등을 쉽게 얻을 수 있는 원격탐사 기법을 이용하게 된다. 따라서 이 연구는 산불에 의해서 식물의 활성이 저하되는 점에 착안하여 식생지표를 구하여 산불발생 전후의 식생의 활성상태의 변화에 대하여 고찰하였다.

ABSTRACT

It is very difficult to conduct a tracing survey of a forest fire because the affected area is huge and the topology of the mountain defies access of investigators. As a result, remote sensing technique is used to get consecutive information about the range and ecological change of the affected area. Therefore, this study investigates the change of activity condition of vegetation by getting vegetation index, hinted by the fact that activities of plants decline after the fire.

1. 서 론

1996년 4월 23일 12시 10분경 강원도 고성군 죽왕면을 중심으로 한 대규모의 산불이 발생을 했으며 Fohn 현상에 의하여 공기가 건조해 있었기 때문에 피해지역이 더욱 넓어졌다.

처음 발생의 원인은 국군 모부대에서 불량 판정된 폭발물을 처리하는 과정에서 발생했고 최고기온이 24°C, 습도가 27%이하, 평균 순간 최대 풍속이 18.5 m/sec의 북서풍이 불어오는 아주 건조하고 더운 날씨였고, 날이 어두워지면서 산불의 열기로 인한 기류와 기압이 변화를 일으켜 무려 20 m/sec이상의 순간최대풍속이 피해지역의 가장 높은 측면산을 태운 후 북서기류를 타고 순식간에 죽왕면과 토성면 일대를 초토화시키고 말았다.¹⁾

이전에 이 지역에서는 고성군 군청에 의한 피해 상황

의 직접 조사가 실시되었지만 지형의 기복이 심한데다가 광범위한 지역을 직접 현지 조사하는 것은 상당히 어렵다.¹⁾

그래서 대상물을 직접 조사하지 않고도 넓은 지역을 인공위성 관측에 의해 연속적인 피해면적의 정보 뿐만 아니라 생태계의 변화정보 등을 쉽게 얻을 수 있는 원격탐사 기법을 유용하게 이용할 수 있다고 생각한다.²⁾

따라서 이 연구는 이러한 고성군의 넓은 산불 피해지역을 조사 대상으로 하여 원격탐사를 이용하여 피해상황의 해석을 행하는 것을 목적으로 하고 있다.

또한 LANDSAT 인공위성은 동일 지역을 일정한 주기로 관측 할 수 있기 때문에 이 LANDSAT 위성에서 얻어진 화상 자료를 이용해서 산불 발생 전후의 피해지역에 대한 화상자료를 서로 비교 분석하였다.³⁾

따라서 이 연구에서는 산불에 의해 식물의 활성이 저하되는 점에 착안하여, 식생지표를 이용하여 산불 발생 전후의 식생의 활성 상태의 변화를 서로 비교하여 나타내었다.^{3,4)}

*관동대학교 토목공학과 교수

**관동대학교 토목공학과 부교수

2. 조사대상지역

조사대상은 산불이 발생한 고성군 죽왕면 지역을 위주로 하였다. 이 지역을 설정한 이유는 이 지역이 산불의 중심부에 위치하여 가장 많은 피해를 입었기 때문이다. 그림 1은 조사대상 지역을 나타낸 것이다.

3. 사용된 인공위성 data

조사해석을 하기 위하여 사용된 화상은 산불발생일인 1996년 4월 23일을 기준으로 산불발생전의 것으로 1985년 9월 12일, 1995년 11월 27일, 1996년 3월 18일에 관측된 Landsat TM data와 발생 후의 것으로 1996년 9월 10일, 1996년 11월 29일, 1997년 3월 10일에 관측된 Landsat TM data 등 총 6개의 data를 사용했으며, 이것을 표로 나타낸 것이 표 1이다. 해석은 구입한 인공위성 화

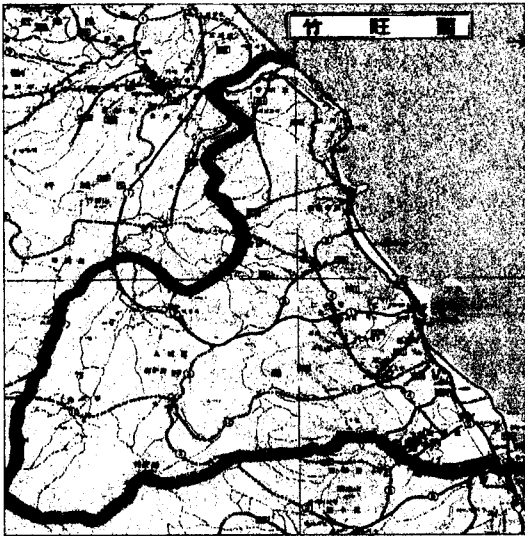


그림 1. 조사대상지역

표 1. 사용된 LANDSAT TM DATA의 개요

산불 전		산불 후	
날짜	중심위치	날짜	중심위치
'96. 03. 18	38° 28' 7" 128° 46' 9"	'97. 03. 21	38° 29' 2" 128° 45' 4"
'85. 09. 12	38° 28' 7" 128° 48' 2"	'96. 09. 10	38° 29' 0" 128° 46' 2"
'95. 11. 27	38° 28' 4" 128° 48' 2"	'96. 11. 29	38° 29' 0" 128° 46' 2"

상을 이용하여 NEC computer로 해석을 행하였다.

해석에 사용된 화상은 산불 발생 4개월 후, 7개월 후, 11개월 후의 화상으로 조사지역에서 식생변화를 조사하여 산불에 의한 피해상황을 서로 비교하였다.

4. 조사방법

4.1 조사원리

사람의 눈으로는 내부에 피해가 있는 식생에 대하여는 잘라보지 않고는 알 수 없지만 원격탐사 기법에서는 산불에 의해 잎과 지피물만 피해를 입은 식생 등 내부적으로 피해를 입은 나무를 가려낼 수 있는데 이 원리를 그림 2에 표시하였다.⁵⁾

이 그림에서 산불 피해를 받은 식생을 살펴보면 다음과 같다.

식생이 피해를 받지 않게 되면 반사율에서는 가시광 영역에서 0.55 μm 부근에서 정점을 나타내고 0.63 μm 부근에서 최저치를 나타냈고,⁶⁾ 근적외 영역에서는 강한 반사율을 나타냈다. 또한 식생이 산불에 의하여 대부분 낙엽 및 지피물 등 육안으로는 내부적으로 피해를 입은 것 등의 식생에서는 피해를 입지 않은 상태의 식생과 비교했을 때 다른 반사특성을 나타낸다.

즉, 가시광 영역에 있어서는 0.55 μm 부근의 정점은 없어지고, 0.66 μm 부근의 반사율이 높아짐과 동시에 근적외 영역의 반사율은 현저하게 떨어진다.

그런데 피해가 약간 있는 식생은 사람의 눈으로는 알 수 없기 때문에 가시광 영역에서는 피해가 없는 식생과 피해를 많이 입은 식생의 중간정도인 것으로 나타났다.

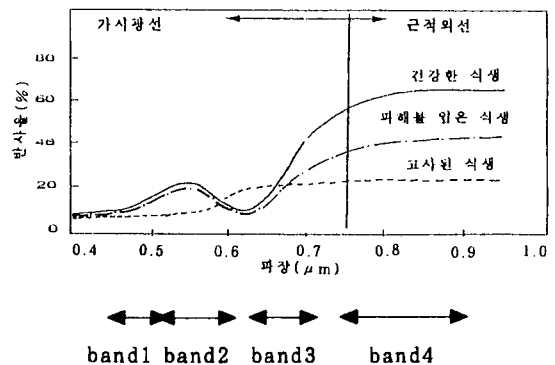


그림 2. 식물의 활성도에 따른 반사특성과 TM의 각 band별 파장영역

이것으로 근적외 영역인 0.76 μm 이상의 파장대는 산 불에 의해서 입은 식생의 원격탐사 조사시 유용하게 이용될 수 있고 가시광 영역인 0.63 μm 부근의 적색광 영역도 효과적으로 이용될 수 있다. 따라서 산불에 의한 식생의 피해 정도는 이 근적외 영역에서의 반사율과 적색광 영역의 반사율을 사용함으로써 조사될 수 있다.⁹⁾

4.2 조사에 이용된 식생지표

고성산불의 피해지역을 추적조사 하기위하여 근적외 영역과 적색광 영역의 반사율을 이용한 계산값으로 식생지표(NDVI)가 있다.⁹⁾

산불의 추적조사를 위한 식생지표(NDVI)는 NDVI의 개량형으로 식생지표의 계산결과가 0에서 255까지 나타날 수 있도록 다음식을 사용하였다.⁶⁻⁸⁾

$$NDVI' = \left(\frac{A' - B'}{A' + B'} + 1 \right) \times 128 \quad (4-1)$$

NDVI': 개량된 식생지표

A'=A-IA, B'=B-IB

A: 근적외영역 band의 DN값(TM: band4)

B: 적색광영역 band의 DN값(TM: band3)

IA: 근적외 영역 band의 대기보정 값

IB: 적색광 영역 band의 대기보정 값

5. 화상처리

화상처리는 그림 3과 같은 순서로 이루어 졌다.

5.1 대기보정

대기중에는 종류가 서로 다른 흡수물질과 산란물질이 있다. 위성 원격탐사는 이러한 지표물체의 반사광이 인공위성마다 서로 다르고, 대기 중에서 흡수 및 산란에 의해서 감쇄된다. 태양광은 대기중에서 산란이 생기며 이를 산란광이라고 한다. 이러한 영향을 제거하여, 지표물체의 반사광의 정확한 수치를 추정하는 것을 대기보정이라고 한다.

대기의 영향중에서 인공위성 DATA의 DN값을 관찰하여 가시광선 중 파장대가 짧은 것과 큰 것을 비교하면 그 차이가 큰 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에 사용된 TM의 경우 band 1(0.45-0.52 μm)에서 가장 높은 값을 band4(0.76-0.90 μm)에서

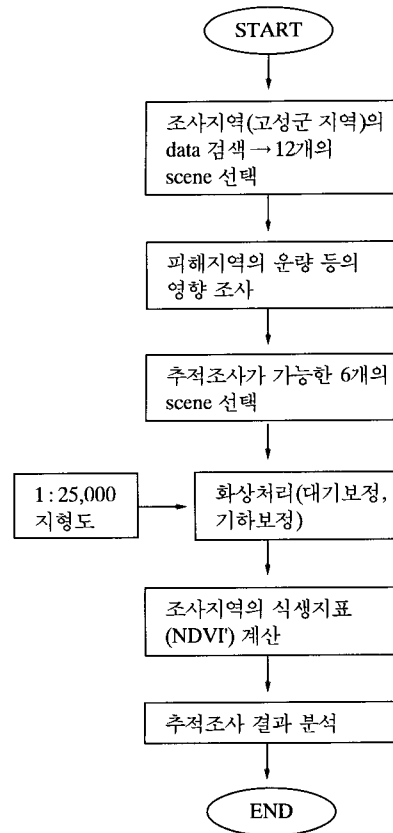


그림 3. 화상처리 흐름도

가장 낮은 값을 나타내고 있다.^{9,10)}

이런 반사광의 영향에서 연구지역의 DN의 최저값(BAND 3, BAND 4)를 계산한 결과는 표 2과 같다.

5.2 기하보정

인공위성에 의한 지표면의 DATA는 지구의 자전에 의해서 화상에 왜곡이 생긴다. 이러한 화상을 지형도상의 DATA와 중복시켜 처리하여야 한다.^{12,13)}

기하보정이란 이러한 인공위성 센서로 촬영된 화상

표 2. 피해지역의 대기보정 값

날짜	band 3	band 4
1985년 9월 12일	12	2
1995년 11월 27일	5	0
1996년 3월 18일	19	8
1996년 9월 10일	14	0
1996년 11월 29일	11	5
1997년 3월 21일	18	0

에서 기하왜곡을 제거하여 지형도 좌표계로 변환시키는 작업을 말한다.¹⁴⁾

이 연구에서 이용한 보정방법은 지형도상의 기준점을 이용하였다.

지형도상의 기준점은 정밀한 계산에 의해 지형도상의 점에 대응하는 화면상의 점과 일치시킨다.

이 점을 구하는 식은 AffineHerman식을 기준으로 회귀분석을 하여 각 계수(A0, A1, A2, B0, B1, B2)를 구하여서 기하보정처리를 하였다.^{15,16)}

$$X_C = A_0 + A_1 X_i + A_2 Y_i \quad (5-1)$$

$$Y_i = B_0 + B_1 X_i + B_2 Y_i \quad (5-2)$$

X_C : 화상의 Pixel 값

Y_i : 화상의 Line 값

X_i : 지형도상의 경도값

Y_i : 지형도상의 위도값

A_0, A_1, A_2 : 화상의 Pixel 계수

B_0, B_1, B_2 : 화상의 Line 계수

5.3 식생지표 계산 결과

이 연구에 사용된 6개의 화상 자료에서 식생계산을 하여 그림으로 나타내면 그림 4와 같다.

이 그림에서 볼 때 산불이 발생한 1996년 4월 23일을 기준으로 산불발생 4개월후에는 산불전후의 화상간 비교에서 DN의 평균값이 약14, 7개월후에는 약17, 11개월후에는 약23정도 떨어지는 것으로 보아 시일이 지날수록 더 많은 피해를 입고 있는 것으로 나타났다.

그리고 사진 1, 2, 3은 개량식생지표를 이용하여 화상을 계산한 결과를 나타낸 것으로써 산불이 발생한

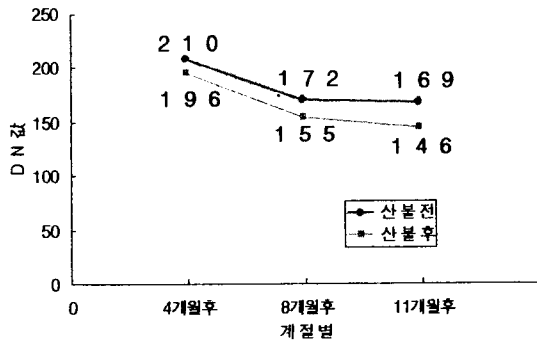


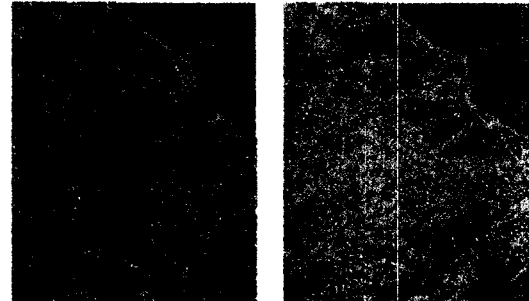
그림 4. 식생지표 계산 결과

4개월후인 늦여름의 식생상태 변화추이, 산불이 발생한 7개월후인 초겨울의 식생상태 변화추이 그리고 산불이 발생한 11개월후인 이른봄의 식생상태 변화추이를 각각 나타낸 것이다.

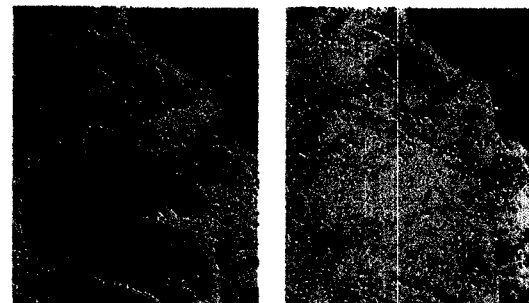
초여름 화상에서는 붉은 색에서 주황색, 노란색으로 많이 변화되어 있음을 알 수 있고, 초겨울, 이른봄 화상에서는 주황색, 노란색이 파란색등으로 변화되어 있음을 알 수 있다. 이것으로 볼 때 산불에 의한 삼림의 피해가 상당함을 알 수 있다.



1985년 9월 12일 1996년 9월 10일
사진 1. 4개월 후의 식생지표 계산 결과



1995년 11월 27일 1996년 11월 29일
사진 2. 8개월 후의 식생지표 계산 결과



1996년 3월 18일 1997년 3월 21일
사진 3. 11개월 후의 식생지표 계산 결과

6. 추적조사의 결과분석

산불에 의한 추적조사를 산불발생 4개월 후(1996년 9월 10일), 7개월 후(1996년 11월 29일), 11개월 후(1997년 3월 21일)를 행하였다.

그림 4에서 산불 피해지역을 보면 4개월 후, 7개월 후, 11개월 후가 산불전보다 식생지표가 독특한 변화를 보이고 있다. 이것은 시일이 지날수록 더 많은 피해를 입은 것으로 보아 산불에 의하여 대부분 낙엽 및 지피물 등만 났지만 내부적으로 피해를 입어 후에 식생 등에 피해가 나타난 것으로 생각된다.

특히 식생지표식을 해석하여 불 때 피해가 가장 큰 오토리 부근은 산록과 계곡의 습도가 거의 없는 소나무가 많은 혼효림으로써 樹幹火에 의해 현지조사에서는 파악되지 않았지만 뿌리가 산불에 의해 피해를 상당수 입었기 때문에 추후에 피해가 나타난 것으로 생각된다.

이것은 산불피해 정도를 조사할 때 인공위성 영상 자료에 의한 식생지표의 결과를 보면 시일이 지난 후의 영상 자료를 추적조사함으로써 산불 피해상태를 파악하는 것이 가능함을 의미한다.

따라서 인공위성 영상 자료에 의한 산불 피해 분석은 육안관찰로는 보이지 않는 식생의 피해를 명확하게 알려 준다.

7. 결 론

인공위성 LANDSAT TM DATA를 이용하여 고성산불의 피해를 조사하여 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 식생지표식을 이용하여 경시변화를 추적하여 보았을 때 시일이 지날수록 식생이 더 많은 피해를 입은 것으로 보아 고사목 등에 의한 2차 피해가 나타난 것으로 생각된다.

2. 앞으로 더 많은 화상자료를 갖고 지속적인 추적조사가 이루어 진다면 고사목 등에 의한 산림피해 등을 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 1997학년도 관동대학교 학술연구비 지원

에 의하여 수행된 것으로 본 연구를 수행할 수 있도록 후원해 준데 대하여 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 고성군, "고성산불백서", 고성군, pp.11-14, 1997
2. 유복모, "遠隔探測", 개문사, pp.11-15, 1995
3. 後藤惠之輔外 2人, "1991年台風 19 による被害に關する 2,3の調査について", 自然災害科學研究西 部地區會報, 第13, pp.83-93, 1992.2,
4. 後藤惠之輔外 2人, "台風9119 による風倒木の衛星リモートセンシング調査", 日本リモートセンシング學會第13回學術講演會論文集, pp.209-212, 1992.12
5. John A. Richards, "Remote Sensing Digital Image Analysis", Springer-Verlag, pp.40-41, 1986
6. 石井外 1人, "リモートセンシング 讀本", オ-マ社, pp.28-29, 1981
7. 村井俊治 외 2인, "足尾銅山の植生 回復過程の 예측", 日本寫眞測量學會年次學術講演會講演集, pp.171 -176, 1993
8. 日本リモートセンシング研究會, "圖解リモートセンシング", 日本測量協會, 東京, pp.222-241, 1992
9. Ap.Cracknell, "Introduction to Remote Sensing", New York, pp.116-157, 1991,
10. 양인태 외 2인, "Landsat TM Data를 이용한 내수면 환경인자 추출기법에 관한 연구", 대한토목학회 학술발표회 개요집(II), pp.466 - 469, 1993
11. 後藤惠之輔外 3人, "長崎縣・大村 灣の水質監視と淨化に關する方策", 日本リモートセンシング學會第 17回學術講演會論文集, 東京, pp. 21-24, 1994
12. Shunji. Murai, "Remote Sensing Note", Japan Association on remote sensing, 1993.5
13. 김용일, "인공위성 원격탐사 데이터의 분석정확도 향상에 관한 연구", 서울대학교 대학원 도시공학 과 박사논문, pp. 63-144, 1991
14. 광재하 외 2인, "식생분류를 위한 인공위성영상 데이터의 grid 해석", 한국 원격탐사학회 발표개요 집, pp. 10-15, 1995
15. Schowengerdt.R.A, "techniques for Image Processing and Classification in remote sensign", Academic Press, pp.110-14, 1983
16. 강인준 외 2인, "인공위성 영상 지 정보정을 위한 GCP 획득에 있어 서 지도와 GPS의 정확도 비교", 한국측지학회지 제13권 제1호, pp.85-94, 1995