

위성영상을 이용한 홍수피해조사에 대한 고찰

○김경탁·김주훈*·박정술**·장은미***

1. 서론

재해관리란 재해가 발생할 시점을 가능한 미리 예측하고 피해를 경감하기 위한 사전준비, 재해상황이 발생하였을 경우 효과적으로 대응하고 재해 상황이 종료된 후 신속한 피해복구를 포함하는 제반 활동을 포함한다. 인공위성영상을 이용하여 홍수와 같은 재해가 발생한 지점의 지형, 식생, 강우자료, 토지이용 등 폭넓은 자료를 획득할 수 있고, 이러한 자료를 바탕으로 시간적, 공간적으로 유동적인 재해 상황을 모니터링하고 재해 발생원인을 규명할 수 있는 자료로 활용할 수 있다는 점에서 위성영상자료의 활용 잠재력은 매우 높다고 할 수 있다.

최근 국내에서도 손흥규 등(2003) 등이 RADARSAT 영상을 이용하여 수계지역을 추출하고 홍수지역 모니터링에 대한 연구를 수행한 바와 같이 원격탐사영상을 이용한 홍수피해조사 기법에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 그러나 실제 홍수가 발생한 시점에서 국내에서 손쉽게 입수 가능한 원격탐사 영상을 이용하여 홍수피해조사가 가능한가에 대한 검토가 이루어진 바는 없다.

본 고에서는 지난 9월 태풍루사에 의해 강원도 홍수피해가 발생한 시점에서 수집 가능한 원격탐사자료를 이용하여 홍수피해조사의 가능성을 검토한 사례를 소개하고 현 수준에서의 원격탐사기법을 이용한 홍수피해조사의 문제점을 검토하고자 한다.

2. 본론

한국건설기술연구원에서는 2002년 8월 31일부터 9월 1일의 집중호우로 발생한 강원도지역의 홍수피해를 조사를 위해 각 유역별로 조사팀을 편성하여 피해조사를 실시하였다. 본 연구는 이들 현장조사와 병행하여 위성영상을 이용하여 강원도 지역의 홍수피해 정도를 분석할 수 있는 가를 검토하기 위해 실시되었다.

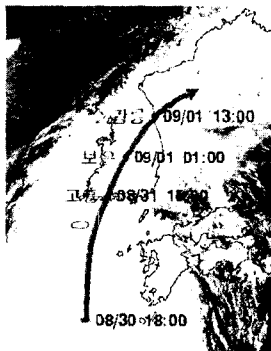


그림 1. 이동경로

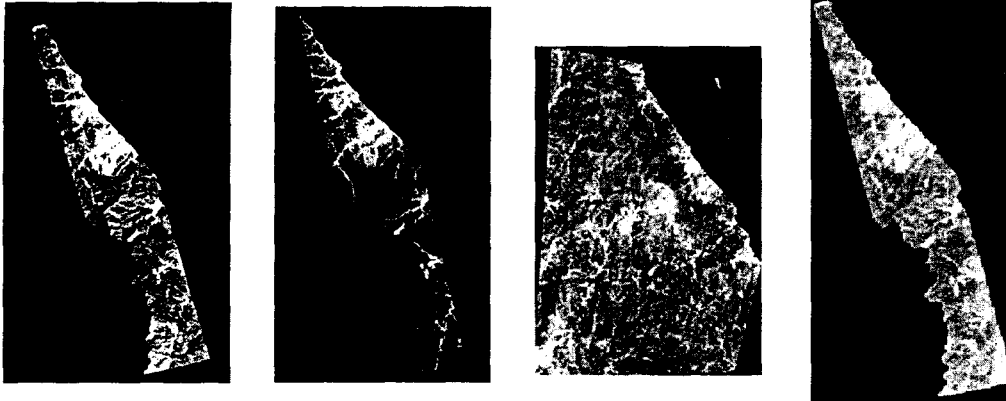
그림 1과 같이 태풍루사는 8월 31일경 한반도 남반부에 상륙하여 9월 1일 13시경에 동해바다로 빠져나가며 전국적으로 산사태 및 토석류, 제방붕괴 및 하천범람, 교량붕괴 및 교각세굴 등의 많은 피해를 초래하였다. 특히, 강원도지역의 경우 사망 125명, 실종 17명의 인명피해와 함께 총피해액이 2조 5천억에 달하는 것으로 발표되었으며 이재민은 22,920세대 72,660명에 달하였다. 피해지역도 양양, 속초, 고성에서부터 삼척오십천 등 태백산맥 동쪽의 강원도 전지역에 분포하고 있다.

이와 같이 넓게 형성된 피해지역을 위성영상을 이용한 피해상황 분석 가능성에 대한 조사를 위해 입수 가능한 원격탐사영상 중 Landsat, KOMPSAT, IKONOS 등의 영상에 대해 촬영여부를 조사하였다. IKONOS영상의 경우 고가(1scene(11km×11km)당 약 600 만원)이며 강원도지역의 경우 홍수이전영상 조차 촬영된 것을 구하기 어려우므로 연구대상에서 제외하였다. 다행히 한국항공우주 연구원에 의뢰한 KOMPSAT-1 에서 촬영한 태풍피해이전의 위성영상(2000년 4월 23일)과 태풍 피해이후의 위성영상(2002년 9월 8일)을 획득할 수 있었다. Landsat 위성영상의 경우 태풍 피해 이전의 위성영상(2000년 9월 29일)영상은 USGS를 통해 구할 수 있었으나 태풍 피해 이후 복구가 이루어지기 전인 약 1달 이내 촬영된 영상은 입수하지 못하였다.

* 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원
** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
*** (주)3GCORE 부설연구소 소장

가. 위성영상자료의 처리

태풍 '루사'에 의한 피해를 분석하기 위해 사용된 위성영상은 그림 1과 같다. Landsat TM 영상은 7개의 밴드를 갖는 다중분광영상으로 해상도는 30m이며 KOMPSAT-1 EOC영상(관측폭, 17km, Panchromatic Band 0.51 μ m-0.73 μ m)은 6.6m의 해상도를 갖는다. 한편, 1/25,000의 수치지형도는 위성영상의 좌표 등록을 위한 지상기준점 선정에 이용하였으며 영상의 표현, 기하보정, 영상의 이미지 처리 및 보정을 위한 GIS/RS 시스템은 ERDAS Imagine 8.4를 사용하였다.



(a) KOMPSAT-1(피해 전) (b) KOMPSAT-1(피해 후) (c) Landsat(피해 전)

그림 2. 위성영상

그림 3. 합성영상

나. 합성 영상의 제작

KOMPSAT-1 영상은 단일 밴드이기 때문에 분광 특성을 이용한 지표면 정보추출에 많은 제한성을 갖고 있다. 그러나 토지피복의 특징을 그대로 드러내는 Landsat영상과의 합성을 통해 KOMPSAT-1의 6.6m 해상

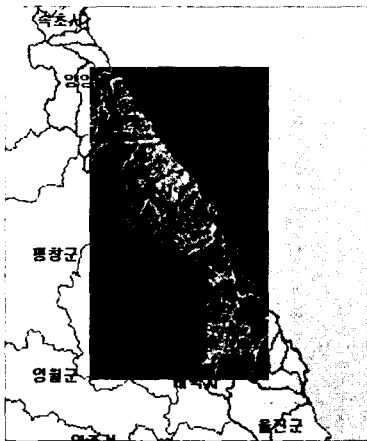


그림 4. 위성영상의 범위

도와 Landsat의 6개 밴드 정보를 가져올 수 있다. 따라서 본 연구에서도 이러한 Fusion Image의 장점을 채택하여 분석을 시행하였으며 합성된 영상은 태풍 이전 시기의 하천과 지형 식별을 좀 더 용이하게 할 수 있다. 생성된 합성 영상은 그림 3과 같다. 한편, 그림 4는 위 그림 2의 피해전 영상을 행정구역도, 유역경계 및 하천망도와 중첩하여 도시한 것이다. 일반적으로 홍수피해조사는 행정구역단위로 행하거나 수문학적으로는 유역단위로 조사되어야 그 원인 분석이 가능하다. 그러나 그림 4와 같이 위성영상은 그 위성이 지나가는 경로에 따라 촬영되고 있으므로 유역단위로 분석하기 위해서는 위성의 다음 경로(path)에서의 영상과 합성하여 분석하여야 한다. 그러나 해당연구지역의 경우 수집한 경로에서의 영상만 입수할 수 있었으므로 홍수 전후의 유역별 정량적 비교 분석을 수행할 수 없었으므로 정성적인 육안분석을 통해 피해지역을 조사할 수 밖에 없었다.

다. 영상분석을 통한 피해지역 조사

주요 피해 지역은 동해권역 남쪽 삼척오십천부터 북쪽으로 양양남대천까지 동해안 지역 대부분의 하천과 도시지역들이 태풍 피해를 입었다. 위성영상으로 하천의 피해상황을 개략적으로 판단해 보아도 하천에 있는 대부분의 교량들은 그 피해 규모가 크든 작든 피해를 입었으며, 대부분의 하천과 저수지들에서 부유물질 및 퇴적물질 등으로 인해 높은 반사값을 가지며 회색 표출되어 나타났다.

대부분의 하천 및 도시지역이 태풍 피해를 입었으나, 본 연구에서는 KOMPSAT-1영상을 이용하여 태풍 피해 전후의 영상을 비교하여 비교적 영상차이가 뚜렷한 지역을 선정하여 각각에 대하여 피해상황을 분석하였다. 이들 지역은 주변 농경지나 밭 등이 홍수로 인해 이들 지역에 대한 퇴적물의 성분 구별은 단일 DN(Digital Number)값으로만 의존 해야하므로 판별이 어려우나, 하천 주변 상태변화가 확연히 영상에서 드

러나고 있어, 그 양상을 비교하기에 적합하였다. 다음은 분석된 지역중 몇 개의 지역에 대한 분석사례를 요약하였으며, 해당지역의 영상은 공공원격탐사센터 건설센터 홈페이지(<http://krsc.kict.re.kr>)를 통해 볼 수 있다.

(a) 강릉 남대천 공항대교부근 영상분석

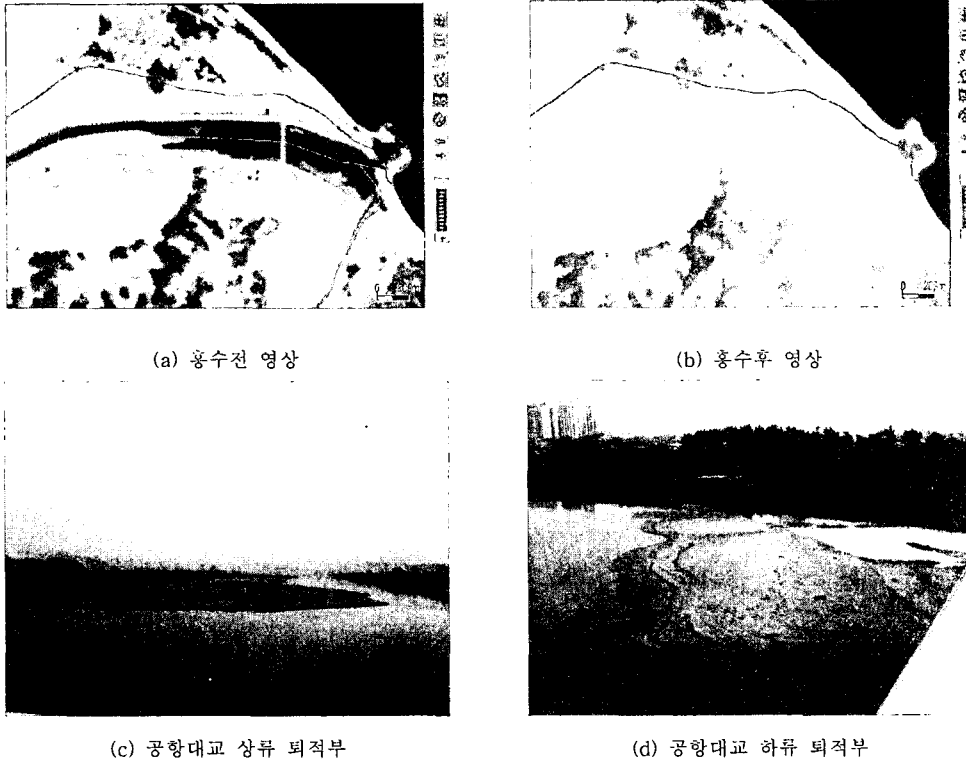
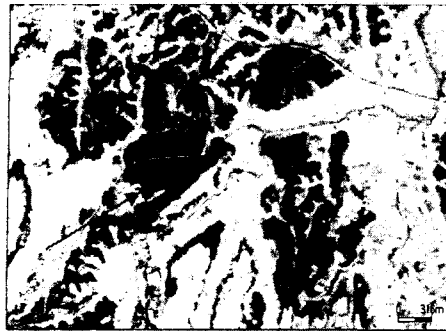


그림 5. 강릉 남대천 공항대교부근의 홍수전후 영상

공항대교 부근의 강릉시는 홍수류에 의한 침수피해와 더불어 다량의 토사유입으로 인해 도시가 전반적으로 높은 반사치로 나타나고 있어 건물 및 도로가 명확하게 구분되지 않고 있다. 또한 강릉남대천의 교량들 또한 하류의 공항대교를 제외하고는 퇴적물로 인해 구분하기가 곤란하였다. 그러나 하류부로 다량의 토사가 유입되었다는 것을 확인할 수 있으며, 그림(c), (d)와 같이 홍수 후 토사유입으로 인해 공항대교 상류와 하류 방향으로 커다란 퇴적부가 나타나고 있다. 현장조사 결과 공항대교 지점의 퇴적부 표면은 모래로 덮여 있었으며, 강릉남대천 하류부는 하구 파고의 영향으로 하구로 유출되지 못한 토사가 이 지점에서 집중적으로 퇴적된 것으로 추정된다. 유심부는 하도의 좌안에 형성되어 하도의 2/3 이상을 차지하고 있으며, 퇴적부의 길이는 추정결과 500m 이상으로 관측되었다.

(b) 장현저수지 붕괴 지점

그림 6에서 화살표는 흐름방향을 나타낸다. 그림(a)는 홍수이전 영상으로 장현저수지부분은 DN값이 작은 검은 부분으로 나타나 저수지임을 알 수 있다. 그러나 그림(b)와 같이 저수지 붕괴이후에는 그림(d)에서와 같이 저수지 물이 모두 유출되어 반사값이 큰 모래질 특성을 보이고 있어 영상에는 희게 나타나게 된다. 장현저수지는 조사 당시 저수지 물이 전량 유출되어 그림(b), (d)와 같이 저수지 내에 망사형의 하천이 새로 형성되어 있었다. 저수지 내의 토사는 붕괴단면의 오른쪽에 집중적으로 퇴적되어 있어서 붕괴 당시 흐름이 왼쪽에 집중되었음을 짐작할 수 있다. 장현저수지 직하류는 모래질의 토사가 1 m 이상의 두께로 쌓여있으며, 기초가 붕괴된 주택이 관찰되었다. 저수지에서 유출된 토사가 직하류의 마을을 거의 뒤덮고 있는 상황이다.



(a) 홍수전 영상



(b) 홍수후 영상



(c) 저수지 월류



(d) 저수지 붕괴후 촬영된 사진

그림 6. 장현저수지 붕괴 지점

3. 결론

본 연구는 KOMPSAT-1 영상을 이용한 태풍 피해 지역 분석을 위한 연구로서, 위에서 언급한 바와 같이 영상 자료가 광역적이고 가시적인 정보획득에 부분적으로 역할을 담당할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 위성영상을 이용한 홍수피해조사의 관건은 홍수전후의 해당지역에 대한 영상의 입수여부에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 국내 홍수피해조사를 위해서는 국내를 우선적으로 촬영할 수 있는 원격탐사위성의 보유가 무엇보다 중요하며, 향후, KOMPSAT-2 위성영상과 같은 고해상도(1m×1m)영상을 홍수피해지역에 대해 얻을 수 있을 경우, 홍수피해조사에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 공공기술연구회의 일반연구사업(사업명 : 위성자료 공공활용 연구 - 위성영상을 이용한 하천정보생산 및 활용에 관한 연구)의 연구비 지원에 의해 연구되었습니다.

참고문헌

- 손홍규, 장훈, 송영선(2003) 위성영상과 수치지도를 이용한 홍수지역 현황 분석, 2003년 공동 춘계학술대회 논문집, 한국지형공간정보학회, pp.35-39.
- 한국건설기술연구원(2002), 2002년 태풍 루사에 의한 강원도지역 대홍수.
- 한국수자원학회(2002). 2002년 홍수피해 종합 조사보고서