SPSS를 활용한 화재요인과 영향인자간의 연관성 분석

Analysis of the Relationship between Fire Factors and Influential Factors Using SPSS

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

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

Abstract

The need for the analysis and prediction of fire occurrence factors has increased as recent fires have involved complex relationships among various factors. In particular, the analysis of the association of influencing factors with fire factors is considered vital. In this study, we investigated trends in the occurrences of domestic fires using statistical data to analyze the correlation between the extracted factors of influence and the fire. It should be possible to create measures for the prevention of fire in Korea by describing the major sources of fire and analyzing the correlation between, and regression of, influencing factors and each fire factor.

Key words : Fire Factor, Influence Factor, SPSS, Associative Analysis

요 지

최근 화재가 다양한 요인간의 복잡한 관계를 통해 발생함에 따라 화재발생요인에 대한 분석 및 예측의 필요성이 증가하고 있다. 특히 화재요인에 따른 영향인자의 연관성 분석은 매우 중요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 화재통계 데이터를 활용하여 국내화재의 발생 경향을 분석함으로써 추출한 영향인자와 화재요인 간의 연관성 분석을 진행하였다. 국내화재의 주요 발화요인 도출과 화재요인별 영향인자의 상관관계 및 회귀분석을 통해 국내 화재발생에 대한 예방책 마련이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 화재요인, 영향인자, SPSS, 연관성 분석

1. 서 론

현대사회는 인구의 증가에 따른 도시화, 산업화로 인해 건축물 용도 및 화재요인별로 화재 발생에 영향을 주는 요소 또한 복합적인 관계를 나타내고 있다. 특히, 다양한

용도의 건축물과 인구가 집중되어 있는 도심지에서 발생하는 화재는 해당 건축물의 특성과 개인의 부주의, 에너지 소비량, 전기적·기계적 결함 등 다양한 요인과 밀접한 관련이 있다. 따라서 화재의 사전 예방을 위해서는 화재의 발생경향과 영향요인을 분석하는 과정이 매우 중요한 것으로 판단

*정회원, 한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 연구원(E-mail: yui0110@kcl.re.kr)

Member, Researcher, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories

**정회원, 한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 연구원(E-mail: lkm2433@kcl.re.kr)

Member, Researcher, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories

***정회원, 한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 센터장(E-mail: jwcho@kcl.re.kr)

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

****정회원, 한국건설생활환경시험연구원 건설본부 본부장(E-mail: sangkwon2@kcl.re.kr)

Member, Director of the Headquarters, Construction Division, Korea Conformity Laboratories

*****정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 교수(E-mail: shmin@gachon.ac.kr)

Member, Professor, Department of Fire & Disaster Protection Engineering, Gachon University

*****교신저자, 정회원, 한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 선임연구원(Tel: +82-43-210-8973, Fax: +82-43-210-8985, E-mail: jkm927@kcl.re.kr)

Corresponding Author, Member, Senior Researcher, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories

된다.

Jung (2016)은 전국에서 화재발생건수가 가장 많은 경기도를 대상으로 화재발생빈도와 건축물의 노후도, 건축물 수, 건축물 면적, 인구밀도, 관할면적 등의 빅데이터를 수집하고 각 요인간의 상관관계를 분석함으로써 화재발생 예측모형을 개발하였으며, 예측모형을 통해 화재발생빈도를 기초로 적정 소방력 배치를 위한 합리적인 방안의 필요성을 제안하였다.

National 119 Rescue Headquarters (2016)에서는 건축물 용도별 화재위험도 분석 및 예측모형을 개발하기 위해 건축요인, 화재요인, 피난요인, 화재원인, 예방활동 및 날씨에 해당하는 분석항목 선정 후 빅데이터를 활용하여 화재강도와 화재빈도 측면에서의 화재위험성 분석 및 예측을 진행하였다. 연구를 통해 해당건축물의 화재발생확률을 도출하였으며 이는 해당 건축물의 화재예방을 힘써야 하는 척도로서의 해석의 필요성을 제안하였다.

상기 연구들의 일부 분석과정에서 변수간의 연관성이 매우 낮게 나타나거나 종속변수의 불확실성으로 인해 분석결과의 신뢰도가 비교적 낮게 나타나는 문제점이 발생하였는데 이는 화재통계 데이터가 실제 화재발생에 따른 화재특성과 상이한 값을 가짐에 따라 도출된 것으로 판단하였다. 이러한 점을 미루어 보았을 때 화재통계 데이터를 분석에 활용하기 이전에 화재의 발생현황과 주요 화재발생요인을 분석하는 선행 작업은 매우 중요한 것으로 판단된다.

본 연구에서 화재통계 데이터 수집을 위해 활용한 국가화재정보센터(NFDS)는 소방청에서 2008년도부터 개발·운영한 시스템이다. 2007년도부터 전국에서 발생한 화재정보의 각종 데이터 축적을 진행해왔으며, 화재관련 공공데이터와의 연계를 통해 기존의 화재정보에 대한 데이터의 비교·분석이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 통계 데이터의 기초적인 분석결과만 제시함으로 인해 소방정책에 효율적인 의사결정에 어려움 따른다는 한계가 있다. 따라서 현재까지 축적된 데이터를 효율적으로 활용하기 위해서는 화재유형별로 영향력 있는 각종 위험 요인을 분석한 화재발생경향 파악 등의 정보가 필요한 실정이다. 이에 본 연구는 축적된 화재통계 데이터를 활용하여 국내화재의 발생경향과 주요 발생원인 분석을 통해 화재발생에 영향을 주는 인자를 선별하여 화재와의 연관성을 분석하는데 목적이 있다.

2. 선행연구 고찰

국내의 선행연구에서도 화재요인 또는 건축물 화재에 대한 예방대책과 발생 원인분석, 화재위험도 평가 등을 진행하기 이전에 화재통계 데이터를 분석하여 화재발생의 전반적인 경향을 파악한 바가 있다.

Hong (2017)은 학교시설의 소방안전 개선방안 및 안전한 피난활동을 유도하기 위해 국민안전처에서 제공하는 화재

통계연감(2011년~2015년)을 바탕으로 학교시설에서의 화재발생현황을 분석하였다. 분석결과 학교시설에서 연간 200건 내외의 화재가 발생하였으며 주요 화재요인은 부주의 또는 전기적 요인으로 분석되었다. 또한, 학교건물의 노후화가 진행됨에 따라 시설의 노후화로 인한 화재발생건수도 증가하는 것으로 분석되었다.

Lee (2017)는 1회용 가스라이터로 인한 화재의 원인과 예방대책을 조사·분석하기 위해 국가화재정보센터(NFDS)에서 제공하는 화재통계를 바탕으로 2007년부터 2016년까지 10년간 라이터 또는 성냥으로 인한 화재발생 경향을 분석하였다. 분석 결과 부주의로 인한 화재 발생건수는 큰 변동이 없으나 라이터 또는 성냥으로 인한 화재발생건수는 2013년부터 급격히 감소하는 것으로 나타났으며 이는 가스라이터의 규제에 대한 효과로 분석되었다.

Park (2017)은 전기화재의 원인과 문제점을 분석하기 위해 소방재난본부의 2013년도 화재통계연보와 한국전기안전공사에서 제공하는 전기화재데이터를 바탕으로 전기화재를 원인설비, 화재발생장소에 따라 분류하여 분석을 진행하였다. 분석결과, 전기배선에서의 화재발생이 가장 높게 나타났으며 주거시설에서의 전기화재가 가장 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

Song et al. (2014)은 온도, 습도와 화재와의 관계를 파악하기 위해 소방청 국가화재정보센터(NFDS)에서 제공하는 2007년부터 2011년까지의 화재통계 데이터와 기상청에서 제공하는 공공데이터를 활용하여 빈도분석 방법을 통해 경향파악을 진행하였다. 분석결과 화재발생장소 또는 화재요인에 따라 화재가 주로 발생하는 온·습도 구간에서 각각의 특성을 나타내었으며 향후 다양한 통계기법을 통해 기상 에 따른 화재의 발생위험을 예측하는 대책 마련이 가능할 것으로 전망하였다.

Kim et al. (2014)은 방화가 발생하는데 영향을 주는 요인을 도출하기 위해 국가화재정보센터(NFDS)에서 제공하는 화재통계 데이터(2007년~2011년)와 경제적, 사회적 요인을 변수로 선정하여 화재발생과의 다중회귀분석을 진행하였다. 분석을 통해 화재발생과 방화에 영향을 주는 경제적, 사회적 요인간의 유의미한 결과를 얻었으며 향후 빅데이터의 축적을 통해 방화발생의 패턴의 예측에 대한 연구의 가능성을 제안하였다.

선행연구 분석결과, 하나의 화재요인 또는 건축물 유형에 대해서만 화재발생경향의 분석이 진행되거나 특정 지역에서 발생한 화재에 한해서 화재의 연관성 분석된 진행된 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 소방청 국가화재정보센터(NFDS)를 통해 전국에서 2008년부터 2017년까지 10년간 발생한 화재통계 데이터를 제공받아 화재발생장소와 화재요인에 따라 분류하여 통계분석을 진행함으로써 국내에서 발생한 모든 화재유형의 발생경향과 영향인자와의 연관성을 분석하였다.

3. 국내 화재발생경향 분석

3.1 분석대상

본 연구에서는 화재요인에 영향을 주는 인자를 추출하기 위해 Table 1과 같이 2008년 1월부터 2017년 12월까지 전국에서 발생한 화재의 유형과 그로 인한 피해현황(사망인원, 부상인원, 재산피해)을 분석하였다. 화재발생장소와 화재요인은 소방청에서 작성한 화재통계연감에서의 ‘화재장소별 분석’ 및 ‘발화요인별 분석’의 분류체계에 따라 Table 1과 같이 총 14개의 화재발생장소와 10개의 화재요인으로 분류하였다. 소방청의 화재통계연감에서 나타내는 ‘발화요인’의 경우 ‘발화열원에 의하여 발화로 이어진 연소현상에 대한 인적, 물적, 자연적인 요인’으로 정의하고 있는데, 본 논문의 경우 화재를 발화열원이 아닌 발화유형에 따라 분류하였으며 ‘화재요인’으로 표현하였다. 또한 화재통계연감에서 분류한 ‘방화’와 ‘방화의심’의 경우 두 화재요인에 유사성이 있는 것으로 판단하여 본 논문에서는 하나의 화재요인으로 나타내었으며 ‘방화/방화의심’으로 표현하였다(NFA, 2017).

Table 1. Range of Study

Contents	Survey Status
Period	2008~2017 (Total 10 Years)
Area	Whole Country (Korea)
Contents	Fire Incidents, Death, Injury, Property Damage
Place of Fire	Residential, Sale · Business, Education, Living services, Medical · Welfare, Assembly, Industry, Transportation, Car · Railway vehicle, Dangerous articles · Gas Manufactory, Cultural Property, Other, Other Services, Forest
	Total 14 Place of Fire
Fire Type	Carelessness, Electrical Factor, Mechanical Factor, Gas Leakage (Explosion), Chemical Factor, Arson/Incendiary Suspicious, Traffic Accident, Natural Factor, Unknown, Others
	Total 10 Fire Type

3.2 분석방법

국내 화재의 발생경향 분석을 위해 2008년부터 2017년까지 연도별로 전국에서 발생한 화재를 화재발생장소, 화재요인에 따라 분류하였으며 화재발생건수 대비 인명피해(사망인원, 부상인원)와 재산피해의 비교 및 분석을 진행하였다. 화재발생장소 및 화재요인별 발생경향 분석을 통해 연간 화재발생건수와 인명피해(사망인원, 부상인원), 재산피해가 비교적 높게 나타나는 주요 화재요인을 연관성 분석대상으로 선정하였다. 화재요인과의 연관성 분석을 위한 영향인자 선별은 선행연구 분석결과를 참고하였다.

3.3 화재발생경향 분석

3.3.1 화재발생장소별 화재발생경향

Fig. 1은 2008년부터 2017년까지 전국에서 발생한 화재의 발생장소에 따른 인명피해(사망인원, 부상인원) 및 재산피해 발생에 대해 분석한 그래프이다. 분석결과 국내에서 지난 10년간 총 389,907건의 화재가 발생한 것으로 나타났으며 화재 발생에 의한 피해현황으로는 사망인원 2,971명, 부상인원 17,304명, 3,347,007백만 원의 재산피해가 발생한 것으로 분석되었다.

발생장소별 화재발생건수 분석결과 주거시설에서 총 112,050건(28.7%)으로 화재가 가장 많이 발생하였다. 주거시설 화재에서 발생한 인명피해 현황으로는 사망인원 1,952명(65.7%), 부상인원 8,051명(46.5%)이 발생하였으며 재산피해는 503,251백만 원(15%)의 피해가 발생한 것으로 분석되었다. 특히 사망인원, 부상인원과 같은 인명피해는 주거시설에서 가장 많이 발생한 것으로 나타난 반면 재산피해는 산업시설(54,75건/14%)에서 1,979,245백만 원(59.1%)으로 가장 많이 발생한 것으로 분석되었다.

(a) Damage of Human by Fire Place

(b) Damage of Property by Fire Place

Fig. 1. Damage by Fire Place

3.3.2 화재요인별 화재발생경향

Fig. 2는 2008년부터 2017년까지 전국에서 발생한 화재요인에 따른 인명피해(사망인원, 부상인원) 및 재산피해 발생

에 대해 분석한 그래프이다. 분석결과 총 389,907건 중 부주의로 인한 화재가 207,574건(53.2%)으로 가장 많이 발생하였으며 사망인원 714명(24%), 부상인원 6,722명(38.8%), 625,984백만 원(18.7%)의 피해가 발생한 것으로 분석되었다. 화재발생건수와 부상인원의 경우 부주의로 인한 피해가 가장 많이 발생하였으나 사망인원과 재산피해의 경우 미상(사망인원: 1,057명, 35.6% / 재산피해: 1,451,731백만 원)에서 가장 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

(a) Damage of Human by Fire Type

(b) Damage of Property by Fire Type

Fig. 2. Damage by Fire Type

3.3.3 화재요인별 화재발생장소

Figs. 3부터 6은 화재요인 및 장소에 따라 나타나는 화재발생건수 및 인명피해(사망, 부상인원), 재산피해를 분석한 그래프이다. 분석결과 부주의 화재의 경우 주거시설에서 총 112,050건 중 61,115건(54.6%)으로 가장 많이 발생하였으며 그로 인한 부상인원 또한 주거시설에서 총 8,051명 중 2,961명(38.8%)으로 가장 많이 발생한 것으로 분석되었다. 사망인원과 재산피해가 가장 많이 나타난 미상 화재의 경우 주거시설에서 11,766건(10.5%)으로 비교적 높은 발생비율을 보였으며 특히 주거시설에서의 사망인원이 총 1,952명 중 753명(38.6%)으로 가장 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 산업시설에서 발생한 재산피해의 경우 총 1,979,245백만 원 중 미상으로 인한 화재에서 987,402백만 원(49.9%)으로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 분석되었다.

Fig. 3. Fire Incidents by Fire Type & Place

Fig. 4. Death by Fire Type & Place

Fig. 5. Injury by Fire Type & Place

Fig. 6. Property Damage by Fire Type & Place

4. 화재요인별 연관성 분석

4.1 변수 선정

4.1.1 종속변수

화재발생과 영향인자간의 연관성분석을 진행하기 위해 종속변수는 화재발생건수로 선정하였으며 원활한 통계분석을 위해 발생건수가 비교적 높은 화재요인을 대상으로 선정하였다. 특히, 미상 화재의 경우 국내 화재에서 높은 발생비율을 차지하고 있으며 화재발생으로 인한 사망인원과 재산피해가 크게 발생하는 화재로 분석됨에 따라 발화원인은 불분명하지만 다양한 요인의 적용을 통한 발화원인의 방향성 분석을 위해 분석대상으로 선정하였다. 화재발생건수는 소방청 국가화재정보센터(NFDS)에서 제공하는 화재통계 데이터를 활용하였으며 2008년 1월부터 2017년 12월까지 발생한 화재를 대상으로 선정하였다.

4.1.2 독립변수

화재요인별 발생경향 분석결과와 주요 발화요인 분석결과를 근거로 Table 2와 같이 각각의 종속변수(화재요인)와 연관성을 갖는 것으로 판단되는 변수를 선정하였다. 선정 과정에서 기상데이터(온도, 습도, 풍속, 날씨)의 경우 건축물 내부에서 발생한 화재와 외부의 기상과의 연관성이 떨어지는 것으로 판단되어 독립변수에서 제외하였다. 연단위로 축적된 인구분포 데이터의 경우 연간 인구분포의 변화율이 크게 나타나지 않아 상수항으로 적용될 가능성이 높은 관계로 독립변수에서 제외하였다.

Table 2. Influence Factors by Fire Type

Fire Type	Factor
Carelessness	Smoking Rate, Drinking Rate, Stressor Rate, Suicide Rate (Per 100,000 persons)
Arson/ Incendiary Suspicious	
Electrical Factor	Electricity Consumption, Gas Consumption
Mechanical Factor	
Gas Leakage (Explosion)	

흡연율, 음주율과 스트레스 인지율, 인구 십만명당 자살률은 연단위로 전국 각 지역별 현황을 나타내는 지표로서 부주의 화재 및 방화/방화위험과 관련하여 선정된 변수이다. 공공데이터포털(www.data.go.kr)에서 제공하는 e-지방지표의 데이터를 활용하였으며 화재통계와 동일한 기간(2008년~2017년)의 데이터가 축적됨에 따라 비교 및 분석이 가능한 것으로 판단되어 독립변수로 선정하였다.

전기사용량과 가스사용량은 에너지 소비와 연관성이 높은 전기적 요인, 기계적 요인, 가스누출(폭발)과의 상관관계

및 회귀분석을 진행하기 위해 선정한 변수이다. 월단위로 데이터가 제공되며 전국 각 지역의 시/군/구 단위부터 읍/면/동/면지 단위로 세분화하여 월간 에너지사용량에 대한 데이터를 제공하고 있다. 단, e-지방지표와는 달리 데이터의 축적이 2011년부터 진행되었기 때문에 본 연구에서는 2011년부터 발생한 전기적 요인, 기계적 요인, 가스누출(폭발)로 인한 화재발생건수를 대상으로 분석을 진행하였다.

4.2 연구모형 선정

4.2.1 상관분석

상관분석이란 대상이 되는 변수 간의 연관성을 분석하기 위해 사용하는 통계적 분석방법으로서 비교하는 변수 사이에 어느 정도의 상관관계가 있는가를 파악하는데 목적이 있다. 독립변수와 종속변수의 구분이 명확하지 않으며, 두 변수의 상관관계에 대한 유의미성 및 관계의 강도 파악만이 가능하여 탐색적인 성격을 나타낸다는 점에서 회귀분석과의 차이를 보인다. 본 연구에서는 상관관계 분석을 위해 보편적으로 활용되는 Pearson 상관계수를 활용하여 상관분석을 진행하였는데 Pearson 상관계수란 독립변수 'x'와 종속변수 'y' 사이에서 나타나는 선형적 관계를 수치화 하여 나타낸 계수이다. -1과 +1 사이에서 나타나며 +1에 가까울수록 변수 사이에는 정(예: x가 증가하면 y도 증가)의 관계가, -1에 가까울수록 부(예: x 또는 y가 증가하는 반면 y 또는 x는 감소)의 관계가 나타난다고 볼 수 있으며 0에 가까울 경우 두 변수 사이에는 상관관계가 나타나지 않는 것으로 볼 수 있다. 이러한 상관계수가 가지는 의미가 유의미하기 위해서는 유의수준(p)이 0.05(5%) 이하로 나타나야 한다.

본 연구에서의 영향인자 형태는 데이터의 단위(연단위 또는 월단위)에 따라 두 분류로 나타낼 수 있다. 이에 따라 화재요인과 영향인자간의 상관관계 분석이 가능하도록 Table 3과 같이 영향인자가 나타내는 데이터 단위에 맞게 선행연구에서 각각의 영향인자와 연관성이 있는 것으로 분석된 화재요인의 데이터 단위를 정리하였다. 미상 화재의 경우 본 연구에서 선정한 모든 영향인자와의 상관관계 분석을 진행하기 위해 연단위와 월단위의 두 가지 데이터 형태로 나타내었다.

Table 3. Data Unit of Influence Factor

Influence Factor	Data Unit	Fire Factor
Smoking	Year	Carelessness, Arson/Incendiary Suspicious, Unknown
Drinking		
Stressor		
Suicide		
Electricity Consumption	Month	Unknown, Electrical Factor, Mechanical Factor, Gas Leakage (Explosion)
Gas Consumption		

4.2.2 회귀분석

회귀분석은 상관분석의 발전적인 개념으로서 상관분석에 예측적인 성격을 더함에 따라 종속변수와 독립변수의 구분이 명확하다. 회귀분석은 모집단의 정규성, 등분산성, 독립성 3가지의 기본가정이 모두 충족되어야 하지만 본 연구에서 활용한 화재통계와 영향인자 관련 데이터의 경우 선형관계로 나타내기 어려운 데이터 형태를 갖는다는 단점이 있었다. 따라서 이를 보완하기 위해 데이터에 로그(log)변환을 취하여 선형관계가 나타나도록 보완하였다. 회귀분석은 종속변수에 영향을 주는 인자의 수에 따라 단순회귀분석과 다중회귀분석으로 다시 구분된다.

단순회귀분석은 종속변수에 하나의 독립변수가 영향을 주는 경우에 사용하는 분석기법으로서 본 연구에서는 전기적 요인과 가스누출(폭발)의 화재요인(종속변수)에 각각 전기사용량과 가스사용량(독립변수)을 적용하여 단순회귀분석을 진행하였다.

다중회귀분석은 하나의 종속변수에 영향을 주는 독립변수가 2개 이상인 경우에 사용하는 분석기법으로서 본 연구에서는 부주의 화재, 방화/방화의심으로 인한 화재(종속변수)에 대해 흡연율, 음주율, 스트레스 인지율, 인구 십만명당 자살율(독립변수)을 적용하여 다중회귀분석을 진행하였으며 기계적 요인의 경우 주 에너지원이 전기 또는 가스라는 점에 따라 전기사용량과 가스사용량을 적용하여 다중회귀분석을 진행하였다. 발화원인이 불분명한 미상 화재의 경우에도 영향인자의 방향성 분석을 위해 흡연율, 음주율, 스트레스 인지율, 인구 십만명당 자살율 외에 전기/가스사용량을 적용하여 다중회귀분석을 진행하였다. 또한, 상관분석과 마찬가지로 앞서 제시한 Table 3에 따라 미상 화재의 데이터 형태를 연단위와 월단위 두 종류로 나타내어 각각의 영향인자에

대한 회귀분석 진행이 가능하도록 하였다.

4.3 연관성 분석결과

4.3.1 상관분석

화재요인과 영향인자와의 상관관계 분석결과는 Table 4와 같다. 먼저 부주의 화재, 방화/방화의심, 미상 화재와 흡연율, 음주율, 스트레스 인지율, 인구 십만명당 자살율과의 상관관계 분석결과, 흡연율의 경우 부주의와 미상으로 인한 화재와 유의미한 연관성이 있는 것으로 나타났다. 음주율의 경우 모든 화재요인에서 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났으며 각 화재요인의 다른 영향인자보다도 비교적 높은 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 스트레스 인지율의 경우 미상 화재와 상관관계가 없는 것으로 분석되었으며 인구 십만명당 자살율의 경우 모든 화재요인에서 부(-)의 관계를 나타내는 것으로 분석되었다.

다음으로 미상, 전기적 요인과 기계적 요인, 가스누출(폭발) 화재와 전기사용량, 가스사용량의 상관관계 분석결과, 모든 화재요인에서 영향인자와 유의수준(p) 범위 내에서 유의미한 관계를 나타내는 것으로 분석되었다. 미상 화재와 기계적 요인의 경우 전기사용량과의 상관관계가 가스사용량보다 비교적 높게 나타났으며 가스누출(폭발)의 경우 기계적 요인보다 가스사용량과의 상관관계가 낮게 나타나는 것으로 분석되었다.

4.3.2 정규성 검정

회귀분석 진행 전 잔차(관측값과 기댓값의 차이)의 정규성을 검정하기 위해 Fig. 7과 같이 화재요인별로 정규확률곡선(P-P Curve)을 나타내었다. 여기서 잔차가 정규분포를

Table 4. Correlation Analysis Between Influence Factors by Fire Type

Model		Smoking	Drinking	Stressor	Suicide	Electric	Gas
Careless ness	r	-.041*	.182**	.171**	-.262**	-	-
	p	.042	.000	.000	.000	-	-
Arson	r	.136**	.086**	.178**	-.260**	-	-
	p	.000	.000	.000	.000	-	-
Unknown	r	.019	.080**	.070	-.131**	.469**	.386**
	p	.353	.000	.001	.000	.000	.000
Electrical Factor	r	-	-	-	-	.631**	-
	p	-	-	-	-	.000	-
Mechanical Factor	r	-	-	-	-	.472**	.368**
	p	-	-	-	-	.000	.000
Gas Leakage (Explosion)	r	-	-	-	-	-	.275**
	p	-	-	-	-	-	.000

** Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

따른다는 가정 하에 기댓값과 관측값의 누적확률이 서로 유사하게 나타나면 정규분포에 가까움을 의미한다. 따라서 각 점(데이터)들이 직선상에 위치한다면 정규분포 가정을 따른다고 볼 수 있다.

Fig. 7. P-P Curve by Fire Type

정규확률곡선 분석결과, 부주의와 방화/방화의심, 미상화재의 경우 데이터가 비교적 직선에 일치하는 형상으로 나타나 정규성을 만족하는 것으로 분석되었다. 전기적 요인과 기계적 요인의 정규확률곡선 역시 데이터가 직선형으로 나타나면서 정규성을 만족하는 것으로 나타났으나 가스누출(폭발)의 경우 데이터형태가 직선으로 이어지지 않을 뿐 아니라 끊어지는 형태를 나타냄에 따라 정규성을 만족하기 어려운 것으로 분석되었다.

4.3.3 회귀분석

본 연구에서는 영향인자와의 회귀분석에 적용된 하나의 화재요인을 ‘모형(Model)’이라 표현하였으며 화재요인의 수에 따라 총 6개의 회귀분석 모형을 도출하였다.

또한, 회귀분석결과를 올바르게 해석하기 위해서는 다음의 용어에 대한 정의를 알고 있어야 한다.

‘비표준화계수(B)’는 회귀분석에서 종속변수를 ‘y’, 독립변수를 ‘x’로 하여 산출하는 회귀식에 적용되는 계수로서 독립변수 ‘x’가 회귀식에 적용될 때의 증가량을 나타내는 값이다. 여기서 독립변수 ‘x’가 회귀식에 적용되었을 때 나타나는 종속변수 ‘y(기댓값)’과 실제 실험(또는 측정)을 통해 얻은 결과 ‘y(관측값)’ 사이에서 나타나는 오차를 표준오차(Std. Error)라고 하며 한다. 따라서 표준오차의 크기에 따라 데이터의 선형관계가 결정된다. 본 연구에서는 각각의 영향인자가 화재요인에 주는 영향력의 정도에 초점을 맞추어 따라 회귀식 산출은 생략하였다.

‘표준화 계수(β)’는 회귀분석에 적용된 독립변수 중에서 어떤 변수가 종속변수에 더 큰 영향을 주는가에 대한 비교가 가능한 계수이며 본 연구에서는 표준화 계수(β)를 통해 각 화재요인에 대한 영향인자의 영향력을 분석하였다.

‘검정통계량(t)’는 독립변수와 종속변수 간에 나타나는 선형관계(연관성)의 정도를 확인할 수 있는 값으로서 이는 데이터 사이에서 발생하는 표준편차의 크기를 의미한다. 따라서 검정통계량(t)값이 크게 나타나는 경우 독립변수 ‘x’와 종속변수 ‘y’의 연관성이 높음을 의미하며, 반대로 작게 나타나는 경우에는 연관성이 낮음을 의미한다.

‘분산 팽창 인자(VIF)’는 회귀분석결과에서 오차를 크게 하는 독립변수가 가지는 요인으로서 분석결과에서 VIF가 10이상으로 나타나는 경우 ‘다중공선성이 있다’고 표현한다. 이는 서로 독립적인 관계를 나타내어야 하는 독립변수 사이에서 상관관계가 나타남에 따라 회귀분석 결과에 부정적인 영향을 주기 때문이다. ‘공차(Tolerance)’의 경우에도 분석결과에서 1.0 이상으로 나타나는 경우 ‘다중공선성’이 있는 것으로 판단한다. 본 연구에서는 모든 회귀분석모형에서는 VIF값이 10 이하, 공차가 1.0 이하로 나타남에 따라 다중공선성은 나타나지 않는 것으로 확인되었다.

상기에서 설명한 용어 정의에 따라 화재요인과 영향인자 간의 다중회귀 분석결과는 Tables 5, 6과 같다.

부주의 화재의 경우 음주율과의 표준화계수(β)와 검정통계량(t)이 비교적 높게 나타남에 따라 음주율의 영향력이 가장 높게 나타난 반면 흡연율은 분석결과가 유의수준(p)을 벗어남에 따라 영향력에 의미가 없는 것으로 분석되었다.

방화/방화의심의 경우 음주율에서 유의수준(p)을 벗어난 회귀분석결과가 나타남에 따라 비록 상관관계에서는 유의미한 연관성을 나타내었으나 실질적인 영향력은 매우 약한 것으로 분석되었다.

미상 화재의 경우 상관관계 분석결과와 같이 스트레스 인지율에서 유의수준(p)을 벗어나는 결과가 나타남에 따라 스트레스 인지율의 영향력은 없는 것으로 분석된 반면, 흡연율과의 표준화계수(β)와 검정통계량(t)은 비교적 높게 나타남에 따라 흡연율의 영향력이 높은 것으로 분석되었다. 인구

Table 5. Regression Analysis by Fire Type (1)

Data Unit	Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients (β)	t	p	Collinearity Statistics	
			B	Std. Error				Tolerance	VIF
Year	Carelessness	(Constant)	3.405	.175	-	19.438	.000**	-	-
		Smoking	.010	.005	.038	1.908	.056	.911	1.098
		Drinking	.012	.002	.114	5.222	.000**	.766	1.305
		Stressor	.016	.003	.110	5.089	.000**	.917	1.296
		Suicide	-.018	.001	-.262	-13.152	.000**	.917	1.090
	Arson/ Incendiary Suspicious	(Constant)	-.149	.232	-	-.643	.520	-	-
		Smoking	.073	.007	.233	11.032	.000**	.895	1.117
		Drinking	.002	.003	.016	.677	.499	.756	1.322
		Stressor	.028	.004	.161	7.050	.000**	.765	1.308
		Suicide	-.031	.002	-.327	-15.623	.000**	.909	1.100
	Unknown	(Constant)	1.729	.203	-	8.530	.000**	-	-
		Smoking	.018	.006	.063	2.994	.003**	.909	1.100
		Drinking	.007	.003	.058	2.518	.012*	.766	1.306
		Stressor	.006	.004	.037	1.609	.108	.770	1.298
		Suicide	-.011	.002	-.144	-6.874	.000**	.917	1.090

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

Table 6. Regression Analysis by Fire Type (2)

Data Unit	Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients (β)	t	p	Collinearity Statistics	
			B	Std. Error				Tolerance	VIF
Month	Unknown	(Constant)	2.202	.027	-	81.592	.000**	-	-
		Electricity	.001	.000	.457	11.266	.000**	.344	2.905
		Gas	1.938E-5	.000	.016	.389	.697	.344	2.905
	Electrical Factor	(Constant)	3.054	.021	-	142.710	.000**	-	-
		Electricity	.001	.000	.631	30.433	.000**	1.000	1.000
	Mechanical Factor	(Constant)	1.899	.029	-	66.058	.000**	-	-
		Electricity	.001	.000	.503	12.321	.000**	.347	2.881
		Gas	-4.943E-5	.000	-.039	-.948	.343	.347	2.881
	Gas Leakage (Explosion)	(Constant)	.279	.021	-	13.277	.000**	-	-
		Gas	.000	.000	.275	7.397	.000**	1.000	1.000

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

십만명당 자살율의 경우 모든 화재요인과의 분석에서 표준 회계수(β)와 검정통계량(t)이 음수(-)로 나타났다.

에너지 사용량과 연관된 화재요인의 경우 모든 화재요인

에서 가스사용량보다 전기사용량과의 표준회계수(β)와 검정통계량(t)가 비교적 높게 나타남에 따라 전기사용량의 영향력이 가스사용량보다 더 높은 것으로 분석되었다. 다중

회귀분석을 진행한 미상 화재와 기계적 요인의 분석결과에서도 전기사용량의 표준화계수(β)가 더 높게 나타났으며 특히 기계적 요인의 경우 가스사용량과의 분석에서 표준화계수(β)와 검정통계량(t)이 음수(-)가 나타났다.

단순회귀분석을 진행한 가스누출(폭발)은 유의수준(p) 내에서 유의미한 결과를 나타내었으나, 정규확률곡선(P-P Curve)이 선형을 이루지 못함에 따라 분석결과가 실질적인 의미를 갖는다고 보기에는 어려운 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 화재요인별 주요 영향인자를 추출·선별하여 화재요인과의 연관성을 비교·분석하기 위해 소방청 국가 화재정보센터(NFDS)에서 제공하는 화재통계 데이터와 국가통계포털 및 건축데이터 민간개방시스템에서 제공하는 공공데이터를 활용하여 통계분석을 진행하였으며 연구결과는 다음과 같다.

- (1) 국내 화재발생경향 분석결과, 인명피해(사망, 부상인원)가 가장 많이 발생한 주거시설과 재산피해가 가장 높게 나타난 산업시설 모두 부주의로 인한 화재 외에도 미상 화재로 인한 피해 발생이 비교적 높게 나타난 것으로 분석되었다. 이에 따라 본 연구에서는 부주의 화재 외에도 화재발생건수가 비교적 높게 나타나는 전기적, 기계적 요인과 방화/방화 의심, 가스누출(폭발), 미상 총 6가지의 화재요인을 선정하여 각각의 화재요인에 대한 영향인자 선별 및 연관성 분석을 진행하였다.
- (2) 화재요인별 연관성 분석결과 흡연율과 음주율, 스트레스 인지율과 같이 지역별로 각각 다르게 나타나는 요인들을 전국단위로 통합하여 분석을 진행함에 따라 화재요인과의 연관성이 비교적 낮게 나타난 것으로 판단된다. 특히, 인구 십만명당 자살율의 경우 모든 화재요인에서 부(-)의 상관관계를 나타내었는데 이는 개인의 인위적인 행동으로 인해 발생하는 자살율과 방화를 제외하면 대부분 예상치 못한 상황에서 발생하는 화재와의 발생패턴의 차이로 인해 두 요인 간에 부(-)의 관계가 형성된 것으로 판단된다. 따라서 분석결과와 신뢰도를 높이기 위해서는 각 요인간의 특성과 더불어 지역단위로 세분화하여 각 데이터의 특성에 적합한 분석이 필요할 것으로 판단된다.
- (3) 본 연구에서 활용한 전기사용량과 가스사용량의 경우 단순회귀분석에 적용되는 정도에서 그침에 따라 화재요인과의 연관성이 낮게 나타난 것으로 분석된다. 특히, 가스사용량의 경우 전기사용량에 비해 화재요인과의 연관성이 비교적 매우 낮게 나타남에 따라

에너지 사용량과 화재요인 간의 연관성에 신뢰도 높은 분석결과를 도출하기 위해서는 에너지사용량 외에도 다른 요인과의 다중회귀분석이 필요한 것으로 판단된다.

- (4) 본 연구에서는 화재원인이 불분명한 미상 화재에 다양한 요인을 적용하여 연관성 분석을 진행하였으며 분석결과 음주율과 흡연율, 전기사용량에서 연관성이 나타나는 것으로 분석되었다. 이를 통해 명확한 화재원인이 나타나지 않는 미상 화재의 영향인자를 고려할 때 참고자료로서 활용 가능할 것으로 판단되며, 화재원인이 불분명한 만큼 다양한 영향인자와의 적용 가능성이 열려있는 것으로 판단된다.
- (5) 본 연구의 경우 수많은 화재 영향인자 중 일부만을 추출하여 연관성 분석을 진행하였다는 점에 한계가 있다. 따라서 향후 국내 화재 및 피해 발생에 대해 구체적이고 실용적인 예방책을 마련하기 위해서는 각각의 화재요인에 대해 적용 가능한 영향인자의 추가적인 도출을 통해 현재보다 더 다양한 회귀분석 모형을 활용한 연관성 분석이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

References

- Hong, S.G. (2017). *A study on fire safety improvement through analysis of fire hazards in school facilities*. Master's thesis, Gachon University, pp. 49-61.
- Jung, H.Y. (2016). *A study on the development of a prediction model for fire generation using big data*. Gyeonggi-do Fire Service Academy.
- Kim, Y.C., Bak, W.S., and Lee, S.K. (2014). A study on the factors affecting the arson. *Fire Science and Engineering*, Vol. 28, No. 2, pp. 69-75.
- Lee, E.P. (2017). Research and analysis of the causes and preventive measures of fires caused by a disposable gas lighter. *Fire Science and Engineering*, Vol. 31, No. 2, pp. 74-81.
- National 119 Rescue Headquarters. (2016). *Development of fire risk forecasting system using big data in building fire risk analysis and forecasting model: Final analysis result*. pp. 101-102.
- National Fire Agency (NFA). (2017). *Fire statistical*

yearbook. pp. 3-38.

Park, C.G. (2017). *Study on prevention of electric fire by statistical analysis of fire*. Master's Thesis, University of Seoul, pp. 7-14.

Song, D.W., Kim, K.S., and Lee, S.K. (2014). An relational analysis between humidity, temperature and fire occurrence using public data. *Fire Science and*

Engineering, Vol. 28, No. 2, pp. 82-90.

<i>Received</i>	■	June 28, 2019
------------------------	---	---------------

<i>Revised</i>	■	July 2, 2019
-----------------------	---	--------------

<i>Accepted</i>	■	July 19, 2019
------------------------	---	---------------