GIS 기반의 통계정보와 재해정보를 활용한 재해관리 방안 연구

A Study on the Cooperative Utilization of Disaster Databases and Statistical Databases Using GIS

이경빈* · 김영규** · 윤정환*** · 이재남****

Lee, Gyeng-Bin*, Kim, Young-Kuu**, Yun, Jung-Hwan***, and Lee, Jae-Nam****

Abstract

Historical damage cases and data on damage statistics recorded in the disaster year do not take into account the status of storm and flood management and the ability to plan for the recovery of affected areas in establishing natural disaster prevention measures and restoration plans for the given areas; thus, this information is not used as basic data for practical responses to damages from storms and floods. In this regard, this study proposes a method for developing disaster integration information using GIS-based national statistical data and disaster data as a method of natural disaster management considering local statuses. It further suggests disaster management plans based on analyzing damage density and damage targets. It is expected that GIS-based disaster integration information constructed through the results of this study can be used to classify vulnerable areas and establish disaster prevention and recovery plans for vulnerable areas.

Key words : Damage from Storm and Flood, Integration Information, GIS, Disaster Management

요 지

재해연보에 기록된 과거 피해사례 및 피해통계 정보는 자연재해 예방 대책과 피해지역의 복구계획 수립에 있어 지역별 풍수해 관리 현황과 계획 수립 능력을 고려하지 못하기 때문에 실질적인 풍수해 대응을 위한 기초자료로서 활용이 부족하였다. 이에 본 연구는 지역 현황을 고려한 자연재해 관리의 방안으로 GIS 기반의 국가 통계데이터와 재해데이터를 활용한 재해 통합정보 구축방안을 제시하고, 이를 통한 피해 밀집지역과 피해대상을 분석하여 재해관리 방안을 제시하였다. 추후 본 연구의 결과를 통해 구축된 GIS 기반의 재해 통합정보는 자연재난 취약 지역의 분류와 취약지역에 대한 재해예방과 복구계획 수립에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 풍수해, 통합정보, GIS, 재해관리

1. 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

최근 우리나라는 전 지구적인 기후변화에 따른 기후변화로 인해 다양한 자연재해가 발생하고 있으며 발생하는 자연

재해의 규모가 점점 커지고 집중화되면서 피해규모 또한 확대되고 있다. 매년 발생하는 자연재해 중 대형 태풍과 국지성 집중호우에 의한 풍수해는 우리나라에 가장 많은 피해를 발생시키는 자연재해로 도시와 비도시지역에 산사태와 건물 및 농경지 침수 등 인명과 재산피해를 발생시키는

*교신저자, 정회원, 주식회사 에스제이엠엔씨 부장(Tel: +82-70-8821-4240, Fax: +82-303-3444-4257, E-mail: super_hero@sjmnc.kr)

Corresponding Author, Member, General Manager. SJ MNC Co., Ltd.

**정회원, 주식회사 에스제이엠엔씨 대리(E-mail: dudrkaxod@sjmnc.kr)

Member, Assistant Manager. SJ MNC Co., Ltd.

***정회원, 주식회사 에스제이엠엔씨 대표(E-mail: lenablue12@gmail.com)

Member, President. SJ MNC Co., Ltd.

****정회원, 한국농어촌공사 농어촌연구원 주임전임연구원(E-mail: jnlee@ekr.or.kr)

Member, Associate Researcher. Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation

주요 재난이다. 풍수해와 같은 자연재해가 발생하면 피해조사를 통해 수집된 정보를 바탕으로 재해대장을 생성하고, 재해대장은 피해액 및 복구비용을 산정하기 위한 중요한 근거자료로 사용되기 때문에 피해현황을 조사하고 분석하는 것은 매우 중요한 과정이라 할 수 있다. 정부는 재해현황을 구축하기 위해 국가 기본통계 자료인 국토교통부의 도로, 건물, 교량 등의 정보, 기상청의 기상정보, 산업통상자원부 및 기획재정부의 각종 원자재 정보 등을 활용하고, 재난관리 총괄부처인 행정안전부는 재난과 관련한 피해지역, 피해이력, 피해대상(인명 및 재산) 등 다양한 통계데이터를 생성하여 시스템을 통해 관리하고 있다. 하지만 정확한 피해정보와 복구계획 수립에 필요한 다부처 재해정보의 획득과 활용, 시스템 연계는 미비한 수준이다.

과거로부터 정부는 자연재해로 발생하는 피해를 최소화하기 위해 예방, 대비, 대응, 복구 중심으로 재난관리정책을 펼치고 있다. 하지만 대부분의 정부사업이 복구중심으로 이루어지고 있어 자연재해를 예방하기 위한 예방사업은 실질적인 효과를 거두고 있지 못한 실정이다. 또한 최근 우리나라에서 발생하는 재난에 대하여 정부 차원의 대응에 대한 국민적 불신은 담당자의 전문성 결여와 관리 체계의 미흡뿐 아니라, 재난 정보의 공유 미흡으로 인한 재난 관리의 총체적 문제점을 기반으로 하고 있다(Gang et al., 2016). 연구자들은 풍수해와 같은 자연재해로 인한 피해를 최소화하기 위해 예측시뮬레이션을 통해 생성한 정보들을 데이터 베이스로 구축하고 있으며 예측정보에의 정확성을 향상시키기 위해 재난 발생의 원인 인자들을 다양화 시키고 있다. 이러한 이유로 재난이 발생하는 장소인 지리정보는 필수적이며, 기상정보, SOC 시설물 정보에 해당하는 교량 현황과 제방 현황 등 다양한 정보가 필요하다. 이러한 정보는 준 실시간 혹은 실시간으로 정보가 구축되어야 하며, TXT 단위의 정보는 용량을 많이 차지하지 않지만, 지리정보는 대응량일 때 더욱더 정확한 정보라고 할 수 있다. 이를 통합하여 예측정보를 생성하더라도, 재난 현장-지방정부-중앙정부-재난전문가 간의 정보 공유가 원활히 이루어지지 않을 시에는 신속한 대응이 불가능하다(Gang et al., 2014; Jo et al., 2014; Kim et al., 2015a, 2015b). 최근 많은 연구자들은 국가 재난관리시스템과 유관기관 정보의 연계방안에 대해서 연구를 진행하고 있다. Park et al. (2012)은 재난관리시스템과 유관기관의 자료에 대한 검토와 연계활용에 대하여 논하였고, Moon (2012)은 이에 대하여 방재분야의 연계 측면에 대하여 법령과 제도에 대한 내용을 분석하고, 연계의 필요성과 연계방향에 대하여 제시하였다. Oh and Kim (2010)은 지방자치단체와 중앙정부가 연계된 풍수해 정보 시스템 구축에 대하여 검토하였다. Yun and Byeon (2019)은 재해정보와 유관기관 정보시스템의 연계를 통한 재해정보 관리의 개선모델을 업무적 관점과 기술적 관점으로 제시하였고, 제도적인 개선방향을 제시하였다. 이후 Lee et al. (2019)의

연구에서는 풍수해 기본통계 공동활용 모델을 기술적으로 제시하였다.

재해 정보에 대해서 통합적 공유체계를 위해 국내외에서도 다양한 시스템 구축이 이루어지고 있다. 국내의 경우 행정안전부를 중심으로 NDMS 등의 시스템을 활용하고 있으며, 국외의 경우 미국의 연방재난관리국인 FEMA에서 HAZUS-MH 등의 시스템을 통해 다양한 피해 산정을 미리 시뮬레이션하여 국토안보부(DHS)를 통해 주 정부의 재난 대응을 지원한다. 재난 대응을 위한 통합정보시스템의 경우 비용적 절감뿐 아니라 시간적으로 정보공유에 유용하며, 정책적인 제도를 일원화하기에 좋다(Cho et al., 2015).

본 연구는 풍수해와 같은 자연재해를 예방하고 관리하기 위한 방안으로 과거 재해정보와 국가 기본통계정보를 통합하여 재해관리에 용이한 종합 데이터를 구축하고, 이를 바탕으로 지역의 재해영향을 분석하고자 한다. 이를 위해 GIS 기반의 재해관리 통합정보 생성방안을 제시하고, 생성한 GIS 정보를 바탕으로 피해영향 및 피해요인을 분석하였다.

1.2 연구방법

본 연구는 국가 기본 통계정보와 과거 재해정보를 활용한 재해관리 방안을 제시하기 위해 부처별로 산재된 국가 통계정보와 과거 발생한 재해대장의 피해정보를 통합한 GIS 통합정보를 구축하고, 도시 통계 요인별로 피해 영향을 분석하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Flowchart for Study

첫 번째로 과거 자연재해 관리현황과 피해통계 현황을 조사하고 분석하였다. 이를 통해 자연재해 관리에 필요한

통계정보를 선별하고, 재해관리에 필요한 통계정보를 각 부처별 정보시스템을 통해 수집하였다.

두 번째로 재해정보는 기초자치단체에서 수집 및 작성하고 행정안전부에서 관리하는 자료인 재해대장 자료와 재해연보를 수집하고, 활용하였다. 세 번째로 수집된 통계정보와 재해정보를 오픈소스로 개발된 Q-GIS Tool을 활용하여 하나의 shape file로 통합하고 가시화하여 위치정보를 포함한 통합정보로 생산하였다. 또한 공간 데이터의 활용성을 높이기 위해 행정안전부의 국가지점번호를 활용한 격자(1 km × 1 km)를 생성하여 통합한 정보를 격자별로 표출하였다. 이를 통해 행정구역 단위가 아닌 격자단위의 데이터 생산을 가능케 하였고, 격자별 비교·분석이 가능한 자료로 생산하였다.

마지막으로 지역별 격자별 통계정보와 재해정보를 통합한 재해관리지도도를 활용한 피해밀집 지역과 피해영향 요인을 분석하여 재해관리 지역의 우선순위 및 관리요소를 제시하였다.

2. 재해관리 통합정보 생성을 위한 DB 구축

2.1 자료 수집 및 분석

자연재해와 관련한 대표적인 통계정보는 행정안전부에서 1979년 이후로 매년 발행하는 재해연보에 수록하고 있으며, 재해연보의 기초자료 작성은 시·군·구에서 익년 11월에 작성하고 있다. 재해연보의 주요 내용으로는 당해연도 자연재해상황을 기간별, 시도별, 수계별, 월별, 원인별 총괄 통계와 세부내용으로 구성하여 정보를 제공하고, 당해연도 복구비 지원내역 통계, 당해연도 재해관련 정책 등의 내용이 수록되어 있다. 이 중 재난통계·기록은 재해연보, 월별 재난안전종합상황 분석 및 전망에 대한 보고서 파일을 제공하며 재해연보 2007년 이전과 2008년 이후로 분류하여 자연재해상황, 복구비지원내역 및 과거 재해상황에 대한 통계자료를 서비스하고 있다(MOIS, 2019). 우리나라에서 가장 대표적인 재해통계인 재해연보는 국가 전체적인 피해통계를 제공하고 있으나 피해지점의 정확한 위치를 표기하고 있지 못하며, 지점별 피해원인과 피해시점 등 세부적인 정보를 제공하지는 못하고 있다.

이러한 이유로 본 연구는 재해연보의 활용이 어려워 행정안전부의 협조를 받아 세부적인 재해정보가 기록된 재해대장 자료를 GIS Tool을 활용해 공간정보가 포함된 피해데이터를 구축하였다. 재해대장으로 구축한 피해사례는 2007년부터 2016년까지의 피해데이터로 전국의 총 608,042건을 GIS 포인트(Point) 데이터로 구축하였다(Table 1).

재해정보와 통합하기 위한 기본통계정보는 중앙부처별 정보시스템의 현황을 조사하였으며, 이후 재해분석에 활용할 수 있는 데이터를 선별하였다. 현재 우리나라의 기본통계데이터는 중앙부처 중심으로 다양한 통계데이터를 구축하

고 시스템을 통해 관리 및 제공하고 있다. 국토교통부는 국토교통통계누리를 통해 국토/도시, 주택/토지, 건설/수자원, 교통/물류, 항공 등 32개 통계데이터를 제공하고, 환경부는 환경통계포털을 통해 환경상태와 관련한 27개의 통계자료를 제공하고 있다. 이외에도 통계청의 KOSIS국가통계포털과 통계지리정보서비스, 행정안전부의 도로명주소개발자센터, 기상청의 기상자료개방포털 등에서 다양한 정보를 취득할 수 있다. 본 연구에서는 재해정보와 통합하는 국가 기본통계는 재해발생에 의해 피해 또는 영향을 받을 수 있는 기본통계로 지역의 인프라 구축 현황과 재해대상을 분석하기 위한 통계청의 인구데이터와 행정안전부의 건물 정보와 도로정보를 수집하였다.

인구데이터는 가장 정확성이 높다고 판단할 수 있는 통계청의 집계구 단위의 인구데이터를 수집하였다. 수집한 데이터는 2017년 기준으로 구축한 데이터로 2019년에 공개된 가장 최신의 인구 데이터를 활용하였다. 인구데이터는 집계구 단위의 폴리곤(Polygon)으로 구성되어 있어 이를 집계구 중심점을 활용한 포인트 데이터로 재구축하였다. 도로와 건물 데이터는 공간좌표를 UTM-K로 통일한 행정안전부의 도로명개발자센터의 2019년 자료를 수집하였다. 두 종류의 데이터는 행정경계를 기준으로 건물은 폴리곤으로 구축하고, 도로는 폴리라인(Polyline)으로 구축하였다.

Table 1. Disaster Data and Statistics Data Collection

Data	standard year	Type	Organization
disaster record	2007-2016	point	Ministry of the Interior and Safety
population	2017	point	Statistics Korea
road	2019	poly line	Ministry of the Interior and Safety
building	2019	poly gon	

2.2 재해관리 통합 DB 구축

수집한 재해정보와 기본통계데이터는 전국기반으로 구축하였으며 UTM-K의 동일한 좌표를 가지도록 구축하였다. 하지만 인구데이터는 집계구 기준으로 구축되고, 건물과 도로는 행정경계 기준이기 때문에 동일한 위치정보를 확인할 수 있는 새로운 기준의 통합정보 생성이 요구되었다. 또한 인구와 건물, 도로 통계 데이터 이외에 환경과 기상 데이터, 하천 및 산림 데이터, 논지 및 비닐하우스 데이터 등 다양한 데이터의 구축으로 다양한 연구의 진행과 활용의 용이함을 위해 공간적으로 표준 데이터의 생성이 필요하였다. 향후 분석의 용이함과 추가 DB의 구축 및 활용의 용이함을 위해 본 연구는 전국을 1 km × 1 km 크기로 분할한 격자를 생성하고, 각각의 격자에 수집한 정보를 내삽하여

통합정보를 생성하였다. 행정안전부의 국가지점번호를 기준으로 격자를 생성하고, 각 격자마다 고유번호를 부여하였다. 국가지점번호는 100 km 단위로 ‘가나다’의 번호 체계를 가지며, 100 km 내에서는 4자리 숫자(10 m 단위)를 부여하였다(Fig. 2). 이러한 방식으로 총 392,873개의 격자를 생성하였고, 행정구역을 각각의 격자로 분할하였다. Fig. 3은 서울을 격자로 분할한 그림이다. 아래 예시 그림은 서울을 대상으로 하였으나 실제 분석은 전국을 대상으로 하였다.

FID	0	1	2			
NID	001001	001002	0010003			
NPNUM	가가 0000 0000	가가 0100 0000	가가 0300 0000	가가 9900 0000	나가 0000 0000	

100 km

Fig. 2. 1 km × 1 km Grid Number Index

Fig. 3. 1 km × 1 km Grid Zone in Seoul

고유번호를 지정한 전국 격자에 수집한 피해정보와 인구, 도로, 건물 데이터를 내삽하여 각각의 데이터를 동일한 격자내에 위치하도록 하였다. 이러한 작업을 거쳐 ‘가나 0000 0100’ 번호를 가진 격자를 공유하는 피해지점 shape 파일(Fig. 4)와 인구분포 shape 파일(Fig. 5), 도로망 shape 파일(Fig. 6), 건물분포 shape 파일(Fig. 7)을 각각 생성하였다.

Fig. 4. Damage Point Data in Seoul

Fig. 5. Population Point Data in Seoul

Fig. 6. Road Polyline Data in Seoul

Fig. 7. Building Polygon Data in Seoul

마지막으로 각각의 shape 파일로 생성한 재해통계 데이터와 기본통계 데이터를 모든 속성정보를 포함한 하나의 데이터로 구축하기 위해 동일격자에 수집정보를 입력하였다.

인구 데이터는 구축한 격자에 포함하는 전체 인구를 합산하였고, 건물 데이터는 각 격자에 포함하는 건물의 개수를

합산하였다. 도로 데이터는 격자에 포함하는 모든 도로의 양방향 통행을 감안하여 상행선과 하행선 차선수를 모두 합산한 데이터를 구축하였다. 이렇게 합산한 각각의 데이터는 동일한 격자에 속성정보로 삽입하여 통합된 하나의 데이터로 구축하였다(Fig. 8).

Fig. 8. National Integration Data

3. 재해관리 통합정보 분석

재해영향모델(Hazard Impact Model)에서는 재해위험은 위험도(Risk)와 노출도(Exposure)의 곱으로 나타낸다(Kumpulainen, 2006). 위험도는 바람직하지 않은 결과가 발생할 수 있는 불확실한 상황(uncertain situation)으로 정의되며, 사회가 복잡해짐에 따라 위험도도 함께 증가한다(Bax et al., 1998). 지역에 대한 위험도를 분석하는 재해관리는 과거 피해사례와 위험노출도의 상관성을 분석함으로써 지역의 위험도를 평가할 수 있다. 본 연구는 지역의 위험도 관점에서 통계정보의 합산 수치의 비교를 통해 지역별 위험정도를 파악하고자 하였다. 이를 위해 구축한 재해정보를 활용해 과거 피해에 대한 격자별 인구와 도로, 건물의 위험노출 영향을 분석하고, 지역적 피해 분포를 분석하였다.

3.1 기본통계의 피해 영향 분석

지역별 피해비교를 위해 2007년부터 2016년까지 자연재해로 인해 발생한 608,042건의 피해를 격자로 표출하였으며, 격자별 피해순위를 분석하여 가장 많은 피해가 발생한 순서로 20개 격자를 추출하였다(Table 2). 이를 통해 피해 격자에 포함된 기본통계를 살펴보고, 자연재해 피해에 대한 기본통계 항목별 영향을 비교하고자 하였다.

Table 2. Disaster Data and Statistics Data Collection

List	Country point number	list of area	Disaster occurrences	Building	Road
1	마바 5400 4900	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	1,719	0	0
2	라아 5900 2000	Dongsong-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do	1,362	284	30
3	마바 5100 5300	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	1,325	38	0
4	마바 2400 8300	Daesan-eup, Seosan city, Chungcheongnam-do	1,208	46	0
5	마바 4600 5300	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	998	122	0
6	사라 6900 1800	Kunnae-myeon, Jindo-gun, Jeollanam-do	853	30	10
7	아라 6800 1800	Podu-myeon Goheung-gun, Jeollanam-do	839	90	5
8	아라 6100 0700	Geumsan-myeon Goheung-gun, Jeollanam-do	811	144	6
9	사라 8700 0200	Uisein-myeon, Jindo County, Jeollanam-do	784	12	4
10	마바 5900 4900	Gobuk-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	752	2	0
11	마바 9300 3800	Yeongwon-myeon, Jeongeup, Jeollabuk-do	772	208	12
12	마바 4900 5000	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	753	70	2
13	마바 4200 6700	Eumam-myeon Seosan-city, Chungcheongnam-do	720	196	16
14	아라 1900 0800	Sinjeon-myeon, Gangjin-gun, Jeollanam-do	678	8	2
15	마바 4000 5800	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	678	0	0
16	마바 3800 6000	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	661	74	0
17	아라 2000 1000	Sinjeon-myeon, Gangjin-gun, Jeollanam-do	656	164	6
18	마바 4500 5500	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	651	53	6
19	마바 4800 5600	Inji-myeon, Seosan city, Chungcheongnam-do	641	174	2
20	마바 4300 5500	Buseok-myeon Seosan city, Chungcheongnam-do	638	0	4

먼저, 피해발생이 가장 많았던 상위 20개 격자를 기준으로 기본통계 항목인 건물과 인구, 도로의 분포 현황을 분석하여 각 항목별로 피해에 미치는 영향 여부를 살펴보았다. 상위 20개 격자 중 피해가 가장 많이 발생한 국가지점번호 ‘마바 5400 4900’ 격자의 10년 동안 발생한 자연재해 피해는 총 1,719건으로 1 km × 1 km 격자에 상당히 많은 피해건수를 기록하였다. 반면에 기본통계 항목인 건물과 도로는 전형 없는 지역으로 나타나 기본통계 항목과 피해와의 영향 여부를 판단할 수 없는 지역 이었다. 두 번째로 피해가 많았던 ‘라아 5900 2000’ 격자 역시 1,362건의 피해로 좁은 지역에서 많은 피해를 기록하였다. 이 격자에 포함된 건물은 284동, 도로는 30개의 차선수가 존재하는 것으로 타나났다. 세 번째로 피해가 많이 발생한 ‘마바 5100 5300’ 격자는 1,325건의 피해가 발생하였고, 도로 없이 건물만 38동이 존재하는 지역으로 나타났다.

각각의 상위 격자에 대한 피해건수와 기본통계 항목의 영향을 분석하기 어려워 상위 20개 격자에 대해서 피해 발생 수와 기본통계 항목의 분포를 그래프에 나타내어 항목별로 비교하였다.

상위 20개 피해격자의 피해 발생 건수를 살펴보면 가장 많이 발생한 1,719건부터 638건으로 좁은 격자내에 상당히 많은 피해가 발생한 것으로 알 수 있다. 하지만 상위 격자에 포함된 기본통계 항목을 비교하면 인구수는 대체로 500명 이하로 나타났으며, 인구가 한명도 없는 지역도 나타났다. 건물의 경우, 피해격자에 포함된 건물이 300동을 포함하지 않는 격자가 대부분 이었고, 단 하나의 건물도 포함하지 않는 격자도 존재하였다(Fig. 9).

Fig. 9. Building and Population Data Comparison for Damage Statistics

이와 같은 방법으로 도로의 영향을 살펴보면 상위 20개 격자 중 7개의 격자에 도로가 하나도 포함하지 않는 것을 확인할 수 있으며(Fig. 10), 격자에 포함되는 도로의 차선수가 30차선 이하로 격자에 포함된 도로의 수가 매우 적은 것을 알 수 있다.

이러한 결과로 최근 10년 동안 발생한 자연재해로 인한 피해는 건물과 도로, 인구가 많은 도시지역보다는 비도시 지역에서 많은 피해가 발생한 것을 알 수 있었다. 또한 자연재

해로 인해 발생하는 피해에 건물과 인구, 도로가 많고 적은 또는 증가와 감소에 따라 피해발생에 영향을 준다고 판단하기 어려웠으며, 건물과 도로, 인구가 피해를 가중시키는 요소로 판단할 수 없었다.

Fig. 10. Road Data Comparison for Damage Statistics

3.2 GIS를 활용한 재해정보 분석

3.2.1 GIS를 활용한 피해 밀집지역 분석

격자에서의 속성정보만으로 상위 피해 격자의 피해원인과 피해발생의 비교가 어려워 공간적 분포 분석을 수행하였다. 이를 위해 Q-GIS 소프트웨어를 활용해서 지도위에 상위 20개 피해 격자를 표출하여 지역적 특성을 분석하고자 하였다. 이를 통해 피해가 발생한 격자의 위치를 파악하고, 피해 격자가 집중된 지역의 환경요인 및 기본통계 분포를 분석하였다.

상위 피해격자가 집중된 지역은 상위 20개의 격자 중 8개 격자가 포함된 충청남도 서산시 부석면 일대로 나타났다(Fig. 11). 이 지역은 1, 3, 5, 12, 15, 16, 18, 20순위의 피해격자를 포함하는 지역으로 각 격자에서 발생한 피해를 합산하면 과거 10년 동안 7,423건의 자연재해 피해가 발생한 것으로 집계되었다. 피해를 기반으로 통계항목을 분석하면 서산시 부석면 일대 피해지역에 건물은 357동, 인구는 448명, 도로 차선수의 총 합은 12차선으로 건물과 도로, 인구 밀집도가 낮은 지역으로 비도시 지역에 해당하는 지역임을 알 수 있다. 8개 격자 중 피해가 가장 많이 발생한 격자는 총 1,719건의 피해가 발생한 국가지점번호 ‘마바 5400 4900’ 격자로 부석면 남부에 건물과 도로가 전무한 농경지에 해당하였다. 이외에도 피해가 발생한 격자의 대부분이 마을에서 벗어난 지역으로 농경지와 일부 산림지역을 포함하는 지역인 것으로 나타났다.

두 번째로 피해가 많았던 격자는 국가지점번호 ‘라아 5900 2000’번 격자였으며, 지도로 확인결과 강원도 철원군 동송읍 지역 이었다. 두 번째로 피해가 많았던 격자지역은 기본통계 데이터를 비교하면 건물이 284동, 도로의 차선수가 30개가 격자에 포함하기 때문에 서산시 부석면에 비해 피해지역에 소규모 마을이 포함된 것으로 예측할 수 있다(Fig. 12).

Fig. 11. Top 8 Damage Dense Grids

Fig. 12. Second Most Damage Grid

피해 밀집지역의 환경을 분석했을 때 건물과 인구, 도로가 부족한 비도시 지역에서 피해가 많이 발생하였다. 이러한 원인으로 인구가 적은 지역에 방재정책이나 방재시설이 빈약하게 설치되었을 가능성이 있다고 판단하였다. 또한 건물과 도로가 적기 때문에 자연재해에 그대로 노출되는 산지와 논지의 분포가 높기 때문에 피해가 많이 발생하였을 가능성이 있다.

3.2.2 GIS를 활용한 기본통계 밀집지역 분석

격자별 주거 인구와 건물, 도로의 밀집도와 피해 발생 정도를 비교하기 위해 기본통계 항목이 높은 지역의 피해발생을 분석하였다. 우리나라에서 주거인구의 밀집도가 가장 높은 격자는 총 인구가 45,019명으로 집계된 국가지점번호

‘마사 2000 4700’ 지역으로 서울특별시 강동구의 강동역 일대인 것으로 확인할 수 있었다. 이와 인접한 ‘마사 2000 4800’ 격자는 총인구 40,154명의 14번째로 인구가 많은 지역인 굽은다리역 일대 지역으로 집계되었다.

Fig. 13. Most Populated Grids

인구 밀도가 높은 두 개의 격자에 위치한 건물은 3,729동과 3,219동이었고, 도로 차선수는 282개, 142개로 인구 밀집도나 건물 밀집도, 도로밀집도가 상당히 높은 지역임을 알 수 있다. 이 지역의 과거 10년 동안의 피해 집계는 48건, 74건으로 집계되었다.

건물의 경우 국가지점번호 ‘마사 3100 3700’ 격자에 가장 많은 건물이 밀집되어 있는 것으로 집계되었다. 경기도 성남시 수진동에 위치한 격자로 총 건물 수는 9,326동이였으며, 이 격자에 포함된 인구수는 34,562명, 도로 차선 수는 222개였다. 또한 이 격자 옆으로 위치한 ‘마사 3000 3700’ 격자와 ‘마사 3100 3600’ 격자의 건물 동수는 9위와 12위로 집계되어 이 지역 일대가 건물 밀집도가 전국에서 가장 높은 것을 알 수 있다. 이 지역의 재해발생 건수는 4건, 5건, 6건으로 건물 밀집도와 많은 인구와 도로에 비해 재해 발생률이 매우 낮은 지역임을 알 수 있다.

Fig. 14. The Densely Packed Grid of Buildings

도로가 가장 많은 지역은 국가지점번호 ‘가마 3900 2800’

번 격자인 울산광역시 남구 삼산동 지역으로 집계되었다. 격자내 건물은 634동, 인구는 5,793명이 집계되었으며, 과거 발생한 재해는 5건이 집계되어 재해로부터 안전한 지역임을 알 수 있다.

Fig. 15. Grid with the Densest Road

기본통계 항목인 인구와 건물, 도로의 밀집도가 가장 높은 격자 지역은 모두 도시 지역이었으며, 자연재해로 인한 피해발생 빈도가 현저히 낮은 지역으로 나타났다. 이러한 원인으로는 해당 지역이 산지와 논지 지역과 비교했을 때 방재정책과 방재시설이 충분히 설치된 도시지역이어서 피해가 반복되지 않았을 것으로 판단할 수 있다. 또한 피해대상이 자연재해에 바로 노출되는 논지와 산지가 아닌 재난에 견딜 수 있는 시설 위주의 지역이기 때문에 피해발생이 낮은 것으로 판단하였다.

4. 결 론

본 연구는 재해통계와 기본통계를 통합하여 재해 발생에 대한 인구와 건물, 도로의 영향을 통합데이터로 분석하고자 하였다. 이를 위해 재해관리 통합 데이터의 생성에 대한 방법을 제시하고, 통합 데이터를 활용한 피해분석을 제시하였다.

첫 번째로 본 연구를 통해 구축한 재해 통합정보로 피해가 밀집된 지역의 그룹화가 가능하였고, 피해 밀집지역의 피해 환경을 분석할 수 있었다. 또한 피해 발생에 대한 인구, 건물, 도로의 인프라의 영향과 직접적 상관성이 미비한 것으로 판단할 수 있었다.

두 번째로 인프라가 사전에 구축된 도시보다 비도시 지역에 피해가 밀집된 것을 확인하였고, 이는 피해 대상이 시설보다는 논지와 산지의 피해대상이 자연재해에 더 취약한 것으로 판단할 수 있었다.

본 연구의 의의는 재해정보와 기초데이터를 통합한 재해 통합정보 생성방안과 활용방안을 제시한데 있으며, 이를 통해 재해 관리 우선지역을 분석할 수 있고, 재해 관리 우선대상을 분석할 수 있었다. 향후 본 연구에서 제시한 재해정보와 기본통계 정보의 통합에서 나아가 기상데이터 및 하천데이터와 같은 재해와 관련한 주요 정보의 통합이

추가적으로 이루어진다면 더욱더 세밀한 지역적 피해분석 및 피해요인, 영향요인의 분석이 이루어 질 수 있다. 또한 분석에 활용된 기본통계 데이터를 더욱 세분화하고, 재해정보를 피해건수에서 벗어나 피해금액 및 복구금액 등으로 다양화 한다면 향후 정부기관의 자연재해 관리 및 풍수해 관리계획의 수립 측면에서 큰 성과를 이룰 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 행정안전부 재난예측및저감연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(MOIS-재난-2015-05)

References

- Bax, E.H., Steijn, B.J., and De Witte, M.C. (1998). Risk management at the shopfloor: The perception of formal rules in high-risk work situations. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol. 6, No. 4, pp. 177-188.
- Cho, M.K., Yoon, H.S., and Kim, H.S. (2015). Study on disaster management system; Comparative analysis of foreign cases. *Proceedings of KSCE 2015 Convention Civil Expo & Conference*, Korean Society of Civil Engineers, pp. 99-100.
- Gang, S.M., Choi, S.Y., and Jo, Y.W. (2014). Construction inventory management module for disaster mitigation support. *Proceeding of KAGIS 2014 Fall Conference*, The Korean Association of Geographic Information Studies, pp. 288-289.
- Gang, S.M., Kim, D.R., Choung, Y.J., Park, J.S., Kim, J.M., and Jo, M.H. (2016). A plan for a prompt disaster response system using a 3D disaster management system based on high-capacity geographic and disaster information. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 19, No. 3, pp. 180-196.
- Jo, Y.W., Choi, H.W., Choi, S.Y., and Jo, M.H. (2014). Conceptual design of damage assessment inventory in response to disaster risk for infrastructure close to river. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 17, No. 1, pp. 144-158.
- Kim, J.H., Gang, S.M., Kim, J.M., and Jang, S.H. (2015a). study on measures for constructing game engine-based 3D web GIS display system, *Proceeding of 2015 Asia Conference on Remote Sensing (ACRS)*.

- Kim, J.H., Gang, S.M., Kim, J.M., and Jo, M.H. (2015b). The method of disaster information web-service display using 3D game engine, *Proceeding of 2015 KAGIS Fall Conference*, The Korean Association of Geographic Information Studies, pp. 151-152.
- Kumpulainen, S. (2006). Vulnerability concepts in hazard and risk assessment. In P. Schmidt-Thomé (Ed.), *Natural and Technological Hazards and Risks Affecting the Spatial Development of European Regions, Geological Survey of Finland, Special Paper*, Vol. 42, pp. 65-74.
- Lee, G.B., Lee, M.H., and Yun, J.H. (2019). A study on the cooperative utilization of disaster database collected from diverse organizations. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 19, No. 4, pp. 227-234.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2019). *Statistical yearbook of natural disaster*.
- Moon, C. (2012). Making linkages between the urban master plan and comprehensive hydrological disaster management plan. *The Journal of Korean Policy Studies*, Vol. 12, No. 3, pp. 157-176.
- Oh, J.H., and Kim, O.Y. (2010). A study on the direction of developing integrated information system of natural disaster for local governments disaster prevention measures. *Crisisonomy*, Vol. 6, No. 2, pp. 19-30.
- Park, K.S., Song, W.Y., and Kong, H.S. (2012). Improvement of operating system for disaster prevention GIS. *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, Vol. 17, No. 3, pp. 75-85.
- Yun, J.H., and Byeon, S.J. (2019). Current status and improvement strategy of disaster statistics and information in Korea: A case of flood disaster. *Crisisonomy*, Vol. 15, No. 1, pp. 113-122.

Received	November 18, 2019
Revised	November 20, 2019
Accepted	December 3, 2019