

위성영상을 이용한 홍수해 모니터링 및 정보제공체계

Flood Monitoring and Information System Using Satellite Image

홍일표*, 편무욱**, 김창식***

Il Pyo Hong, Mu Wook Pyeon, Chang Sik Kim

요 지

위성영상 기술을 이용하여 홍수 발생시 홍수피해지역의 신속한 산출하고, 그 피해내용에 대한 파악을 위성 영상과 그 활용 기술을 이용하여 분석하고자 하였고, 지구관측 위성영상의 홍수방재 분야에서의 기술적 활용성을 살펴보고, 이를 바탕으로 위성영상을 이용하여 홍수피해 범위의 산출 및 피해내용의 산출을 위한 체계적인 공정을 수립하였다. 특히, 기존의 홍수해 방재 업무 중 위성영상을 이용하여 홍수해 분석이 가능한 항목과 범위를 도출하고 비광학 원격탐사의 대표적 기술인 레이더 영상의 분석 기술에 대해서 분석하여 악천후시의 홍수 추적에 활용하도록 정리하였다. 사례연구의 과거 중대 홍수지역 대상구역은 2002년 8월에 발생한 태풍 '루사'로 인해 가장 피해를 많이 입은 강원도 지역의 남대천 및 그 상류지역으로, 해당 지역에 대한 홍수 전후의 변화탐지 분석을 위성영상을 이용하여 수행하였으며, 위성영상 활용 기술의 실용성을 검증하였다. 또한 위성영상 기반 수해정보의 수집·생성 및 제공 체계를 제시하였다. 이러한 연구의 경제적인 측면의 활용성은 재난피해 저감으로 인한 사회비용 절감이라는 측면과 기술적인 측면에서는 아직 개발 초기 단계이지만 점증하고 있는 위성영상의 홍수재해분야 활용에 대한 기술적 기반을 제공에 있다.

본 연구결과는 홍수관리 뿐만 아니라 수자원의 계획 및 관리에도 활용될 것으로 판단되며, 특히 분석항목의 종류에 따라 적절한 영상을 사용하도록 유도함으로써 비용·효과의 측면에서도 중요한 참고 자료로 활용될 수 있다.

핵심용어 : 홍수 모니터링, 위성영상, KOMPSAT 영상, 홍수방재, 재해정보, 리모트 센싱

1. 서론

최근 들어 이상 기후로 인해 해마다 발생하는 홍수 재해는 엄청난 인명 및 재산 피해를 가져오고 있으며, 이의 복구를 위해서 천문학적 액수의 복구비용이 소요되고 있다(2003년 9월 발생한 태풍 매미의 경우, 사망 130명, 재산피해 4조 7810억, 복구비 6조 5580억 원 소요). 이러한 홍수해에 대한 대응을 위해 정부 및 지자체에서 많은 예산을 투입하고 있으나 홍수피해지역의 신속한 정량적·정성적 피해 산출에 어려움이 많은 관계로 효율적인 피해복구 및 보상지원 대응이 지연되고 있다. 이러한 이유로 인한 2차 피해 및 민원발생이 상존하고 있는 것도 사실이다.

본 연구에서는 위성영상 기술을 이용하여 홍수 발생시에 홍수피해지역의 신속한 산출 및 그 피해내용에 대한 파악을 위성영상과 그 활용 기술을 이용하여 분석하고자 하는 데 그 목표가 있다. 이를 위해서 본 연구에서는 지구관측 위성영상의 홍수방재 분야에서의 기술적 활용성을 살펴보고 이를 바탕으로 위성영상을 이용하여 홍수피해 범위의 산출 및 피해내용의 산출을 위한 체계적인 공정을 수립하였다. 그 과정에서 과거 중대 홍수지역을 대상으로 한 해당기술의 실용성을 검증하였으며, 최종적으로 이러한 홍수관련 위성영상 분석정보의 국내

* 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원·공학박사E-mail : iphong@kict.re.kr - 발표자

** 정회원·건국대학교 토목공학과 조교수·공학박사E-mail : neptune@konkuk.ac.kr

*** 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원·공학석사E-mail : kkumzigy@kict.re.kr

를 대상으로 한 공급 및 유통체계에 대해서 제안하고자 한다.

이러한 연구의 경제적인 측면에서의 필요성은 크게 재난피해 저감으로 인한 사회비용 절감이라는 측면과 2006년에 발사될 KOMPSAT-2의 활용성 제고로 인한 수입증대 효과로 설명될 수 있다. 또한 기술적인 측면에서의 본 연구의 필요성은 아직 개발 초기단계인 위성영상의 홍수재해분야 활용에 대한 기술적 기반을 제공에 대한 요구가 점점증하고 있다는 점에 있다.

2. 본론

연구의 최종 목표는 위성영상 기술을 이용하여 홍수 발생시에 홍수피해지역의 신속한 산출 및 그 피해내용에 대한 파악을 위성영상과 그 활용기술을 이용하여 분석하는 체계를 수립하고자 하는 데 있다. 이를 위해서 본 연구에서는 다음과 같이 세부 목표를 설정하고 연구내용을 수행하였다.

2.1 위성영상의 수리·수자원 분야 적용기술 분석

위성영상을 홍수해 방지에 이용하기 위한 기초 연구 단계로 고해상도 위성영상, 다중분광영상, 레이더 영상, 항공사진 등의 센서를 이용한 홍수피해 산출 기술을 조사하고 이와 함께 이종 영상간의 합성 기술에 대하여 정리하였다. 특히, 기존의 홍수해 방제 업무 중 위성영상을 이용하여 홍수해 분석이 가능한 항목과 범위를 도출하고 비광학 원격탐사의 대표적 기술인 레이더 영상의 분석 기술에 대해서 분석하여 악천후시의 홍수 추적에 활용하도록 정리하였다. 또한 일단위 홍수범람 지역의 갱신을 위해서 전체 위성 센서별 홍수재해 대응에 관련된 정보 도출 항목을 축척과 용도별로 정리하였다.

<표1> 축척별·용도별 위성선택 기준지표

적용 부분 (Application)	축 척 (Scale)						
	1/5,000	1/10,000	1/25,000	1/50,000	1/100,000	1/250,000	1/500,000
다시기 공간지도			RADARSAT	ERS ENVISAT RADARSAT	RADARSAT	ENVISAT RADARSAT	
지상기준점 추출				ERS ENVISAT			
토지피복도 지 질 도	IKONOS SPOT5	QUICK BIRD IKONOS SPOT5	SPOT5 SPOT1/2/3/4 RADARSAT	SPOT1/2/3/4 LANDSAT TM IRS ERS ENVISAT RADARSAT	RADARSAT	LANDSAT MSS ENVISAT ASAR RADARSAT	MERIS IRS
변화탐지도			SPOT1/2/3/4 RADARSAT	SPOT1/2/3/4 LANDSAT TM IRS ERS ENVISAT RADARSAT	RADARSAT		
통신망	QUICK BIRD IKONOS SPOT5	QUICK BIRD IKONOS SPOT5 IRS	SPOT5 SPOT1/2/3/4 LANDSAT 7	SPOT1/2/3/4 LANDSAT TM IRS			
D E M 경 사 도 수계망도 3D 지도	LKONOS	IKONOS SPOT 5	SPOT 5 SPOT1/2/3/4 RADARSAT	SPOT1/2/3/4 ERS ENVISAT RADARSAT			

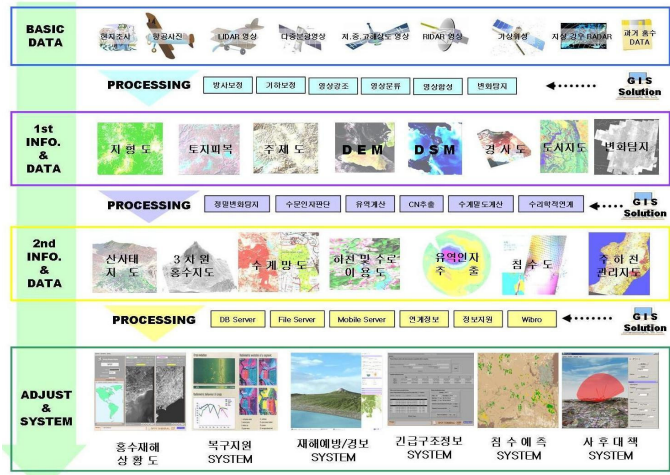
범례	지도적 결과	주제별 결과	벡터적 결과
----	--------	--------	--------

해당 연구결과는 홍수관리 뿐만 아니라 수자원의 계획 및 관리에도 활용될 것으로 판단되며, 특히 분석항목의 종류에 따라 적절한 영상을 사용하도록 유도함으로써 비용·효과의 측면에서도 중요한 참고 자료로 활용될 것으로 판단된다.

2.2 위성영상을 활용한 수해분석과정 개발 및 적용

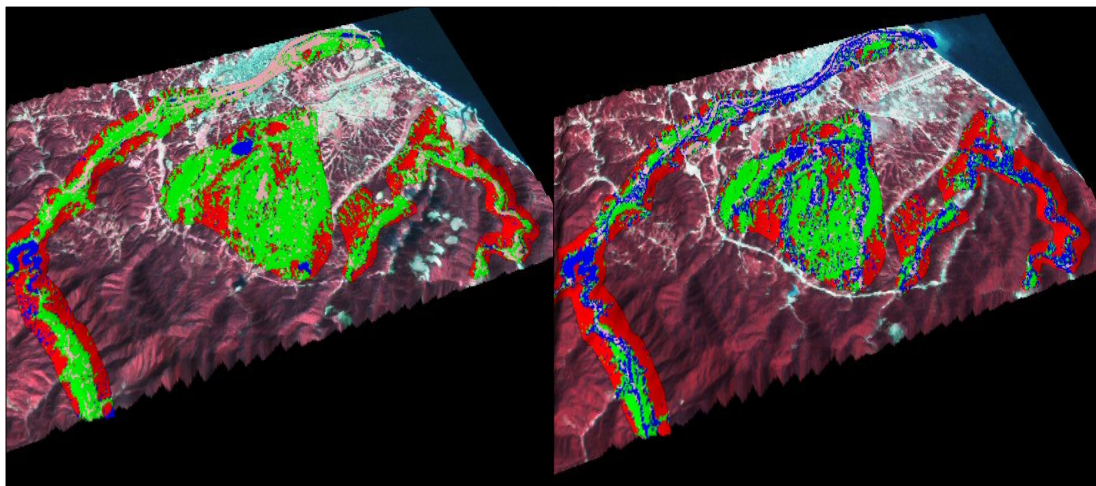
현재 국내에서 위성영상을 활용한 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 홍수해에 대한 활용은 아직 초기 단계인 실정이다. 그 이유는 홍수해 분석에 필요한 위성영상의 해상도 문제, 황천 시 관측 능력의 저하 문제, 위성주기의 밀도가 떨어진다는 점 등 여러 가지 문제가 존재해 왔다.

이러한 배경에서 홍수 모니터링을 위해 반드시 필요한 것이 다양한 센서에서 취득된 영상에 대한 통합된 공정에 대한 연구이다. 이 공정은 일일단위 홍수 범람도 제작과 함께 각종 홍수예방에 관련된 수문자료의 추출을 목표로 한다. 이에 따라 각종 센서로부터 취득되는 영상의 처리 공정을 조사하여 정리하고 이를 전체적인 체계로 통합한 공정을 개발하여 제안하였다. 이 과정에서 홍수 전후의 모니터링 기술에 대한 표준화된 공정과 단계별을 기술 및 데이터의 요구 기준을 제시하고 이의 일부 공정을 과거 중대홍수 발생지역을 대상으로 실험하였다.



<그림 1> 수해분석과정

실험대상 지역은 2002년 8월에 발생한 태풍 '루사'로 인해 가장 피해를 많이 입은 강원도 지역의 남대천 및 그 상류지역으로, 해당 지역에 대한 홍수 전후의 변화탐지 분석을 KOMPSAT-1 위성영상과 TM 위성영상을 이용하여 수행하였다. 이 과정에서 하천 주변의 현장 사진을 입수하여 홍수 전후의 영상과 비교하여 분석을 수행하였고 하천 주변의 토지피복 변화도 함께 분석하였다.



<그림 2> 홍수전후 3차원 종합영상

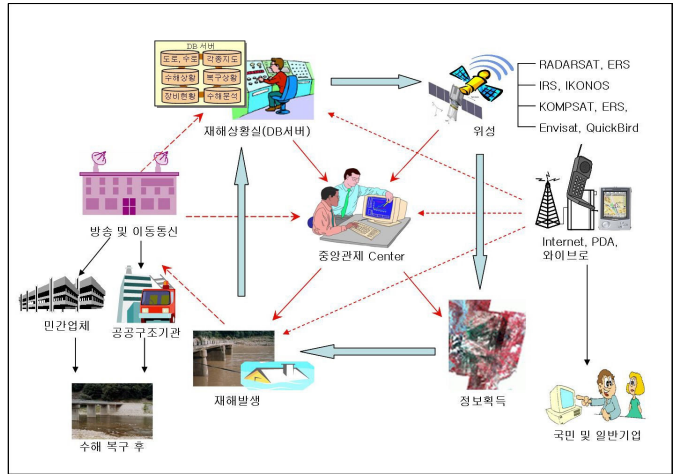
이러한 과정에서 도출된 연구결과는 향후 홍수피해지도의 신속한 작성을 통해 재난지역의 신속한 지정, 피해정도의 산정, 장기간의 데이터 축적을 통한 홍수피해 예방, 수변시설의 계획, 거시적인 치수계획 등에 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

2.3 위성영상 기반 수해정보의 수집·생성 및 제공체계

현재 UN 산하의 국제기구와 아태지역의 태풍대응 기구 및 각국의 재난대응기구에서는 홍수해에 대한 피해 분석 및 대응체계의 운용 및 구축이 진행되고 있다. 특히 프랑스 등의 선진국에서는 일일단위 홍수지도 작성으로 수많은 연구가 진행되고 있고, 더 나아가 UNOSAT과 같은 국제 대응기구에서는 365일 24시간 전 세계 재난 발생 상황에 대한 영상을 취득하여 신속하게 공급하고 있다.

이러한 국제기구와 각국의 재난대응체계 내용을 수집하여 분석하고 현재 통합재난대응체계를 구축중인 우리나라의 상황도 함께 파악하였다. 또한 향후 이러한 제공 및 전달 기술에 필요한 GPS, Wibro, 유비쿼터스, 기타 IT 및 정보통신기술 등의 기술 요소를 도출하고 각각의 세부 기술에 대한 내용을 조사하였다. 이를 바탕으로 홍수관련 영상정보의 제공 및 대응체계의 단계별 구조와 그 정보의 전달 흐름에 대해서 연구하고, 수해정보 제공체계를 제시하였다.

이러한 정보제공체계를 통해 다양한 센서로부터 수집된 위성영상을 처리하여 유관기관 및 대국민에 대해 홍수피해 관련 정보를 신속하고 정확하게 전달함으로써 홍수 피해 저감과 예방에 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 3> 위성기반 수해정보 제공체계

3. 결론 및 고찰

지구관측 위성영상의 홍수방재 분야에서의 기술적 활용성을 살펴보고 이를 바탕으로 위성영상을 이용하여 홍수피해 범위의 산출 및 피해 내용의 산출을 위한 체계적인 공정을 수립하였다. 그 과정에서 과거 중대홍수지역을 대상으로 한 해당기술의 실용성을 검증하였으며, 최종적으로 이러한 홍수 관련 위성영상 분석 정보의 국내를 대상으로 한 공급 및 유통 체계에 대해서 제안하였다.

구분	세부 연구 목표	연구 내용
1	위성영상의 수리/수자원 분야 적용기술 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 위성영상을 이용한 홍수해 분석 기술 조사 정리 - 광학위성 및 레이더 영상의 홍수해 관련 활용 사례 및 기술 요소 조사 - 하천 주변 지형파악을 위한 DEM 추출기술
2	위성영상을 이용한 수해분석 공정 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 위성 센서별 분석 공정 수립 - 하천 주변 토지피복 추출을 통한 변화탐지 - 홍수해 관련인자 도출을 위한 표준 통합 공정 제시 - 루사 피해 발생 지역을 대상으로 한 홍수 모니터링의 실제 적용
3	위성영상기반 수해 정보의 수집/생성 및 제공 체계 제안	<ul style="list-style-type: none"> - 선진국 및 국제기구의 수해정보기구 및 체계 조사 - 정보서비스에 필요한 IT 및 인터넷 요소기술 제시 - 국내 실정에 적합한 정보제공체계의 작성 및 제시

향후 연구결과는 크게 방재대응 분야와 국내 위성의 응용확산 분야로 활용될 수 있다. 방재대응 부분에서 있어서는 ① 홍수해 발생시 범람지역의 신속한 분석을 통한 인명·재산 피해 최소화, ② 재난지역 범위의 신속한 추출을 통한 정부 및 지자체 보상업무 활용, ③ 재해발생시 사회기반시설 피해의 신속한 파악, ④ 소방방재청 등 정부기구 등과의 연계성을 통한 안정적 정보 서비스 센터 운용의 형태로 활용될 수 있고, 응용확산 부문에서는 ① 국제 재난공동대응 프로그램과의 연계성을 통한 KOMPSAT 영상의 국제적 활용, ② 산불, 해난 등의 여타 재해부문에 응용 및 확산, ③ 홍수보험을 위한 홍수지도 작성 및 공급, ④ 인터넷 및 모바일 망을 이용한 대민 서비스를 통해 국민 생활안정에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 양인태, 김홍규, 신계종, 1999, 다시기 원격탐사 영상의 퍼지 감독 분류 결과를 이용한 토지피복 변화탐지 기법의 개발, 대한토목학회, 19(4), p.687-694.
2. 서기원, 2002, LnadSat 7 ETM+ 와 KOMPSAT EOC 영상자료를 이용한 다중분해능 영상 분류결과와 토지 이용현황 주제도 대비분석, 한국GIS학회, 10(2), p.331-363.
3. 김지은, 이근상, 조기성, 장영률, 2000, 섬진강 유역 수문인자 추출을 위한 GIS와 RS의 활용, 한국GIS학회 8(2), p.257-274.
4. 광두안, 이우균, 손민호, 정밀 산림조사를 위한 LiDAR 및 디지털 항공사진의 응용에 관한 연구, 고려대학교 환경생태공학부, p.1-4.
5. 이성순, 지광훈, 2001, KOMPSAT EOC 영상과 항공사진을 이용한 정밀변화탐지 기법연구, p.23-33.
6. 한국건설기술연구원, 2002, 2002년 태풍 루사에 의한 강원도 지역 대홍수, p.1-152
7. 한국수자원공사, 2002, 홍수지도제작(한강유역권 시범제작), p.1-370.
8. 최철용, 1999, 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구, 부산대학교, 박사학위논문.
9. 어수영, 1998, 수치위성영상을 이용한 수문지형정보추출에 관한 연구, 연세대학교, 석사학위논문.
10. 국립방재연구소, 2001, 종합재해경보전달체계 구축방안에 관한 연구, p.1-119.
11. 이미선, 박근애, 김성준, 2004, 위성영상과 수문모형을 이용한 태풍 RUSA 전·후의 수문변화분석, 대한토목학회, 2004 정기학술집, p.807-812.
12. 윤근원, 윤영보, 박종현, 2003, LANDSAT TM을 이용한 홍수지역의 변화탐지, 한국지형공간정보학회 11(2), p.47-52.
13. 한국지질자원연구원, 2005, 산사태 등 자연재해로 발생한 하천 퇴적 지질환경 변화 탐지, 과학기술부.
14. 김경남, 1995, 항공사진을 이용한 하상미지형의 판독, 강원대학교 대학원 석사학위 논문.
15. 김윤중, 김원영, 유일현, 1993, 지질재해 분석을 위한 GIS 응용연구, 한국GIS학회지, 1, p.89-94.
16. 정보통신부·전파연구소, 2004, 위성영상 처리 기술 현황 및 향후발전방향, 한국전자통신연구원.