

## 지형공간정보를 활용한 수치영상기반의 다목적 재해정보지도 구축

윤희천<sup>1</sup> · 민관식<sup>2\*</sup> · 김민규<sup>1</sup>

### Construction of Multi-purpose Hazard Information Map Based on Digital Image Using Geospatial Information

Hee-Cheon YUN<sup>1</sup> · Kwan-Sik MIN<sup>2\*</sup> · Min-Gyu KIM<sup>1</sup>

#### 요 약

전세계적으로 지구온난화에 따른 기상이변으로 자연재해의 발생빈도가 증가하고 있는 가운데 최근 한반도에서는 계절성 집중호우 및 태풍에 의한 대규모 홍수 및 산사태로 인하여 많은 피해가 발생하였다. 해마다 반복되는 이들 자연재해에 대해 예방대비 및 대응을 위해서는 기존의 재해정보에 대한 체계적 관리 및 고도화와 함께 재해관리 전반의 개선이 요구되고 있다. 본 연구에서는 자연재해에 대한 지역별 특성을 고려한 재해관리 및 대응기능 강화와 재해 현장에 필요한 정보를 효과적으로 제공하기 위한 방안으로 수치영상 기반의 다목적 재해정보지도를 구축 하였다. 최신의 지형공간정보와 재해속성정보의 융합을 통해 구축된 새로운 개념의 다목적 재해정보지도는 피해현황 및 상황의 가독성을 높여 피난활용 및 신속한 의사결정지원 등에 활용할 수 있어 향후, 재해정보관리시스템 및 피해조사시스템 개발시 유용한 정보로 사용될 것이다.

주요어 : 다목적 재해정보지도, 수치영상, 재해속성정보, 지형공간정보

#### ABSTRACT

As global warming has caused the number of abnormal changes in climate to increase throughout the world, much damage has occurred recently in Korean Peninsula which results from unexpected heavy rains, landslides, and floods from typhoons. To prevent and cope with these annually repeated natural hazards, the overall improvements are needed, including systematic management of the existing natural hazard information and improvement of hazard information. In this study, multi-purpose hazard information map based on digital image was constructed as an effective way to enhance hazard

2010년 7월 26일 접수 Received on July 26, 2010 / 2010년 8월 23일 수정 Revised on August 23, 2010 / 2010년 9월 6일 심사완료 Accepted on September 6, 2010

1 충남대학교 토목공학과 Dept. of Civil Engineering, Chungnam National University

2 고원항공정보 GIS연구소 Go-One Aerial Information Co., LTD

\* 연락처 E-mail : geodesy@naver.com

management considering regional characteristics and hazard response capabilities in the field. Multi-purpose hazard information map with a new concept by fusion of geospatial information and hazard attribute information is able to support quick decision for hazard management making and development of hazard information system.

**KEYWORDS** : *Multi-purpose Hazard Map, Digital Image, Hazard Attribute Information, Geospatial Information*

## 서 론

최근 들어 지구온난화 및 기상이변에 따른 환경 및 생태계의 변화로 자연재해가 증가하고 있는 가운데 우리가 살고 있는 한반도 주변 또한, 태풍 및 집중호우로 해마다 인명 및 재산의 피해가 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 이들 반복적인 재해로부터 생명과 재산을 보호하고 재해의 효과적인 관리를 위해서는 사전예측을 위한 과학적인 분석시스템 구축이 필요하나 대부분의 재해에는 많은 변수와 불확실성이 존재하기 때문에 현재의 지식으로는 재해를 예측하기에는 한계가 있다. 또한, 재해유형의 복잡화 및 다양화로 인한 사전 재해예방 및 복구 관리에 필요한 정보가 방대해짐에 따라 이들 재해정보에 대한 신속하고 정확한 재해 규모의 조사 분석을 통한 효율적인 재해관리와 복구대책 수립에도 많은 어려움을 겪고 있다.

이에 국가 및 지방자치단체를 중심으로 각종 재해지도를 작성하고 있으나 아쉽게도 행정적 활용에 머무르고 있고, 재해지도에 대한 전문 지식이 없는 일반인이 활용하기에는 부족한 면이 있다. 재해지도는 재해관련 당사자의 입장에서 누구나 보기 쉽고 이해하기 쉬워야함으로 도식에 의한 지도 형식의 재해지도 보다는 시각적으로 재해지역 정보를 쉽게 인지할 수 있는 새로운 유형의 재해지도가 필요하다.

최근 우리나라에서는 침수지역을 표시하는 홍수재해지도의 활용 및 작성방법에 많은 관심을 기울이고 있으며, 홍수에 의한 범람 구역 및 재해지도 작성에 있어 GIS를 접목한 연구는 1990년대에 들어 본격적으로 진행되어 왔다.

국내의 경우, 국립방재연구소(2000)는 1999

년에 홍수정보관리시스템을 시범 구축하면서 대피장소나 수리·수문관측소 위치 및 기타 정보를 포함하는 종합적인 홍수재해지도를 작성하였다. 또한, 건설교통부와 한국수자원공사(2002)는 한강 유역권의 홍수지도를 시범 제작하고, 하천 홍수시물레이션 범람연구를 수행한 바 있으며, 윤희천 등(2003)은 항공 LiDAR데이터를 이용하여 지형정보를 구축하고 범람 발생형태에 따른 가상홍수 시나리오를 작성하여 범람의 진행과정을 모니터링 하였다. 국외의 경우, Evans *et al.*(1983)은 영국의 Whitham 강에서 1차원 유한차분모형을 이용하여 홍수와 범람해석을 실시하였으며, 미국육군공병단 수문국(1994)에서는 HEC-2와 GRASS를 연계한 홍수해석모형을 연구한 바 있다. Bates and De Roo(2000)은 항공사진과 SAR를 이용한 래스터 기반의 침수 시물레이션 모델을 개발 하였으며, Syme *et al.*(1994)은 Bangladesh의 홍수관리 모형을 위해서 MIKE-11과 Arc/Info를 연계하여 해석하였다.

한편, 재해정보를 시계열 및 면적으로 넓게 파악하고자 할 때에는 수치영상의 역할이 매우 크며 수치영상을 이용한 피해 전·후의 상황 비교를 통해 피해분포 및 재해특성을 파악할 수 있다. Geoffrey *et al.*(2002)은 항공사진 해석을 이용하여 유수의 흐름경로 및 유역에 대한 홍수추론 모델링을 수행한 바 있고, Kaab(2000)은 항공 사진지도를 이용하여 재해의 가능성을 제공하고 위험에 대한 상황변화를 모니터링 하였다. 국내에서는 강인준 등(1992)이 항공사진판독에 의한 자연재해예측을 위한 기초적 연구를 통해 사진 자료에 의해 경사도, 토질특성, 피복상태의 상관관계 규명을 수행한 바 있으며, 이강원(2006)은 GIS 다중자료를 이용한 재해탐지체

계에서 산림지역의 정사항공사진을 이용하여 산 불피해 전·후의 식생현황을 판독하였다.

본 연구에서는 자연재해 및 재난에 대해 과학적인 방재 대책의 일환으로 수치지형도와 중앙정부 및 지자체에서 보유하고 있는 수치영상 등의 지형공간정보에 재해속성 데이터를 융합시켜 새로운 개념의 다목적 재해정보지도(MHIM : multipurpose hazard information map)를 구현하고자 한다. 새로운 다목적 재해정보지도에는 재해관련 당사자들이 편리하게 사용할 수 있는 재해관련 항목들을 포함하고 있어 향후, 재해정보관리시스템 및 피해조사시스템(damage survey system) 개발 시 유용한 정보로 활용될 수 있을 것이다.

## 연구대상지

연구 대상지역인 전라북도 장수군 계북면 일원은 경도 127° 35' ~ 127° 42', 북위 35° 45' ~ 35° 49' 에 위치하고 있는 전형적인 산악지형으로 기반암은 화강암질 편마암으로 이루어져 있으며 면적은 91.12km<sup>2</sup>이다. 도양은 화강암류가 침층풍화하여 생긴 적황색토가 주를 이루고 있다. 표 1은 연구대상지 행정구역 및 리별 면적을 나타내며, 그림 1은 대상지역의 행정구역을 나타내고 있다.

TABLE 1. 연구대상지역 행정구역 및 면적

행정 구역			
군	면	리	면적(km <sup>2</sup> ) / 둘레(km)
장수군	계북면	월현리	4.85 / 9.94
		매계리	3.98 / 12.42
		농소리	6.95 / 12.18
		어전리	6.81 / 15.52
		임평리	6.47 / 15.89
	장계면	원촌리	11.41 / 20.39
		양악리	15.46 / 20.35
		금곡리	6.49 / 13.11
	천천면	무농리	3.27 / 10.12
		금덕리	4.96 / 11.13
진안군	동향면	오봉리	8.56 / 16.60
		신송리	11.91 / 18.16
연구대상지역 총 면적 및 둘레			91.12 / 54.91

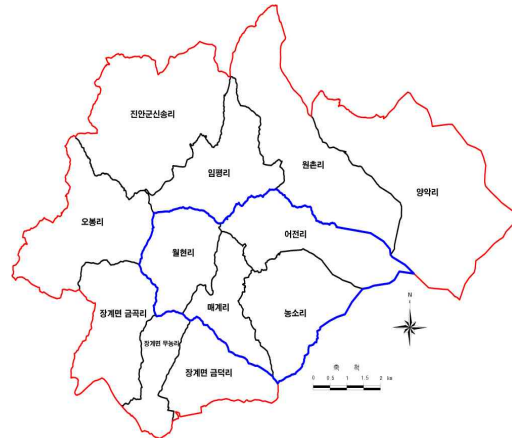


FIGURE 1. 행정구역 표기

대상지역 하천 유역의 행정구역 현황은 전라북도 장수군 계북면 7개리, 장계면 3개리, 천천면 오봉리 및 진안군 동향면 신성리로 형성되어 있으며 계북천 유역의 65.64%를 차지하는 장수군 계북면(27.85km<sup>2</sup>)에는 397세대 1,007인이 거주하고 있는 것으로 나타났다. 표 2는 대상지의 행정구역별 세대수 및 인구현황이다.

TABLE 2. 행정구역별 세대수 및 인구현황

유역명	시·군	읍·면	면적(km <sup>2</sup> )	세대수	인구 수		
					계	남	여
		계	42.43	628	1,619	799	820
계북천	장수군	계북면	27.85	397	1,007	497	510
		장계면	2.46	69	188	94	94
		천천면	6.14	79	203	101	102
	진안군	동향면	5.98	83	221	107	114
백암천	장수군	계북면	6.47	153	399	195	204
		진안군	동향면	5.12			
연동천	장수군	계북면	6.95	105	265	131	134

대상지인 장수군 계북면 주변의 기후는 내륙 분지가 많은 남부내륙형 기후구에 속하며 연평균기온은 12~13°C, 연평균강수량은 1,300mm 내외로 겨울에 눈이 많고, 여름에는 집중호우가 빈번하여 하천범람 및 산사태가 발생하는 경향이 있어 재해정보지도 제작을 위한 대상지로 선정하였다. 표 3은 대상지역인 장수군 및

인접 임실군 강우관측소 현황이며, 표 4는 장수관측소의 2004년부터 2008년까지의 기상현황을 나타낸다.

TABLE 3. 강우관측소 현황

관측소	위 치	북 위	동 경	관측 개시일	해발고 (E.L.m)
임실	임실군 임실읍 이도리390	35° 37'	127° 17'	1969.5.11	246.9
장수	장수군 장수읍 선창리373-3	35° 39'	127° 31'	1988.1.1	407.0

TABLE 4. 장수관측소 기상현황

연/월	기온 (°C)	강수량 (mm)	상대 습도 (%)	해면 기압 (hpa)	이슬점 온도 (°C)	일조 시간	최심 적설 (cm)	풍속(m/s)	
	평균	평균	평균	평균	평균	최대	평균	최대	
2004	10.9	1,398.3	72.6	1,016.5	5.4	2,183.6	23.3	1.7	5.8
2005	10.2	1,431.6	71.8	1,016.3	4.5	2,132.2	15.5	1.8	4.7
2006	10.8	1,354.2	73.0	1,016.2	5.4	2,000.8	21.0	1.6	8.2
2007	11.2	1,563.3	73.1	1,016.0	5.8	1,831.8	13.4	1.6	4.7
2008	10.9	863.4	71.3	1,016.4	5.0	2,054.3	12.7	1.7	8.8

연구대상지인 계북면에 위치한 하천으로는 계북천, 백암천 및 연동천이 있으며, 이들 하천은 동북쪽의 남덕유산(1,507m)에서 발원하여 서쪽으로 흘러서 장수군 천천면을 거쳐 금강(지방2급)으로 유입하며, 유역 형상은 대체적으로 수지상(dendritic)이지만 홍수기 시 중앙 집중 형태의 양상을 갖는 지역이다. 그림 2에 대상지역의 하천 수계도를 나타내었다.

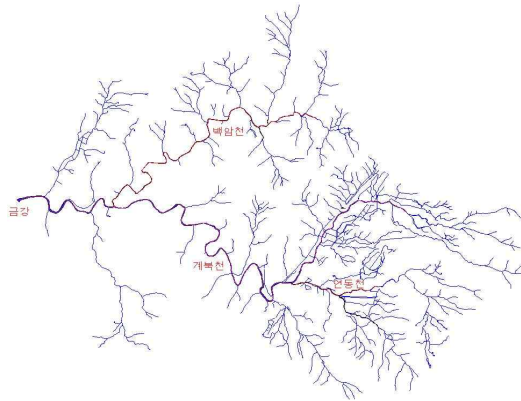


FIGURE 2. 하천 수계도

## 자료구축

### 1. 유역면적 및 유로연장

하천 및 유역의 유출특성 및 규모를 분석하고 이해하는데 있어 중요한 인자로는 유역면적, 유로연장, 유역평균폭 및 형상인자 등이 있다. 유역면적 및 유로연장은 하천의 발원지에 따라 차이가 있을 수 있는 것으로 유역면적이란 해당 하천으로 강수가 유입되는 집수구역의 평면상 면적으로 유역분수계로 이루어지는 폐곡선내의 평면적을 말한다. 보통 인접한 두 유역의 경계는 산마루가 되며, 유역면적은 하도면적과 유역간 면적으로 나누어진다.

본 연구에서는 각 하천별 합류지점을 산정지점으로 하여 각 지점별 유역면적, 유로연장, 유역 평균폭 및 형상인자를 구하였으며, 그 결과는 표 5와 같다.

TABLE 5. 대상지역 유역면적 및 유로연장

구 분	계북천	백암천	연동천
하천등급	지방2급	지방2급	지방2급
산정지점	금강합류점	계북천합류점	계북천합류점
유역면적 (A,km <sup>2</sup> )	42.43	10.97	7.33
최원유로연장 (L,km)	15.49	7.57	4.46
유역평균폭 (A/L,km)	2.74	1.45	1.64
형상인자 (A/L <sup>2</sup> )	0.18	0.19	0.37

### 2. 기하학적 특성

하천지형의 정량적 표현으로 기존에는 지형의 특징이나 발달과정을 정성적으로 설명하였으나 최근에는 홍수로 인한 산지의 침식 및 붕괴 인자의 표현으로 기하학적 특성을 설명하고 있다.

지형에 따라 변하는 강우, 증발, 식생 및 수문사상 등에 영향을 미치는 표고는 수치표고모형을 이용하여 산정하였다. 표 6에 계북천, 백암천 및 연동천 합류지점에서의 경사별 추가면적 분포를 나타내었다.

TABLE 6. 하천경사별 누가 면적비

하천명	경사별 누가 면적비 (%)					
	≥1000%		≥900%		≥800%	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
계북천	0.74	1.74	1.38	3.25	2.25	5.30
백암천	-	-	-	-	-	-
연동천	-	-	0.06	0.82	0.32	4.37

하천명	경사별 누가 면적비 (%)					
	≥700%		≥500%		≥100%	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
계북천	3.64	8.58	23.45	55.28	42.35	99.84
백암천	0.20	1.82	5.82	53.05	10.94	99.72
연동천	0.91	12.41	5.17	70.53	7.30	99.59

### 3. 평균표고 및 평균경사

평균표고 및 평균경사는 유역의 지표면 및 입체적 특성을 나타내는 것으로 홍수유출 및 토사의 침식 등과 관계가 있는 인자로서 유역 평균표고는 수치표고모형의 각 셀에 해당하는 표고값을 산술평균하여 계산하였다. 표 7은 하천유역의 평균표고 및 평균경사이다. 그림 3~그림 5는 각각 대상하천 유역 표고 분석, 유역 경사도 분석 및 유역의 경사방향 분석을 나타내고 표 8은 표고, 경사도 및 경사방향 범례를 표시한 것이다.

TABLE 7. 하천유역의 평균표고 및 평균경사

하천명	산정 지점	유역 면적 (Akm <sup>2</sup> )	평균 표고 (m)	유역평균경사	
				(%)	(°)
계북천	금강 합류점	42.43	535.68	36.48	20.04
백암천	계북천 합류점	10.97	507.27	39.45	21.53
연동천	계북천 합류점	7.33	573.86	35.84	19.72

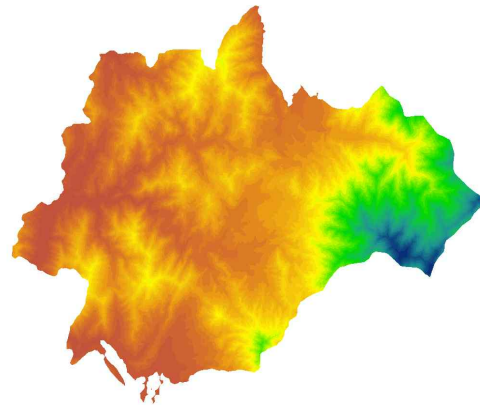


FIGURE 3. 대상 유역의 표고 분석

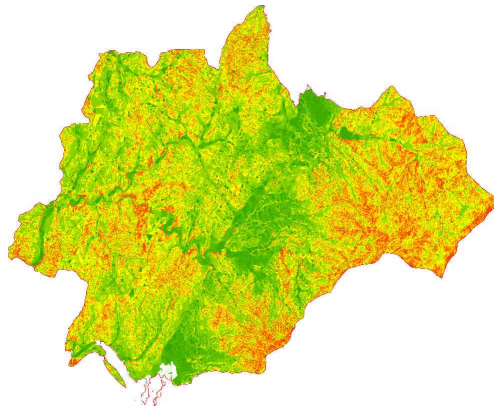


FIGURE 4. 대상 유역의 경사도 분석

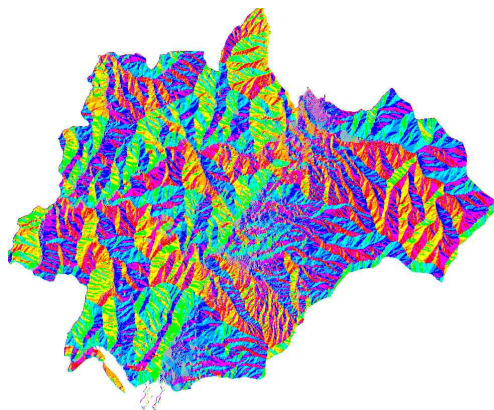


FIGURE 5. 대상 유역의 경사방향 분석

TABLE 8. 표고, 경사도 및 경사방향 범례표

표고(m)	경사도	경사방향
290~415	0~15	North
415~510	15~25	East
510~605	25~30	South
605~750	30~35	West
750~850	35~45	NorthWest
850~1000	45~90	SouthEast

4. 토지이용 현황

산림지역과 농경지(전, 답 및 과수원) 등으로 이루어진 대상지역은, 전체적으로 산지에서는 비교적 급격한 경사를 농경지 구간에서는 완만한 경사를 이루고 있다. 계북천 유역의 토지이용현황은 총 유역면적 42.43km<sup>2</sup>중 임야 31.70km<sup>2</sup>(74.71%), 농경지 8.91km<sup>2</sup>(21.0%), 대지 0.93km<sup>2</sup>(2.19%), 기타 0.64km<sup>2</sup>(1.51%)를 점유하고 있는 것으로 나타났으며, 백암천 유역의 토지이용현황은 총 유역면적 10.97km<sup>2</sup>중 임야 8.51km<sup>2</sup>(77.57%), 농경지 2.15km<sup>2</sup>(19.60%), 대지 0.11km<sup>2</sup>(1.00%), 기타 0.14km<sup>2</sup>(1.28%)를 점유하고 있는 것으로 나타났다.

연동천 유역의 토지이용현황은 총 유역면적 7.33km<sup>2</sup> 중 임야 5.09km<sup>2</sup>(69.4%), 농경지 2.02km<sup>2</sup>(27.56%), 대지 0.08km<sup>2</sup>(1.09%), 기타 0.11km<sup>2</sup>(1.50%)를 점유하고 있는 것으로 나타났으며, 산지의 이용현황이 두드러진 하천임을 알 수 있다. 표 9는 각 하천 주변을 포함한 대상 지역의 토지이용현황을 나타낸다.

TABLE 9. 하천 토지이용현황(단위: km<sup>2</sup>)

하천명	면적 (km <sup>2</sup> )	농경지		과수원	목장 용지	임야	대지	기타
		전	답					
계북천	42.43	4.39	4.52	0.08	0.17	31.70	0.93	0.64
백암천	10.97	1.30	0.85	0.01	0.05	8.51	0.11	0.14
연동천	7.33	0.56	1.46	0.01	0.02	5.09	0.08	0.11
합계	60.73	6.25	6.83	0.10	0.24	45.30	1.12	0.89

5. 하상경사

하상경사는 홍수류의 유속에 직접 영향을 주는 인자로서 홍수류의 유속이 빠르면 홍수도달 시간이 단축되기 때문에 유출과 밀접한 관계가 있다. 하상경사는 유역출구점에서 하천시작점(=유로연장)까지의 표고차이를 두 지점사이의 유로연장으로 나눈 값이며, 하상경사의 범위가 큰 경우에는 비교적 일정한 구간들로 분할하여 구간별 하상경사를 산정하였다.

대상 하천에서의 하상경사산정지점은 각 하천의 합류지점을 고려하여 계북천은 K1~K6 지점을 선정하였으며, 백암천은 계북천과의 합류지점인 K2 지점 외에 B1~B2 지점을 선정하였다. 연동천은 계북천과의 합류지점인 K5 지점 외에 Y1~Y3 지점을 선정 전 구간에서 총 12 지점을 선정하여 하상 경사를 산출하였다. 그림 6은 각 하상경사 산정지점을, 표 10은 각 지점의 하상경사 및 현하폭을 나타낸다. 또한, 그림 6은 각 하천별 하상경사지점의 횡단도를 나타내고 있다.

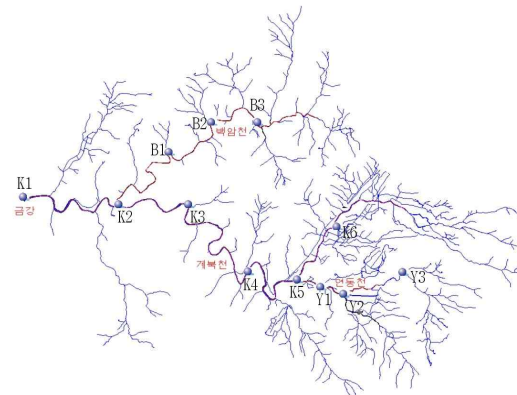


FIGURE 6. 하천별 하상경사 산정지점

TABLE 10. 하천별 하상경사 및 현하폭

하천	측점	유역면적(km <sup>2</sup> )	유로연장(km)	하상경사	현하폭(m)
계북천	K1	42.43	15.49	1/101	24~50
	K2	23.34	13.11	1/46	18~43
	K3	21.74	11.61	1/58	21~59
	K4	17.90	8.67	1/66	16~74
	K5	7.41	6.97	1/50	14~35
	K6	5.65	5.44	1/34	8~22
백암천	B1	9.24	5.45	1/40	12~44
	B2	7.44	4.27	1/50	8~37
	B3	4.47	2.96	1/37	7~17
연동천	Y1	5.94	3.91	1/46	12~27
	Y2	3.18	3.51	1/26	4~23
	Y3	0.83	2.16	1/13	6~12

## 6. 범람 해석

범람해석을 위해서는 대상지역에 대한 삼각망을 구성해야하며 이를 위해 축척 1/5,000 수치지형도와 하천 평면도 및 중·횡단 측량자료를 이용하였다. 이들 지형자료에 의한 불규칙 삼각망의 구성은 U.C. Berkeley의 Jonathan Richard Shewchuk에 의해 개발된 Triangle 방법을 사용하였다. 이 방법은 삼각망의 밀도 및 각도 조절이 용이한 장점이 있다. 본 연구에서는 Triangle 방법을 이용하여 삼각망을 생성하였으며 삼각형 요소별로 IDW 기법을 이용하여 고도를 보간하였다.

또한, 하천의 상류경계조건으로는 수문해석을 통해 계산된 빈도별 홍수수문곡선을 사용하였다. 상류단에 유량경계조건이 주어질 경우 하류경계조건으로 수위-유량곡선 또는 수위수문곡선이 주어질 필요가 있다.

하류의 수위곡선 계산을 위하여 제내지의 조도계수 산정은 과거 침수실적 자료를 사용하여 조도계수를 산정하여야 하나, 본 대상지역에서는 제내지의 각 토지이용상태를 구분하여 건설교통부 홍수지도 제작지침(2001)의 범람모형

매개변수 산정절차에 의거 농지의 경우는 0.06, 도로의 경우는 0.047, 그 이외의 경우는 0.05의 값을 사용하여 제내지의 조도계수를 산정하였다. 그림 7에 범람해석 지역 및 범람해석 결과를 나타내었다.

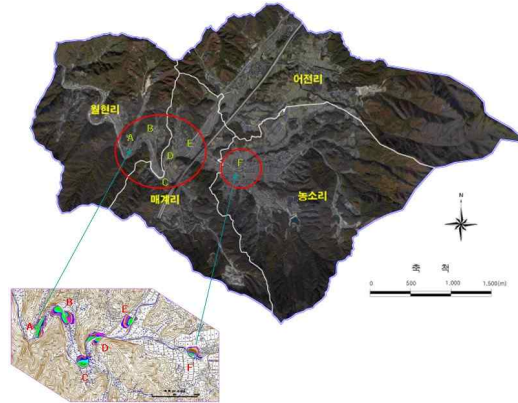


FIGURE 7. 범람해석 지역

## 다목적 재해정보지도 구축

### 1. 재해정보 분류

다목적 재해정보지도의 작성을 위해서는 기본도, 침수정보, 대피정보 등 기본 자료를 조사 및 수집하여야 한다.

본 연구에서는 기본도로 대상지역 수치지형도(축척 1/5,000) 및 도로정보, 공공시설 등의 정보를 활용하였다. 침수정보는 침수흔적정보, 침수예상정보를 활용하고, 대피정보는 대피가 필요한 지역, 대피인구, 대피장소 및 대피시설 정보 등을 이용하였다. 표 11은 다목적 재해정보지도 표준기재항목으로 소방방재청 “재해지도 작성기준 등에 관한 지침”(2006)을 바탕으로 나타내었다.

TABLE 11. 다목적 재해정보지도 표준기재항목

항목		내용
침수 정보	침수예상	침수예상구역, 침수심
	침수흔적	침수흔적
대피 정보	대피지구, 장소	대피 필요지역 및 장소
	위험장소	토사재해위험 장소
기타 정보	대피시기	대피명령
	정보전달	경로 및 수단
	작성주체	작성일, 기관, 담당자
기타	설명문, 범례, 축척, 방위	
기존 홍수상황	수문, 기상, 침수정보, 피해 및 대피상황	수문, 기상, 침수정보, 피해 및 대피상황
	홍수발생 메커니즘	지역특성에 따른 홍수발생 해설
	재해정보지도 보는 법	재해정보지도의 내용에 관한 해설
	피난활용 홍수재해지도	대피장소 경로기입, 방재메모 기입방법
	강우량에 따른 조치	강우에 따른 피난상황 관계
	방재에 대한 마음가짐	평상시, 홍수시의 마음가짐을 정리
대피장소	대피시설 명칭, 위치, 전화번호, 방재 메모	대피시설 명칭, 위치, 전화번호, 방재 메모
	대피장소의 수용인 수	인구현황 파악, 수용능력(1,000~5,000명이하)
	대피지역 내 요 보호자 수	노약자 및 장애우수 조사
	대피장소 식음료비축 상황	구호물자비축현황
	위험물 저장소	위험물 저장소 위치 및 수량
	수방용 기자재 비축 상황	방역물자비축현황

피계획 범위 설정은 침수예상조건에 따라 대피 계획을 수립하는 범위를 결정하였다. 또한, 지도작성 범위 설정은 침수조건 및 대피계획 수립 내용에 따라 범위 및 축척 등을 정하였다. 데이터의 융합을 위해 우선 오스트리아 Vixel사에서 2003년 5월에 출시한 대축척 프레임 카메라인 UltraCamD 카메라를 이용해 획득한 장수군 모자이크 영상을Leica- Geosystems GIS & Mapping Division의 수치영상 및 위성영상 소프트웨어인 ERDAS IMAGINE 9.1을 사용하여 연구대상지역인 계북면 일원의 행정 구역으로 마스킹하여 수치영상을 구축하였다. 그림 8는 대상지역 수치영상을 나타낸다.

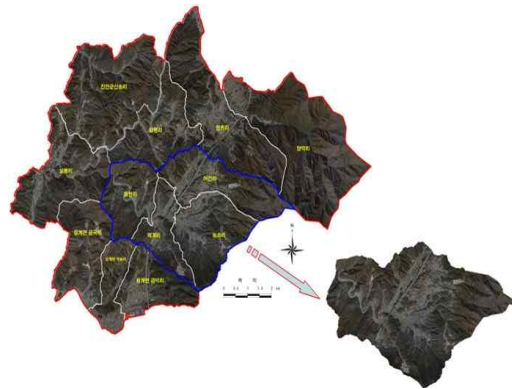


FIGURE 8. 대상지역 수치영상

2. 데이터 융합

본 연구에서는 재해현장 상황과 피해규모를 신속하고 종합적으로 파악하기 위해 공간정보인 수치영상과 재해속성의 융합을 통해 새로운 형태의 다목적 재해정보지도를 제작하였다. 이를 통해 사실성이 부족한 기존의 수치지형도를 이용한 정보제공의 한계를 극복하고, 재난 발생 시 현장상황 파악 및 피해규모 산정에 필요한 고도화 기반 데이터를 구축하였다.

다목적 재해정보지도의 작성을 위해 침수예상조건, 대피계획수립 범위 및 도면작성 범위를 설정하였다. 침수예상조건 설정은 침수흔적도 및 침수예상도를 기준으로 설정하며, 대

구축된 수치영상을 바탕으로 범람해석 지역인 계북면 농소리 주변을 2차 마스킹하여 재해정보지도 구축을 위한 수치영상 데이터를 확보하였다.

새로운 다목적 재해정보지도의 구축을 위해 기존의 축척 1/5,000 수치지형도 및 수치영상을 활용하여 범람해석에서 확인된 돌발 홍수예상지역을 표기하여 다목적 재해정보지도를 구축하였다. 그림 9에 다목적 재해정보지도 생성 프로토타입을 나타내었다.



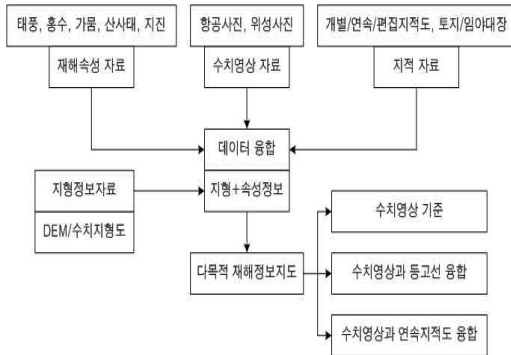


FIGURE 9. 다목적 재해정보지도 생성 프로토타입

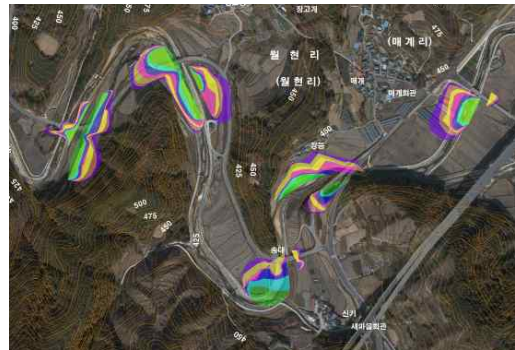


FIGURE 12. 수치영상과 등고선 융합에 의한 재해정보지도

그림 10은 수치지형도 기준 재해정보지도이며, 그림 11은 수치영상 기준 재해정보지도를 그림 12는 수치영상과 등고선 융합에 의한 재해정보지도 나타내고 있다.

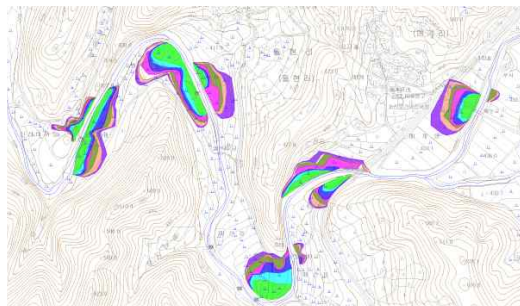


FIGURE 10. 수치지형도 기준 재해정보지도



FIGURE 11. 수치영상 기준 재해정보지도

### 다목적 재해정보지도 분석

본 연구에서는 새로운 다목적 재해정보지도의 구축을 위해 전라북도 장수군에서 보유하고 있는 기존의 축척 1:5,000 수치지형도 및 수치영상을 활용하여 범람해석에서 확인된 돌발홍수예상지역을 표기하여 다목적 재해정보지도를 유형별로 구축하여 보았다.

연구를 통해 수치지형도를 이용한 재해정보지도, 수치영상을 이용한 재해정보지도 및 수치영상과 등고선 융합 기준에 의한 새로운 재해정보지도를 구축하였으며, 각 유형별 결과분석을 수행하였다.

수치지형도를 이용한 재해정보지도의 경우, 지도 도식에 대한 이해가 부족한 일반 사용자에게는 한계가 있을 것으로 생각된다. 수치영상을 이용한 재해정보지도는 지형에 대한 이해도를 증진시킬 수 있어 방재교육 및 재난 시 피난용으로의 활용 가능성이 있으나 지형에 대한 입체적 정보가 없고 평면적인 이미지에 한정 되어 지형에 대한 입체적 정보의 보완이 필요하다. 이에 수치영상에 등고선 및 수치지형도의 속성정보를 융합한 지도를 다목적 재해정보지도로 사용하여 방재교육, 피난활용 및 방재정보 형으로 활용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 표 12에 각 유형별 재해정보지도의 분석 결과를 정리하였다.

TABLE 12. 유형별 재해정보지도의 분석 결과

유형	장점 및 활용도	분석결과
수치지형도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장점                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수치지형도를 이용한 벡터기반 자료 구축이 가능</li> <li>- 기존 자료 호환성 양호(범용성)</li> <li>- 전국적 DB 구축 가능</li> </ul> </li> <li>• 활용도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 침수흔적도, 재해정보지도로 활용</li> <li>- 방재 대응 및 계획 수립에 활용</li> </ul> </li> </ul>	지도 도식에 대한 이해가 부족한 일반 사용자에게는 한계가 있을 것으로 생각되며 재해 발생 시 활용도가 비교적 낮을 것으로 판단됨.
수치영상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장점                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 수치지형도를 대체하는 래스터기반 수치영상 자료 구축 가능</li> <li>- 기존 자료 호환성 및 방재정보에 대한 지형적 이해 증진</li> <li>- 보기 쉬운 재해정보지도 구축으로 가독성 증대</li> </ul> </li> <li>• 활용도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재해정보 표기를 통한 지역 주민 홍보 및 방재 교육용으로 활용</li> <li>- 재해 발생 시 신속한 피난활용형으로 활용</li> </ul> </li> </ul>	지형에 대한 이해도를 증진시킬 수 있어 재난 발생 시 주민의 피난활동 및 방재 교육에 활용가능성이 있으나, 속성 정보의 보완이 필요하고 피해조사와 같은 정량적 조사에 한계가 있음
수치영상 + 등고선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장점                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수치영상에 지형도의 등고선 표기로 공간지형의 이해도 증진</li> <li>- 평면과 표고의 융합에 따른 사용자 위주의 재해정보지도의 구현 가능</li> <li>- 표고를 포함한 각종 재해속성정보 표기 가능</li> </ul> </li> <li>• 활용도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 표고를 포함한 다목적 재해정보지도로 활용</li> <li>- 평상시의 방재정보용 및 방재교육용으로의 활용</li> </ul> </li> </ul>	수치영상에 등고선 및 수치지형도의 속성정보를 융합한 지도를 다목적 재해정보지도로 사용하여 평상시에는 지역 주민대상 학생들을 대상으로 방재교육에 활용하고, 재난 발생 시에는 피난보조용 및 방재정보용으로 활용하는데 양호할 것으로 판단됨

**결론**

본 연구는 중앙정부 및 지자체에서 보유하고 있는 수치영상 등의 지형공간정보를 바탕으로 재해속성 데이터를 융합시켜 새로운 개념의 다목적 재해정보지도를 구축하고자 한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 현장감이 부족한 기존의 지리정보인 지형도에 의한 재해정보지도의 한계를 극복하기 위하여 재해정보지도에 수치영상을 도입함으로써 사용자 위주의 재해정보지도를 구현할 수 있었다.

둘째, 수치영상과 지형도의 융합을 통해 만

들어진 다목적 재해정보지도는 기존의 재해속성정보를 포함한 재해정보는 물론 피난자료 및 방재교육의 자료로 활용이 가능할 것이다.

셋째, 향후 다목적 재해정보지도를 활용한 피해조사시스템의 구축을 통해 재해 피해조사의 객관성을 유지하고 행정절차의 간소화를 이룰 수 있을 것이며 신속한 복구계획 및 재해관련 의사결정에 도움이 될 것으로 기대된다.

**KAGIS**

**감사의 글**

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0087434).

**참고문헌**

강인준, 광재하, 정재형. 1992. 항공사진판독에 의한 자연재해예측을 위한 기초적 연구. 한국측량학회지 10(2):57-62.

건설교통부, 한국수자원공사. 2002. 홍수지도 제작 보고서(한강 유역권 시범제작).

소방방재청 국립방재연구소. 2000. 홍수재해지도 작성 제도화 및 침수예상지역 추정방법 개발(I). 1-35쪽.

윤희천, 엄대용, 이용욱, 김정우. 2003. 가상 홍수시나리오에 의한 홍수범람 해석. 한국측량학회지 21(2):181-189.

이강원. 2006. GIS 다중자료를 이용한 재해 탐지체계에 관한 연구. 충남대학교 박사학위논문. 1-7쪽.

Bates P.D. and A.P.J. De Roo. 2000. A simple raster-based model for flood inundation simulation. Journal of Hydrology 236(1-2):54-77.

Evans, E.P. and P.H., Lany. 1983.

- Mathematical Model of Overbank Spilling and Urban Flooding. Int. Conf. on Hydraulic Aspects of Floods & Flood Control.
- Geoffrey C.P., A.S. Jack, A.F. Christopher, W.R., Steven. 2002. Three-dimensional mapping of geomorphic controls on flood-plain hydrology and connectivity from aerial photos. *Geomorphology* 48(4):329-347.
- Kaab A. 2000. Photogrammetry for early recognition of high mountain hazards: New techniques and applications [Physics and Chemistry of the Earth. Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere](#) 25(9):765-770.
- Syme, W.J. and G.N. Paudyal. 1994. Bangladesh flood management model. Proc. of Second International Conference on River Flood Hydraulics, pp.167-176.
- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 1994. Authorized and operating purposes of crops of engineers reservoirs. pp.1-4. [KAGIS](#)