자연재해 피해영역 기반의 피해인구 산정 기법에 관한 연구

A Study on Estimating the Population of a Natural Disaster Damage Area

김선국* · 최영주** · 한대건*** · 정인주****

Kim, Sunkuk*, Choi, Youngju**, Han, Daegun***, and Jeong, Inju****

Abstract

Due to the abnormal climate phenomenon, disasters are gradually becoming more volatile, especially in large cities; damage is being caused by both artificial and natural factors, which are occurring with increasing uncertainty, and by excessive infrastructure development and population growth due to urbanization. To reduce the damage from natural disasters, we have established preemptive measures for each type of disaster, and are promoting natural disaster prevention procedures through institutional improvement. However, an analysis of existing disaster prevention and recovery projects suggests that these procedures have had only fragmentary effects, mainly centered on monetary losses and residents' satisfaction, so the results are insufficient to present the clear damage reduction effect on investments in disaster prevention projects, and to uniformly calculate the portion of the population that has been damaged. This means there is a limit to our being able to prioritize consideration regarding disaster vulnerability. In this study, we will segment the vulnerable groups based on demographic information from the local government and spatial information on demographic and vulnerable groups.

Key words : Damage Area of Natural Disaster, Spatial Information, Vulnerable Groups of Disasters, Priority of Investment in Disaster Prevention Projects

요 지

최근 이상기후 현상으로 대도시를 중심으로 재해 양상이 점차 다양화 되고 있으며, 불확실성이 증대되고 있는 자연적 요인과 도시화로 인한 인구집중과 생활 기반시설 확보를 위한 무리한 개발 등의 인위적인 요인으로 피해가 가중되고 있다. 이러한 자연재해에 대한 피해를 저감하기 위해 재난유형별 선제적 대책을 수립하며, 제도개선을 통한 자연재해 예방기능 강화 등을 추진하고 있다. 하지만, 기존 재해예방사업과 재해복구사업 분석 관련 성과물은 화폐 단위 및 주민 만족도 위주의 단편적 효과성만 제시하고 있어 재해예방사업 투자에 대한 명확한 피해 저감효과 제시가 미흡하며, 피해인구에 대한 획일화된 산정 방식으로 재해 취약계층에 대한 우선적 고려에 한계가 있는 실정이다. 본 연구에서는 지자체 인구통계 정보를 기반으로 재해 취약계층을 세분화 하고, 인구통계 정보와 취약계층 정보를 공간정보화 하여, 자연재해 피해영역과의 공간분석을 통해 보다 현실적인 피해인구 산정 기법을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 자연재해 피해영역, 피해인구, 공간분석, 재해취약계층, 재해예방사업 투자우선 순위

*정회원, 인하대학교 대학원 석박사통합과정(E-mail: birdi@nate.com)

Member, Ph.D Candidate, Department of Civil Engineering, INHA University

**정회원, (주)이도 주임연구원

Member, Assistant Research Engineer, EDO Ltd.

***정회원, 인하대학교 대학원 박사수료

Member, Ph.D Candidate, Department of Civil Engineering, INHA University

****교신저자, 정회원, (주)이도 대표이사(Tel: +82-70-4048-7887, Fax: +82-55-356-7415, E-mail: jij0468@hanmail.net)

Corresponding Author, Member, CEO, EDO Ltd.

1. 서론

최근 이상기후 현상으로 대도시를 중심으로 재해 양상이 점차 다양화 되고 있으며, 불확실성이 증대되고 있는 추세이다. 재해는 발생 규모, 강도, 빈도, 지속시간 등 이상기후에 따른 자연적 요인을 시작으로, 도시화로 인한 인구집중과 생활 기반시설 확보를 위한 무리한 개발 등의 인위적인 요인으로 피해가 가중되고 있다. 무엇보다 우려스러운 점은 인위적 요인이 점차 주거공간으로 다가오고 있다는 현실이며, 재해유형으로는 하천범람, 내수침수, 사면붕괴, 구조물 유실로 구분할 수 있다(Jeong et al., 2016).

2017년 7월 충북 청주시에는 4시간 동안 290 mm의 강우가 내려 침수피해가 발생하였으며, 수도권 및 인천의 경우 시간당 최대 92 mm의 비가 내려 도로 및 경인선 침수와 더불어 인명피해가 발생하였다. 또한, 충북 음성군에서는 최고 149 mm의 폭우로 인해 도로와 상가가 잠기는 등 침수피해가 발생하였다.

이러한 자연재해에 대한 피해를 저감하기 위해 재해유형에 따른 다양한 센서(Kim et al., 2017) 및 상시 모니터링 기술(Jeong et al., 2017)이 연구되고 있으며, 국가 정책적으로 예방·복구비 투자에 따른 재해 대응도 증대 등을 추진하고, 재난유형별 선제적 대책을 수립하며, 제도개선을 통한 자연재해 예방기능 강화 등을 추진하고 있다. 하지만, 기존 재해예방사업과 재해복구사업 분석 관련 성과물은 화폐 단위 및 주민 만족도 위주의 단편적 효과성만 제시하고 있어 재해예방사업 투자에 대한 명확한 피해 저감효과 제시가 미흡하며, 침수면적 기반의 획일화된 피해인구 산정방식으로(MOIS, 2018a) 재해 취약계층에 대한 우선적 고려에 한계가 있는 실정이다.

서울시 1998년 홍수 피해액(MOIS, 2016) 자료에서 Figs. 1, 2와 같이 도봉구는 침수면적 0.4 ha, 이재민수 89명, 사상자 4명, 총 피해액은 9,832,452천원으로 조사 되었으며, 강서구는 침수면적 83 ha, 이재민수 719명, 사상자 3명, 총 피해액은 229,368천원으로 확인 되었다. 도봉구는 강서구 대비 약 0.4% 침수면적과 약 12.9%의 피해자가 발생 하였으나, 약

42.8배의 피해액이 산정되었다.

본 연구에서는 지자체 인구통계 정보를 기반으로 재해 취약계층을 세분화 하고, 인구통계 정보와 취약계층 정보를 공간정보화 하여, 자연재해 피해영역과의 공간분석을 통해 보다 현실적인 피해인구 산정 기법을 제시 하고, 기존 피해인구 산정 결과와의 비교를 통해 검증하고자 한다.

2. 연구 및 기술 동향

2.1 피해인구 산정 현황동향

자연재해위험개선지구 관리지침(MOIS, 2018a)의 편익 부문(피해액) 산정에서 침수위험지구 등의 피해액을 산정하기 위해 침수면적을 기준으로 인명손실 피해액과 이재민 피해액을 산정하고 있다. 인명손실 피해액은 사망자와 부상자를 구분하여 아래와 같이 산정한다.

$$\text{인명피해액} = \text{사망자 피해액} + \text{부상자 피해액} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{사망자 피해액} &= \text{침수면적당 손실 인명수(명/ha)} \times \\ &\text{손실원단위(원/명)} \times \text{침수면적(ha)} \times \text{홍수빈도율} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{부상자 피해액} &= \text{침수면적당 손실 인명수(명/ha)} \times \\ &\text{손실원단위(원/명)} \times \text{침수면적(ha)} \times \text{홍수빈도율} \end{aligned} \quad (3)$$

이때 침수면적당 손실 인명수를 산정하게 되며, 기준은 Table 1과 같다.

이재민 산정은 침수면적당 피해 인명수를 산정하게 되며, 기준은 Table 2와 같다.

시·군 등 풍수해저감종합계획 세부수립기준(MOIS, 2018b)에서는 계획 수립 시 인문현황을 조사하게 되어 있으며, 대상지역의 행정구역별 인구분포 및 인구밀도를 조사하고 재해 시 인적 피해영향이 크게 나타날 위험이 있는 지역을 분석하여 기술하게 하고 있다. 대상지역의 연령별, 성별, 장애인 현황을 파악하여 행정구역별 재해 취약자(9세 이하

Fig. 1. Flooded Area (1998, Seoul)
(source: Yearbook of disaster, 2016)

Fig. 2. Damaged People and Total Amount
(source: Yearbook of disaster, 2016)

Table 1. Number of Death and Injury People Per Flooded Area

	Big City	Small and medium cities	Garden city	A Rural town	A Mountainous area
Death	0.0242	0.0257	0.0025	0.0021	0.0588
Injury	0.0119	0.0058	0.0001	0.0026	0.0066

(source: Yearbook of disaster, 2004~2013, Ministry of the Interior and Safety (unit: people/ha))

Table 2. Number of Damaged People Per Flooded Area

	Big City	Small and medium cities	Garden city	A Rural town	A Mountainous area
Damaged	40.5549	28.6391	0.9219	0.4430	2.7146

(source: Yearbook of disaster, 2004~2013, Ministry of the Interior and Safety (unit: people/ha))

어린이, 65세 이상 노인, 장애인) 분포현황을 분석하여 위험 지구 선정 및 저감대책 수립에 활용한다.

재해 취약자를 기초행정단위(읍·면·동) 또는 생활권별로 도면상에 숫자로 명기하기 되어 있으나, 재해 취약자 조사 등에 관한 구체적인 방법은 모호한 실정이다.

3. 피해영역 기반의 피해인구 산정 기법

3.1 연구방법

본 연구는 기초행정단위 인구통계 정보와 국가공간정보포털에서 수집 가능한 행정경계, 건물통합정보 등의 공간 정보를 활용하여 피해영역 기반의 피해인구 산정기법을 제시하였다. 연구 대상지역은 최근에 자연재해저감종합계획이 수립된 경기도 성남시를 선정하여 자료 수집이 용이하며 비교적 최신의 지침이 적용된 자료를 활용하였다. 연구 방법은 Fig. 3과 같다.

Fig. 3. Flow Chart of Analysis

3.2 기초자료 수집

기초자료로서, 성남시 기초행정단위 인구통계정보는 ‘성남시 통계연보 2018’ 자료를 수집하였고(Seongnam City, 2018), 연령대별로 구분하여 Table 3과 같이 재구성 하였다. 행정경계, 건물통합정보는 국가공간정보포털에서 제공하는 가장 최근 자료를 수집 하였으며, 공간분석을 위해 단일평면직각좌표계인 UTM-K좌표계를 기준으로 Figs. 4 and 5와 같이 좌표변환 하였다.

Table 3. Demographics in Seongnam City

	0 ~ 7	8 ~ 13	14 ~ 65	65 ~	Total
Shinheung1	465	375	10,850	2,122	13,812
Shinheung2	612	532	7,711	1,277	10,132
Shinheung3	373	333	8,941	1,696	11,343
Taepyeong1	573	413	12,830	2,634	16,450
Taepyeong2	691	610	12,766	2,376	16,453
Taepyeong3	565	559	10,875	2,072	14,071
Taepyeong4	665	724	11,065	2,025	14,479
Sujin1	367	340	9,954	2,375	13,036
Sujin2	816	636	13,345	2,578	17,375
Dandae	1,028	742	12,587	2,289	16,646
Sanseong	577	644	10,402	2,092	13,715
Yangji	539	513	7,688	1,455	10,195
Bogjeong	813	320	9,914	912	11,962
Sinchon	505	327	3,583	427	4,842
Godeung	66	39	1,317	3,341	1,753
Siheung	189	103	2,540	597	3,429
Seongnam	135	100	2,631	459	33,269
Geumgwang1	374	228	5,883	962	7,507
Geumgwang2	1,154	1,059	20,478	3,451	26,142
Eunhaeng1	611	635	8,833	1,411	11,490
Eunhaeng2	1,286	1,179	20,023	3,769	26,257
Sangdaewon1	1,527	1,102	21,308	3,350	27,287

Table 3. (Continued)

	0 ~ 7	8 ~ 13	14 ~ 65	65 ~	Total
Sangdaewon2	528	540	11,632	2,228	14,928
Sangdaewon3	550	562	10,486	1,837	13,435
Hadaewon	1,251	993	17,284	2,427	21,955
Dochon	2,481	1,781	20,342	2,697	27,301
Jung-ang	837	497	11,240	2,228	14,802
Bundang	1,700	1,720	21,111	2,874	27,405
Sunae1	745	1,467	11,315	1,008	14,535
Sunae2	946	1,203	14,000	2,079	18,228
Sunae3	831	1,194	7,822	982	10,829
Jeongja2	907	661	12,984	2,285	16,837
Jeongja3	1,116	1,004	12,269	1,756	16,145
Jeongja1	1,645	1,650	24,528	3,280	31,103
Seohyeon1	1,898	2,575	24,870	3,294	32,637
Seohyeon2	1,147	1,181	15,191	1,707	19,226
Imae1	1,932	1,771	20,298	2,731	26,732
Imae2	785	1,039	10,725	1,719	14,268
Yatab1	1,161	752	14,017	2,203	18,133
Yatab3	2,098	1,225	23,759	3,360	30,445
Yatab2	999	1,020	12,951	2,373	17,343
Gumi	1,934	1,571	24,525	4,473	32,513
Ujung	1,807	1,487	16,270	1,925	21,489
Gumgog	1,682	1,279	22,642	4,020	29,623
Gumi1	1,139	925	16,337	1,917	18,318
Smpyeong	2,302	2,027	18,885	1,997	25,211
Pangyo	2,502	2,329	17,625	1,801	24,256
Baeghyeon	2,788	1,945	21,654	2,228	28,615

(source: Yearbook of seongnam city, 2018)

Fig. 4. Administrative Boundary in Seongnam City
(Source: Korea national spatial data infrastructure portal, www.nsdi.go.kr)

Fig. 5. Building Integrated Information in Seongnam City
(source: Korea national spatial data infrastructure portal, www.nsdi.go.kr)

3.3 인구통계 정보 지오크딩

공간분석을 위해 기초행정단위를 기준으로 인구통계정보의 지오크딩을 하였으며, 이때 연령대를 구분하여 속성정보를 구축하였다. 속성정보는 Fig. 6과 같이 ‘POPUL_CNT (총인구)’, ‘BABY_CNT (0세~7세)’, ‘CHILD_CNT (8세~13세)’, ‘ADULT_CNT (14세~65세)’, ‘OLD_CNT (66세 이상)’ 등 Field (5개)를 생성하였다.

Fig. 6. Geocoding with Demographics

3.4 건물통합정보 정제

국가공간정보포털에서는 28개의 데이터셋으로 건물통합정보)를 제공하고 있으나, 재해 저감효과 분석에 용이하

- 1) 도시관리의 가장 근간이 되는 건물공간정보와 부동산정보를 건물단위로 통합 구축한 정보로서, 구축된 건물통합정보는 시·군·구의 행정행위를 통해 실시간 갱신하는 체계를 마련.

도로 건축통합정보의 데이터셋 중 일부 데이터를 추출하여 사용한다. 국가공간정보포털에서 제공하는 건물통합정보(MOLIT, 2018a)의 데이터셋은 Table 4와 같다. 또한 Table 5의 건축물용코드(MOLIT, 2018b)를 활용하여 건물통합정보에서 주거용 건축물만을 추출하였다.

Table 4. Data Set of Building Integrated Information

No	Column Name	Type	Length	description
1	SHAPE	INTEGER		
2	UFID	VARCHAR2	28	Object ID
3	BLD_NM	VARCHAR2	100	Name of building
4	DONG_NM	VARCHAR2	100	Dong name of building
5	GRND_FLR	NUMBER	5	Number of Underground layer
6	UGRND_FLR	NUMBER	5	Number of ground layer
7	PNU	VARCHAR2	19	
8	ARCHAREA	NUMBER	28,9	Area of building
9	TOTALATEA	NUMBER	28,9	Sum floor area of building
10	PLATAREA	NUMBER	28,9	Area of land
11	HEIGHT	NUMBER	28,9	Height of building
12	STRCT_CD	VARCHAR2	2	Type structure code of building
13	USABILITY	VARCHAR2	5	Usage code of building
14	BC_RAT	NUMBER	28,9	
15	VL_RAT	NUMBER	28,9	
16	BLDRGST_PK	VARCHAR2	28	
17	USEAPR_DAY	VARCHAR2	8	Usage approval date
18	REGIST_DAY	VARCHAR2	8	
19	GB_CD	VARCHAR2	2	
20	VIOL_BD_YN	VARCHAR2	1	
21	GEOIDN	VARCHAR2	17	

Table 5. Usage Code of Building

No	Code	description
1	01000	single house
2	01001	single house
3	01002	Multi house
4	01003	Multi-family house
5	02000	An apartment house
6	02001	Apartment
7	02002	Town house
8	02003	Multi-family house

3.5 인구통계 정보와 건물통합정보의 공간분석

주거용 건축물에 거주하는 인구수를 산정하기 위해 기초 행정단위 행정경계 정보와 주거용 건물통합정보를 공간분석 하였다. 우선 해당 기초행정단위에 속한 주거용 건축물을 추출하고, 면적기준 산정방식을 적용하여 추출된 모든 주거용 건축물의 연면적의 합을 기반으로 단일 주거용 건물에 거주하는 인구수를 산정하였다.

$$\text{단일주거용 건축물 거주인구수} = \text{기초행정단위 거주 전체 인구수} \times \frac{\text{단일주거용 건축물 연면적}}{\sum \text{주거용 건축물 연면적}} \quad (4)$$

인구통계 정보가 연령대 별로 세분화 되어 있음으로 단일 주거용 건축물의 인구수로 산정하였다.

산정된 연령대별 인구수 정보는 Fig. 7과 같이 각각의 주거용 건축물의 속성정보로 저장하였다.

Fig. 7. The Result of Spatial Analysis

3.6 건물통합정보와 피해영역의 공간분석

성남시 자연재해저감종합계획에서 수립된 자연재해위험 개선지구(피해예상 영역) 중 침수피해 위험지구를 대상으로 Fig. 8과 같이 피해영역 정보를 구축하였다. 등자지구 외 20개 지구를 대상으로 공간정보를 구축 하였으며, 지구명과 면적정보를 활용하여 속성정보를 구축하였다(Table 6).

성남시 자연재해위험개선지구와 건물통합정보의 공간분석을 통해 개선지구 내에 존재한 주거용 건축물을 추출하여 Fig 9와 같이 해당 건축물의 속성정보 중 연령대별 인구정보를 합산하여 피해인구를 산정하였다.

Table 6. Natural Disaster Risk Improvement District

No	Name	Area(m ²)
1	deungja	7488.514175
2	siheung2	23196.88564
3	simgog	25498.3911
4	gunгнаe	5590.171395
5	seohyeon	26838.4695
6	unjunglo	76053.94364
7	pangyo	52731.95846
8	gunгнаelo	31361.32687
9	Seohyeon Reservoir	24829.72135
10	danpagil	4422.493423
11	Yuldong Apartment	3258.857088
12	Sungbo Management High School	808.33739
13	dochon	59025.93017
14	sangjeog	102539.9033
15	geumto	65872.05915
16	gol-an	6924.150355
17	yatab	140142.4037
18	seongnaemi	5842.21408
19	sampyeong	80047.1568
20	baeghyeon	7978.51921
21	sangjeog(so)2	38906.34412

Fig. 8. Natural Disaster Risk Improvement District

Fig. 9. Spatial Analysis Building Integrated Information with Damaged Area

4. 연구결과

피해영역 기반의 피해인구를 산정하기 위해 지자체에서 제공하는 통계연보와 국가공간정보유통센터에 제공하는 공간정보를 활용하여 성남시를 자연재해위험개선지구를 대상으로 Table 7과 같이 피해인구를 산정하였다.

Table 7. Population Per Damaged Area

No	Name	0~7	8~13	14~65	65~
1	deungja	0.81	0.479	16.172	4.064
2	siheung2	6.318	3.443	84.911	19.957
3	simgog	21.406	13.861	151.878	18.1
4	gunгнаe	7.199	5.474	96.903	17.205
5	seohyeon	8.496	11.526	111.325	14.745
6	unjunglo	60.424	49.724	544.054	64.37
7	pangyo	30.888	28.752	217.571	22.234
8	gunгнаelo	20.449	15.549	275.268	48.873
9	Seohyeon Reservoir	8.758	11.882	114.761	15.2
10	danpagil	34.309	24.764	420.088	76.395
11	Yuldong Apartment	0	0	0	0
12	Sungbo Management High School	4.894	3.532	59.922	10.897
13	dochon	137.452	98.671	1126.983	149.419
14	sangjeog	2.529	1.495	50.471	12.685
15	geumto	0.634	0.346	8.525	2.004
16	gol-an	0	0	0	0
17	yatab	191.589	144.716	2292.864	364.987
18	seongnaemi	8.189	7.623	57.681	5.894
19	sampyeong	0	0	0	0
20	baeghyeon	0	0	0	0
21	sangjeog(so)2	4.496	2.656	89.706	22.546

자연재해위험개선지구 관리지침(MOIS, 2018a)의 편익 부문(피해액) 산정에서 침수위험지구 등의 피해액을 산정하기 위해 침수면적을 기준으로 산정된 사망자, 피해자, 이재민 수의 합(Method 1)과 비교하여 피해영역 기반의 피해인구 산정방법(Method 2)을 비교하여 Table 8과 같이 정리하였다.

Table 8. Population Per Damaged Area

No	Name	Method 1	Method 2	M1 - M2
1	deungja	30	22	8
2	siheung2	94	115	21
3	simgog	104	205	101
4	gungnae	23	127	104
5	seohyeon	109	146	37
6	unjunglo	309	719	410
7	pangyo	214	299	85
8	gungnaelo	127	360	233
9	Seohyeon Reservoir	101	151	50
10	danpagil	18	556	538
11	Yuldong Apartment	13	0	13
12	Sungbo Management High School	3	79	76
13	dochon	240	1,513	1,273
14	sangjeog	416	67	349
15	geumto	267	12	255
16	gol-an	28	0	28
17	yatab	569	2,994	2,425
18	seongnaemi	24	79	55
19	sampyeong	325	0	325
20	baeghyeon	32	0	32
21	sangjeog(so)2	158	119	39

비교결과 Fig. 10과 같이 도촌지구의 경우 Method 1과 Method 2의 방법에 따른 피해인구의 차이가 1273명을 차이를 보이고 있으며, 야탑지구의 경우 2425명의 차이를 보이고 있다. 도촌지구와 야탑지구의 공간정보 확인 결과, 해당지구는 인구밀집 지역으로 하천변에 위치하고 있으며, 아파트 등의 공동주택의 피해가 예상되어 피해인구가 산정되었다.

또한 Fig. 11과 같이 삼평지구는 사무용 건축물 밀집지역으로 주거용 건축물이 존재하지 않아 Method 1에서 325명의 피해인구가 산정되었지만, Method 2에서는 피해인구가 산정되지 않았다.

Fig. 10. Compare Method 1 with Method 2 (dochon and yatab)

Fig. 11. Compare Method 1 with Method 2 (sampyeong)

5. 결론 및 고찰

본 연구에서는 피해영역을 기반으로 피해인구를 산정하기 위해 공간분석을 실시하여 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다.

첫째, 피해영역을 기반으로 공간분석을 통해 피해인구를 산정하는 방식이 기존 피해면적에 따른 피해인구 산정방식보다 정확한 것으로 파악되었다. 각각의 피해인구 산정 결과를 비교·분석하고, 공간정보 상의 주거용 건물의 분포 현황으로 검토하여 주거용 건축물 기반의 피해인구 산정방식 적합한 것으로 판단하였다.

둘째, 연령대를 세분화 하여 피해인구를 산정하였다. 지자체에서 발행하는 통계연보의 인문현황 자료를 기반으로 연령대를 세분화하여 피해영역 내에 거주하는 재해 취약자 현황을 인지하여 재해취약계층을 심층 고려한 방재대책 수립 및 재해예방사업 투자우선순위를 결정할 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 상업지구에 존재하는 건축물의 경우, 건축물의 용도가 주거용 건축물로 아닌 관계로 피해 인구가 산정되지 못한 것과 공동주택의 경우, 피해 인구 인정범위 설정에

따라 피해 인구가 과대·과소 산정되는 한계를 인지하였다. 또한 피해 인구 산정 결과와 실제 피해 사례를 비교·분석하는 추가적인 연구가 필요하다.

분석기법의 활용성 제고를 위한 지속적인 업데이트 체계를 갖는 정보를 활용하였다. 각 지자체의 통계연보와 국가공간정보포털에서 제공되는 공간정보는 각각의 갱신체계과 검증체계를 갖고 있으며, 일정한 갱신주기를 갖고 있음으로 자료수집에 어려움이 없을 것으로 예상된다. 더불어, 피해영역 기반의 피해인구를 보다 정확히 산정하고 연령대를 세분화하여 재해취약계층을 우선적으로 고려할 수 있는 재해예방사업 추진체계가 마련되기를 기대한다.

감사의 글

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

References

- Jeong, I.J., Kim, S.K., Chol, J.H., and Jung, S.G. (2016). A study on elements derived for disaster recovery support priorities. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 16, No. 3, pp. 67-71.
- Jeong, I.J., Lee, J.M., Kim, S.K., and Shin, S.C. (2017). A study on the monitoring technique of mud-debris disaster defense and control system. *J. Korean Soc.*

- Hazard Mitig.*, Vol. 17, No. 5, pp. 331-336.
- Kim, S.K., Lee, J.M., Jeong, I.J., and Seo, Y.M. (2017). A study on detection technique the micro vibration and displacement on slope. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 17, No. 5, pp. 305-310.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2018a). *Building Integrated information*. National Spatial Data Infrastructure Portal.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2018b). *Building Used Code*. National Spatial Data Infrastructure Portal.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2016). *Yearbook of disaster*.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2018a). *Guidelines for management of natural disaster risk improvement districts*.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2018b). *Specification for detailed construction of a comprehensive plan for reduction of natural disaster*.
- Seongnam City. (2018). *Yearbook of seongnam city*.

Received	October 11, 2019
Revised	October 15, 2019
Accepted	November 4, 2019