

RADARSAT-1 SAR 영상을 이용한 강원도 산불지역 관측

김 상완

세종대학교 지구정보공학과
서울시 광진구 군자동 98, email) swkim@sejong.ac.kr

Forest fire detection in Kangwon Province using RADARSAT-1 SAR data

Sang-Wan Kim

요약 : 산불은 전세계적으로 발생하는 가장 주요한 재해현상 중 하나이다. 산불 감시나 산불에 의한 피해지역의 효과적인 관측은 피해 지역을 최소화하고, 효율적인 피해 복구 계획 수립에 매우 중요한 기초자료를 제공한다. 광학 위성 자료를 활용한 산불 피해지역 탐지가 널리 사용되고 있음에도 불구하고, 산불에 의한 연기 또는 구름 분포에 의해 종종 사용상에 제약이 있다. 본 연구에서는 2000년 4월 강원도 고성, 강릉, 삼척, 울진 지역에서 발생한 대규모 산불을 연구 대상지역으로 하여, 1998년-2000년 동안 획득된 RADARSAT-1 SAR 영상을 이용하여 산불 피해 지역 감시의 활용성을 연구하였다. 산불에 의한 산림 피해지역 관측을 위해 RADARSAT-1 SAR 영상의 후방산란값의 변화를 통한 변환 탐지를 수행하였다. 산불 피해지역에서 산불 전에 비해 산불 후에 획득된 RADARSAT-1 SAR 영상의 후방산란값이 증가하는 것으로 관측되었다. RADARSAT-1 SAR 영상으로부터 관측된 산불 피해 지역은 Landsat-7 ETM 자료와 현장 조사 자료에 의한 산불 피해 지역과 매우 상관성이 높은 것으로 관측되었다.

1. 서 론

현장조사에 의한 산불 피해지역 산출은 대규모 산불의 경우, 그 면적이 매우 넓고, 산악지역 접근에 어려움이 있어 매우 많은 시간과 고 비용이 요구되는 문제점이 있다.

원격탐사 기술을 이용한 산불 피해 지역 산출은 전산화된 분석을 통해 면적 계산, 피해 정도 분석 등을 수행하는데 이용될 수 있으며, 빠른 GIS 레이어 변환이 가능하여 산불 재발생 가능성 분석, 효율적인 복구 계획 수립 등에 활용될 수 있다.

지금까지 국내에서는 Landsat, SPOT,

IRS, NOAA와 같은 광학 위성자료를 이용한 산불피해 지역 관측에 관한 많은 연구가 집중적으로 수행되었으며, 그 효율성도 널리 입증되었다. 그럼에도 불구하고 광학 센서는 구름과 산불에 의한 연기 등을 투과하는데 매우 제한적이기 때문에 광학영상을 이용한 산불 감시만으로는 관측에 한계가 있다. 국외에서는 기상조건과 주야간 조건에 상관없이 상시 관측 가능한 영상레이더 (SAR) 자료를 이용한 산불 피해지역 관측에 대한 연구가 최근 수행되고 있다. 비록 레이더 위성영상을 이용한 변환탐지 기법

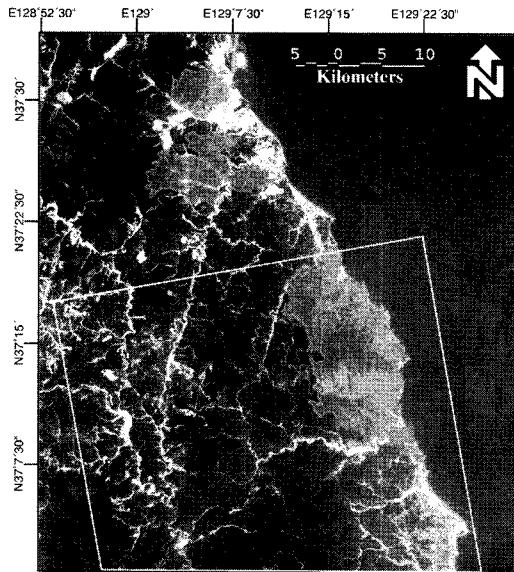


Fig. 1. Landsat-7 ETM image of study area. Red polygon indicates forest fire scar by April 2000, Kangwon province. Yellow box represents the ground swath of RADARSAT-1 SAR data.

은 산불 피해지역 관측을 위한 최상의 방법은 아니지만, 대기에 의한 영향을 받지 않으므로 피해지역의 적시 관측을 위한 하나의 수단으로 활용될 수 있다.

ERS-2 SAR 영상을 이용한 인도네시아 칼리만탄 지역의 산불 연구 및 RADARSAT-1 영상을 이용한 알라스카의 산불 피해지역 모니터링, 다중 모드로 관측된 RADARSAT-1 scansar 자료를 이용한 남유럽 지역에의 적용 연구가 수행되었다 (French and Bourgeau-Chavez, 1999; Siegert and Hoffmann, 2000; Gimeno and San-Miguel-Ayanz, 2004). 국내에서는 본 연구에서 사용된 것과 동일한 RADARSAT-1 SAR 자료를 이용한 산불 감시의 활용성이 연구된 바 있으나, 산불 피해지역 관측에 의미있는 결과를 획득하지는 못하는 것으로 보고되었다(Kang et al.,

2000). 이러한 기존의 연구는 모두 산불 전후의 후방산란값의 변환탐지를 이용한 연구이다.

2000년 4월 강원도 고성, 강릉, 동해, 울진 등지에서 대형 산불이 발생하였다 (Fig. 1 참조). 광학 위성 영상을 이용한 연구에 의하면 산불에 의한 피해 지역이 약 18,491 ha에 이른 것으로 보고되었다 (지광훈 등, 2002). 본 연구의 목적은 2000년 4월 대형 산불에 의한 울진 지역 주변의 산림 피해지역 관측을 위해 RADARSAT-1 SAR 영상의 후방산란값의 변화를 통한 변환 탐지를 수행하고, 이를 통해 SAR 영상을 이용한 산불 피해 지역 감시의 활용성을 연구하였다.

2. SAR 자료 및 처리

본 연구에 사용된 RADARSAT-1 자료는 Table 1과 같다. 2000년 4월 산불 발생 이전에 두 개의 영상이 획득되었으며, 산불 발생 이후에 4개의 RASARSAT-1 영상이 획득되었다. 산불 피해 지역에 관한 기준 자료로 사용하기 위해, 현장조사를 통해 강원도 도청에서 작성한 산불피해지역 벡터 지도와 산불 발생 직후인 2000년 6월 18일에 획득된 Landsat-7 ETM 자료가 사용

Table 1. Summary of SAR and optic image.

Satellite	fire event	Date	Beam mode
RADARSAT-1	before	1998/08/26	F3 (D)
RADARSAT-1		1999/11/25	F3 (D)
RADARSAT-1	after	2000/04/24	F1 (D)
RADARSAT-1		2000/05/11	F3 (D)
RADARSAT-1		2000/06/04	F3 (D)
RADARSAT-1		2000/07/22	F3 (D)
Landsat-7 ETM	after fire	2000/06/18	

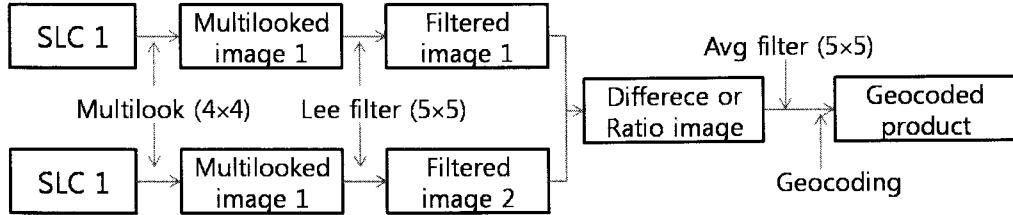


Fig. 2. Flowchart of change detection using backscattering coefficient.

되었다.

RADARSAT-1 영상 자료는 raw 형태로 수집되었으며, Gamma의 MSP 모듈을 사용하여 SLC로 변환되었다. 동일 관측모드에서 획득된 SAR 자료를 이용한 변환 탐지 기법은 시간에 따른 후방산란값의 변화를 이용한 변환 탐지와 두 SAR 영상의 긴밀도 또는 긴밀도 변화를 이용한 변환 탐지 기법을 적용할 수 있다. 본 연구에서는 후방산란값의 변화를 이용한 변환 탐지 기법만을 적용하였다. 서로 다른 시기에 획득된 두 영상간의 정밀 정합과, 차후 긴밀도를 이용한 변환탐지 기법 적용을 위해 Roi_Pac을 이용한 레이더 간섭 기법 자료처리를 적용하여, 영상 정합과 긴밀도 영상 제작을 수행하였다.

SAR 영상의 후방산란값 변화를 이용한 변환탐지에 있어서 가장 중요한 단계는 SAR 고유의 특성인 스펙클 잡음을 효과적으로 제거하는 것이다. 다양한 스펙클 필터링 기법을 적용한 테스트를 거쳐 최종적으로 다음과 같은 방법을 사용하였다. SLC 영상은 스펙클 잡음을 줄이기 위해 기본적으로 방위방향과 거리방향에서 4×4 multilook 처리되었으며, 이후 5×5 window 크기의 Lee 필터(Lee, 1983)를 적용하여 추가적으로 스펙클 노이즈를 제거한 후 후방산란값 차분 또는 비의 값을 구하였다. 차분값과 비는 다시 5×5 window 크기의 평균화 필터를 이용하여 추가적으

로 노이즈를 줄였다. 최종적으로 레이더 좌표계에서의 각 변화 탐지 결과물은 geocoding 과정을 거쳐 위경도 좌표계로 변환되었다.

3. 결과 및 토의

다양한 시기에 획득된 RADARSAT-1 SAR 영상을 이용하여 후방산란값 차분과 비를 구하였다. 또한 RADARSAT-1을 이용한 산림 피해지역 분석 결과의 정확도 분석을 위한 기준 자료 생성을 위해 2000년 6 월 18일 획득된 Landsat-7 ETM 자료를 이용하여 Key and Benson(1999)이 제시한 정규산화율지수(NBR)를 구하여 산림 피해지역 분포를 구하였다(Fig. 3).

RADARSAT-1 SAR 자료로부터 산림 피해지역 분포 추출에 가장 효과적인 자료는 영상획득 당시의 계절이 비슷한 1998년 8 월 2000년 7월에 획득된 자료를 사용한 후방산란값 비 영상으로 보인다. 비록 1999년 11월 25일(F3)과 2000년 4월 24일(F1) 또는 2000년 5월 11일(F3) 자료가 산불 발생 시기에 가장 근접한 자료이지만, 계절 차이에 의한 체적산란의 차이 발생과 관측 각 차이에 의한 산란강도 차이에 의해 후방산란값을 이용한 분석에 오차를 발생시키는 것으로 해석된다.

Fig. 4(a), 4(b)는 1998년 8월 26일, 2000년 7월 22일에 획득된 두 개의 SAR

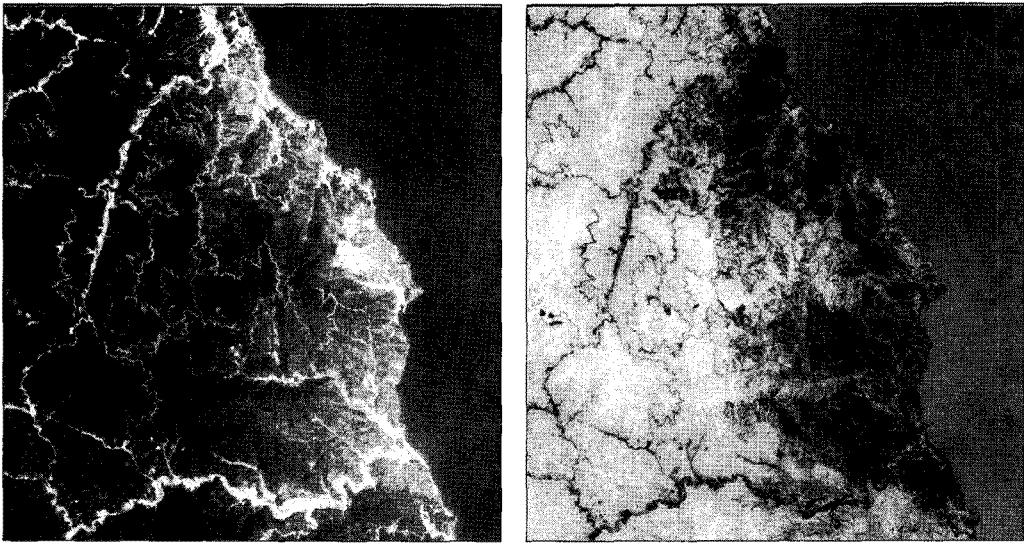


Fig. 3. Landsat-7 ETM true color composite image after forest fire (left), NRB image showing forest fire scar.

영상의 후방산란값을 보여주고 있으며, Fig. 4(c)와 4(d)는 후방산란값 차분과 비를 보여주고 있다. 비록 SAR 영상을 이용한 이러한 영상처리 기법은 매우 단순한 과정이지만, 산림 피해 지역 관측에 매우 효율적임을 알 수 있다.

보다 정확한 분석을 위해 다음과 같은 연구가 추후 수행될 것이다.

- 1) 국지입사각에 따른 산불 전·후의 후방산란값 변화에 대한 정량적인 분석 – 이러한 연구는 특히 레이더 위성 관측 기하학에 따른 전사면과 후사면에서의 후방산란값 변화 특성을 고려한 알고리즘 개발에 기여할 것이다.
- 2) 광학 영상 관측 결과와 비교를 통한 관측 정확도의 정량적 분석
- 3) 긴밀도를 이용한 산림 피해 지역 탐지 가능성 분석
- 4) 서로 다른 관측모드 (입사각, 또는 해상도 등)에서 획득된 자료간의 분석 가능성
- 5) PCA, 영상분류 등 다양한 원격탐사 기법 적용을 통한 정확도 향상

참고문헌

- 지광훈, 한종규, 연영광, 이사로, 박노숙, 이성순, 2002, GIS를 이용한 산불위험정보 관리시스템 개발, 한국지질자원연구원, p. 86.
- Lee, J.S., 1983. A simple speckle smoothing algorithm for synthetic aperture radar images, IEEE Trans. on SMC, 13(1), pp. 85–89.
- Key, C.H. and Benson, N.C., 1999, the normalized burn ratio, a Landsat TM radio metric index of burn severity incorporating multi-temporal differencing, (www.nrmsc.usgs.gov)
- Kang, S.C., Seo, J.W., Lee, T.H., Park, S.E., Hong, S.Y., and Moon, W.M., 2000, Investigation of the April 2000 forest fire damage in Kang-won Province, Korea, using RADARSAT data, Proceedings of International Symposium on Remote Sensing, pp. 556~561
- Siegert, F. and Hoffmann, A.A., 2000, The 1998 forest fires in East

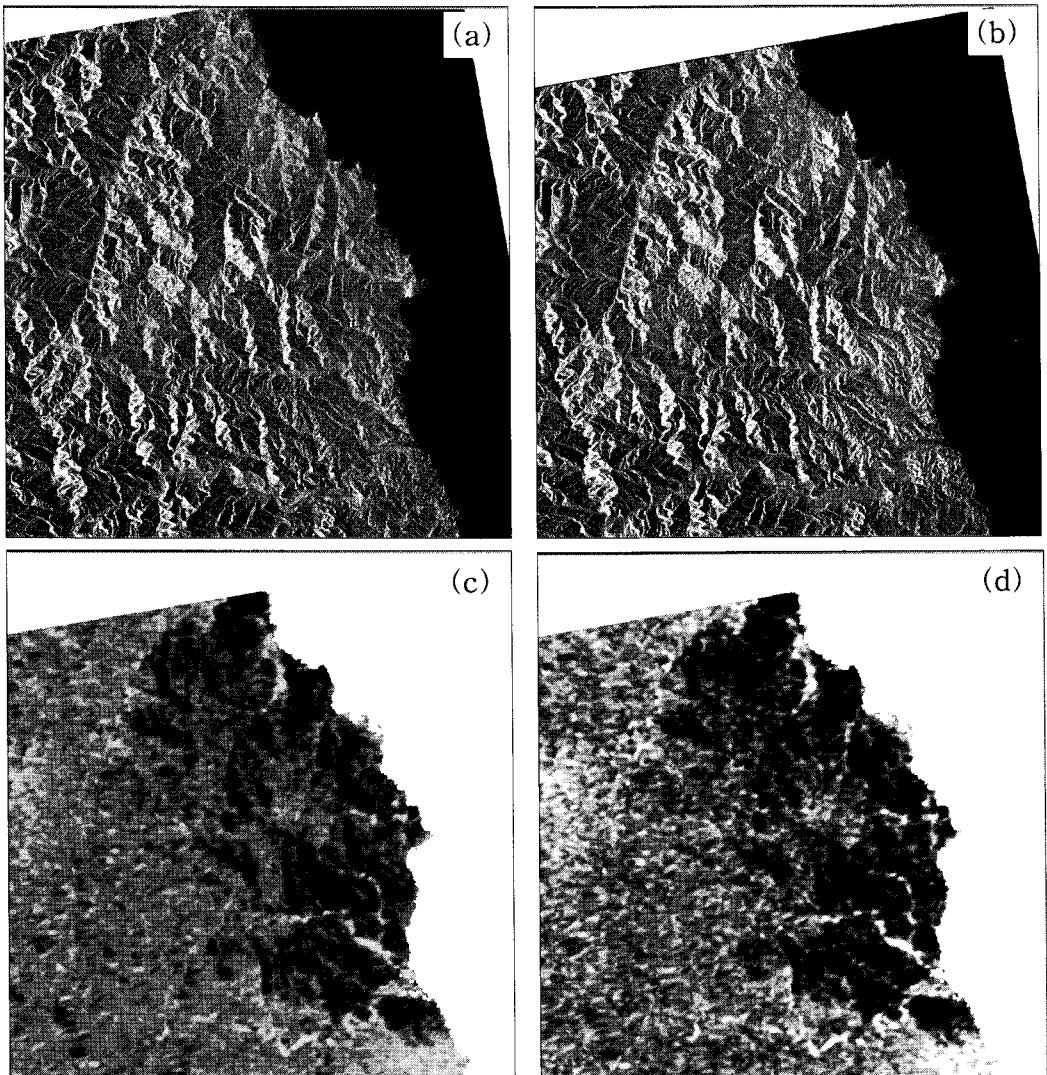


Fig. 4. Radarsat-1 amplitude image of (a) 1998/08/26 (b) 2000/07/22, (c) backscatter difference and (d) backscatter ratio derived from (a) and (b).

Kalimantan (Indonesia): A quantitative evaluation using high resolution, multitemporal ERS-2 SAR images and NOAA-AVHRR hotspot data, *Remote Sensing of Environment*, 72, pp. 64–77.

Gimeno, M. and San-Miguel-Ayanz, J., 2004, Evaluation of RADARSAT-1 data for identification of burnt areas in

Southern Europe, *Remote Sensing of Environment*, 92, pp. 370–375.
 French, N.H.F. and Bourgeau-Chavez, L.L., 1999, Initial observations of RADARSAT imagery at fire-disturbed sites in interior Alaska, *Remote Sensing of Environment*, 68, pp. 89–94.