

# 항공사진과 공간자료를 이용한 집중호우로 인한 피해정보 추출 방법에 관한 연구

## Extracting Damage Information from Torrential Rainfall using Airphotos and Spatial Data

남 기 범\*      김 계 현\*\*      서 정 택\*  
Gi Beom Nam      Kye Hyun Kim      Jung Taek Seo

**요약** 본 연구에서는 최근 활용성이 증가하는 항공사진과 GIS기법을 이용하여 집중호우로 인한 피해정보를 산출하기 위한 방법에 대해 연구하였다. 연구 대상지역은 경상북도 봉화군 춘양면 일대로서 2008년 7월 말 국지성 집중호우로 인해 수해를 입은 지역이다. 연구 수행을 위해 우선 연구 대상지역의 데이터를 수집하여 데이터베이스를 구축하였다. 아울러 항공사진을 이용하여 추출 가능한 피해 항목을 선정하고, 활용 가능한 GIS 레이어를 분석하였다. 피해정보의 추출은 판독 가능한 항목을 대상으로 피해 전·후의 항공사진을 비교하는 방법을 시도하였다. 해당 피해 항목에 대한 레이어가 존재할 경우에는 GIS의 중첩기능을 통하여 정확하고 용이한 정보의 추출이 가능하였다. GIS와 항공사진을 이용한 피해정보 추출은 소규모의 피해는 물론, 현장조사 시 접근이 어렵고 피해 범위가 넓은 지역에 대한 피해정보를 신속히 추출함으로써 신속한 복구계획의 수립이 가능하였다. 나아가 이러한 방법을 통하여 신속한 피해의 복구를 지원하여 이차적인 피해를 최소화하고, 향후 집중호우에 의한 피해조사 업무의 혁신에 기여가 될 것으로 사료된다.

**키워드** : 항공사진, 지리정보시스템, 피해정보, 집중호우, 피해조사

**Abstract** This research intended to estimate the damage information from torrential rainfalls using airphotos and spatial data which have been rapidly increasing their applicability recently. The study area was Bonghwagun of Gyung-sangbuk-do where the large amount of damages were occurred from torrential rainfall in July, 2008. For this study, the database was constructed for the study area by collecting usable data. The interpretable items from the airphotos of 40cm spatial resolution were selected. Also, the useful GIS layers such as road were selected in the digital map to extract the damage information more accurately and rapidly. The damaged area was easily identified through the comparison of pre- and post-disaster airphotos. The recovery cost was estimated by applying unit cost to the damaged area. GIS's overlay function was used to extract the damage information of for individual items damaged. The method for extracting damages information using GIS and airphotos could be more efficient and cost effective in case of relatively wide and unapproachable damaged areas. It is also expected that the method using high resolution imagery would lead to minimize the secondary damages as well since it can facilitate the damage estimation within short period of time thereby supporting early securing budget for recovery.

**Keywords** : Airphotos, Geographic Information System, Damage information, Torrential Rainfall, Damage investigation

\* 이 논문은 교육과학기술부의 한국연구재단(No. 2010-0001906)과 국토해양부의 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

\*\* 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 석사과정 gib2om@inha.net, cutyshrimp@naver.com

\* 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 교수 kye Hyun@inha.ac.kr(교신저자)

## 1. 서론

우리나라는 지리적 영향으로 장마철 태풍에 의한 피해가 빈번하게 발생한다. 최근에는 기후변화에 따른 국지성 집중호우의 발생이 증가하여 관련 피해도 커지는 실정이다. 집중호우에 의한 재해를 예방하기 위해 치수시설을 보강하는 것도 중요하지만, 발생한 피해에 대해서 이차 피해를 최소화하기 위한 신속한 피해조사와 함께 복구계획의 수립이 무엇보다 중요하다. 현재 국가에서 시행 중인 피해조사는 넓은 지역을 신속하게 조사하기 위한 인력 및 시간이 부족하여 피해산정이 늦어지는 실정이다. 이로 인한 이차 피해의 발생과 함께 조사인력 개개인의 주관적 판단에 따른 부정확한 피해규모의 산정 등 비효율적인 피해조사로 인한 국고를 낭비할 요인도 많은 실정이다.

반면, 기술적 측면에서 디지털 항공사진 기술의 발전은 기존 아날로그 방식과 비교하여 수치지도 제작비용의 약 15%, 영상지도 제작비용의 약 86%를 절감하였다[1]. 이러한 비용절감 효과에 따라 주요 포털사이트에서는 신성장 동력인 지도사업에 막대한 예산을 들여 항공사진 데이터베이스를 구축하는 등 고해상도 항공사진과 영상의 중요성이 부각되고 있으며 보급도 활발해지고 있다. 고해상도 항공사진은 광역의 정보 제공은 물론 작은 지형지물도 관독이 가능할 만큼 해상도가 높아 집중호우에 따른 피해조사에도 활용이 가능하다[2][3].

본 연구에서는 고해상도 항공사진과 수치지형도, 연속지적도를 사용하여 집중호우로 인한 피해정보의 추출방법을 개발하였다. 기본적으로 피해 전·후 항공사진을 비교하여 피해정보를 추출하였으며, 이를 위해 항공사진 상에서 추출 가능한 항목을 정의하였다. 또한, 피해 항목 중 수치지형도와 지적도에 관련된 항목은 중첩을 통하여 객관적 방식의 피해정보의 추출을 가능하게 하였다.

## 2. 관련 연구

최근 항공사진의 보급이 활발해짐에 따라 항공사진을 이용한 집중호우로 인한 피해정보를 탐지하는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. GIS와 영상정보를 이용한 피해정보 추출에 관한 연구는 국내에서 조명희 등(2001)이 시기별 위성영상과

GIS를 이용하여 소나무 재선충 피해지역을 탐지하는 연구를 수행하였다[4]. 피해지역의 공간적 범위를 추출하기 위해 감독분류 기법을 이용하였다. 이성순과 한종규(2006)는 위성영상과 분광반사율 정보를 이용한 산불피해지역을 탐지하는 연구를 수행하였다[5]. 피해지역의 탐지를 위해 산불피해 이후의 다중과장대 영상인 Spot-4의 HRVIR(High Resolution Visible and Infra-red)을 이용하였고, DN(Digital Number)값에 의한 결과와 분광반사율 값에 의한 결과를 비교하였다.

해외의 사례로 Sumer와 Celebi(2006)는 쓰나미 피해 전·후의 QuickBird 영상과 변화탐지 기법을 이용하여 피해지역을 탐지하는 연구를 수행하였다[6]. 변화탐지를 위해 피해 전·후 영상의 분류를 우선 수행하고, 그 결과에 변화탐지 기법을 적용하여 피해지역을 탐색하였다. Toshiharu(2005)는 피해 전 영상에 대해 촬영 간격이 짧은 저해상도 위성영상과 촬영 간격이 상대적으로 긴 고해상도 위성영상을 결합하여 피해 후 위성영상과 비교하는 방법을 사용하였다[7]. 피해 전 영상으로 촬영 간격이 짧은 저해상도 위성영상을 이용함으로써 계절적인 화소값 차이를 최소화하였고, 피해 후 영상과의 화소값 비교를 통해 산사태에 의한 변화지역을 추출할 수 있었다.

앞선 사례들은 피해지역의 경계 추출 등을 주요 대상으로 다루고 집중 호우 등 자연재해 발생에 따른 다양한 피해 항목에 대한 조사 연구는 없는 실정이다. 이는 매년 발생하는 자연재해로 인한 다양한 피해 항목에 대한 피해정보의 추출이 어려워 종합적인 피해정보를 얻기가 불가능하기 때문이다.

이에 본 연구에서는 집중호우에 따른 피해 전·후의 항공사진과 수치지형도 등의 공간자료를 이용하여 집중호우로 인한 피해지역을 탐지하는 방법을 제시하였다. 아울러 집중호우로 인한 주택과 농경지 등 피해 항목들에 대한 피해정보를 추출하여 현장 조사를 대체할 수 있는 방법론을 개발하였다.

## 3. 연구내용

### 3.1 연구대상지역

연구대상지역은 경상북도 봉화군 춘양면 일대로 선정하였다(그림 1). 봉화군은 산간계곡이 많고 산사태 발생 가능성이 높은 지역으로 2008년 7월 25



이어가 실제 지형과 동일한 모양으로 표현되도록 하였다.

본 연구에서 사용되는 수치지형도는 집중호우에 의한 피해정보를 객관적으로 산출하기 위한 자료로써 항공사진과의 좌표계 일치가 필요하다. 좌표변환에 있어 57km<sup>2</sup>의 면적에 대해 항공사진과 수치지형도에서 고르게 분포한 20개의 특징점을 GCP로 설정하고, Bessel/TM좌표를 갖는 수치지형도를 기준으로 항공사진을 변환하였다. 변환에 따른 RMSE 값은 1.53337m로 나타났고, 본 연구에서 사용하는 1:5,000 수치지형도의 허용오차가 ±3.5m임에 따라 정확도에서 문제가 없다고 판단하였다.

**3.4 피해정보의 추출 방법**

본 연구에서는 피해 전·후의 항공사진을 비교하여 피해 지형지물을 찾아내는 방법을 사용하였다 [9][10]. 구체적인 피해정보의 추출을 위해 피해 항목을 항공사진에서 찾은 후, 항공사진에서 직접 피해 길이나 면적을 측정하는 방법을 적용하였다. 피해 정보의 추출에 있어 관련 공간자료 레이어가 존재하면 피해지역을 개략적으로 그린 폴리곤과 해당 레이어를 중첩하여 피해범위의 추출이 가능하였다. 추출된 결과는 국가기관에서 제작한 레이어를 사용한 만큼 정확도 역시 객관적 신뢰도가 확보된다고 판단된다[11][12].

피해 대상의 길이나 면적이 추출되면 직접적인 피해액 산출이 가능하다. ‘2008년 자연재난조사 및 복구계획수립 지침’에서 사유시설은 피해 길이나 면적에 지원기준지수를 곱한 값을 재난지수라 지정하고, 재난지수를 통해 정해진 기준에 따라 피해액을 산출할 수 있다. 나아가 공공시설의 경우에는 피해 길이나 면적에 피해단가를 곱하여 피해액을 산정할 수 있다. 본 논문의 검증에서는 피해액에 대한 구체적인 금액을 제시하지 않았다. 그 이유는 피해액은 피해 길이와 면적만 추출되면 위 방법에 따라 산정될 수 있으므로 본 논문에서는 항공사진과 공간자료를 통해 피해 길이와 면적 등의 피해 정보 추출에 중점을 두었다. 그림 2는 피해정보의 추출과정을 나타낸 것이다.

**3.5 판독 가능한 피해 항목의 분석**

본 연구에 사용된 40cm급 컬러 항공사진은 지표면에 존재하는 모든 지형지물을 있는 그대로 표현

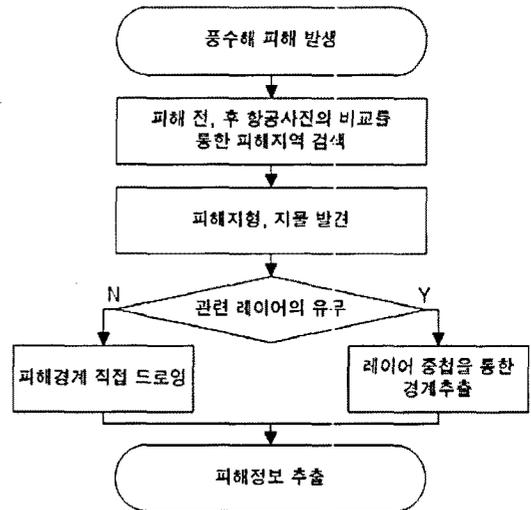


그림 2. 피해정보 추출 과정

하지만, 항공사진의 촬영 특성상 일부 작은 지물들이나 지붕 밑, 다리 밑, 바다 속과 같은 공간에 대해서는 항공사진 상에서 판독이 불가능하다. 따라서 40cm급 해상도의 항공사진에서 판독 가능한 항목의 정의가 필요하다.

판독 가능한 항목 선정을 위한 범위는 중앙재난안전대책본부에서 발행한 ‘2008년 자연재난조사 및 복구계획수립 지침’에서 자연재난에 대한 복구비 산정의 기준이 되는 항목을 대상으로 하였다. 이 지침에서 자연재난복구사업을 위해 정의된 사유시설과 공공시설의 공종은 약 22여 가지로 주택, 농업, 어업, 기반시설, 국립공원, 군 시설, 문화재시설 관련 등이 있다. 지침을 기준으로 40cm급 항공사진에서 판독 가능한 항목을 선정하였다.

선정의 기준은 현 해상도인 40cm에서 식별이 가능하고, 지표면에 고정되며 항공사진 상에서 보이는 지형지물이어야 한다. 또한, 지침에서 규격에 따라 단가가 다른 항목의 경우에는 그 규격의 판단 가능 여부에 따라 ‘O’나 ‘△’를 부여하였고, 판독에 있어서 작업자의 배경지식이 필요한 경우에도 ‘△’를 부여하였다. 복구산정 단위가 3차원인 체적(m<sup>3</sup>)의 경우에는 항공사진 특성상 산정이 불가능하므로 제외하였다.

**3.6 공간자료 레이어의 분석**

본 연구에서 피해정보의 추출은 피해 전·후의 항공사진을 비교하여 피해지역의 경계를 설정하고,

해당 피해면적에 대해 복구단가를 적용함으로써 이루어진다. 그러나 이 방법은 피해정보의 추출을 수행하는 작업자가 피해범위를 직접 그리는 과정에서 주관적인 판단, 숙련도나 실수 등으로 인하여 피해 길이나 면적에서 오차가 발생할 가능성을 내재하고 있다. 이는 부정확한 피해액의 산정으로 이어지고, 국고의 낭비를 초래할 수 있다. 수치지형도와 연속지적도 등의 공간자료를 이용하면 일부 항목에 대해 중첩 분석의 수행이 가능하여 작업자의 개입을 최소화하고, 객관적이고 정확한 정보를 얻을 수 있다.

따라서 본 연구에서는 중첩 분석 시에 사용가능한 수치지형도의 레이어를 선정하였다. 선정의 기준은 항공 영상에서 판독 가능한 항목을 범위로 하여 포함되는 레이어를 선택하였다.

#### 4. 연구결과

##### 4.1 항공사진에서 판독 가능한 항목의 정의 및 레이어의 선정

3.5와 3.6절의 내용을 기준으로 항공사진에서 판독 가능한 피해 항목과 수치지형도에서 사용 가능한 레이어를 사유시설과 공공시설로 나누어 선정하였다(표 2, 표 3). '대분류' 및 '소분류' 필드는 중앙재난안전대책본부에서 발행한 지침에서 자연재난에

대한 복구비 산정의 기준이 되는 항목 중에서 항공사진을 통해 판독이 불가능한 체적 단위의 항목을 제외한 나머지 항목이다. '단위' 필드는 해당 항목의 피해정보의 추출 시 복구 산정의 단위를 말하는 것이다. '판독' 필드는 항공사진을 통해 판독 가능 여부를 나타내는 것으로써, 'O'는 판독이 가능, 'x'는 판독 불가능이며, '△'는 판독을 위해 작업자의 지식이 필요하거나 항목의 규격에 따라 판독 가능 여부가 다른 것을 의미한다. 사용 가능한 레이어는 피해정보를 편리하게 추출하기 위해 GIS 중첩 시 사용될 수 있는 수치지형도와 연속지적도의 레이어를 의미하는 것으로, 괄호 안의 숫자는 레이어 코드를 의미한다. 코드가 세 자리인 것은 소분류, 네 자리인 것은 세분류 레이어를 뜻하고, 세 자리 레이어 코드가 기술되어 있는 항목은 소분류 안의 모든 세분류 레이어를 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

표 2의 주택은 전파되거나 유실 될 경우, 피해 후 영상에서 집의 형체가 완전히 사라지므로 판독이 가능하였다. 그러나 주택반파와 침수는 일부의 파손과 침수가 있더라도 주택의 상부(지붕)의 모습이 그대로 유지되면 판독이 난해하여 △로 표기하였다. 농경지는 유실이나 매몰 시 컬러 항공영상에서 색상 등으로 구분이 가능하고, 지적도를 이용하면 지번과 지목의 정보도 함께 추출할 수 있다. 농림시설의 비닐하우스, 인삼재배시설, 과수재배시설과 일부

표 2. 영상에서 추출 가능 여부 및 사용 가능한 레이어 - 사유시설

	대분류	소분류	단위	판독	사용 가능한 레이어
사 유 시 설	주택복구	주택전파,유실	동	○	주택(4112), 연립주택(4113)
		주택반파	동	△	주택(4112), 연립주택(4113)
		주택침수	세대	△	주택(4112), 연립주택(4113)
	농경지복구	유실	m <sup>2</sup>	○	지적도
		매몰	m <sup>2</sup>	○	지적도
	농림시설 및 농작물복구	비닐하우스	m <sup>2</sup>	△	x
		인삼재배시설	m <sup>2</sup>	△	x
		버섯재배사	m <sup>2</sup>	△	농업 기타 - 미분류(4330)
		과수재배시설	m <sup>2</sup>	△	x
		창고 등 부대시설	m <sup>2</sup>	△	x
	축산시설복구 및 가축입식	축사파손	m <sup>2</sup>	△	축사(4335)
		축산분뇨시설	m <sup>2</sup>	△	분뇨처리장(4346)
		잠실파손	m <sup>2</sup>	△	농업 기타 - 미분류(4330)

표 3. 영상에서 추출 가능 여부 및 사용 가능한 레이어 - 공공시설

	대분류	소분류	단위	판독	사용 가능한 레이어
공공시설	도로 및 교량	도로	m	○	기존도로(311), 도로중심선(321)
		교량	m	○	다리(334)
	도로시설물	포장공	a	○	-
		구조물공	m	△	콘크리트옹벽상단(7224), 콘크리트옹벽하단(7225)
		배수구조물	m	△	배수시설-미분류(3310), 측구(3311)
		부대시설	m	△	낙석방지책(6111), 방호책(6112), 구조물-미분류(6110)
	상하수도	상수도시설	m	×	상수도(6131)
		하수도시설	m	×	하수도(6132)
	하천제방	하천제방축조	m	△	제방(221)
	하천시설물	구조물공	m,개소	△	수문(2241)
	국립공원시설	국립공원탐방로	km	△	-
	농업시설(수리)	구조물공	m	△	-
		배수감문	개소	○	배수감문(2242)
		취입보	m	○	보(2243)
	학교시설	벽돌담장	m <sup>2</sup>	△	×
		블럭담장	m <sup>2</sup>	△	×
		철망펜스	m <sup>2</sup>	△	×
	산림시설	산사태	ha	○	×
		야계사방	km	△	×
		사방댐	개소	△	×
		자연휴양림시설물	m <sup>2</sup>	△	숙박-미분류(4510)
		수목원시설	m <sup>2</sup>	△	×
		가로수	본	○	가로수(3372)
	철도시설	궤도유실	m	○	철도-실폭도로(111)
		교대 및 교각붕괴	기	○	-
	소규모시설	소교량 상부	m,기	○	다리(334)
		소교량 하부	m	×	-
		농어촌 도로 포장공	a	○	-
문화재시설	건물보수	m <sup>2</sup>	△	문화·종교 - 미분류(4420)	
	기타시설	m <sup>2</sup> , m	△	석축(상단)(7226), 석축(하단)(7227), 계단(3323), 콘크리트돌담(4121)	

비석재배사는 항공사진에서 일반적인 비닐하우스 형태로 나타나고, 관련 레이어는 존재하지 않지만 조사자의 사전지식에 의해 구분될 수 있다. 축산시설도 일반 건물처럼 나타나지만 조사자의 지식에 의해 판독 가능하다.

표 3은 공공시설의 항목에 따른 판독 가능 여부와 사용 가능한 레이어를 정리한 것이다. 도로는 항공사진을 통해 판독이 가능하고, 도로 중심선 레이어

를 이용하여 피해 도로의 길이를 추출할 수 있다. 도로 및 교량 대분류의 교량도 판독이 가능하고, 소규모시설 대분류의 소교량은 지침에서 상부구조와 하부구조로 나누어 피해를 산정한다. 상부구조와 달리 하부구조는 영상에서 확인이 불가능하기 때문에 판독 여부에서 'x'를 부여하였고, 피해정보 추출에 수치지형도의 레이어 중 다리(334) 소분류에 포함되는 미분류(3340), 콘크리트(3341), 강교(3342), 목

교(3343) 레이어의 활용이 가능하다.

도로시설물의 구조물공, 배수구조물, 부대시설과 학교의 담장은 피해 산정 단위가 선형인 m로 주위의 풀이나 나무 등에 의해 가려진 경우가 있음에 따라 ‘△’를 부여하였고, 파악이 가능한 경우에는 레이어를 이용하여 정보를 추출할 수 있다. 반면, 학교의 담장은 단위가 m<sup>2</sup>임에 따라 높이에 대한 정보가 추가적으로 필요하다.

하천제방은 연속적 구조물로서 항공사진 상에서 선형으로 나타나지만, 제방 주변의 상태를 통해 판독이 가능하다. 하천시설물의 구조물공은 배수문과 문비를 의미하는 것으로 배수문은 항공사진상에서 교량이나 상부구조물 밑에 존재하고, 문비는 소규모의 경우 항공사진 상에 선형으로 나타나 판독이 난해하므로 ‘△’를 부여하였다.

국립공원시설과 산림시설은 산사태와 가로수를 제외하고는 나무에 가려져 있는 시설이 많아 판독이 어렵고, 문화제시설은 해당 건물이 문화재라는 배경지식을 가지고 있으면 판독이 가능하다.

4.2 피해지역 적용 및 검증

본 연구의 검증을 위해 판독 가능한 항목과 레이어를 이용하여 실제 연구 대상지역에 적용하였다. 적용된 항목은 주택과 도로, 농경지, 소규모 시설, 산사태이다. 항공사진을 이용하여 추출된 피해 길이 및 면적과 실제 현장 측량에 의한 결과를 비교하였다.

주택의 경우 전파와 유실에 의한 피해는 피해 전·후 항공사진에서 주택의 형체가 완전히 사라지므로 판독이 가능하였다. 또한, 해당 피해 범위 지역을 개략적으로 설정한 폴리곤과 건물 레이어의 중첩을 통해 실제 이용 현황이 주택인 건물을 추출할 수 있었다. 그러나 주택 반파는 일부 주택의 경우, 상부구조가 그대로 남아있어 피해 여부를 항공사진 상에서 판단할 수 없었다. 그림 3은 집중호우로 인한 주택의 유실 피해이다.

주택의 경우 피해 건물 수에 따라 피해규모가 산정되므로, 별도의 피해규모를 기술하지 않았다. 이와 같은 방법으로 추출 가능한 주택 피해의 정보로는 레이어를 이용한 주택 수와 지적도를 이용한 지목, 지번 등이 있다.

도로의 피해는 도로 주변의 옹벽 붕괴 및 포장공의 파손 등 주변 상황의 파악을 통해 판독할 수 있

었다. 그림 4는 집중호우로 인한 도로피해 영상이다.

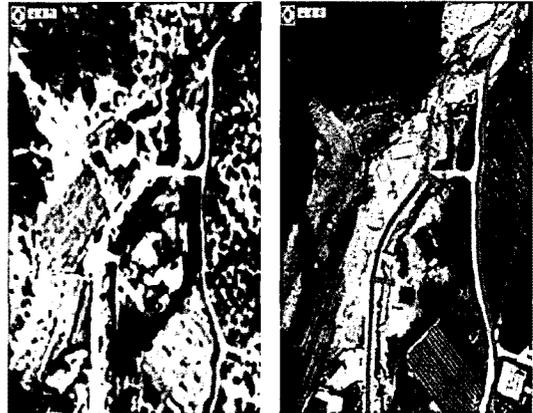


그림 3. 주택 유실 피해 전, 후 영상 및 피해 주택 추출



그림 4. 도로 피해 전, 후 영상 및 피해 경계 설정

도로 피해 정보로는 길이를 추출할 수 있고, 표 4는 도로 피해에 대한 항공영상 판독 결과와 현장조사를 비교한 것이다.

표 4. 도로 피해정보 추출 결과

(단위 : m)

피해지역	현장조사	항공사진	오차(%)
도로 1	58.9	61.9	5.1
도로 2	55.9	51.3	8.2

두 개의 도로에 대해 결과를 비교하였고 피해 길이는 미터로 표시하였으며, 오차는 다음 식을 통해

계산하였다.

$$\frac{|\text{현장조사} - \text{항공사진}|}{\text{현장조사}} \times 100$$

추출 결과 5~8% 정도의 오차가 발생하였고, 이는 현장 조사자가 판단한 피해 길이와 본 연구에서 설정한 피해 길이의 차이 때문에 발생한 것으로 판단된다.

농경지의 매물 및 유실 피해는 항공사진의 색상을 통해 선명하게 구분되어 쉽게 판독이 가능하였다(그림 5). 농경지 피해 추출에서 연속지적도를 중첩하여 사용하면 해당 농경지의 지번과 지목 정보를 추가적으로 얻을 수 있다.



그림 5. 농경지 피해 전·후 영상 및 피해 경계 설정

표 5는 5개의 농경지 피해지역에 대한 항공영상 판독 결과와 현장조사를 비교한 것이다. 5개의 농경지에 대해 비교해 본 결과, 오차가 3% 내외로 비교적 비슷한 수준의 결과가 산출되었다.

표 5. 농경지 피해정보 추출 결과

(단위 : m<sup>2</sup>)

피해지역	항공사진	현장조사	오차(%)
농경지1	4,480.8	4,629.4	3.3
농경지2	770.8	743.4	3.6
농경지3	2,727.4	2,710.3	0.6
농경지4	1,651.5	1,677.1	1.6
농경지5	1,388.4	1,468.8	5.8

소규모시설의 농어촌도로는 항공사진에서 일반도로와 마찬가지로 주변 상황의 파악을 통해 피해정보의 추출이 가능하다. 그러나 소규모인 농어촌도로 특성상 집중호우에 의한 유실이 아닌 부분적인 피해는 항공사진 상에서 판독하기가 어려웠다(그림 6). 표 6은 유실에 의한 소규모시설 피해의 항공영상 판독 결과와 현장조사를 비교한 것이다. 유실에 의한 피해의 결과 오차는 1.1%로 비교적 정확하게 나타났다.

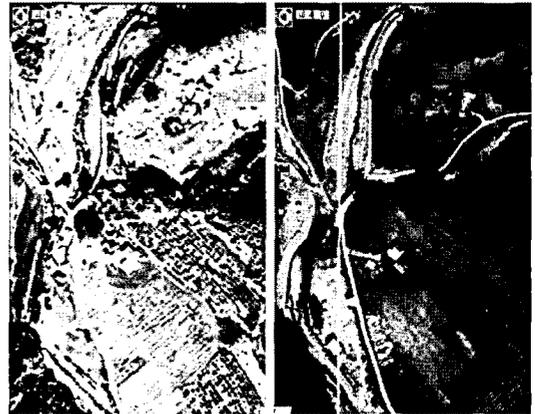


그림 6. 농어촌도로 피해 전, 후 영상 및 피해 경계 설정

표 6. 소규모시설 피해정보 추출 결과

(단위 : m<sup>2</sup>)

피해지역	현장조사	항공사진	오차(%)
농어촌도로	207.8	205.5	1.1

봉화군의 지역적인 특성상 집중호우에 의한 산사태의 피해가 많이 발생하였다. 산사태는 피해지역의 토양과 식생의 밝기 차이가 확연히 구분되기 때문에 판별이 비교적 용이하였다(그림 7).

다만 산사태 발생 주변의 일부 지역은 나무에 의해 가려지거나 그들이 지는 경우가 있으므로 경계 설정에 있어서 신중한 작업이 요구된다. 표 7은 산사태 피해에 대한 항공영상 판독 결과와 현장조사를 비교한 것이다.

산사태 피해를 입은 4개 지역에 대해 1~6%의 오차가 나타났고, 이는 앞서 언급한 피해지역의 경계 설정에 따른 차이에서 기인한 것으로 판단된다.

5가지 항목을 통해 항공사진 상에서 추출한 정보



와 실제 현장조사에 의한 값을 비교한 결과, 오차는 대부분의 항목에서 5% 내외로 나타났다. 이는 현장 조사자의 판단에 의한 현장의 피해지역 범위와 항공사진 상에서 설정한 피해지역 범위의 차이 때문으로 판단된다. 현장에서의 피해지역 범위 설정 방법 및 해당 지역에 대한 보다 많은 경험과 지식을 가진 작업자가 피해조사 작업을 수행하는 경우 오차가 감소할 것으로 사료된다.

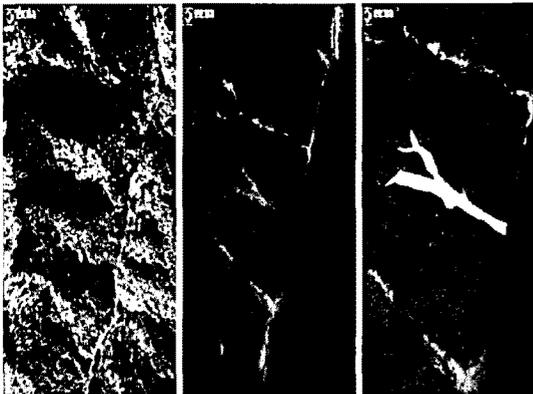


그림 7. 산사태 피해 전, 후 영상 및 피해 경계 설정

표 7. 산사태 피해정보 추출 결과  
(단위 : m<sup>2</sup>)

피해지역	현장조사	항공사진	오차(%)
산사태 1	2109.3	1984.9	5.9
산사태 2	485.5	460.2	5.2
산사태 3	1008.3	995.4	1.3
산사태 4	2167.8	2074.41	4.3

## 5. 결론

본 연구에서는 항공영상을 이용하여 집중호우로 인한 피해정보를 추출하는 방안을 제시하고, 활용성을 검증하였다. 중앙재난안전대책본부에서 발행한 '2008년 자연재난조사 및 복구계획수립 지침'에서 자연재난에 대한 복구비 산정의 기준이 되는 항목을 기준으로 항공사진 상에서 판독 가능한 항목을 정의하고, 피해정보 추출 시 활용 가능한 수치지형도의 레이어를 선정하였다. 수치지형도와 지적도를 이용하면 추가적인 피해정보와 함께 객관적인 피해

정보의 산출이 가능하였다.

검증에서는 주택, 도로, 농경지, 소규모시설, 산사태에 대해 항공사진을 이용한 조사와 현장조사를 비교하였다. 대부분의 비교에서 오차는 5% 내외로 나타났고, 이는 항공사진 상에서 설정된 피해지역과 현장조사에서 설정된 피해지역의 차이에서 발생하는 것으로 판단된다.

기존의 연구에서 한두 가지의 피해항목만을 다룬 것과 달리, 본 연구에서는 소방방재청에서 공시한 피해복구지침에 기술된 모든 항목에 대한 적용성을 검토하였다. 검토 결과로서 항공사진을 이용하면 여러 피해항목에 대해 추출이 가능하였고, 특히 산사태 등 대규모 피해에 따른 접근이 어려운 지역의 피해정보 추출에 유용하였다. 또한, 많은 조사자를 활용하는 현장조사와 달리 전문 소수 인력으로 조사가 수행되어 객관적인 피해액의 산출이 가능하였다. 아울러 피해액 산출에서 작업자가 피해지역에 대한 지식과 경험을 소유한 경우에는 보다 세부적인 항목까지 피해정보 추출이 가능할 것으로 사료된다. 이는 향후 집중호우에 의한 피해 발생에 있어 신속한 피해정보의 추출과 피해액의 산정으로 복구 예산의 조기편성과 집행으로 이차 피해를 제거하고 신속한 복구지원에 기여가 클 것으로 판단된다.

반면, 항공사진의 제작비용이 상대적으로 고가이므로 국가적 차원에서 피해지역의 항공사진 촬영 의무화 등 자료의 효율적 획득방안이 제시되어야 한다. 아울러 수치지형도와 연속지적도를 이용한 피해정보 추출은 해당 지도의 정확도에 크게 좌우된다. 즉, 구축시기가 오래된 지도를 사용하는 경우에는 위치 오차가 상대적으로 커질 수 있다. 따라서 정확한 피해정보의 추출을 위하여 최신에 제작된 수치지형도와 지적도를 사용하도록 노력해야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국토지리정보원 보도자료, 2009, "항공사진의 친 환경 시대의 개막", <http://www.ngii.go.kr/>.
- [2] 김태훈, 김계현, 심재현, 최우정, 2008, "웹GIS를 이용한 실시간 자연재해 피해정보 관리시스템 개발에 관한 연구", 한국공간정보시스템학회논문지, 제10권 제4호, pp. 103-107.
- [3] 김태훈, 김계현, 남기범, 심재현, 최우정, 조명흠, 2010, "고해상도 공간영상을 이용한 자연재해 피

해조사시스템 설계 및 구현”, 한국공간정보시스템학회논문지, 제12권 제1호, pp.57-65.

- [4] 조명희, 김준범, 오정수, 박성중, 권산, 2001, “위성영상과 GIS를 이용한 소나무재선충 피해지역 추출기법”, 대한원격탐사학회 학술대회논문집, 2001년도 학술대회, pp.62-69.
- [5] 이성순, 한종규, 2006, “위성영상과 분광반사율 정보를 이용한 산불피해지역 탐지”, 2006년도 대한토목학회 정기 학술대회, pp.4203-4206.
- [6] Sumer, E., Celebi, F.V., 2006, “Detection of Tsunami Induced Changes from High Resolution Satellite Imagery”, OCEANS 2006 - Asia Pacific, pp. 1-7.
- [7] Kojinma, T., K. Takara, Y. Tachikawa, 2005, “Effect of Seasonal Changes for Identification of Disaster Areas with High Spatial Resolution Satellite Images”, ACRS2005 Proceeding.
- [8] 소방방재청 중앙재난안전대책본부, 2008, 자연재난조사 및 복구계획수립 지침, 중앙재난안전대책본부.
- [9] 남기범, 김계현, 김태훈, 2009, “고해상도 영상과 수치지형도를 이용한 자연재해 피해복구액의 산정에 관한 연구”, 한국공간정보시스템학회 학술대회 논문집, 2009 춘계학술대회, pp.235-240.
- [10] Gibeom Nam, Kyehyun Kim, Taehoon Kim, 2009, “Estimating Recovery Cost of Natural Disaster Damages using High Resolution Images”, Protection of Structures Against Hazards, pp.303-308.
- [11] 국립방재연구소, 2007, 피해조사자동화실용시스템 시범 구축 (I), 국립방재교육연구원.
- [12] 김태훈, 2010, 공간영상정보와 GIS를 이용한 자연재해 피해정보 산출 방안에 관한 연구, 석사학위논문.



남 기 범

2008년 경일대학교 건설정보공학과 졸업(공학사)

2010년 현재 인하대학교 지리정보공학과 석사과정.

관심분야 환경 GIS, 원격탐사, 웹GIS, 재해·재난정보관리



김 계 현

1982년 한양대학교 자원공학과 졸업(공학사)

1989년 미국 아리조나대학(투산) 수문학 졸업(공학석사)

1993년 미국 위스콘신 주립대학(매디슨) 토목환경공학과 졸업(공학박사)

1995년~현재 인하대학교 지리정보공학과 교수.

관심분야 GIS를 활용한 수자원·수질관리, 재해·재난 관리, 시설물관리, GIS 표준화, 유비쿼터스 GIS 기술 개발, 해양 GIS 등



서 정 택

2010년 인하대학교 지리정보공학과 졸업(공학사)

2010년 현재 인하대학교 지리정보공학과 석사과정

관심분야 재해·재난정보관리, 해양 GIS

논문접수 : 2010.04.05

수 정 일 : 1차 2010.06.14 / 2차 2010.06.21

심사완료 : 2010.06.22