화재 확대 및 건축물 연면적을 고려한 건축물 용도별 화재위험분석에 관한 연구

Fire Risk Analysis on Buildings Considering Fire Spread and Total Floor Area

진승현* · 이병훈** · 김혜원*** · 구인혁**** · 권영진***** · 서동구*****

Jin, Seunghyeon*, Lee, Byeongheun**, Kim, Hyewon***, Koo, Inhyuk****, Kwon, Youngjin*****,
and Seo, Donggoo*****

Abstract

Fire risk analysis models utilized for the fire risk assessment of domestic structures do not usually take into account flame spread and building size. Therefore, in this study, the effect of the building size on flame spread was investigated. Results showed that the frequency of occurrence of fires increased when the building has 11 or more floors. Additionally, the rate of occurrence of small-scale fires also increased when the total floor area was greater than or equal to 1,000 m². From the risk analysis, the fire risk of health care, medical, and recreational facilities were calculated to be 25.7×10^{-3} , 4.29×10^{-3} , and 0.91×10^{-3} persons per year, respectively. As such, these were classified as high-risk facilities.

Key words : Fire Risk Analysis, Fire Spread, Building Scale, Fire Statistics, Growth Fires

요 지

국내 건축물의 화재위험평가를 위한 화재위험분석은 화재건수별 화재 확대, 건축물 규모를 고려하지 못하고 있는 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 화재 확대 및 건축물의 규모를 고려한 화재위험분석을 실시하기 위하여 건축물의 규모가 화재확대에 미치는 영향을 검토하였으며, 화재가 확대된 화재 건수 및 건축물 연면적을 활용하여 화재위험을 분석하였다. 그 결과 건축물 층수가 11층 이상이면 화재확대빈도가 증가했으며, 연면적이 1,000 m² 이상 증가했을 때 소규모 화재발생 비율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 화재위험을 도출한 결과 건강관리시설(25.7×10^{-3} 인/년), 의료시설(4.29×10^{-3} 인/년), 위락시설(0.91×10^{-3} 인/년)의 화재위험이 높은 시설로 분석되었다.

핵심용어 : 화재위험분석, 화재확대, 건축물 규모, 화재통계, 성장화재

*정회원, 호서대학교 소방방재학과 박사과정(E-mail: golden_ship1030@naver.com)

Member, Ph.D. Candidate, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo University

**정회원, 호서대학교 소방방재학과 박사과정

Member, Ph.D. Candidate, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo University

***호서대학교 산학연구원

Industrial-Academic Cooperation Group Researcher, Hoseo University

****호서대학교 산학연구원

Industrial-Academic Cooperation Group Researcher, Hoseo University

*****정회원, 호서대학교 소방방재학과 교수

Member, Professor, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo University

*****교신저자, 정회원, 한국건설기술연구원 건축연구본부 수석연구원, 공학박사(Tel: +82-31-910-0622, Fax: +82-31-910-0392, E-mail: donggooseo@kict.re.kr)

Corresponding Author, Member, Senior Researcher, Department of Building Research, KICT

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

화재위험평가는 건축물에서 발생한 화재로 인해 물적, 인적피해를 분석함으로써 잠재된 화재위험을 도출하여, 피해를 최소화하기 위해 실시하게 된다(Park, 2010).

국내에서 실시되는 건축물의 화재위험평가는 크게 설계 단계와 유지관리단계에서 분석하는 방법으로 나뉘게 된다.

건축물 설계단계의 평가는 신규 초고층 및 대규모 건축물을 대상으로 「소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준」에 근거한 결정론적 분석방법에 따라 최악의 시나리오를 가정하고 피난한계시간 및 소요시간을 시뮬레이션을 활용하여 화재위험평가를 하고 있다.

반면 기존 건축물의 유지관리단계에서의 평가는 확률론적 접근법을 활용하여 화재발생빈도와 화재로 인해 발생하는 인명피해 및 재산피해 등의 피해량을 고려하여 화재위험평가를 하게 된다.

이러한 평가는 국내에서는 화재보험협회의 Fire Risk Index (FRI) 모형 및 Society of Fire Protection Engineers (SFPE)의 정량적 화재위험분석 방법이 주로 사용되고 있다. FRI모형의 경우 건축물 용도별 화재발생빈도, 재산에 대한 손실, 화재안전설비의 신뢰도 및 시설위험도 등을 고려하여 화재안전등급과 등급별 조정계수를 결정하게 되며, SFPE의 정량적 화재위험분석 방법은 화재 및 건축 통계자료를 활용하여 건축물 용도별 화재건수와 건축물 동수 데이터를 기반으로 화재발생빈도를 분석하고, 건축물의 화재위험을 등급화 하고 있다(Seoul Development Institute, 2010; Shin et al., 2012; Jin, 2017; Yu et al., 2018; Lee et al., 2019; Lee et al., 2020).

하지만 기존의 평가방법에서 활용되는 화재통계는 소방대가 출동한 모든 화재 사건을 기록하고 있어 화재의 규모와 상관없이 같은 1건으로 기록되게 된다. 따라서 소규모 화재 및 대형화재에 따른 위험성을 반영하지 못한다는 문제점이 있다.

또한 기존 국내의 화재위험 평가는 건축물의 면적은 고려하지 않고 건축물의 용도만을 고려하고 있다. 하지만 동일한 용도의 건축물이라 하여도 그 규모에 따라 화재 발생 시 잠재적인 피해 발생량에 차이가 있으므로 이를 고려해야 할 필요성이 있다.

반면 이와 관련한 국외의 연구 중 Michigoe (2012)의 경우 건축물의 화재위험평가를 위해 통계자료를 활용하여 건축물에서 발생한 화재 중 소손면적을 기준으로 화재확대 유무를 판단하고 화재가 확대된 화재건수를 분류하여 건축물 용도별 화재확대 위험성을 분석하였으며, 이를 기반으로 건축물의 연면적과 화재규모의 상관관계 및 화재위험평가를 실시하였다.

따라서 본 연구에서는 화재 및 건축물 통계자료를 활용하여 화재 1건당 화재 규모를 고려해 화재발생빈도, 사상자

발생량을 도출하고 이를 활용하여 건축물 용도별 화재위험 분석을 실시하고자하며, 이를 활용하여 향후 기존 건축물의 화재 위험평가 개선을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구에서는 기존 건축물의 화재위험을 분석하기 위하여 화재 및 건축물 통계 자료를 활용해 건축물 용도별 화재위험을 분석하는 것에 목적이 있다. 화재위험분석에 있어 화재 발생빈도를 도출 및 건축물의 규모에 따른 화재피해를 검토하기 위하여 건축물의 연면적 데이터가 활용된다. 건축행정 시스템의 연면적 자료는 2016년을 기점으로 건축물 용도 분류 체계가 변경되어 변경된 용도를 명확히 구분하여 분류하기 어려움이 있어 화재 및 건축통계 자료는 2016년부터 2018년까지 3년간 자료를 활용하였다. 본 연구의 결과는 건축물 용도별 화재로 인해 발생할 수 있는 사상자를 분석함에 따라 재산피해는 고려하지 않는다. 하지만 산업시설, 문화재, 운수 및 자동차시설의 경우 전체화재 중 재산피해가 차지하는 비율이 다른 용도의 시설에 비해 높은 특징이 있다(Lee, 2020; Lee et al., 2020). 따라서 사상자 기준이 아닌 재산피해를 기준으로 분석할 필요성이 있음에 따라 본 연구에서는 산업시설, 문화재, 운수 및 자동차시설은 제외하고 분석을 실시하였다.

건축물 용도별 화재위험분석을 위해 Michigoe (2012)의 분석방법을 활용하여 화재위험을 분석하고자 하며, 화재 및 건축물 통계를 활용하여 건축물의 층수 및 연면적 증가가 화재확대에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2. 화재위험분석방법 고찰

Michigoe (2012)는 화재 및 건물 규모에 따른 화재 위험도출에 있어 화재통계상 화재 1건의 화재확대 여부를 판별하기 위해 소손면적 자료를 활용하여 화재가 초기에 소화되지 못하여 지속적으로 성장한 것으로 판단되는 화재건수를 소손면적 1 m^2 이상 발생한 화재(이하 성장화재), 초기소화되었거나 자체적으로 화재가 감쇄한 화재건수를 1 m^2 미만 발생 화재(이하 소규모 화재)로 정의하고 분석을 실시하였다.

건축물 화재위험분석에 앞서 건축물 및 화재 규모의 관계를 검토하기 위해 다음과 같은 방법으로 분석을 실시하였다. 건축물의 규모가 증가하게 되면 방재대책이나 관리가 향상됨에 따라 화재가 확대될 가능성이 낮은 반면 고층의 건축물의 경우 화재초기에 소화를 하지 못할 경우 화재지점까지 소방대의 접근 시간이 많이 소요되며, 다수의 층으로 화재가 확대될 가능성이 있어 건축물 층수 증가와 성장화재발생빈도의 관계를 검토하였다. 또한 연면적 증가와 소규모 화재의 관계를 검토하기 위하여 연면적의 증가와 전체 화재건수 대비 소규모 화재 비율을 검토하였다.

건축물의 화재위험분석 방법의 기본 개념은 Eq. (1)과

같이 평가공간의 화재위험(R)을 허용 화재위험(R_A) 이하로 낮추는 것을 목표로 정의 하였다.

$$R \leq R_A \quad (1)$$

R 은 건축물 용도별 공간에서 성장화재발생에 따른 사상자 수를 도출하게 된다. 따라서 임의의 용도(K)의 R 은 성장화재발생빈도 P_{hf} (성장화재 건수 / 건축물의 연면적)와 성장화재 1건당 사상자 수 C_{cas} (사상자 수 / 성장화재건 수), 성장화재가 발생한 건축물의 연면적(A)의 곱으로 Eq. (2)를 활용하여 R 을 도출하였다.

$$R(K) = P_{hf}(K)A(K)C_{cas}(K) \quad (2)$$

또한 건축물 용도별 R_A 를 도출하기 위하여 표준적인 공간의 R 를 R_A 로 정의하였다. 이에 따라 건축물의 표준공간을 도출하기 위해 용도별 성장화재가 발생한 건축물의 연면적 표준편차를 확인 결과 연면적의 편차가 큼에 따라 건축물 용도별 연면적의 중앙값을 활용하여 R_A 를 도출 하였다.

하지만 분석 데이터가 도쿄도에서 발생한 화재만을 대상으로 분석하였으며, 건축물 용도를 극장, 음식점, 판매, 호텔, 공동주택, 병원, 학교, 사무실, 단독주택만을 대상으로 분석하고 있다. 또한 화재 및 건축물 통계의 경우 1995~2004년 데이터를 활용하여 화재위험을 분석함에 따라 최근 화재 특성을 반영하지 못한 한계가 있다.

이에 본 연구는 산업시설, 문화재, 운수 및 자동차시설은 제외한 시설을 대상으로 화재위험을 분석하며, 최근 3년간 자료를 활용하고자 한다.

3. 화재위험분석을 위한 데이터 구축

3.1 건축물 용도분류

건축물 용도별 화재위험 분석에 있어 화재발생빈도를 도출하기 위해서는 화재건수와 건축물 동수 등의 데이터 구축이 필요하다. 각각의 데이터는 소방청 국가화재정보센터의 화재통계와 국토교통부 건축행정시스템 및 건축물 생애이력 관리시스템의 건축통계자료를 활용하게 되지만 통계자료의 건축물 용도분류가 소방법과 건축법에서 정하는 기준에 따라 분류되어 있어 용도의 명칭이나 분류기준에 다소 차이가 있으며, 특히 근린생활시설은 화재통계의 경우 각각의 용도로 분류 되어 있지만 건축통계는 따로 분류되어 있지 않고 근린생활시설 1, 2종으로 소분류시설이 묶여 있다.

건축물 용도별 재실자, 화재안전설비 등의 조건이 다름에 따라 유사한 용도로 분류하여 분석하는 것이 용도별 화재특징을 보다 명확히 분석할 수 있을 것으로 판단됨에 따라 건축통계상 구분되는 근린생활시설 1, 2종의 소분류시설을 화재통계 용도분류에 따라 분류하고, 각각의 용도별 소분류

시설 중 사용용도가 본 용도와 다른 시설을 검토하여 재분류 하였다.

용도별 소분류시설을 검토한 결과 건축통계의 근린생활시설 1, 2종 시설 명칭이 화재통계 소분류시설의 명칭과 대다수 같지만 화재통계 용도분류에서 명칭이 다르거나 따로 분류되지 않는 시설이 있어 Table 1과 같이 분류 하였다. 이 중 다중생활시설의 경우 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표1 제4호 거목에 따라 고시원업의 시설임에 따라 숙박시설로 분류하였다. 건축통계자료 중 오피스텔의 경우 「건축법 시행령」 제3조의5 및 별표1 제14호 나목에 따라 업무시설로 분류 되지만 실질적으로 주거공간으로 활용되고 있으며, 아파트 대체 투자 상품으로 인식되고 있다(Choi and Kim, 2018). 이에 본 연구에서는 업무시설인 오피스텔을 주거시설로 변경하여 화재위험 분석을 실시하고자 한다.

3.2 건축물 용도별 P_{hf} , C_{cas} , A 조사 결과

건축물 용도별 R 을 도출하기 위해서는 P_{hf} , C_{cas} , A 에 대한 자료를 구축해야 한다. 성장화재 건수, C_{cas} , A 는 화재통계를 활용하게 되는데 소방청에서 제공한 화재통계는 건축물, 임야 등 화재가 발생한 모든 정보가 수집되어 있음에 따라 데이터를 정제할 필요성이 있다. 따라서 건축물의 상태가 공사 중이거나 개축, 철거 등의 경우 화재안전설비가 정상작동하지 않거나 설치되어 있지 않을 수 있으며 사용 중인 건축물에 비해 재실자의 상주 여부가 달라짐에 따라 사용 중인 건축물만을 대상으로 데이터를 분석하였다. 또한 화재 건수 중 방화로 인해 발생한 화재는 제외하였다. 방화의 경우 화재를 인화성물질 등을 사용하여 인위적으로 발생시키고 화재가 확대되도록 화재안전설비의 작동을 조작하거나 재실자가 발견하기 어려운 야간시간이나 통행이 없는 장소에서 화재를 발생시킴으로써 일반화재와 피해의 정도가 차이가 있을 것으로 판단됨에 따라 제외하였다(Choi, 2008). A 의 데이터를 확보함에 있어 화재통계상 입력된 연면적 데이터가 0 m²이거나 연면적 비율(연면적 / (바닥면적 × 층))이 10,000% 이상으로 연면적 데이터가 바닥면적 × 층 대비 매우 큰 값이 입력되어 있어 건축물 용도별 적정한 A 를 도출하기 위하여 연면적 비율이 80~120%이내의 자료만 활용하여 A 에 대한 중앙값과 평균값의 데이터를 구축하였다.

P_{hf} , C_{cas} , A 를 도출하기 위하여 성장화재 건수, 사상자 수, 연면적 데이터 조사 결과는 Table 2와 같으며, 데이터 조사결과를 활용하여 P_{hf} , C_{cas} 도출 결과는 Table 3과 같다.

P_{hf} 를 도출하기 위해 건축물 용도별 성장화재건수 및 건축물의 연면적을 조사한 결과 위락시설(10.4×10^6 건/m²)의 P_{hf} 가 가장 높았으며, 그 뒤로 건강관리시설(6.8×10^6 건/m²), 서비스시설(5.6×10^6 건/m²), 숙박수면시설(4.0×10^6 건/m²)로 나타났다. P_{hf} 가 가장 낮은 시설은 교육연구시설(0.5×10^6 건/m²)이다.

Table 1. Building Use Classification Results

Name of use	System Classification of Architectural administration	Classification of this Study	Name of use	System Classification of Architectural administration	Classification of this Study
Entertainment Hall	Class 2 neighborhood living facilities	Assembly Facilities	Police Station	Class 1 neighborhood living facilities	Office Facilities
Circus Hall			Police Substation		
Oratory			Fire Station		
Funeral Facility			Post Office		
Retail Shop	Class 1 neighborhood living facilities	Service Facilities	Broadcasting Station		
Super Market			Public Health Center		
Beauty Salon			Local Community Center		
Internet computer game facility provider	Local Police Office				
Youth Game Supply Center	Local health insurance association				
Multi distribution game provider	Health Insurance Corporation Office				
Pyo-gu Shop	Office				
Pet Beauty Salon	Matchmaking Service (Office)				
Community Child Center	Class 1 neighborhood living facilities	Eldery Facility	Publishing Company (Office)		
Dental Clinic	Class 1 neighborhood living facilities	Medical Facilities	Other Office		
Oriental Medicine Clinic			Multi-living Facilities	Class 2 neighborhood living facilities	Accommodation
Acupuncture Center			Massage shop	Class 2 neighborhood living facilities	Health Facilities

Table 2. Casualties and Gross Floor Area of Buildings Where Growth Fires Occurred

Division	2016				2017				2018			
	Number of Cases (Cases)	Casualties (Person)	Total Floor Area (m ²)		Number of Cases (Cases)	Casualties (Person)	Total Floor Area (m ²)		Number of Cases (Cases)	Casualties (Person)	Total Floor Area (m ²)	
			Average	Middle			Average	Middle			Average	Middle
Assembly	112	4	1,708	156.4	117	12	1,662.8	176.4	129	3	1,634.1	164.6
Restaurant	115	9	1,178.3	313.5	106	9	1,167.6	331.2	88	5	1,164.6	330.5
Recreational	79	7	1,487.5	798.2	70	2	1,474.3	800.1	79	16	1,555.1	812.1
Sports	33	1	3,348.5	995.9	45	2	3,551.5	1,165.3	40	9	3,543.2	1,168
Business	138	6	1,629.5	190.3	167	10	1,640.2	188.7	183	7	1,357.5	186.9
Educational & Research	84	7	30,539.7	2,138.8	106	4	29,304.2	2,298.1	84	6	29,589.7	2,208
Institutional	23	2	750.3	438.5	25	2	869.8	615.1	23	5	773.0	597.5
Medical	43	33	4,241.2	2,799.8	44	3	3,852.4	2,799.8	44	195	4,304.4	2,808.8
Mercantile	276	17	2,352.9	328.3	289	26	2,375.7	328.4	251	29	2,369.9	328.4
Ordinary service	129	6	1,709.9	526.9	104	9	1,916.0	529.1	104	17	1,916.3	529.1
Health care	25	5	5,117.4	3,410.1	29	75	5,018.6	3,410.1	20	0	5,261.5	3,615.2
Accommodation	91	9	3,960.1	486.7	92	16	4,118.8	436.8	113	43	3,975.8	490.0
Residential	968	216	15,722.3	3,573	1,089	270	15,731.2	3,576.6	1,087	287	15,679.1	3,570.1

Table 3. Results of P_{hf} , C_{cas} , A Analysis by Building Use

Division	P_{hf} (10^{-6} Case/m ²)	A (m ²)		C_{cas} (Person/Case)
		Average	Middle	
Assembly	3.14	1,668.4	160.8	0.053
Restaurant	1.25	1,170.2	325.6	0.074
Recreational	10.36	1,505.6	805.3	0.110
Sports	2.76	3,481.1	1,108.9	0.102
Business	0.73	1,542.4	190.9	0.047
Educational & Research	0.45	29,811.2	2,215.0	0.062
Institutional	0.99	797.7	550.4	0.127
Medical	0.86	4,132.7	2,802.9	1.763
Mercantile	1.11	2,366.2	330.0	0.088
Ordinary service	5.64	1,847.4	538.7	0.095
Health care	6.83	5,132.5	3,572.3	1.081
Accommodation	4.02	4,018.2	455.2	0.230
Residential	0.85	15,710.9	3,986.6	0.246

Fig. 1. Frequency of Casualties from General Fires and Growing Fires

Fig. 2. Number of Casualties According to the Number of General Fires and Growth Fires

4. 화재위험분석 분석 결과 및 고찰

4.1 성장화재 및 일반화재에 따른 사상자발생 비교 결과

성장화재와 성장화재를 고려하지 않은 전체화재(이하 일반화재) 발생에 따른 사상자 발생량을 비교하기 위해 성장화재 및 일반화재 발생건수, 성장화재 및 일반화재 발생에 따른 사상자수를 활용하여 비교 분석을 실시하였다. Fig. 1과 같이 전체 화재 중 성장화재의 비율은 집회시설(47%), 운동시설(44%), 위락시설(39%)로 높으며, 음식점(4%), 공동주택(21%), 서비스시설(27%)이 낮은 것으로 도출되었다. 건축물 용도별 전체화재 중 성장화재가 차지하는 비율이 50%

미만으로 나타나지만 사상자 발생량의 경우 의료시설(100%), 건강관리시설(99%), 집회시설(90%), 운동시설(92%)로 성장화재 발생에 따른 사상자 수의 비율이 매우 높은 것으로 나타났다.

또한 성장화재 및 일반화재의 사상자 빈도를 Fig. 2와 같이 비교한 결과 위락시설, 서비스시설을 제외한 나머지는 시설은 성장화재가 발생했을 때 사상자빈도가 높은 것으로 도출되었다.

성장화재 및 일반화재 발생에 따른 사상자 발생량을 비교한 결과 전체 화재 중 성장화재가 차지하는 비율은 작지만 성장화재가 발생했을 때 일반화재 보다 사상자 발생량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

Fig. 3. Growth Fire Frequency by Number of Building Floors

4.2 화재확대와 건축물 규모 관계 검토 결과

건축물의 규모가 화재확대에 미치는 영향을 검토하기 위해 P_{hf} , 건물동수, 건물층수, 연면적, A , 소규모 화재 비율 (소규모 화재 건수 / 전체 화재 건수)를 바탕으로 건축물 규모의 증가가 P_{hf} 에 미치는 영향을 검토하였다. 층수 데이터의 경우 공동주택이 다른 시설에 비해 층별 데이터량이 가장 많으며, 바닥면적의 편차가 크지 않아 공동주택을 대상으로 층수별 연면적과 P_{hf} 의 관계를 검토한 결과는 Fig. 3과 같다.

또한 건축물의 규모가 증가할수록 화재안전대책이 강화됨으로써 소규모 화재비율이 증가될 수 있다. 이에 따라 연면적 구분마다 소규모 화재 비율의 관계를 검토하고자 한다. 선행연구 분석에 따라 화재위험등급이 가장 높은 공동주택, 의료시설, 업무시설, 판매시설을 대상으로 분석을 실시하였다(Lee, 2020). 분석 결과는 Fig. 4와 같다.

건축물 규모가 P_{hf} 에 미치는 영향을 분석한 결과 건축물의 규모가 증가하는 11층 이상부터 성장화재발생빈도 역시 같이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

건축물 규모와 소규모 화재의 비율을 검토한 결과 연면적이 3,000 m² 이상의 경우 각 용도별 소규모 화재 비율이 전체화재의 약 75%를 차지하는 것으로 나타났으며, 의료시설의 경우 5,000 m² 이상 7,000 m² 미만의 연면적에서 소규모 화재의 비율이 90% 이상으로 나타나 다른 시설에 비해 높은 특징이 있다. 하지만 10,000 m² 이상의 경우 소규모 화재 비율이 64%로 저하 되게 된다. 이는 다른 시설에 비해 화재 발생건수가 55건(주거: 6,013건, 판매: 304건, 업무: 168건)으로 표본수가 적음에 따라 추가적인 데이터를 확보하여 분석할 필요성이 있을 것으로 판단된다. 공동주택의 경우 1,000 m² 미만의 연면적에서 소규모 화재 비율이 약

Fig. 4. Small-Scale Fire Rate According to the Total Floor Area of the Building

72%로 가장 낮지만 전체 연면적으로 볼 때 평균 76%로 연면적이 증가할수록 소규모 화재 비율은 증가하나 증가폭이 크지 않은 것으로 나타났다.

4.3 건축물 용도별 R분석 결과

R 를 도출하기 위해 Eq. (2)를 활용하여 건축물 용도별 분석결과는 Table 4와 같다.

건축물 용도별 R 를 살펴보면 의료시설과 건강관리시설이 다른 시설에 비해 R 값이 매우 높게 도출된 것을 확인할 수 있다. 이는 체천 스포츠센터 화재(2017)와 밀양 세종병원 화재(2018)에서 다수의 사상자가 발생한 것이 원인으로 판단된다. A 의 표준편차를 살펴보면 교육시설(315,041 m²), 숙박시설(35,481 m²) 등으로 분포도가 매우 넓음에 따라 표준편차를 중앙값으로 하여 R 의 결과를 살펴보면 0.1×10^3 인/년 이하의 시설은 노유자시설(0.07×10^3 인/년), 교육연구시설(0.06×10^3 인/년), 판매시설(0.03×10^3 인/년), 음식점(0.03×10^3 인/년), 집회시설(0.03×10^3 인/년), 업무시설(0.01×10^3 인/년)로 도출되어 다른 시설에 비해 화재위험이 낮은 시설로 판단된다. 또한 위락시설(0.91×10^3 인/년), 공동주택(0.75×10^3 인/년), 운동시설(0.31×10^3 인/년), 서비스시설(0.28×10^3 인/년)은 화재위험이 높은 시설로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 건축물의 규모가 성장화재에 미치는 영향을 고려하였으며, 화재 및 건축통계를 활용하여 P_{hf} , C_{as} , A 의 데이터를 바탕으로 R 를 도출하고 기존연구방법의 결과와 비교함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

Table 4. Evacuation Risk Analysis Result by Building Use

Division	P_{hf} (10^{-6} Case/ m^2)	A (m^2)		C_{cas} (Person/Case)	$P_{hf}C_{cas}$ (10^{-6} Person/ m^2)	R (K) (10^{-3} Person/Year)	
		Average	Midium			Average	Midium
Assembly	3.14	1,668.4	160.8	0.053	0.167	0.28	0.03
Restaurant	1.25	1,170.2	325.6	0.074	0.093	0.11	0.03
Recreational	10.36	1,505.6	805.3	0.110	1.136	1.71	0.91
Sports	2.76	3,481.1	1,108.9	0.102	0.281	0.98	0.31
Business	0.73	1,542.4	190.9	0.047	0.034	0.05	0.01
Educational & Research	0.45	29,811.2	2,215.0	0.062	0.028	0.84	0.06
Institutional	0.99	797.7	550.4	0.127	0.125	0.10	0.07
Medical	0.86	4,132.7	2,802.9	1.763	1.518	6.27	4.26
Mercantile	1.11	2,366.2	330.0	0.088	0.098	0.23	0.03
Ordinary service	5.64	1,847.4	538.7	0.095	0.536	0.99	0.28
Health care	6.83	5,132.5	3,572.3	1.081	7.389	37.92	25.70
Accommodation	4.02	4,018.2	455.2	0.230	0.924	3.71	0.44
Residential	0.85	15,710.9	3,986.6	0.246	0.210	3.29	0.75

첫째, 건축물의 규모의 증가에 따라 화재피해에 미치는 영향을 검토하기 위해 층수의 증가와 성장화재발생빈도와 의 관계, 연면적 증가와 소규모화재와의 관계를 검토한 결과 층수가 11층 이상이면 성장화재발생빈도 역시 증가하는 것으로 도출되었다. 연면적 증가와 소규모 화재의 경우 연면적이 1,000 m^2 이상 증가하게 되면 소규모 화재 비율이 상승하는 것을 확인 할 수 있었다.

둘째, 건축물 용도별 성장화재와 일반화재 발생에 따른 사상자빈도를 분석한 결과 성장화재 발생은 일반화재에 비해 50%미만으로 나타났으나 성장화재 발생이 일반화재에 비해 사상자 발생 수가 높은 것을 나타냈다.

셋째, 건축물 용도별 R를 분석한 결과 건강관리시설, 의료시설, 위탁시설 순서로 위험도가 높은 것으로 도출되었다. 하지만 본 연구에서는 재실자의 상태는 고려되지 않음에 따라 건축물 용도별 재실자의 주 사용시간, 재실자의 상태 등의 검토하여 건축물 용도별 화재위험분석을 고도화할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 화재위험분석에 있어 3년(2016~2018)간 통계를 활용함으로써 특정용도에서 발생한 대규모 화재가 결과 값에 큰 영향을 미침에 따라 추가적인 데이터 확보를 통해 분석할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 ‘건축물의 화재취약 특성을 반영한 화재위험 평가기술 개발(3차년도)’의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Choi, B.M., and Kim, J.H. (2018). An empirical analysis of the dynamic correlation between officetel supply and apartment price. *Journal of the Korean Regional Development Association*, Vol. 30, No. 5, pp. 55-74.
- Choi, J. (2008). *A study on the characteristics and the prevention measures of arson fire*. Ph.D. dissertation, University of Myongji.
- Jin, S.H. (2017). *A study on the improvement of the night fire response manual through the analysis of field survey and fire risk in elderly facilities*. Master's thesis, University of Hoseo.
- Lee, E.P. (2020). Analysis of timeline and casualties of a factory fire. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 20, No. 1, pp. 185-194.
- Lee, J.W., Jin, S.H., Lee, B.H., and Kwon, Y.J. (2020). A study on the change in fire risk by occupancy type using fire statistics. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 20, No. 3, pp. 175-185.
- Lee, K.M., Lim, S.L., Cho, J.W., Lee, S.K., Min, S.H., and Min, J.K. (2019). Fire risk assessment of building use types using natural breaks (Jenks). *Journal of the Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 33, No. 6, pp. 63-71.
- Michigoe, Y. (2012). *A study on the residential evacuation safety assessment method based on the concept of risk*. Ph.D. dissertation, University of Kyoto.

Park, J.W. (2010). *A study of fire risk assessment about concentrated area of traditional buildings -Focused on the Bukchon of Seoul-*. Master's thesis, University of Myongji.

Seoul Development Institute. (2010). *Developing a risk assessment method for the mitigation of urban disasters*.

Shin, J.D., Jeong, S.H., Kim, M.S., and Kim, H.J. (2012). Analysis of fire risk with building use type using statistical data. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 12, No. 4, pp. 107-114.

Yu, K.H., Lee, J.M., Lee, M.K., and Jin, T.S. (2018). *A Study on Legislation for Improvement of Fire Safety Performance of Existing Buildings*. AURI 2018-5, Architecture & Urban Research Institute.

Received	November 5, 2021
Revised	November 8, 2021
Accepted	November 22, 2021