

[Research Paper]

자연적 구분법을 이용한 건축물 용도별 화재위험도 평가

이규민 · 임현석 · 조재우* · 이상권** · 민세홍*** · 민정기****†

한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 연구원, *한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 센터장,

한국건설생활환경시험연구원 건설본부 본부장, *가천대학교 설비·소방공학과 교수,

****한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 선임연구원

Fire Risk Assessment of Building Use Types Using Natural Breaks (Jenks)

Kyu Min Lee · Hyeon Seok Lim · Jae Woo Cho* ·
Sang Kwon Lee** · Se Hong Min*** · Jeong Ki Min****†

Researcher, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories,

*Team Manager, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories,

**Executive Director, Construction Division, Korea Conformity Laboratories,

***Professor, Fire & Disaster Protection Engineering, Gachon Univ.,

****Senior Researcher, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories

(Received July 4, 2019; Revised November 15, 2019; Accepted December 2, 2019)

요 약

본 연구에서는 화재발생 현황 및 용도별 건축물 통계데이터를 활용하여 전국의 용도별 건축물의 화재위험도를 정량적으로 분석하였다. 화재 및 건축물 통계는 최근 10년간(2008~2017) 데이터를 이용하였으며, 「건축법」과 「소방 시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」을 통해 용도를 분류하여 자연적 구분법(Natural breaks)으로 상대평가를 실시하여 리스크 매트릭스로 나타내었다. 또한, 본 연구에서 도출한 리스크 매트릭스의 적합성을 검증하기 위하여 2018년도 위험도 등급을 지난 10년 데이터와 비교·분석을 진행한 결과, 위락시설에서 위험도가 IV등급에서 II등급으로 감소한 결과를 제외하고는 대부분의 시설이 유사한 위험도를 나타내고 있어 과거와 현재의 데이터 상관성이 유효한 것을 확인하여 분류방법이 적절한 것으로 판단하였다. 본 연구에서 제안된 자연적 구분법을 이용한 화재 위험도 평가방법은 화재예방에 활용할 수 있을 것으로 확인되었다.

ABSTRACT

This study quantitatively analyzed the fire risk of buildings by use nationwide, fire occurrence, and the statistical data of buildings by use. Fire incidents and buildings' statistics from the past 10 years (2008-2017) were used and classified as "Building Laws" and "Enforcement Decree of the Act on the Installation, Maintenance, and Safety of Fire Facilities" to be used for the relative assessment under the Natural Breaks as a risk matrix. In addition, after conducting risk assessment using 2018 fire occurrence data, we compared and analyzed the same with past 10 years' data. The results showed that most facilities had similar risk grades, except for the results of reduced risk levels from IV to II in recreational facilities, confirming the past and present data correlations as valid. Hence, the classification method is deemed appropriate. Through the results, the fire risk assessment of buildings by use nationwide are presented as a reference for fire safety.

Keywords : Fire risk assessment, Fire statistics, Relative evaluation, Natural breaks, Risk matrix

†Corresponding Author, E-Mail: jkm927@kcl.re.kr. TEL: +82-43-210-8973, FAX: +82-43-210-8985

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

1. 서론

국가화재정보센터(National Fire Data System)는 2007년 1월부터 전국의 화재발생 현황, 화재피해 현황 등 화재정보를 수집하여 2008년부터 운영하여 화재현황통계 서비스를 제공하고 있다. 수집된 화재데이터는 화재발생패턴을 분석하고 화재진압 효율화를 위해 활용하고 있다⁽¹⁾. 그러나 국가화재정보센터에서 제공하고 있는 정보는 최대 1년 단위로 조회기간이 제한되어 있고 건축물의 용도에 따른 화재 위험성을 평가하는데 한계를 가지고 있다.

건축물 용도별 화재위험성에 대한 선행연구로 Kim 등⁽²⁾은 2008년에 서울특별시에서 발생한 화재현황을 분석하여 건축물 용도별 화재위험도를 상대적 지표 및 재난저감지수로 서울특별시 내 재난위험지역을 선정하였다. Shin⁽³⁾은 SFPE의 절대적 지표와 자연적 구분법을 이용한 상대적 지표를 활용하여 4년간(2007~2010) 용도별 건축물 데이터를 분석하여 화재안전 정책 수립에 활용하였고, Jin⁽⁴⁾도 Shin 등과 같은 방법으로 5년간(2011~2015) 의료시설 및 노유자시설의 화재위험도를 평가하여 주간과 야간의 위험도 등급의 차이를 비교하였다. Yu 등⁽⁵⁾은 5년간(2011~2015) 화재통계 데이터를 SFPE 분석을 통해서 A등급(발생가능성 있음)에 해당하는 용도의 건축물을 선정하였고, IPA기법 및 자연적 구분법을 활용하여 위험도 분석을 실시하였다. 이러한 화재위험성에 대한 기존연구는 Table 1에 요약하여 정리하였으며, 대부분의 선행연구는 건축물 용도에 따른 절대적인 화재위험도를 확인하기 위해 SFPE 분석결과를 활용하였으며, 이를 바탕으로 리스크 매트릭스를 이용하여 상대적으로 나타내었다. 그러나 기존연구들은 화재위험성 평가 기간이 한정되고 과거 데이터를 바탕으로 분석한 화재위험성이 미래의 화재위험성과 어떤 차이를 나타내는지에 대한 설명이 부족하여 화재위험성 평가 결과의 활용에 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 화재위험성 평가방법에 대해 살펴보고, 국가화재정보센터의 과거 10년(2008~2017)과 최

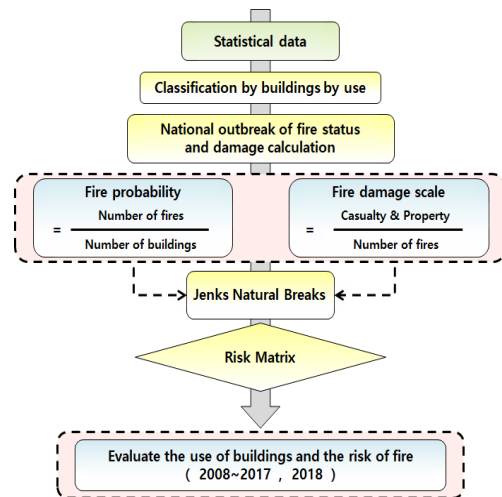


Figure 1. Fire risk assessment process.

근(2018) 화재발생 현황과 건축물 통계자료를 이용하여 시/도 단위의 건축물 용도별 화재발생현황에 대해 분석한 결과로 리스크 매트릭스를 도출하여 건축물의 용도에 따른 화재위험도를 비교, 분석(Figure 1)하여 건축물 화재예방에 활용될 수 있도록 하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구범위

본 연구에서는 용도별 건축물의 화재위험성을 분석하기 위해서 국가화재정보센터(NFDS)⁽⁶⁾에서 2008년부터 2018년까지 지역, 용도별 건축물의 수, 화재발생 건수, 인명피해, 재산피해를 설정하여 전국의 화재발생 데이터를 수집하였다(Table 2).

건축물 용도 분류에서 국가화재정보센터는 기본적으로 소방청의 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제5조 [별표 2]에서 규정하고 있는 특정 소방대상물을 기준으로하고 있다. 소방청에서 기준으로 하

Table 1. Analysis of Previous Research

Author	Title	Subject	Evaluation method	Investigation year
Y. J. Kim et al. ⁽¹⁾	Developing a Risk Assessment Method for the Mitigation of Urban Disasters (2009)	Seoul 19 Facilities	Application of Disaster Index, Natural Breaks (Jenks)	2008
J. D. Shin et al. ⁽²⁾	Analysis of Fire Risk with Building Use Type Using Statistical Data (2012)	Whole Country 15 Facilities	SFPE Analysis Technique, Natural Breaks (Jenks)	2007~2010
S. H. Jin ⁽³⁾	A Study on the Improvement of the Night Fire Response Manual through the Analysis of Field Survey and Fire Risk in Elderly Facilities (2017)	Whole Country Medical and Welfare Facilities	SFPE Analysis Technique, Natural Breaks (Jenks)	2010~2014
K. H. Yu et al. ⁽⁴⁾	A Study on Legislation for Improvement of Fire Safety Performance of Existing Buildings (2018)	11 Facilities	SFPE & IPA Analysis Technique, Natural Breaks (Jenks)	2010~2014
This study	Fire Risk Assessment of Building Types Using Natural Breaks (Jenks)	Whole Country 11 Facilities	SFPE Analysis Technique, Natural Breaks (Jenks)	2008~2018

고 있는 특정소방대상물은 국토교통부 「건축법 시행령」 제 3조의5 [별표 1]의 용도별 건축물의 종류에서 제시하고 있는 분류체계와 유사하나 일부 차이가 있어 본 연구에서는 대상시설물을 비교하여 Table 4와 같이 분류하였다.

건축물 통계데이터는 국토교통부 건축물 생애이력 관리 시스템⁽⁷⁾(www.blcm.go.kr)에서 전국 용도별 건축물의 동 수(數)의 자료를 수집하여 분석에 사용하였으며, 시군구 단위에서 모집단(용도별 건축물에서의 화재발생 건 수)의 수가 부족하여 등급 분류에 어려움이 있는 데이터는 위험도 평가에 용이하지 않아 제외하여, 총 11개의 대표적인 시설물을 본 연구를 위해 최종적으로 선정하였다.

2.2 위험도 평가기법

건축물의 화재위험도를 평가하는 기법은 정량적 위험 분석(Quantitative risk analysis), 정성적위험분석(Qualitative risk analysis), 상대순위 방법(Relative ranking method)의 세 가지 종류로 나눌 수 있다⁽³⁾.

미국소방기술사회에서 제시하고 있는 정량적 위험 분석 방법은 ‘얼마나 위험한가’를 구체적인 수치로 나타내는 것

으로 위험요소의 발생 가능성을 회(건수)/년으로 산출하여 피해확률을 명확하게 나타낸다(Table 3). 정성적 위험도 분석 방법은 ‘무엇이 위험한가’에 초점을 맞춰 위험성을 평가하는 기법으로 위험요인을 찾아내는 것이 가장 큰 요인으로 작용하며, 위험요인의 위험성 평가부터 안전대책 수립하기까지 모든 과정을 논리적으로 전개할 수 있다는 장점이 있다. 마지막으로 상대순위 방법은 위험의 크기를 지수로 표현하는 방법으로 위험 속성의 확인 및 크기의 산출이 가능하지만 상대평가에 초점을 맞추고 있다.

상대순위 방법에서 데이터의 분류방법은 Figure 2와 같이 단순히 동일한 비율로 구분하는 등분위 방법이 있으나 객관적인 분류가 어려워 등급평균으로부터 편차의 제곱의 합이 최소가 되는 지점을 찾아 그룹화하는 방법인 자연적 구분법⁽¹⁰⁾을 활용하여 위험도를 분류하였다. 자연적 구분법에서 최적화된 구간은 다음과 같은 과정을 통해 도출하였다.

$$SDAM = \sum (X_i - \bar{X})^2 \tag{1}$$

① 전체 자료집단의 평균값(\bar{X})을 산출하고, 각 관측치의 평균으로부터 분산정도를 계산

$$SDCM = \sum \sum (X_i - \bar{Z}_c)^2 \tag{2}$$

② 등급구간 설정 후, 각 등급구간의 평균(\bar{Z}_c)을 산출하고, 각 등급구간에 속한 관측치들이 구간 평균으로부터의 분산정도를 산출한 후 전체 분산의 합을 계산

Table 2. Range of Study

Classification	Survey status
Period	2008~2017 (10 years), 2018
Area	Whole country (Korea)
Contents	Fire incidents, Property damage, Casualty, Number of buildings

Table 3. SFPE Frequency Criteria⁽⁸⁾

	Frequency level	Description	Acronym
1	$10^{-2}/yr < f$	Common incidents that may occur several times during the lifetime of the building	A (Anticipated)
2	$10^{-4} < f < 10^{-2}/yr$	Events that are not anticipated to occur during the lifetime of the facility	U (Unlikely)
3	$10^{-6} < f < 10^{-4}/yr$	Events that will probably not occur during the life cycle of the building	EU (Extremely Unlikely)
4	$f < 10^{-6}/yr$	All other accidents	BEU (Beyond Extremely Unlikely)

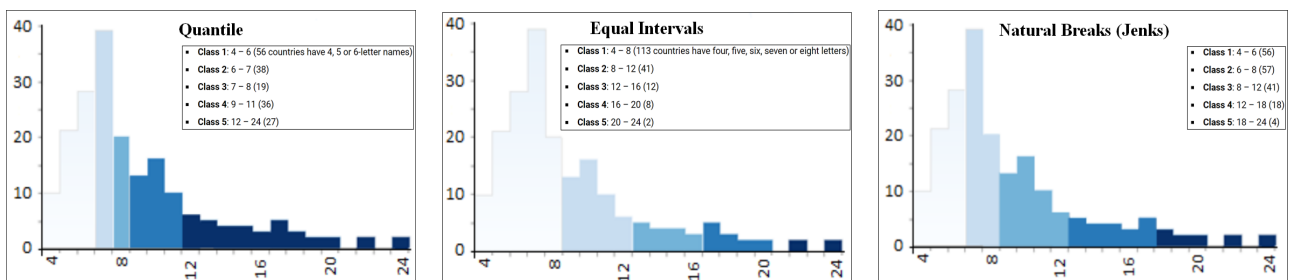


Figure 2. Examples of sampling method⁽⁹⁾.

Table 4. Classification and Selection of Facilities by Use

Legal classification criteria				Facility	
No.	Enforcement decree of the building act	Enforcement decree of the framework act on the fire-fighting services	NFDS (National Fire Data System)	No.	Type
1	Detached house	-	Detached & Other house	1	Residential
2	Apartment house	Apartment house	Apartment house		
3-4	The 1st Living services The 2nd Living services	Living services	Amusement, Restaurant, Daily services	2	Living services
			Theaters		
			Health		
			Other buildings Sanitation		
5	Culture & Meeting	Culture & Meeting	View site, Exhibition	-	Culture & Meeting (Lack of enough data)
6	Religious	Religious	Religious	3	Religious
7	Sales	Sales	Sales	4	Sales
8-9	Transportation Automobile-related	Transportation	Station, Terminal	5	Transportation & Automobile
		Aircraft & Automobile-related	Automobile		
10	Medical	Medical	Medical	6	Medical
11-12	Educational·Research & Elderly	Educational	School, Research, Academy	7	Educational·Research & Elderly
		Elderly	Elderly		
13	Training	Training	Youth	-	Training & Sports (Lack of enough data)
14	Sports	Sports	Sports		
15	Business	Business	Public institution, Business	8	Business
16	Accommodations	Accommodations	Accommodations	9	Accommodations
17	Recreational	Recreational	Recreational	10	Recreational
18·	Industrial	Industrial	Industrial, Workshop	11	Industrial
19	Storage	Storage	Storage		
20	Dangerous goods Storage & Processing	Dangerous goods Storage & Processing	A Dangerous goods plant	-	Dangerous goods Storage & Processing (Lack of enough data)
			Gas-making plant		
21	Power production	Power production	Power production	-	Power production (Lack of enough data)
22	Animal & Plant related	Animal & Plant related	Animal & Plant related	-	Other buildings (Lack of enough data)
23	Resource circulation	Resource circulation	Sanitation		
			Workshop		
24	Correctional & Military	Correctional & Military	Correctional		
			Military		
25	Broadcasting & Telecommunication	Broadcasting & Telecommunication	Underground		
			Air services		
26	Cemetery related	Cemetery related	-		
27	Tourist rest	Tourist rest	-		
28	Funeral	Funeral	Medical		
29	Camp	-	Youth		
30	-	Underground streets	-		
31	-	Underground distirct	-		
32	-	Cultural	Cultural		
33	-	Complex buildings	-		

$$GVF = \frac{SDAM - SDCM}{SDAM} \quad (3)$$

③ GVF의 값 산출

④ 등급구간을 변화시켜 SDCM을 구하여 GVF값이 1에 근접하는 최대값이 될 때의 구간이 최적화된 등급구간임. 여기서 SDAM은 “배열 평균에 대한 편차의 제곱 합”, SDCM은 “클래스(그룹) 평균에 대한 편차의 합”, GVF는 “분산 적합성”을 의미한다.

3. 국내 화재발생 현황

3.1 화재발생 현황 분석방법

화재위험도 평가를 진행하기에 앞서 국내 용도별 건축물의 화재발생 현황(발생 건수, 인명 및 재산피해)과 화재 발생 빈도를 비교 및 분석하였다. 각각의 용도별 건축물 화재발생 현황 집계에서는 화재요인에 상관없이 발생한 화재를 모두 포함하였다.

화재발생 빈도 분석은 각각 용도별 건축물의 수에 대한 화재발생 건수(화재빈도), 용도별 건축물 화재에서 나타난 인명피해 대비 화재발생 건수(인명피해 빈도), 용도별 건축물 화재에서 나타난 재산피해 대비 화재발생건수(재산피해 빈도) 총 3가지 유형으로 구분하여 나타내었다.

3.2 용도별 건축물 화재발생 현황

10년간 건축물 용도별 화재발생 현황을 화재발생 건수와 발생빈도로 나타내어 비교한 내용은 Figure 3에 나타내었다.

화재발생 건수는 주거시설, 근린생활시설, 산업시설 순으로 많이 발생하였지만, 용도별 건축물 데이터를 적용하여 화재발생빈도로 나타내었을 때, 산업시설을 제외한 근린생활시설, 주거시설에서는 다른 시설물에 비해 상대적으로 낮은 결과 값을 나타내었다. 반대로 판매시설, 위락시설, 의료시설은 높은 빈도를 나타내지만 이는 건축물의 수만 비교한 결과로 화재발생 건수 대비 건축물 수가 상대적으로 적어 건축물에서 화재가 발생할 수 있는 빈도가 높게 나타난 것으로 판단된다.

3.3 용도별 건축물 화재피해 현황

용도별 건축물에서의 화재피해 현황은 부상자와 사망자를 모두 포함한 인명피해와 재산피해를 화재발생 빈도와 비교한 결과는 Figure 4 및 5와 같다.

인명피해는 주거시설, 근린생활시설, 산업시설, 위락시설 순으로 많이 발생하였으며, 주거시설의 경우 연평균 59명의 인명피해가 발생하여 상대적으로 다른 시설을 모두 포함한 인명피해보다 상당히 많은 것으로 나타났다. 인명피해빈도에서는 위락시설, 숙박시설, 의료시설, 주거시설 순으로 높게 나타났다.

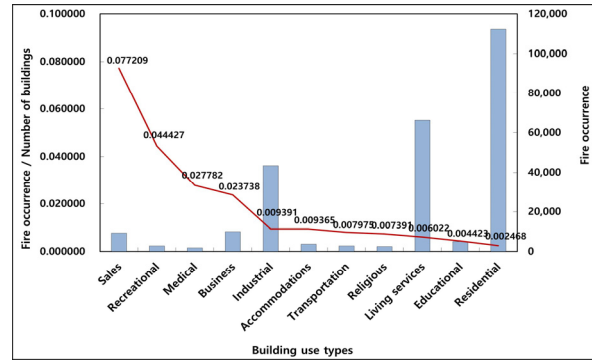


Figure 3. Frequency and numbers of fire occurrence on building use types.

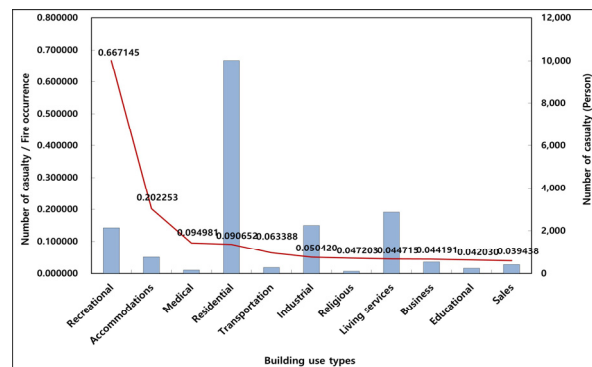


Figure 4. Frequency of fires and number of casualty on building use types.

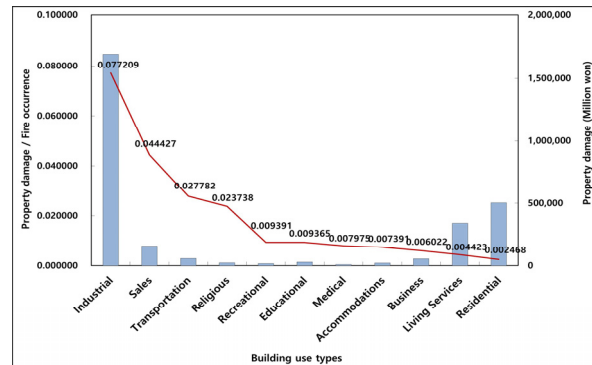


Figure 5. Frequency of fires and amounts of property damage on building use types.

재산피해는 산업시설, 주거시설, 근린생활시설 순으로 많이 발생하였고, 발생 건당 재산피해액에서는 산업시설, 판매시설, 운수자동차시설 순으로 많았다. 그 중 산업시설에서 재산피해는 연평균 약 100억원의 큰 피해가 발생하였으며, 이는 산업시설이 고가의 기계장치 및 다량의 복합가연물을 보유하고 있어 화재로 인한 피해가 많이 발생하여 나타난 것으로 판단된다.

4. 화재위험도 분석

4.1 위험등급 결정

전국의 용도별 화재위험도 분석은 각각 Figure 6과 Figure 7과 같이 화재발생 빈도(화재발생 건수/건축물 수)와 인명피해 빈도(인명피해/화재발생 건수), 화재발생 빈도와 재산피해 빈도(재산피해/화재발생 건수)에 대해 위험도 등급을 결정하고 각각을 혼합하여 최종적으로 Figure 8과 같이 시/도 단위의 건축물 유형별 화재위험도를 나타낸다. 이 때, 화재발생 빈도에 대해 SFPE 빈도 범위를 적용하여 위험등급 I~Ⅲ은 U(발생 가능성 희박), IV등급은 U(발생 가능성 희박)~A(발생 가능성 있음), V 등급은 A(발생 가능성 있음)로 구분하였다. Figure 6과 Figure 7을 통해 도출한 화재위험등급을 리스크 매트릭스에 적용하여 화재발생 빈도를 포함한 사상위험등급×재산위험등급을 복합하여 최종 화재위험도 등급을 Figure 8과 같이 도출하였으며, 발생 빈도에 따른 건축물 용도별 정량적 화재위험은 Table 5에 표 형태로 정리하였다.

과거 10년간(2008~2017) 위험도 등급에서 판매시설은 사상×재산 위험등급은 각각 Ⅲ, V 등급이며, 이를 Figure 8에서 리스크 매트릭스에 사상 위험등급(Y축)과 재산 위험등급(X축)을 적용하게 되면 IV등급의 위험도를 도출해 낼 수 있다. 또한, 의료시설은 IV,Ⅲ등급의 위험도를 가지며 이를 매트릭스에 적용하면 IV등급의 위험도를 가지게 된다. 다른 시설에도 동일한 방법으로 매트릭스에 적용하여 시설물별 화재위험등급을 도출하였다.

4.2 전국 화재위험도 평가 분석(2008~2017)

전국의 화재발생 현황 10년간의 데이터를 활용하여 화재위험도 평가 결과, 의료시설, 위탁시설의 경우 인명피해의 위험이 높고, 운수자동차시설, 판매시설의 경우, 재산피해의 위험이 상대적으로 높아 IV등급의 고위험군으로 분류되었다. 산업시설, 숙박시설, 업무시설은 Ⅲ등급에 해당하며, 주거시설, 교육시설, 근린생활시설, 종교시설은 I 등급으로 분류되었다(Table 6).

전국의 건축물 용도별 화재위험도가 전국 8도 및 특별시, 특별자치시, 특별자치도, 광역시를 포함한 총 17개 각 지역의 화재위험도와 어떤 차이를 나타내는지 알아보기 위해서 Table 8과 같이 분류하여 지역별로 화재위험도를 확인하였다.

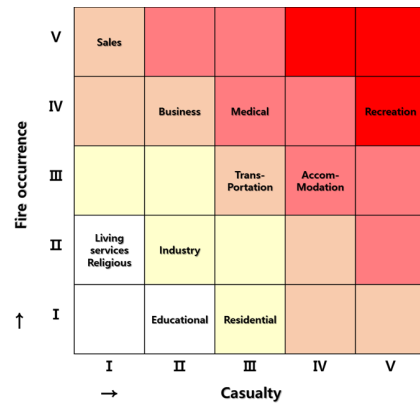


Figure 6. Matrix of fire occurrence and casualty.

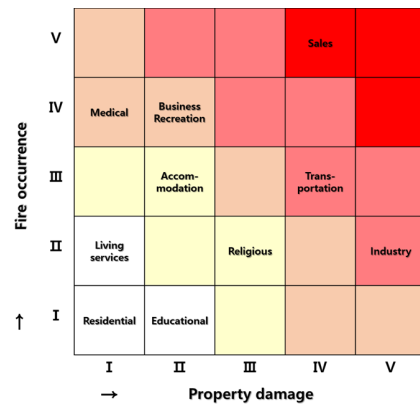


Figure 7. Matrix of fire occurrence and property damage.

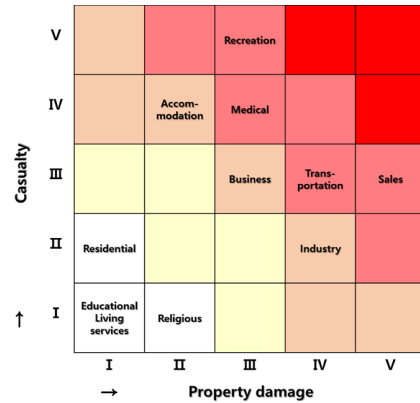


Figure 8. Matrix of casualty and property damage.

Table 5. Classification of Fire Risk Grade Fire Frequency by Whole Country

	Absolute evaluation	
	2008~2017	2018
U (Unlikely)	Residential, Living services, Educational, Religious, Industrial, Accommodations, Transportation	Residential, Living services, Educational, Religious, Industrial, Accommodations, Transportation, Recreational
A (Anticipated)	Recreational , Medical, Business, Sales	Medical, Business, Sales

Table 6. Risk Table on Building Use Types (2008~2017)

Facility	Relative risk			Risk matrix		Risk grade
	Fire occurrence	Casualty	Property damage	X=a Y=b	X=c Y=b	
Residential	1	3	1	II	I	I
Educational	1	2	2	I	I	I
Living services	2	1	1	I	I	I
Religious	2	1	3	I	II	I
Industrial	2	2	5	II	IV	III
Accommodations	3	4	2	IV	II	III
Business	4	2	2	III	III	III
Transportation	3	3	4	III	IV	IV
Medical	4	3	1	IV	III	IV
Recreational	4	5	2	V	III	IV
Sales	5	1	4	III	V	IV

Table 7. Risk Table of Building Use Types (2018)

Facility	Relative risk			Risk matrix		Risk grade
	Fire occurrence	Casualty	Property damage	X=a Y=b	X=c Y=b	
Residential	1	3	1	II	I	I
Educational	1	2	3	I	II	I
Living services	2	1	3	I	II	I
Religious	2	1	3	I	II	I
Recreational	2	4	2	III	II	II
Industrial	2	2	5	II	IV	III
Accommodations	3	4	1	IV	II	III
Transportation	3	1	4	II	IV	III
Business	4	2	4	III	IV	IV
Medical	4	5	2	V	III	IV
Sales	5	2	4	IV	V	V

Table 8. Fire Risk Grade of Whole Country 8 Provinces and 9 Metropolitan Cities on Building Use Types (2008~2017)

Gangwon -①	Gyeonggi -①	Gyeong sangnam-①	Gyeong sangbuk-①	Jeonlla nam-①	Jeonlla buk-①	Chung cheong nam-①	Chung cheong buk-①	Gwangju -②	Daegu -②	Daejeon -②	Busan -②	Ulsan -②	Incheon -②	Seoul -③	Sejong -④	Jeju -⑤
B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	C	B	B
A	B	B	B	B	B	B	B	B	D	B	B	C	B	A	F	A
C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	D	C	B	A	C
G	D	D	D	D	F	D	D	H	C	D	D	E	D	D	C	E
H	E	F	H	E	G	F	F	E	H	H	E	H	F	G	D	G
D	F	H	E	F	H	G	G	D	F	E	F	B	G	I	H	F
E	G	E	F	G	I	H	H	F	G	F	G	I	H	F	E	I
F	H	G	G	H	D	I	I	G	E	I	H	F	E	H	I	D
I	I	I	I	I	E	E	E	I	I	G	I	G	I	J	J	H
J	J	K	J	J	J	J	J	J	K	K	K	K	J	E	G	J
K	K	J	K	K	K	K	K	K	J	J	J	J	K	K	K	K

① Province ② Metropolitan City ③ Special City ④ Metropolitan Autonomous City ⑤ Special Self-Governing Province

A: Residential B: Educational C: Living services D: Religious E: Industrial F: Accommodations G: Business H: Transportation I: Medical J: Recreational K: Sales

Table 8에서 각 위험도 중에서 II등급(59개)은 가장 많은 등급으로 분류되었으며, IV등급(39개)-III등급(35개)-I등급(33개)-V등급(21개) 순으로 위험등급이 분류되어 있는 것을 확인할 수 있다. 지역별 화재위험도 분석에서 의료시설(8개 지역), 위락시설(16개 지역), 판매시설(17개 지역)에서 IV등급 이상의 위험도를 나타냈으며, 종교시설의 경우 전국을 대상으로 한 위험도에서는 I등급을 나타낸 반면에 광주광역시와 제주특별자치도에서는 종교시설이 IV등급으로 평가되어 지역별 건축물 용도에 따른 결과와 차이가 있는 것을 확인할 수 있다.

4.3 전국 화재위험도 평가 분석(2018)

2018년에 발생한 화재통계를 이용하여 화재위험도 평가를 통해 도출한 결과는 Table 7과 같다. 업무시설과 판매시설의 경우 인명피해로 인한 위험도는 낮은 반면에 화재발

생빈도와 재산피해액이 높아 각각 IV, V등급의 고위험군으로 분류가 되었으며, 의료시설은 재실자 밀도 특성으로 인해 상대적으로 작은 재산피해 위험도에도 불구하고 인명피해 위험도가 높아 IV등급으로 분류가 되었다.

2018년의 전국 17개 시/도 시설물의 화재위험도평가 결과를 나타낸 Table 9에서 가장 많은 등급을 나타내고 있는 위험도는 II등급(53개)이며, 주거시설, 근린생활시설은 전국의 용도별 건축물에서는 I등급을 나타낸 반면에 지역별 구분에서는 각각 11개 지역이 II등급으로 평가되었다. 그 다음으로 화재 위험도는 III등급(47개)-IV등급(41개)-I등급(36개)-V등급(10개) 순으로 도출되었다. IV등급 이상의 고위험군으로 분류되는 시설물은 의료시설 8개 지역, 판매시설 14개 지역으로 나타났다. 특히, 세종특별자치시에서는 주거시설이 IV등급의 위험도를 나타내고, 울산광역시에서는 근린생활시설이 IV등급의 위험도를 나타내었다.

Table 9. Fire Risk Grade of Whole Country 8 Provinces and 9 Metropolitan Cities on Building Use Types (2018)

Gangwon -①	Gyeonggi -①	Gyeong sangnam-①	Gyeong sangbuk-①	Jeonlla nam-①	Jeonlla buk-①	Chung cheong nam-①	Chung cheong buk-①	Gwangju -②	Daegu -②	Daejeon -②	Busan -②	Ulsan -②	Incheon -②	Seoul -③	Sejong -④	Jeju -⑤
C	B	A	C	B	A	A	B	B	B	D	A	B	J	B	B	B
J	D	B	D	D	D	C	C	D	A	A	B	D	A	C	D	C
A	A	C	H	J	C	B	A	F	C	B	C	H	B	D	H	D
D	C	H	A	A	E	H	F	A	D	C	H	J	C	H	J	E
E	J	J	B	C	B	D	E	C	F	F	J	A	D	A	C	F
G	F	D	E	E	G	E	G	H	G	K	E	E	G	F	F	H
H	H	E	G	I	H	F	J	I	J	E	F	F	I	J	E	A
B	E	F	J	F	I	G	D	E	E	G	D	G	E	E	G	I
F	G	G	F	H	F	I	H	G	H	H	G	I	F	G	I	J
I	I	K	I	G	J	J	I	J	I	J	I	C	H	I	A	G
K	K	I	K	K	K	K	K	K	K	I	K	K	K	K	K	K

① Province ② Metropolitan City ③ Special City ④ Metropolitan Autonomous City ⑤ Special Self-Governing Province

A: Residential B: Educational C: Living services D: Religious E: Industrial F: Accommodations G: Business H: Transportation I: Medical J: Recreational K: Sales

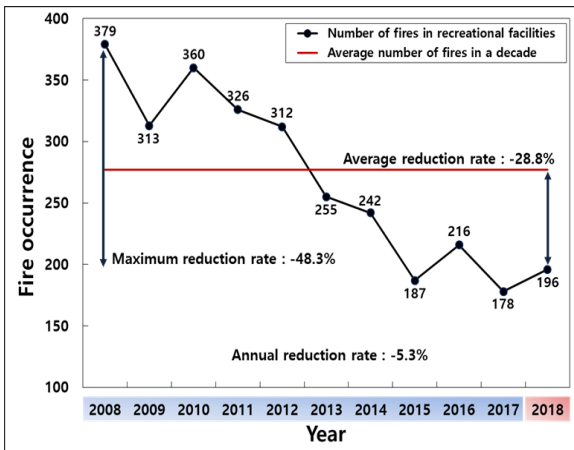


Figure 9. Comparison of fire conditions in recreational facilities.

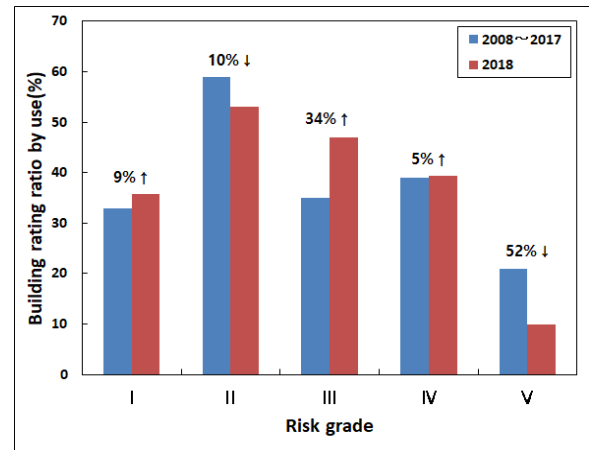


Figure 10. Comparison between 10 years and 2018.

4.4 전국 지역별 화재위험도평가 비교

지난 10년간 데이터와 2018년 화재발생 현황 데이터를 시설물별 화재위험도 평가 등급을 분류하여 비교를 진행하였다.

먼저, 전국의 주거시설, 교육시설, 근린생활시설, 종교시설의 10년 위험도 평가 데이터와 2018년 데이터의 위험도 등급은 I 등급으로 동일한 결과를 나타내었다. 또한, 산업시설과 숙박시설의 화재위험성은 두 결과 모두 화재발생 빈도와 피해 위험이 동일하여 화재위험도 III등급으로 동일하였다. 산업시설의 총 재산피해는 두 데이터 모두 가장 화재 위험도가 높은 것으로 확인하였다.

위락시설의 경우 과거 10년 데이터에서는 IV등급으로 2018년 데이터에서는 II등급으로 서로 상이한 결과가 나타났다. Figure 9에서 과거 10년 데이터의 위락시설의 연간 평균 화재발생 건수는 277건으로 2018년의 화재발생 건수는 197건으로 평균치에 대한 화재발생 감소율은 28.8%로

나타났고, 2008년 최다 화재발생 건수와 비교했을 때는 약 48.3%의 감소율을 나타내었다. 이처럼 위락시설에서는 시간이 지남에 따라 전반적으로 화재발생이 줄어들고 있으며 (연간 평균 화재감소율 5.3%), 그에 따른 화재발생 빈도가 줄어들어 화재위험등급이 낮아진 것으로 판단된다. 운수자동차시설은 화재발생 빈도는 비슷하나, 인명피해가 줄어들어 따라 화재위험등급 또한 낮아졌으며, 업무시설의 경우에는 인명피해 위험은 한 등급 감소하였으나 재산피해로 인한 위험이 I 등급에서 IV등급으로 상승하여 화재위험 등급이 높은 결과로 나타났다.

전국 17개 시/도의 화재위험도 비교 결과(Figure 10), I, III, IV등급은 각각 9%, 34%, 5%가 증가하였고, II, V등급은 10%, 52%가 감소하여 각 지역에서의 V등급의 화재위험이 상대적으로 줄어든 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 전국 용도별 건축물의 화재위험성을 비교, 분석하고 화재위험도 평가를 수행하였으며, 이를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

1) 화재발생 빈도가 I~III등급 시설은 SFPE에서 제시하고 있는 절대평가 위험도 범위 중 U등급(발생 가능성 희박)에 해당하며, IV등급 이상의 시설은 A등급(발생가능성 있음)으로 분류된다. 이를 통해 자연적 구분법의 상대적인 분류 기준에 대해 각 지표들의 화재발생에 대한 위험도 범위를 인지할 수 있다.

전국의 화재발생 빈도만을 대상으로 한 과거 10년간의 화재위험 등급과 2018년 화재위험 등급에서 공통적으로 분류된 의료시설, 업무시설, 판매시설은 A등급으로 화재발생 가능성이 높으므로 이러한 시설물에 대한 더 높은 화재예방 활동이 필요하다.

2) 인명피해 위험도가 높게 나타난 위락시설, 숙박시설의 경우 화재위험 등급이 IV등급 이상으로 화재 20~50건 당 한 명 이상의 사상자가 발생하는 것으로 나타났으며, 화재발생 빈도가 높은 위락시설의 경우 빈번한 화재로 인한 사상자가 발생할 확률이 높은 위험성을 내포하고 있다. 재산피해 위험이 높은 산업시설, 자동차시설, 업무시설, 판매시설은 IV등급 이상으로 화재로 인해 막대한 재산피해가 발생한다. 네 시설 모두 고가의 기계류와 함께 다양한 복합 가연물이 밀집되어 있어, 화재 발생 시 급속하게 확산되어 진압하기 어려우므로 이에 대한 화재예방이 필요하다.

3) 전국 시/도의 용도별 건축물 화재위험도 평가를 진행한 결과, 위락시설의 경우 화재발생 빈도 위험과 인명피해 위험이 감소하여 위험도가 하락(IV→II)하였고, 업무시설은 재산피해 위험이 증가하여 위험도가 상승(III→IV)하였고, 운수자동차시설은 인명피해 위험이 감소하여 위험도가 하락(IV→III)하였으며, 판매시설은 인명피해 위험이 증가하여 위험도가 상승(IV→V)하였다. 평가시설물 중 위락시설에서 위험도 변동이 컸으며 나머지 시설에서는 유사한 위험도를 나타냈다.

4) 전국 17개 시/도의 화재위험도평가 분석한 결과, 10년 데이터에 비해 2018년 데이터에서 지역별 I, III, IV 위험도 등급의 수는 증가하였으며, II, V 위험도 등급의 수는 감소한 것을 확인할 수 있었다. 이는 시설물의 화재발생 건수와 그에 따른 피해 위험 정도가 감소하여 상대적으로 고위험도 화재위험이 줄어든 것을 확인하였다.

본 연구의 결과를 통해 전국의 용도별 건축물 화재위험도를 비교해본 결과, 위락시설을 제외하고 유사한 위험등

급을 나타내어 과거 데이터를 바탕으로 미래의 화재 위험도를 평가하는 것이 의미있는 것을 확인하였으며, 높은 위험도(IV등급 이상)를 포함하는 용도 건축물에서는 화재안전관리를 위한 예방활동이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 - 재난안전플랫폼기술개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NO. NRF-2017M3D7A1071840).

References

1. Hansung University, "A Study on Development of Fire Risk Prediction Model" (2008).
2. Y. J. Kim and S. Y. Shin, "Developing a Risk Assessment Method for the Mitigation of Urban Disasters", Seoul Development Institute (2009).
3. J. D. Shin, S. H. Jeong, M. S. Kim and H. J. Kim "Analysis of Fire Risk with Building Use Type Using Statistical Data", Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 12, No. 4, pp. 107-114 (2012).
4. S. H. Jin, "A Study on the Improvement of the Night Fire Response Manual through the Analysis of Field Survey and Fire Risk in Elderly Facilities", Hoseo University (2017).
5. K. H. Yu, J. M. Lee, M. K. Lee and T. S. Jin, "A Study on Legislation for Improvement of Fire Safety Performance of Existing Buildings", AURI 2018-5, Architecture & Urban Research Institute (2018).
6. National Fire Agency, "National Fire Data System (NFDS)", <https://www.nfds.go.kr/index.do>
7. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Building Life Cycle Management System (BLCM)", <https://blcm.go.kr/cmm/main/mainPage.do>
8. Society of Fire Protection Engineers, "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Fifth Edition", Springer (2016).
9. <https://gisgeography.com/choropleth-maps-data-classification/>
10. GIS Geography, "Data Classification", Essentials of Geographic Information Systems 6.3 (2012).