

LANDSAT TM 자료를 이용한 홍수흔적 분석

박병욱¹⁾, 김 철²⁾, 조효섭³⁾, 김계호⁴⁾

1. 서론

우리 나라는 여름철에 강우가 집중되고 있어 수자원 총량 중 약 20% 정도만을 이용하고 나머지는 손실되고 있으며, 매년 홍수피해 및 가뭄피해를 당하고 있어 효율적인 수자원관리가 요구되고 있다.

정부에서는 매년 홍수에 의한 피해 우심지역에 대해 수해 흔적조사 및 피해 우심지역 원인 규명과 대책 조사사업을 벌이고 있는데, 이와 같은 사업의 목적은 피해지역의 피해원인을 분석하여 이에 대한 적절한 대책을 강구하고, 차후의 국토개발계획 수립이나 건설시에 기본자료로 활용하는데 있다.

침수흔적조사는 현지답사에 의해 조사하는데 조사시점이 홍수가 난지 수개월이 지난 후이므로 현지에서 홍수흔적을 발견하기가 용이하지 않기 때문에, 대개 주민들의 경험에 의해 조사를 하고 있어 그 정확성에 큰 문제가 내포되어 있다.

이러한 현황조사를 객관적으로 정확히 파악할 수 있는 방법은 홍수 발생 후 2-3일 이내에 근적외선 칼라사진으로 항공사진 측량을 실시하는 것일 것이다. 그러나 현재 우리 나라의 경우 항공사진 촬영의 허가 절차가 까다롭고 복잡하여 적시에 촬영하기가 어려운 실정이며, 또한 비용도 많이 소요된다.

따라서 본 연구에서는 차선책으로 인공위성에 의한 탐사자료를 이용하는 방법을 적용하여 수치적 해석에 의한 피해분석의 타당성을 조사하고자 하였다. 물론 이 방법도 적시의 위성자료 획득 가능성이 문제시 될 수 있으나 앞으로의 위성 개발 추세에 비추어 볼 때 그 가능성이 매우 높다고 생각되므로, 현재까지의 위성자료 중에서 가장 적합한 자료를 선택하여 분석의 가능성을 제시하고자 하였다.

국외에서는 이미 위성자료를 이용한 홍수흔적 조사 및 강우 유출모형 개발을 위한 연구들이 진행되어왔지만, 국내에서는 유출모형 개발을 위한 연구만 시도되

-
1. 안성산업대학교 토목공학과 조교수
 2. 호남대학교 토목공학과 조교수
 3. (주)유니세크 대리
 4. (주)유니세크 대표이사

어 왔고, 실제 위성자료를 이용한 홍수흔적 분석에 대한 연구 사례가 없는 실정이다.

본 연구에서는 먼저 홍수 피해 현황을 조사하고 이 시기에 관측된 위성자료를 조사하여 가장 적합한 대상지역 및 시기를 결정하였다. 또한 보다 정확한 분석을 위하여 이와 비교할 평시의 위성자료를 선택하여, 각각 정밀 기하보정을 실시한 후 토지피복분류 작업을 실시하였고, 중첩분석을 통하여 홍수흔적 분석을 하였다. 이후 현지조사 자료와 비교 분석을 실시함으로써 인공위성 자료를 이용한 흔적조사의 타당성을 검토하였다.

2. 자료수집 및 분석

2.1 자료수집

홍수피해에 대한 조사기간은 최근의 자료가 신빙성이 높고 또한 오래 지난 자료보다는 자료의 정확도가 높다는 가정 하에서 1990년부터 1995년까지의 기간 중에서 전국을 대상으로 수집하였으며, 집중호우나 태풍을 중심으로 발생한 것을 조사하였다.

대부분 홍수피해가 크고 범람지역이 확실하다고 판단되는 지역을 선정한 후, 이 중에서 우선 홍수 당시의 인공위성 관측자료가 있고, 홍수가 발생한 후 그 피해 현황이 지도로 보전되어 있어서 추후 디지털타이핑에 의한 입력이 가능한 지역으로 선정함으로써, 원격탐사 자료에 홍수흔적의 현황도를 중첩하여 분석결과를 검증할 수 있도록 하였다.

위성자료에 대해서는 현재 이용 가능한 인공위성인 LANDSAT, SPOT, JERS에 대하여 그 동안 우리 나라의 관측현황 자료를 입수한 후, 홍수 발생시기에 촬영한 데이터를 찾고 이중 피해발생지역의 위성경로와의 일치여부 및 구름상태를 조사하여 최적의 영상자료를 선택하였다.

최종적으로 선택된 연구대상 지역은 1990년 9월 9일~9월 12일에 홍수피해가 발생한 충주댐의 하류지역, 즉 충청북도 충주시 일원이며, 위성자료로는 표 1과 같은 LANDSAT 5호의 TM 센서로 관측한 자료를 선정하였다. 평시자료의 선정은 각 피해시기와 계절이 같고 연수의 차가 되도록 적은 자료 중에서 구름상태가 양호한 것으로 하였다.

일반적으로 원격탐사에 의한 침수구역 조사에는 피해발생 후 5일 이내에 관측된 것이 좋은 것으로 알려져 있으나, 현재까지의 위성의 배치 및 회귀일수 조건으로는 우리 나라의 면적을 고려할 때 적절한 시기의 관측자료를 얻는 것이 매

우 어려웠다. 따라서 위의 위성자료가 피해발생 후 2주일이 지나 관측되었지만 그 중에서도 가장 적합한 자료이었기 때문에 이 자료를 대상으로 분석 가능성을 모색하였다.

구분	날짜	센서	Path	Row	구름량	Sub. No.	대상지역
홍수기	1990. 9. 26	TM	115	34	30%	3	충주시
홍수기 비교	1989. 10. 9	TM	115	34	0%	3	//

표 1. 최종적으로 선택한 인공위성 자료의 현황 (LANDSAT-5호)

2.2 분석과정

본 연구에 사용된 LANDSAT TM 자료는 공간해상력이 30m이며(band6은 120m), 총 7개 band로 구성되어 있는 래스터 형태의 자료이다. 이러한 자료의 분석을 위하여 영상처리 전용 소프트웨어인 ER Mapper를 사용하였으며, 현지조사 결과는 별도로 디지털화하여 벡터 자료화한 후 위성자료의 분석결과와 중첩하여 타당성을 검증하였다.

인공위성자료의 처리과정은 크게 전처리과정, 분류과정, 후처리과정으로 나눌 수 있으며, 구체적인 처리과정의 흐름도는 그림 1과 같다.

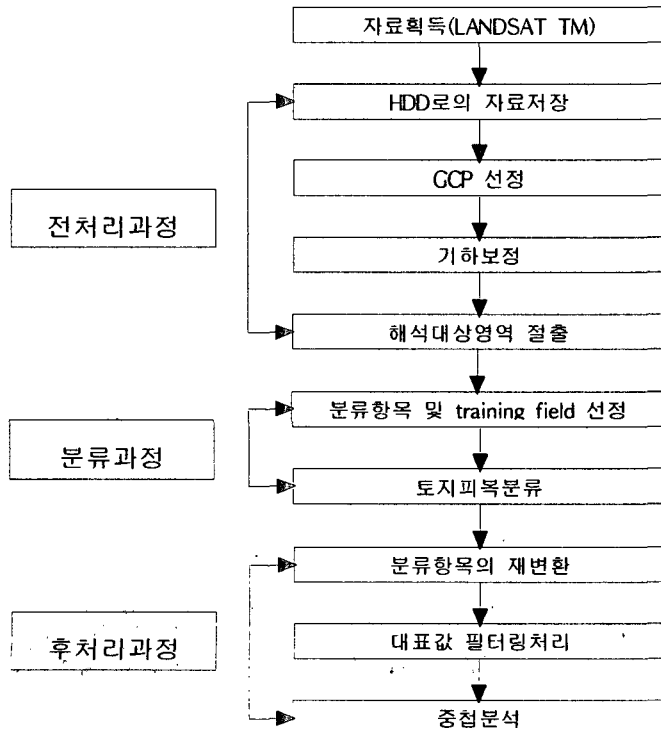


그림 1. 위성자료 처리과정의 흐름도

3. 홍수흔적 분석

홍수기 및 비교평시에 관측한 TM 자료에 대하여 각각 지상기준점(GCP)을 이용하여 affine 변환식으로 정밀 기하보정한 후 충주댐 하류의 남한강 수계를 중심으로 해석대상영역(1100line×700column)만 절출하였다. (그림 2, 그림3 참조) 이러한 해석대상영역에 대하여 7개 밴드와 사전확률을 이용하는 최대우도법을 적용하여 토지피복분류를 실시하였다.

분류항목으로 산림, 밭, 논, 도시, 물, 나지, 비경작 밭을 주요 분류항목으로 설정하였다. 한편, 홍수기의 자료에는 피해발생 후 2주일이 경과하였지만 일부 홍수흔적 형태가 뚜렷이 나타나고 있었으므로 이를 또한 하나의 분류항목으로 설정하였으며, 아울러 이 자료에는 약간의 구름 및 그 그림자가 존재하고 있어서 이들도 별도로 분류하였다. 실제 분류작업에 있어서는 분류항목간의 분리도를 고려하여 일부 항목은 세분류한 후 통합처리 하였다. 또한 혼합화소(mixel) 현상에 의한 오분류 요인을 소거하기 위하여, 분류된 결과에 대하여 윈도우내 가장 다수의 값으로 대체하는 majority 필터링(3×3)을 최종적으로 실시하였다.



그림 2. 홍수기의 해석대상영역(1990)

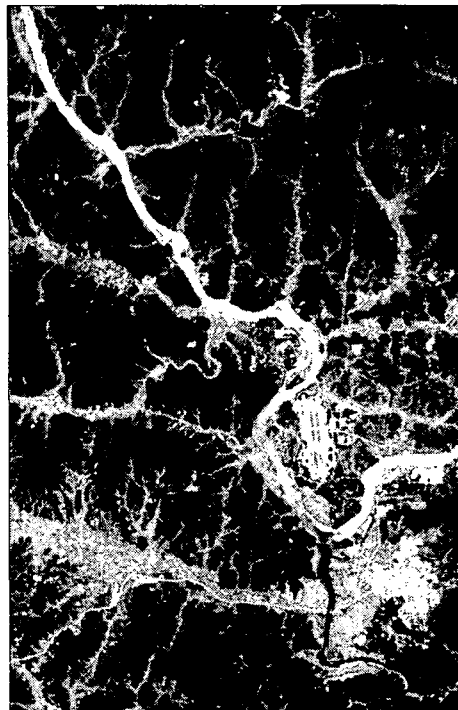


그림 3. 비교평시의 해석대상영역 (1989)

이와 같이 분류된 결과가 그림 4 및 그림 5이다. 대체적으로 1990년의 자료만으로도 홍수흔적지역을 추출할 수 있었으며, 더욱 구체적으로 규명하기 위하여 평시 및 홍수기의 분류결과를 중첩분석하여 그 변화추이를 분석하였으며, 그 결과를 <표 2>에 요약하여 나타냈다.

90년 89년	산림	밭	논	도시	물	나지	비경작 밭	흔적지 (추정)	구름	계
산림	331.4	14.5	3.1	0.2	0.6	0.2	2.2	1.4	2.0	355.7
밭	11.4	60.0	14.1	2.6	0.2	1.0	21.2	5.5	1.1	117.1
논	2.5	4.4	58.7	0.6	0.0	0.3	8.0	8.6	0.5	83.5
도시	0.0	0.2	0.1	9.3	0.8	0.3	2.1	1.1	0.1	15.1
물	0.0	0.0	0.0	0.1	12.0	0.3	0.0	0.4	0.1	13.0
나지	0.0	0.4	0.1	1.1	0.0	3.5	3.2	0.2	0.0	8.5
비경작 밭	3.2	7.6	2.7	2.4	0.1	0.7	12.3	3.3	0.3	32.5
계	348.6	87.0	78.7	6.2	13.7	7.3	49.1	20.6	4.2	625.4

표 2. 평시(1989) 및 홍수기(1990)의 토지피복변화 (단위 : km²)

여기서 보면 각 자료의 분류결과에서 약간의 오분류가 발생하였음을 알 수 있다. 이것은 물론 두 시기의 자료간에 기하보정이 아주 완벽하지 않음에도 기인할 수 있지만, 주로 특성이 유사한 분류항목 간에 분리도가 크지 않아 발생한 것들이다. 즉, 전반적으로 도시 및 나지, 비경작 밭들 사이에는 그 유사성이 상대적으로 크며, 또한 산림과 밭도 서로 유사한 패턴을 보이고 있다.

따라서 이들의 항목을 복합적으로 지니고 있는 혼합화소의 경우 상황에 따라 분류항목이 바뀌기 때문에 중첩분석시 오분류처럼 나타나게 되는 것이다. 또한 밭의 경우는 작물의 재배기간이 비교적 짧기 때문에 같은 시기라 할지라도 어느 해에는 작물이 재배되고 어느 해에는 재배되지 않는 경우가 발생하여 격년변화가 나타나게 된다.

본 연구의 목적이 홍수흔적조사에 있으므로 이와 부합하는 변화만을 홍수흔적항목으로 재분류하였으며, 그 결과를 그림 6에 나타냈다. 즉, 홍수흔적지역으로는 90년도 분류결과 중 흔적추정지와 90년에 새로이 물로 분류된 지역을 선정하였다. 그림 6에서는 홍수흔적지역을 강조하기 위하여 산림과 구름, 논과 밭을 통합하여 표시하였다.

그림에서 살펴보면 대체적으로 홍수흔적은 기존의 논과 밭에서 나타나고 있으며, 도시지역에서는 그 흔적을 발견하기가 어려웠다. 이는 홍수기의 위성관측자료가 홍수 발생 후 2주일이 지난 시점이었기 때문에 도시지역에서는 배수가 빨리 진행되어 그 흔적이 나타나지 않았고 농작물인 경우에는 침수피해로 인한

식물의 활력감소 및 토양의 수분함량이 포착되어 구별이 가능하였을 것으로 판단된다.

이상과 같은 홍수흔적 분석결과와 타당성을 검증하기 위하여 그림 6에 기존의 현지조사 결과를 중첩하여 표현한 것이 그림 7이다. 여기서 살펴보면 현지조사된 홍수 흔적지 중 배수가 빠른 일부지역이 위성자료 분석결과에서는 비경작 밭으로 분류된 곳도 있지만, 도시지역을 제외하고 전반적으로 현지조사 결과와 위성관측 자료에 의한 결과가 잘 부합되고 있음을 알 수 있다. 또한 현지조사시 파악되지 않은 지역들도 상당수 있음을 발견할 수 있어 위성관측 자료에 의한 분석의 객관성 및 타당성을 입증할 수 있었다.

4. 결론

대체적으로 홍수흔적 분석은 당해연도의 자료만으로도 어느 정도 분석이 가능하였으며, 주로 논과 밭 등 농작물에서의 흔적조사가 용이하였고, 도시지역에서는 배수가 빠른 관계로 본 연구에서처럼 2주일이 지난 시점의 자료로는 발견하기가 어려웠다. 이 결과를 현지조사한 결과와 비교해 본 결과 상당히 잘 일치하고 있으며, 현지조사시 파악하지 못했던 지역들도 상당수 있음을 알 수 있었다.

따라서 홍수흔적 조사에서는 발생 후 수개월 지나 실시하는 현지조사보다 위성자료를 이용한 분석이 훨씬 용이하고 객관적이며, 경제성과 정확성을 도모할 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 성과를 바탕으로 볼 때 홍수 발생 후 가급적 빠른 시일 내에 위성자료를 얻을수록 그 분석 정확도가 향상될 것임은 자명할 것이며, 따라서 적절한 인공위성 자료의 획득 가능 여부가 앞으로의 홍수피해 조사에의 활용에 크게 영향을 미치리라고 판단된다.

최근의 인공위성 개발 추세를 살펴보면 1992년 미국 상무부가 민간부문의 위성발사와 지구관측 자료 획득을 허가하는 "open skies" 정책으로 인하여, EarthWatch사 및 Space Imaging EOSAT사와 같은 민간기업에서 상업적 목적으로 공간해상력 1m 내외의 인공위성을 조만간 발사할 계획으로 있으며, 또한 이들은 다수의 인공위성을 동시에 쏘아 올려 관측주기를 최대한 단축시킴으로서 지구상 어느 지역이든 고객의 요구에 따라 2-3일 안에 관측할 수 있도록 하는 정책을 표방하고 있어 향후 이러한 고해상도의 인공위성 관측자료 입수가 원활할 것으로 예측되는바, 원격탐사에 의한 홍수피해 분석이 보다 정확하고 효율적으로 이용될 수 있으리라 기대된다.

- 참고문헌 -

1. 건설부, 1990 대홍수 - 수해흔적조사 및 피해우심지역 원인규명과 대책조사, 1991.
2. 박경윤 외, 원격탐사자료 응용기술 연구(Ⅲ) - 한강홍수위와 침수구역 조사, 과학기술처, 1988.
3. 박병욱, "수치위성자료를 이용한 광역의 토지피복분류 기법", 한국측지학회지, 제 14권, 제 1호, 1996, pp. 39-47.
4. 박병욱, "Landsat TM 자료를 이용한 광주시 환경변화 분석", 한국지형공간정보학회논문집, 제 4권, 제 1호, 1996, pp. 31-41.
5. 여화수, 박경환, 박병욱, "원격탐사의 동향과 고해상도 위성영상의 활용", 한국GIS학회지, 제 5권, 제 1호, 1997, pp. 89-98.
6. 幾志新吉, "洪水災害狀況の檢出", 日本リモートセンシング學會誌, Vol. 9, No. 4, 1989, pp. 55-57.
7. Ferguson, H. L., Deutsch, M., and Kruus, J., "Applications to Floods of Remote Sensing from Satellites", The Contribution of Space Observations to Water Resources Management, 1979, pp. 195-206.
8. Harker, G. R. and Rouse, J. W., "Flood-Plain Delineation Using Multispectral Data Analysis", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 43, No. 1, 1977, pp.81-87.
9. Kennie, T. J. M. and Matthews, M. C., Remote Sensing in Civil Engineering, John Wiley and Sons, 1985, pp. 294-295.
10. Luker, S., Samson, S. A. and Schroeder, W. W., "Development of a GIS Based Hydrologic Model for Predicting Direct Runoff Volumes", Geographic Information Systems and Water Resources, 1993, pp. 303-311.