

군집 목조 건축문화재의 화재대응을 위한 소방방재 종합지수 연구

권 흥 순

(충남대학교 건축학과 박사)

이 정 수*

(충남대학교 건축학과 교수)

주제어 : 군집 목조 건축문화재, 문화재 중요도, 화재위험도, 소방방재 종합지수

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

2000년 이후, 목조 건축문화재의 화재로 인한 소실 사례가 늘어나면서, 적합한 소방방재 대책 마련에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 개별 건축물 뿐만 아니라, 2010년엔 안동의 하회마을과 경주 양동마을이 UNESCO 세계문화유산으로 지정되면서 면적 단위의 건축문화재 화재대응 방안 또한 중요해지고 있는 상황이다¹⁾.

단지를 형성한 건축물의 경우 비용과 시간 및 입지 특성 등의 문제로 인해 모든 건축물에 일정수준의 소방방재시설을 설치하기가 어려우며, 문화재의 경우 그 가치와 화재위험을 함께 고려하여 소방방재시설을 설치하는 우선

순위를 설정할 필요가 있다. 이를 위해서는 각 건축물의 문화재 중요도와 화재 위험도 등의 지표를 종합하여 정량화된 지표로 제시하여야 하며, 본 연구에서는 이러한 종합지표를 「소방방재 종합지수」라는 용어로 정의하고, 소방방재 종합지수를 산출하는 방법론을 제시하고자 한다.

1-2. 연구의 범위와 방법

연구의 대상은 군집된 목조 건축문화재이며, 구체적으로는 국내의 전통 민속마을에 위치한 가옥으로 상정한다. 이에 따른 연구의 공간적 범위는 국내외의 주요 목조 건축문화재이다. 시간적 범위는 이론적 고찰을 위한 문헌 검토 대상이 주로 최근의 건축물 화재관련 연구로 한정된다고 할 수 있다. 또한, 문화재 관련분야와 소방방재 분야의 각 연구내용을 종합하여 정량화하기 위한 방법론으로 문화재 중요도와 화재위험도의 각 지표를 합산하는 과정을 검토하며, 이때 AHP 등의 통계처리 기법의 검토에 관한 내용을 그 범위에 포함한다.

2. 소방방재 지표

* 교신저자, 이메일: essence@cnu.ac.kr

1) 2011년에는 문화재청과 ICCROM(국제보존목원연구센터)가 2월 9일 문화재방재에 관한 MOU를 체결하였으며, 2011년 8월 8일부터 14일까지 안동 하회마을에서 워크숍을 개최하였다. 이 워크숍에서는 전통마을의 재해 발생 전 일상관리부터 재해 시 대응, 피해 복구 등 종합적인 방재계획의 기본원칙 등에 관한 방재 매뉴얼 작성의 기준이 되는 표준매뉴얼과 지역주민이 직접 활용할 수 있는 현장 매뉴얼을 개발하였다. 향후에는 도심 내, 산 속의 사찰 등 문화재가 위치한 지리적 특성을 고려한 방재 매뉴얼을 지속적으로 개발할 예정이다. 뉴시스, 2011년 8월 5일 기사 참조.

2-1. 화재성상

전통마을과 같이 오랜 시간을 거쳐 조성된 목조 건축물 단지들은 지붕 처마의 간격과 주변 수목과의 인접 정도가 매우 가까워서 화재 발생시 단지 전체로 화재가 전이될 위험이 매우 높다. 국내의 전통마을이나 사찰 등은 많은 경우가 산지에 입지하고 있기 때문에, 단지 내부뿐만 아니라 외부의 산불 등과 같은 화재가 전이될 위험도 매우 높다. 그러나, 옛 모습을 간직한 전통마을이나 사찰 등은 건물 간 이격 거리 확보, 수목 식재 조정 등의 조정이 매우 어렵기 때문에, 효과적인 화재 예방과 초동 대응에 어려움이 있다.

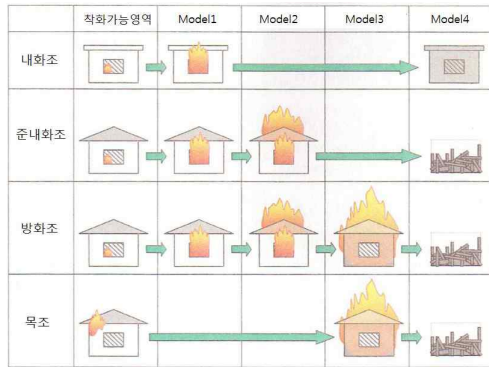
밀집된 목조 건축물의 경우 한 건물에서 화재가 발생했을 때, 인근의 건축물로 전이될 위험을 고려해야 한다²⁾. 연소속도가 빠르고 가연성이 높은 목조 건축물화재의 경우, 일반적인 내화조 혹은 준내화조 건축물보다 인접건물로의 화재 전이가 화재성상에 따른 착화과정³⁾이 매우 짧아, 직접적인 화재전이⁴⁾가 이루어지기 때문이다³⁾. 인접 건축물로의 화재전이 유형은 크게 화원의 온도에 따른 연소확대와 불티 등의 비산물질의 착화 등 2가지로 구분된다.

[표 1] 근집 목조 건축물화재 화재성상

구분	개별 건축물		인접 건축물로의 전이
	지붕재료	연소특성	
와가	·기와, 보도, 적심	·목재부 발화 → 구조체 연소 → 지붕부 붕괴	·기와 탈락시 지붕부 화재 전이 위험
초가	·벼짚	·목재부 발화 → 지붕부 연소	·지붕부 화재 전이위험

2) 먼저 화원의 온도에 따른 연소확대의 경우, 일반적으로 건물의 벽면 사이거리가 1,000mm 정도만 되어도 처마의 유무에 관계없이 화재 건물의 복사열이 인접건물에 미치는 영향이 크다. 신이철 외 3인, 건물의 인동거리 및 처마조건에 따른 화재확대 위험성 평가 실험, 한국화재소방학회 춘계학술발표대회 초록집, 2010, p.541 참조.

3) 구인혁 외 4인, 도시화재 화원전파 모델에 관한 연구, 한국화재소방학회 춘계학술논문발표회, 2009.p.335 참조.



<그림 1> 밀집지역의 구획 구조에 따른 화재진행 시나리오(출전 : 구인혁(2009), p.336 인용)

불티 등의 비산물질에 의한 화재 전이의 경우에는, 와가보다 초가일 경우가 더욱 위험하다고 할 수 있다. 특히 전통마을의 경우에는 목재로 된 인접된 처마선과 조경된 수목 등이 밀집되어 있어, 화재 건물에서 발생하는 불티의 비산(飛散)에 의한 전이도 고려해야 한다. 일반적으로 화재 발생시 불티가 주변으로 확산되는 거리는 최대 10m로 추정⁴⁾되기 때문에, 처마선 끝단과 수목의 끝단으로부터 10m까지는 화재전이의 위험이 매우 높다고 할 수 있다. 바람의 영향력이 작용하는 경우에는 이러한 비산물질과 화염 등의 전이요소가 더욱 광범위하게 확대된다⁵⁾.

4) 불티의 비산거리는 가연물의 종류에 따라서 각기 다른 현상을 보인다. 벚짚, 목재, 금속류에 따라서 비산거리는 달라지며, 또한 풍속의 영향에 따라 불씨가 오래 살아 더욱 멀리 비산할 수도 있다. 평균적인 풍속에서의 불티는 약 3~5m 까지 불씨가 살아서 비화할 수 있으며 용접 및 그라인더 작업시 발생한 불티는 10~12m 까지도 비산이 가능하다. 하지만 이보다 풍속이 강해지고 건조한 날씨일 경우에는 10m 이상 까지도 비산할 수 있는 가능성이 있으며 대형화재로 번져질 경우 불티의 발생량이 많으며 발생한 불티가 순간적인 강풍에 의해 멀리 비산할 가능성을 가지고 있으므로 방화림의 조성은 일반적으로 20m 내외로 규정하고 있는 것도 이와 같은 맥락이다. 특히 벚짚, 낙엽과 같이 작은 불티에도 쉽게 착화할 수 있는 가연물이 주변에 있는 경우에는 불티의 비산에 의해 화재가 발생할 확률이 높은 것이 현재까지의 사례로 비추어 보아 알 수 있다. 인천소방본부 화재조사팀 편저, '현장실무자를 위한 화재조사기법', 인천소방본부, 2003.4, pp. 636~640 참조.

화재의 원인이 되는 불티의 발화원은 전통 마을과 같이 거주인이 있을 경우 굴뚝과 모닥불의 2가지를 생각할 수 있다. 굴뚝의 불티는 연통으로부터 발생하게 되는데, 불완전연소에 의해 발생한 것으로 연통 내의 그을음이 연통 내의 드래프트 효과에 의해 분출 비산(飛散)하는 현상으로 그 비산은 풍속의 영향, 연통의 높이, 불티의 종류, 크기 등에 의해 좌우된다. 모닥불의 불티는 아궁이나 마당에서 사용하는 각종 화원에서 발생하는데, 연소시에 발생하는 드래프트 효과에 의한 상승기류와 강풍에 실려 상승하고 풍속, 바람의 흐름의 강함에 의해 비산한다. 출화의 위험성은 불티의 크기에 의해 좌우되며 일반적으로 높은 온도를 가지고 있는 시간이 비교적 짧기 때문에 발화원(發火源)으로서 위험성은 비교적 적다⁵⁾. 그러므로, 군집 목조 건축문화재에 대한 소방방재 대책은 개별 건축물에 대한 화재 감시 및 초동 대응뿐만 아니라, 화재 전이에 대한 충분한 대응방안이 요구되며, 인공적인 발화요소 뿐만 아니라 계절풍, 건물간 이격거리, 수목의 이격거리 등 화재 전이 조건에 대한 고려가 매우 중요하다고 할 수 있다.

2-2. 소방방재 특성

군집된 목조 건축문화재는 주로 전통마을이나 사찰과 같이 거주인원이 많으며 건물내부에서 취사 등이 이루어지는 경우가 많다. 따라서, 화재 발생시 신속한 경보를 통해 방재체계가



시라가와고(白川郷) 출전:益田兼房(2010), 재해와 문화유산 보존 발표자료.
 불국사 수막시설 시범 출전:소방방재신문, 2009.12.

<그림 2> 수막설비 설치 사례

효과적으로 가동되고, 화재 확대에 따른 소방인력 투입이 효과적으로 전개될 수 있도록 해야 한다. 기본적인 기계적 시스템은 개별 건축문화재의 경우와 다르지 않지만, 거주인들의 사생활 침해 등의 문제와 연관될 가능성이 높기 때문에 세심한 주의가 필요하다.

군집 목조 건축문화재는 개별 건축문화재의 경우와 기본적으로 동일한 기계적 원리의 소방설비가 적용되지만, 건물의 밀집 형태 및 단지현황에 따라 각각의 장비 특성을 고려하여 적용하여야 한다. 군집된 건축문화재의 경우, 접근 도로의 상황이나 건물 또는 수목의 인접 상황에 따라 수막설비를 설치하기 어려운 경우가 있으며, 설치한다 해도 원거리에서 화재가 발생할 경우 대응하기 어려운 경우가 많다. 특히, 사찰 등의 건축물에 적용되는 수막설비나 Water mist 장비 등은 기술적으로 최신의 장비라 할 수 있지만, 건축물들이 밀집되어 있는 경우에는 설치가 매우 어렵다. 따라서, 군집 목조 건축문화재의 경우 방수총이나 옥외소화전이 유력한 대안이 될 수 있다.

방수총은 호스소화전에 비하여 방수량이 크고, 수량에 따라 산불화재 진압용과 건물화재 진압용으로 구분하여 설치하는 경우가 많다. 전통마을의 경우, 마을 내에 가옥 밀집도가 높아 방수총을 사용하는 것보다는 호스를 이용하는 것이 개별가옥의 발화지점까지 접근이 용이하므로, 화재 발생시 호스를 뽑아 좁은 지역까지 효과적으로 방화활동을 전개할 수 있는 옥

5) 해외의 도시화재 사례들 중 시카고 대화재(1871), 보스턴 대화재(1872), 관동지진 대화재(1923) 등의 경우, 주요 건축물들이 대부분 목조 건축물이었으며, 바람에 의해 발화물질이 비화되어 지속적으로 화재가 전이되어 대화재가 되어버린 경우라고 할 수 있다. 김봉찬 외 3인, 국내·외 도시화재의 특징 및 연구동향 분석, 한국화재소방학회 춘계학술발표대회, 2010, pp.455~456 참조 정리.

6) 최충석 편서, 전기화재공학, 동화기술, 2000.3, 참조 정리.

[표 2] 목조 건축물 화재 대응 방안

구분	개별 건축물 화재 대응		인접 건축물 전이 대응	방재 체계(시설)	
	내부 발화	외부 발화		예방	조기진압
와가	·적심부 화재전이 차단 ·적심부 화재전이지기 후 소화	·기와 탈락여부의 상시 점검 ·지붕하부로의 화재전이 차단	·목조 구조체에 인접한 가연성 물질의 소거 및 화재전이 차단	화재 (가스, 연기, 불꽃) 감지기	·내부 : 개별 소화기, 자동 확산 소화기 ·외부 : 수막설비, Water mist
초가	·지붕 벗길의 발화 차단을 위한 초기소화 ->벗길의 발화온도 상승 억제 ·지붕 내부 발화시 이영 소거 후 소화	·지붕부에 화염 및 발화물질 착화 차단	·지붕부 인접한 가연성 물질 소거 및 화재전이 차단		
군집 문화재	·인접 건물로 전이될 정도의 발화온도 상승 및 불씨의 생성을 억제		·발화원으로부터의 열기 및 불씨 차단		·외부 : 방수층, 옥외 소화전 ·전담 소방서

외소화전이 유리하다고 할 수 있다. 그러나, 수막설비는 헤드의 위치를 지면에 최대한 밀착시켜 설비 자체가 돌출되어 전통문화재의 경관을 방해할 가능성이 적은 반면, 옥외소화전과 같은 설비는 지면으로 돌출되기 때문에, 전통적 경관과의 조화에 대한 고려가 필요하다.

2-3. 소결

목조 건축물의 소방방재 특성은 개별 건축물의 화재성상 특성 및 밀집된 건축물간의 화재전이에 대한 고려가 우선적으로 필요한 것으로 밝혀졌으며, 이를 바탕으로 정립할 수 있는 ‘군집 목조 건축문화재’의 소방방재 특성은 다음과 같다.

첫째, 개별 건축물을 대상으로 하는 국가지정 문화재의 경우, 수막설비나 소화전과 같은 적극적인 방재시스템 적용이 용이한 반면, 전통마을과 같은 군집된 문화재의 경우에는 현재까지 화재감지 시스템의 보급이 중점적으로 이루어지고 있으며, 단지 내부에 소방시설을 설치하기가 쉽지 않은 문제로 인해 전담 소방서를 인근에 설치하는 등의 관리체계 확립에 역점을 두어야 한다.

둘째, 군집 목조 건축문화재에 대한 소방체계는 가옥의 지붕재료에 따른 화재성상과 인접 건축물로의 전이 특성을 고려하는 것이 가장 중요하며, 이때 요구되는 시설차원의 방재체계는 입지 조건을 고려해야 한다.

셋째, 군집 목조 건축문화재는 일차적인 방재시스템의 완비도 중요하지만 보다 광범위한 범위의 건축문화재 단지에 대한 효율적인 방재시스템을 적용하기 위해서는, 화재위험도와 문화재 특성을 고려한 방재 우선순위를 설정하여 화재발생시 가장 효과적으로 대응할 수 있는 체계를 구성할 필요가 있다.

3. 지표의 개념과 산출방법

3-1. 화재위험도

(1) 개념

‘화재위험도’란 다양한 차원의 화재위험요소를 평가하여 도출된 화재위험의 정도를 의미하며, 화재위험요소에 대한 분석을 바탕으로 예방 및 소방의 차원에서 효과적으로 대응하기 위한 적정 등급을 설정하는 것을 의미한다. 위험도 평가절차는 추상적·개념적인 위험에 대

하여 이의 존재를 확인하고 계량화하여 기본 위험과 실제 위험을 도출해 내는 과정⁷⁾이다. 그러나, 다양한 화재의 특성상 과학적·공학적이거나 통계적으로 그 접근이 용이하지 않으며, 위험도 평가를 위한 비용의 문제도 실용성 측면에서 고려해야 하므로 전 세계적으로 보편화된 평가기법은 드물다⁸⁾.

지수를 이용한 화재위험도 평가 방식은 최소의 비용으로 상대적 위험도를 신속 정확하게 추정해내기 위한 위험요소의 평가 절차로서, 비용-효과에 대한 우선순위 결정과 화재 위험도 평가 프로그램에 대한 도구 선정 등에 광범위하게 적용될 수 있다⁹⁾. 군집 목조 건축문화재에 대한 소방방재대책 수립에 있어서 우선적으로 화재위험도 및 문화재 가치의 복합적 평가체계를 도입해야 할 필요성이 있다.

(2) 평가지표

화재위험도를 산출할 때 적용하는 지표는 주로 가연물의 발열량에 대한 용도별 수치적 데이터를 의미¹⁰⁾하는 ‘화재하중’의 개념이 적용되고 있다. 군집 목조 건축문화재는 상호 인접한 건물간의 화재전이 정도를 함께 고려해야 하며, 화재전이의 양상을 결정하는 화염과 발화물질의 비산 특성을 고려한 지표를 검토해야 한다.

군집 목조 건축문화재 화재위험도 도출을

위한 지표는 개별건축물의 화재하중, 단지 내부의 자연적·인문적 환경에 의한 화염 및 발화물질의 전이속도의 2가지 차원에서 종합적으로 구성되어야 한다. 화염과 발화물질은 각각의 고유한 물리적 특성을 가지고 있기 때문에 다시 화염의 전이를 중심으로 하는 ‘화재연소속도’와 불씨 등의 발화물질의 전이를 중심으로 하는 ‘발화물질의 전이 특성’으로 분류될 수 있다. 따라서, 화재하중 외에도 이러한 지표 특성을 반영한 ‘화재연소속도¹¹⁾’와 ‘발화물질의 전이 특성¹²⁾’과 같은 지표 검토가 필요하다.

(3) 지표의 산출

화재위험도는 화재하중 분석, 화재 연소속도 계산, 발화물질 발생량과 거동예측의 3가지 과정을 모두 포함한다. 화재하중·연소속도·발화물질 전이의 3가지 지표값들은 각각의 가중치 값이 추가로 산정되어 종합적인 화재위험도 지수로 정량화된다.

1) 화재하중

건축물 수가 많거나 거주자 동의를 받기 어렵다는 점 등으로 인해, 건축물별로 화재하중의 정도를 정밀하게 수치화하여 도출하는 것은 현실적으로 어렵다. 따라서, 각각의 건축물 화재하중을 개략적으로 도출한 뒤 상대적인 위험순위를 상정하였다. 이러한 과정은 정성적인 방법과 정량적인 방법이 복합되어 적용되는 상대순위 방법을 적용하였다¹³⁾.

7) 비슷한 의미로 ‘화재위험도 평가’란 용어를 사용하기도 하며, 원래 기업의 ‘위험관리(Risk Management)’라는 개념에 포함되는 요소 중의 하나이다. 문화재의 경우 보편화된 위험지수 평가방법은 없지만, 일반건물들에 적용되는 방법들과 기본적인 흐름은 같다고 할 수 있다.

8) John R. Hall. Fire Risk Analysis, section 11, chapter 8, Fire Protection Handbook, 18th Edition, 1997, pp.78~88 참조 정리.

9) 김동일, 건물 화재위험의 정량적 평가, 한국화재·소방학회, 제1권 제3호, 2000, p.6 참조.

10) 김남혁 외 2인, 건축물에서의 가연물 화재하중 산출을 위한 국외 가연물 연구사례 분석, 한국화재소방학회 춘계학술논문발표회, 2009, p.339 참조.

11) 단위 시간 당 화재로 전진하는 거리를 의미하며, 단위는 m/h 또는 m/min으로 표시한다. 김희성, 노삼규, 전통건축물보존지구내에서의 연소속도식을 고려한 방재계획의 수립과 재난위험도평가 시스템 구축에 관한 연구, 한국화재·소방학회 논문집, 제15권 제4호, 2001, p.2 참조.

12) 본 용어는 저자가 고안한 용어로서 일반적으로 발화물질은 불씨를 의미한다. 기존의 연구에서 논의한 불씨의 비산 모델 등을 고려하여 발화물질의 전이 속도와 범위, 방향 등에 대한 검토를 의미하는데, 화염을 중심으로 하는 ‘화재연소속도’와 다르게 불씨와 같은 발화물질의 특성을 고려하여 독자적인 지표로서 분류하였다.

13) 본 연구에서 적용하는 화재하중 평가방법은 아산시

화재하중 평가는 건축물별 발화원의 여부 및 가연물의 상태 등을 적용시켜 각 건축물별 상대적인 평가기법을 적용하며, 가연물의 발화위험도와 가연물 밀도를 정량화하여 등급을 수치로 표시한다. 이때, 가연물 밀도나 발화위험도가 거의 없다고 판단되는 경우를 각각 1이라는 지표로 설정하여 상대평가의 기준으로 규정하고, 각각의 지표량을 비교하여 배수로 표기한다. 이때, 가연물 밀도는 H로, 발화위험도는 R로 표기하며, 각각의 지표값은 1~5까지 5단계의 등급으로 구분¹⁴⁾한다. 따라서, 평가대상 건축물의 상황에 가장 적합한 H와 R값을 결정하여야 하며, 화재하중 지수 F는 다음 식으로 정의할 수 있다.

$$F = H(\text{가연물 밀도}) \times R(\text{발화 위험도})$$

산출된 F값은 최저 1부터 최대 25까지 산정될 수 있으며, 값이 높을수록 화재위험이 높다고 할 수 있다. 또한, H나 R값 중 어느 한가지 이상에 해당사항이 전혀없어 0일 경우에는 임의로 0.5의 수치를 적용한다. 이때, 편의상 1~25까지의 수치를 A~E의 5가지 등급으로 구분하여, 화재하중을 기준으로 하는 개별 건축물의 화재위험도 등급을 규정할 수 있다.

일반적으로 발화위험도가 높더라도 화재가

[표 3] 화재하중 산출요소 표시

가연물 밀도 (Fire Hazard)		발화위험도 (Fire Risk)	
등급	H 값	등급	R값
거의 없음	1	거의 없음	1
적 음	2	적 음	2
보 통	3	보 통	3
많 음	4	많 음	4
아주 많음	5	아주 많음	5

출전:아산시(2009), 앞의 보고서, p61 참조 재정리

(2009)에서 활용했던 방법론을 재검토하여 화재하중 지표를 재조정하였다. 아산시(2009), 외암민속마을 화재예방 연구, p61, 참조 재정리.

14) H값과 R값은 절대값인 측량값이 아니라 상대적인 비교 등급의 개념이다.

[표 4] F값에 따른 화재위험 등급

등급	F 값	화재위험
A	20~25	아주 많음
B	12~16	많음
C	6~10	보통
D	2~4	적음
E	2 미만	거의 없음

전이되는 가연물 밀도가 낮으면 종합적인 화재하중은 보통이하라고 판단할 수가 있다. 화재성상을 고려할 때, 화재하중이 높아서 화재의 위험이 높아지려면 가연물 밀도와 발화위험도 값이 하나는 4이상, 나머지 하나는 적어도 3이상이어야 한다고 판단된다. 또한, H나 R값 중 어느 하나가 5이면서 나머지가 4이상이면, 일반적인 화재위험이 많음 이상이라고 할 수 있으므로, F값이 20이상이면 화재위험이 A등급(아주 많음)이라고 규정할 수 있다. 이러한 방식으로 화재하중 지표값에 따라 화재의 위험등급을 A~E까지의 5단계로 산정할 수 있다.

결론적으로 본 연구에서 의미하는 화재하중이라는 개념은 발화위험도와 가연물질에 의한 화재 확산 위험도를 함께 고려하는 지표이므로, 화재 예방 및 억제를 위한 시설 설치는 각각의 지표 특성에 따라 가감하여 화재하중 지표를 산출할 수 있다. 조사대상 건축물의 화재하중 등급은 A~E까지 5단계로 구분하고, 가장 화재위험이 높은 A등급을 1점으로 하여 순차적으로 0.2점씩 차감하여 E등급은 0.2점을 부여한다¹⁵⁾.

2) 화재 연소속도

화재연소속도를 산출할 때 고려해야 할 지표는 자연적 요인과 인위적 요인, 사회적 요인의 3가지로 구분된다. 자연적 요인은 풍향, 풍속, 온도, 강수량 등이 있으며, 인위적 요인으로는 소화활동 등이 있다. 사회적 요인으로는

15) 이러한 점수 산정의 근거는 만점을 1점으로 설정한 뒤 5단계 등급을 고려하여 1/5인 0.2점을 차등범위로 설정한데 기인한다.

$$\text{風下: } V = n \frac{\alpha(a+d)(1+0.1v+0.07v^2)}{3+\frac{3}{8}a+\frac{8d}{D_0}}$$

$$D_0 = 1.15(5+0.5v)$$

$$D_i = \beta_i D_0$$

$$\beta_i = \begin{matrix} 1.0(\text{출화후 10분까지}) \\ 1.5(\text{출화후 10-30분}) \\ 3.0(\text{출화후 30-60분}) \\ 6.0(\text{출화후 60분이상}) \end{matrix}$$

$$\text{風上: } V' = n \frac{\alpha(a+d)(1+0.1v+0.002v^2)}{3+\frac{3}{8}a+\frac{8d}{D_0}}$$

$$D' = 1.15(5+0.2v)$$

$$\text{風側: } V'' = n \frac{\alpha(a+d)(1+0.1v+0.005v^2)}{3+\frac{3}{8}a+\frac{8d}{D_0}}$$

$$D'' = 1.15(5+0.25v)$$

단, $n = \frac{a'+b'}{a'+\frac{b'}{0.6}} (1-c')$: 연소속도비
 a' = 목조 혼성비
 b' = 방화조 혼성비
 c' = 내화조 혼성비

<그림 3> 浜田式 연소속도식과 산출 지표

$$S = a \cdot t^\beta$$

S = 연소면적(m^2)
 t = 시간(min)
 a, β = 연소계수(건축물의 재질에 따른 9개의 분류된 정해진 값)
 연소속도 : 건축구조성비별 연소속도
 연소면적 : 일반적으로 발화가 되면 원의 모양으로 화재가 진행된다고 가정
 연소시간 : 발화 및 착화로부터의 시간.
 피난계획서에서 이용가능

<그림 4> 동경소방서식과 산출 지표

도로, 하천, 공지, 언덕, 수목, 건축물 등이 포함된다. 이러한 요인을 변수(parameter)로서 연소속도를 수식으로 표현한 것이 ‘연소속도식’이며, 현재까지 제안된 연소속도식은 건축물구조구성비, 건축물밀도, 풍향, 풍속, 온도 등을 이용한 것이 많다¹⁶⁾. 대표적인 연소속도식은 일본의 浜田式과 동경 소방서에서 제안한 연소속도식¹⁷⁾을 들 수 있다. 국내에서도 전통건

조물보존지구인 전주시 교동과 풍납동을 중심으로 연소속도식을 제안하고 있는데, 浜田式과 동경소방서식을 종합하여 적용하였다. 이러한 연구에서는 화재연소식과 건축의 구조(혹은 구조성비), 노련상황(건축물 혹은 방재요원), 도로의 폭과 밀도 등의 요소를 종합하여 위험도 평가 시스템을 제안하고 있다. 이러한 시스템은 결과적으로 단지 내에서 방재 완충지대, 도로 형태, 방재거점 설치, 건물 배치 등의 중요 요소에 대한 방재대책을 수립하는데 중요한 근거를 제공하고 있다¹⁸⁾.

연소속도식을 활용한 화재연소속도 산출과 해석의 과정은 먼저, 연소속도식을 적용할 대상 단지를 설정하고 단지내 건축물 밀집 정도(건물간 인동간격)와 건물 규모(건물 평균길이)를 고려한 화재시나리오를 상정한다. 다음으로, 시나리오별로 연소속도식에 따른 화재연소속도를 계산하여 그 결과를 비교한다. 비교 결과의 항목은 풍상(風上), 풍하(風下), 풍측(風側)의 연소속도, 출화 후 인접건물로의 착화시간, 건물의 구조성비에 의한 연소속도비, 풍속에 의한 연소한계거리, 최초 발화 후 시간 경과에 따른 연소면적, 이를 바탕으로 유추한 연소반경 등이다.

단지내부에서의 화재상황 뿐만 아니라, 단지 외부에서 발생한 화재가 단지내부로 전이되는 상황도 고려할 필요가 있다. 특히, 국내의 문화재 단지는 산지에 입지한 경우가 많기 때문에, 산불에 의한 화재전이 위험이 높다고 할 수 있다. 이 경우, 개별가옥의 화재에 의한 전

16) 김희성 외 1인, 전통건축물보존지구내에서의 연소속도식을 고려한 방재계획의 수립과 재난위험도평가 시스템 구축에 관한 연구, 한국화재·소방학회 논문집, 제15권 제4호, 2001, p.2 참조 재정리.

17) 浜田式은 균일규모의 건축물이 그물모양의 규칙적으로 배치된 시가지를 가정하여 풍상·풍하·풍측에 대하여 식을 산정한 것이다. 원래 순목조시가지를 대상으로 한 것이며, 후에 堀内이 이를 응용하여, 방화조시가지의 연소속도식을 제안하였다. 1995년 한신 고베 대지

진 때에 발생한 많은 못하였다. 따라서 일본 화재예방심의회 및 동경소방서에서는 새로운 연소 속도식을 구축했다. 동경 소방서의 연소속도식은 연소속도(건축구조성비별 연소속도), 연소면적(일반적으로 발화가 되면 원의 모양으로 화재가 진행된다는 가정 하에서), 연소시간(발화 및 착화로부터의 시간, 특히 피난계획서에서 적절히 이용가능) 등을 산정해낼 수 있다. 김희성 외 1인(2001), 앞의 논문, p.2 참조 정리.

18) 김희성 외 1인(2001), 앞의 논문, p.7 참조 재정리.

	$t_0 = (3+3a/8+8d/D1)/(1+0.1v)$: 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
	$t_1 = (3+3a/8+8d/D1)/(1+0.1v+0.007v^2)$: 출화로부터 10분 이내일 경우 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
풍하(風下)	$t_2 = t_1/1.2$: 출화로부터 10~30분 이내일 경우 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
	$t_3 = t_2/1.4$: 출화로부터 30~60분 이내일 경우 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
	$t_4 = t_3/1.6$: 출화로부터 60분 이상일 경우 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
풍상(風上)	$t' = (3+3a/8+8d/D')/(1+0.002v^2)$: 인접한 건물이 착화하기까지의 시간
풍상(風上)	$t' = (3+3a/8+8d/D')/(1+0.005v^2)$: 인접한 건물이 착화하기까지의 시간

<그림 5> 식의 응용을 통한 착화시간 산출 과정

이보다 산발발생으로 인한 발화 규모가 상대적으로 큰 경우가 많다고 할 수 있으며, 산발의 복사열에 의해 단지 내부의 목재온도가 발화점에 도달하여 화재가 발생할 가능성이 높다. 이러한 상황을 고려할 때, 산발로 인한 복사열의 전이현상에 대한 검토가 필요하며 기존의 연구를 통해 이러한 복사열 전이 거동 및 화재확대 속도에 대한 계산 수식이 마련¹⁹⁾되어 있으므로 이를 적용하여야 한다.

화재 연소속도의 계산 과정에서는 우선적으로 단지 전체를 대상으로 하여 발화위험이 높은 지역을 몇 군데 선정하고, 선정지역을 중심으로 화재연소속도식²⁰⁾에 대입되는 변수를 조

사하여 화재연소속도와 시간대별 연소확대 범위를 산출한다. 이때, 가장 가까이 위치한 소방서에서 화재신고를 접수하고 출동하여 발화 지점에 도착하는데 소요되는 예상시간을 기준으로 하는 것이 타당하다. 계산 결과를 지도상에 표기하여 정확한 연소범위를 확인한 뒤, 조사대상 건축물이 지정된 시간대의 연소범위에 위치할 경우를 1점, 위치하지 않을 경우를 0점으로 산정하여 지수로 설정²¹⁾한다.

3) 발화물질 전이 범위 검토

화재의 전이 요소는 화염과 발화물질이며, 화재연소속도는 화염의 전이를 기준으로 도출하는 지표이다. 불씨 등의 발화물질의 전이는 순수한 화염과는 다른 양상을 띠 수 있기 때문에 독립된 지표로 산출하여 종합하는 과정이 필요하다.

불씨의 발생량은 풍속과 발화물질의 체적

[표 5] 화재연소속도 산정 지표

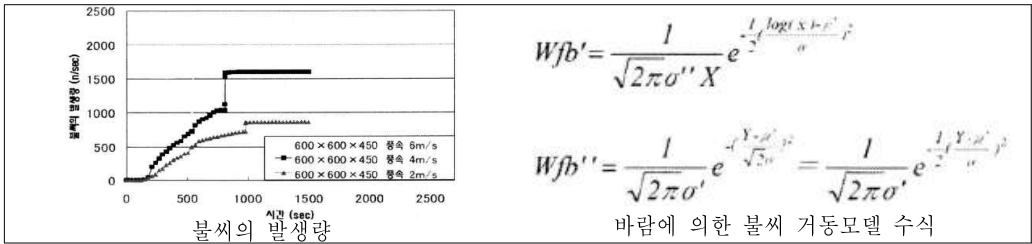
구분	지표
개별 건축물	· 건축물 길이, 인동 간격, 재료 혼성비
군집 목조 건축문화재 조성 환경	· 풍향, 풍속, 도로의 규모와 위치
군집 목조 건축문화재 주변 환경	· 산림 또는 건축물 군의 가연성 물질 특성, 단지와의 이격거리

19) 이와 같은 과정은 외야마을을 대상으로 산발 복사열에 의한 마을로의 화재전이 위험성을 검토한 내용을 재정리한 것이다. 아산시(2009), 앞의 보고서, pp.18~19, 참조.

20) 적용가능한 화재연소속도식은 浜田式, 동경소방서 건축역사연구 제21권 2호 통권81호 2012년 4월

식, 산발발생 복사열 추정식, 산발발생 화재확대 속도식 등이 있으며, 이러한 식들은 선행연구에서 개별적인 적용방안에 대한 논의가 이루어져 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 수식들을 통합적으로 화재연소속도식이라 명명하고 그대로 적용한다는 것을 전제로 하고 있다. 김희성(2001), Jameas G.Quintieres(2006)의 연구 참조.

21) 소방방계의 관점에서 화재의 전이는 최소한만 이루어져도 전체 화재로 확대될 가능성이 있으므로 연소범위안에 일부라도 면할 경우 연소범위안에 포함된 것으로 판정하며, 이러한 판정에는 목조 건축물의 경우 실화로의 발전자체가 매우 치명적이기 때문에 확률적 접근 대신에 가부판정을 통한 지수 산정방식을 적용하였다.



<그림 6> 불씨의 발생과 거동 모델 (출전: 신이철(2010)의 논문, p.4 참조 인용)

및 질량에 비례하는 것으로 밝혀졌는데²²⁾, 이를 근거로 개별 건축물 또는 발화 가능 물체의 체적과 질량을 대략적으로 산출하고 대상 지역의 풍속 등을 고려하여 불씨 발생량의 정도를 상대적으로 검토할 수 있다.

다음으로 불씨가 바람이 불어가는 방향의 비산 특성을 고려하여야 하며, 그 거동은 구체적 계산식을 통해 도출할 수 있다. 이때, 목조 건축물의 경우 지붕기와의 탈락여부가 불씨가 착화하였을 경우 발화되는데 중요한 요소가 된다²³⁾. 지붕기와의 탈락여부는 개별 건축물의 지붕기와 탈락비율로 산정하지 않고, 최대한의 안전성을 고려하여 한 장이라도 탈락했을 경우 탈락된 상황으로 상정한다. 특히 초가의 경우에는 애초에 지붕기와 자체가 존재하지 않으므

로 단지 전체에서 초가와 와가 및 지붕기와가 탈락된 와가의 분포상황을 파악하는 것이 중요하다 할 수 있다.

현장 상황에 따라 상기의 불씨 거동 모델 수식을 적용하기 어려운 경우, 일반적인 상황에서 불씨의 비산거리를 추정하여 면적 차원에서 불씨 낙하 가능 범위를 산정할 수도 있다. 이때 발화 예상 지점 주변의 가연물질 특성과 풍향 및 풍속, 불씨의 발생원인(목재, 용접 등의 발화원인에 따라 불씨의 열적 특성이 다르다.) 등을 중요한 지표로 상정하여 상대평가를 실시하여야 한다. 국내의 사찰이나 전통마을과 같이 건축물의 재료가 목재의 비율이 대부분이고, 수목이 밀집되어 있는 경우에는 지붕 처마선 끝단과 수관을 중심으로 불씨의 비산거리를 산정할 수 있다. 마찬가지로, 주변의 산림이나 건축물에서 화재가 단지 내부로 전이될 경우를 상정하여, 발화 예상 지점의 가연물 특성을 고려한 불씨 비산 정도도 함께 검토하여야 한다.

[표 6] 발화물질의 전이 특성 산정 지표

구분	지표
개별 건축물	· 건축물 재료, 건축물 규모(체적, 질량), 지붕의 기와 탈락 여부, 발화 원인
조성 환경	· 풍향, 풍속, 낙하지점의 가연물 특성, 예상 비산 거리 및 범위
주변 환경	· 산림 또는 건축물 군의 가연성 물질 특성, 단지와의 이격거리

22) 일본건축연구소에서는 미송(美松) Grib을 사용하여 착화시 발생하는 불씨가 바람의 영향을 받아 발생량이 달라짐을 풍동실험을 통해 밝혀내었다. 출전 : 신이철 외 3인, 앞의 논문, p.4 참조 정리.

23) 한신 아와지 대지진(阪神·淡路大震災, 2010) 당시 목조건물들의 지붕기와탈락상황과 건물의 구조피해정도를 비교분석한 결과, 지붕기와의 탈락여부가 화재시 건축물 피해에 중요한 영향을 미침을 밝혔다. 신이철 외 3인, 앞의 논문, p.4 참조 정리.

발화물질의 전이범위 검토의 과정에서는 우선적으로 목조 건물의 처마선과 수목의 수관을 기준으로 재적인 불씨 확산 범위인 5~10m 가량의 전이구간을 설정하여 지도상에 표기한다. 이러한 과정을 거친 뒤 개별 건축물과 수목의 체적을 대략적으로 계산하여 불씨 발생량을 예측한뒤, 불씨 발생량이 많은 건물이나 수목의 전이구간을 확대하여 보완한다. 화재 연소범위 판별과 마찬가지로 불씨 전이구간에 포

[표 7] 문화재 중요도 지표별 등급 산정

지표		등급 산정 기준
개별 건축물	지정 문화재	- 국가 또는 지방자치단체에 의해 문화재로 지정되어 있는 건축물. - 건축물 내부에 국가 또는 지방자치단체에 의해 지정된 문화재가 소장되어 있는 경우
	비지정 문화재	- 건축양식과 구성재료의 완성도 - 원형유지의 정도 - 역사적 대표성과 상징성
공공성		- A등급 : 관광객 이용자수가 많고 마을을 대표하는 건축물 - B등급 : 주민 및 관광객들의 휴식공간으로 사용되며 이용빈도가 높은 건축물, 정자·장승·식당 등 - C등급 : 관광객 이용자수가 거의 없고, 집주인들의 개인생활만 이루어지는 건축물
영역 중요도		- A등급 : 문화재적 가치가 가장 높은 건축물 및 비건축물을 중심으로 하는 영역과 그 일대 - B등급 : 1등급 영역에 비해 인접한 비건축물의 영역형성 정도가 미흡한 영역 - C등급 : 1등급 영역에 비해 건축물의 영역형성 정도가 미흡한 영역 - D등급 : 1,2,3등급 영역에 속하지 않는 지역 중 공지를 제외한 가옥 영역
역사경관 형성 정도	지리 생태	- A등급 : 원형을 유지하고 있는 경관(조경 등의 부분적 변경 포함)
	사회성	- B등급 : 원형이 일부 외형은 유지하고 있으나, 지형 및 부속 건축물과 조경 등이 변경되어 원래의 이미지가 확인하기 어려운 경우
	상징성	- C등급 : 원형을 알 수는 없으나 사용자 선호도가 높은 경관 - D등급 : 원형도 훼손되고, 사용자 선호도도 높지 않아 전반적인 제조성이 불가피한 경우

출전: 상기의 표는 아산시(2009) 앞의 보고서에서 적용한 문화재 중요도 등급 산정 방법을 발전시켜 재정리한 것임.

함될 경우에는 1점, 포함되지 않을 경우에는 0 점을 부여한다.

대적 문화재 가치를 평가하고 이를 서열화하여 도출된 지수이다.

(2) 평가지표

3-2. 문화재 중요도

(1) 개념

일반적인 화재위험도 지표만으로 산정된 화재위험지수는 문화재의 가치 등급을 고려하지 않기 때문에 문화재 차원에서의 보완장치가 필요하며, 이때 ‘문화재 중요도’를 함께 산정하여 상대비교를 통해 적절한 방호대상의 우선순위를 결정해야 한다. 문화재 중요도란 대상 건축물이 인접 건물과 비교하여 상대적으로 얼마나 문화재적 가치가 높은지에 대한 평가 지수라고 할 수 있다. 따라서, 문화재 중요도 지수란 방화대책 수립 대상지역에서 가장 문화재 중요도가 높은 건축물과 가장 낮은 건축물을 양방향 기준으로 설정하여, 나머지 건축물에 대한 상

문화재의 가치를 평가하는 기준으로 가장 보편적인 것은 UNESCO 세계유산 등재기준이라고 할 수 있으며, 그 기본 원칙은 완전성, 진정성, OUV(뛰어난 보편적 가치) 내재 여부와 적절한 보존관리 계획 수립 및 시행 여부이다²⁴⁾. 여기서 완전성이란 1)뛰어난 보편적 가치의 표현에 필요한 요소 일체를 어느 정도 포함하고 있는가, 2)본연의 중요성을 나타내는 특징 및 과정을 완벽하게 구현할 만큼의 충분한 규모인가, 3)개발 및/또는 방치로 인한 부작용 때문에 어느 정도 문제를 앓고 있는가 등이 표현되어야 함을 의미한다. 진정성이란 당해 문화재의 문화적 가치가 형식과 디자인·

24) 문화재청 홈페이지 참조 재정리, <http://www.cha.go.kr/>

소재와 내용·용도와 기능·전통·기법, 관리 체계·언어와 여타 형태의 무형유산·정신과 감성 및 기타 내부 및 외부 요인·위치와 환경 등의 속성들을 통해 진실되고 신뢰성 있게 표현되어야 함을 한다. 이러한 기준을 군집 목조 건축문화재를 대상으로 문화재적 관점에서 좀더 세부적으로 분류하여 구체화 할 경우, 문화유적지의 문화재적 가치를 평가하는 요소는 관광자원성, 진정성(Authenticity), 역사성, 종교성, 예술성, 지역성 등의 6가지로 구분할 수 있다²⁵⁾. 그러나, 이러한 요소에 대한 중요도 평가는 기본적으로 문화재의 가치에 대한 평가가 정량적 측면보다는 서술적 특성을 가지고 있는 경우가 대부분이기 때문에 정량화되기 어려운 측면이 있다. 따라서, 문화재 중요도 평가 요소는 다시 구체적으로 지표화되는 과정을 거쳐 유형화될 필요가 있다.

단지 내부의 건축물에 대한 문화재적 가치를 평가하는 지표는 지정 문화재일 경우의 문화재 등급이 가장 우선시되는 지표이며, 비지정 문화재일 경우에는 건축물의 형태 및 원형 보존의 여부 등을 고려하여 평가할 수 있다. 개별 건축물에 대한 평가뿐만 아니라, 단지차원에서 건물의 공공성(거주자들이 있는 경우)과 권역별 영역 중요도 및 역사경관 형성 정도 등을 함께 반영하여야 한다. 특히 역사경관 형성 정도는 각각 지리생태적 경관, 사회적 경관, 상징적 경관의 유형에 따라 세부적으로 고려하여야 한다²⁶⁾.

25) 전명숙, 문화유적지의 관광자원화 특성에 관한 연구-경주와 교토를 중심으로-, 한국콘텐츠학회논문지 제6권 제1호, 2006, pp. 94~96 참조 정리.

26) 역사경관은 자연경관(自然景觀)과 문화경관(文化景觀)으로 분류할 수 있으며, 3가지 측면에서 보전가치를 부여할 수 있다. 첫째는 자연환경에 적응하는 지리생태적 경관이며, 둘째는 사회적 교환기능을 담당하는 사회적 경관이고, 셋째는 공동체의 이념통합 구실을 하는 상징적 경관이다. 신상섭, 전통마을과 토속경관(土俗景觀)의 보전 전략, 국토, 통권 제301호, 2006.11, p.60 참조 정리.

(3) 지표의 산출

문화재 중요도는 개별 건축물의 문화재 중요도 지수, 공공성 확보 등급 지수, 영역 중요도 등급 지수, 역사경관 형성 정도 등급 지수를 종합하여 최종적으로 문화재 중요도 지수로 산출된다.

개별 건축물의 문화재 중요도 지수 산정에서는 건축물이나 소장 문화재가 국가나 지방자치단체에 의해 문화재로 지정되어 있는 경우에는 최우선 방재대상이라는 개념을 적용하여 1점을 부여한다. 비지정 문화재일 경우에는 건축양식과 구성재료의 완성도, 원형유지 정도, 역사적 대표성과 상징성 여부를 판정하여 각 항목별로 긍정일 경우 1점, 부정일 경우 0점을 부여²⁷⁾한다. 이렇게 부여된 지수는 다시 각 항목별 가중치를 적용하여 종합 합산하여 지수를 산출한다²⁸⁾.

공공성 확보 등급 지수의 산정에서는 공공성 확보 단계를 A, B, C의 3개 등급으로 구분하여 A등급은 1점, B등급은 0.7점, C등급은 0.4점을 부여한다. 각 등급별 수치의 차이는 만점인 1을 3등분 할 경우 도출되는 0.333..과 유사한 값으로 0.3점을 설정한 결과이다.

영역 중요도 등급 지수의 산정에서는 영역 중요도 확보 단계를 A, B, C, D의 4개 등급으로 구분하여 1점 만점을 4등분한 0.25점을 등급별 차이로 설정하여 반영한다. 따라서, A등급의 경우에는 1점, B등급은 0.75점, C등급은 0.5점, D등급은 0.25점이 반영된다.

역사경관 형성 정도 등급 지수의 산정에서는 영역 중요도 등급 지수의 산정과 마찬가지로 역사경관 형성 정도 확보 단계를 4개 등급

27) 비지정 문화재를 평가하는 각각의 항목은 구체적인 수치로 정량화하기 어려운 측면이 있기 때문에, 관련 전문가의 의견을 고려하여 가부판정만으로 판별한다.

28) 비지정 문화재일 경우에도 각각의 항목을 모두 만족시키면 지정 문화재와 같은 1점을 획득할 수 있다.

[표 8] 설문문항의 구성

설문내용	설문문항										
	A		아주 중요	중요	약간 대중	대중	약간 대중	중요	아주 중요	B	
화재위험도 지표간 상호비교	가연물에 의한 발화위험 억제									화염에 의한 2차 발화 억제	
	가연물에 의한 발화위험 억제									불씨에 의한 2차 발화 억제	
	화염에 의한 2차 발화 억제									불씨에 의한 2차 발화 억제	
개별 건축문화재 의 가치 평가 요소	건축양식과 재료의 완성도									원형유지 정도	
	건축양식과 재료의 완성도									역사적 대표성과 상징성	
	역사적 대표성과 상징성									원형유지 정도	
소방방재 종합지수에 미치는 영향	문화재 가치가 높은 건물									화재 위험성이 높은 건물	
문화재 중요도 지표간 상호비교	건축물의 문화재 가치									해당 건축물의 이용도	
	건축물의 문화재 가치									문화재 가치가 높은 건축물 밀집도	
	건축물의 문화재 가치									역사적 경관 형성 정도	
	해당 건축물의 이용도									문화재 가치가 높은 건축물 밀집도	
	해당 건축물의 이용도									역사적 경관 형성 정도	
	문화재 가치가 높은 건축물 밀집도									역사적 경관 형성 정도	

으로 구분하여, A등급의 경우에는 1점, B등급은 0.75점, C등급은 0.5점, D등급은 0.25점을 반영한다.

3-3. 소결

면적 단위의 문화재는 다양한 수준의 문화재 및 비문화재 건축물들이 서로 인접하여 밀집되어 있기 때문에, 모든 건축물에 동일한 수준의 방화대책을 적용하지 않는 이상, 개별 건축물들의 방호 우선순위를 설정하여 단계적인 방화대책을 적용할 수밖에 없다. 그러나, 일반적인 화재위험도 지표만으로 산정된 화재위험지수는 문화재의 가치 등급을 고려하지 않기 때문에 문화재 차원에서의 보완장치가 필요하며, 이때 ‘문화재 중요도’를 함께 산정하여 상대비교를 통해 적절한 방호대상의 우선순위를 결정해야 한다.

4. 소방방재 종합지수

4-1. 지표별 가중치 설정

(1) 분석의 개요

본 연구에서 도출하고자 하는 화재위험도 지수와 문화재 중요도 지수는 최종적으로 종합되어 개별 건축물별 소방방재 종합지수로 산출된다. 본 연구에서는 소방방재 종합지수를 구성하는 각각의 세부 지표별 가중치를 산정하기 위해 AHP(계층화 분석법)을 적용하였으며, 관련 전문가를 대상²⁹⁾으로 하는 설문조사를 실시하였다.

설문 대상자는 관련 학술연구 단체와 건축 설계 전문가, 관련 행정업무 전문가 등이며, 총 55부를 배포하여 이 중 49명이 응답하였다. 설문조사는 2011년 11월 한달간 실시하였으며, 설문자에게 직접 설문지를 방문 또는 우편으로 전달하여 다시 취합하는 방법으로 실시하였다.

설문항목들은 크게 설문자에 대한 일반적 사항, 화재위험도 지표간 상호비교, 개별 건축문화재의 가치 평가 요소 비교, 화재위험도와 문화재 중요도 중 소방방재 종합지수에 미치는 영향의 상호비교, 문화재 중요도 지표간 상호

29) 이러한 방법이 신뢰도를 확보하기 위해서는 설문 대상자가 설문내용에 대해 정확하고 전문적으로 인지하고 있어야 한다는 특성을 가지고 있기 때문에, 관련분야 업무에 3년 이상의 근무경험이 있는 전문가를 대상으로 실시하였다.

[표 9] 가치 평가 요소별 가중치 산정

평가내용	평가 항목	가중치	CI(Consistency Index)
개별 건축문화재의 화재위험요소	1)화재하중 평가	0.437	0.0215
	2)화재 복사열의 연소 범위	0.301	
	3)발화물질의 전이범위	0.262	
개별 건축문화재 가치	1)건축양식과 구성재료의 완성도	0.324	0.0142
	2)원형유지 정도	0.329	
	3)역사적 대표성과 상징성	0.347	
문화재 중요도	1)개별 건축물의 문화재 가치	0.308	0.0026
	2)공공성	0.188	
	3)문화재 가치가 높은 건축물 밀집도	0.294	
	4)역사적 경관 형성 정도	0.210	
화재위험도와 문화재 중요도 비교	1)문화재 중요도	0.625	0.0000
	2)화재위험도	0.375	

비교를 검증하는 항목들로 구성되었다.

(2) 분석의 내용

가중치 산출 결과 화재위험도에 영향을 미치는 요소는 화재하중 평가, 화재 복사열의 연소범위, 발화물질의 전이범위의 순서로 그 영향력이 강한 것으로 나타났다. 건축문화재는 지정 문화재와 비지정 문화재로 구분될 수 있으며, 비지정 문화재의 가치 평가는 1) 건축양식과 구성재료의 완성도, 2) 원형유지 정도, 3) 역사적 대표성과 상징성의 요소를 평가하여 종합된다. 가중치 산출 결과 화재위험도에 영향을 미치는 요소는 미세한 차이로 역사적 대표성과 상징성, 원형유지 정도, 건축양식과 구성재료의 완성도의 순서로 나타났다.

화재위험도와 문화재 중요도의 가중치 산출 결과 화재위험도보다는 문화재 중요도를 훨씬 중요한 요소로 평가하는 것을 알 수 있었다. 건축문화재의 문화재 중요도를 구성하는 요소는 1)개별 건축물의 문화재 가치, 2)공공성, 3) 문화재 가치가 높은 건축물 밀집도, 4)역사적 경관 형성 정도의 4가지이다. 문화재 중요도 구성 요소별 가중치 산출결과 문화재 중요도에 미치는 영향력은 개별 건축물의 문화재 가치, 문화재 가치가 높은 건축물 밀집도, 역사적 경관 형성 정도, 공공성의 순서로 도출되었다.

4-2. 소방방재 종합지수 환산

각 지표별로 정량화된 결과는 설문조사를 통해 도출된 지표별 가중치를 적용하여, 화재위험도와 문화재 중요도 및 소방방재 종합지수로 최종 산출될 수 있다.

화재위험도 지표를 구성하는 각각의 지표별로 산출된 지수는 다시 종합되어 화재위험도 지수로 산출되는 과정을 거치게 된다. 각각의 가중치를 적용하여 합산한 최종 화재위험도 지수는 0.0874 이상 1.0 이하이며, 화재위험도 지수가 1.0인 경우에는 화재 위험도가 가장 높은 경우가 된다.

화재위험도 지수와 마찬가지로, 문화재 중요도 지표를 구성하는 각각의 지표별로 산출된 지수는 다시 종합되어 문화재 중요도 지수로 산출되는 과정을 거치게 된다. 이때, 각 지표별 가중치 산정 과정의 논리성 확보를 위해 지표별 지수의 만점은 각각 1점이 된다. 각각의 지표별 지수에 가중치를 부여하여 합산한 최종적인 문화재 중요도 지수 또한 만점이 1점이 되며, 이는 화재 위험도 지수와 가중치를 제외하고 비교했을 때 동등한 위계를 가지도록 하기 위함이다. 각각의 가중치를 적용하여 합산한 최종 문화재 중요도 지수는 0.2012 이상 1.0 이하이며, 문화재 중요도 지수가 1.0인 경

	화재위험도 지수	문화재 중요도 지수								
지표별 지수 산출	1. 화재하중 등급 A(화재위험 아주 많음):1점 B(화재위험 많음):0.8점 C(화재위험 보통):0.6점 D(화재위험 적음):0.4점 E(화재위험 거의 없음):0.2점	1. 개별 건축물 ① 지정 문화재:1점 ② 비지정 문화재 <table border="1"> <thead> <tr> <th>평가항목</th> <th>평가지수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가.건축양식과 구성재료의 완성도</td> <td>긍정 1점, 부정 0점</td> </tr> <tr> <td>나.원형유지 정도</td> <td>긍정 1점, 부정 0점</td> </tr> <tr> <td>다.역사적 대표성과 상징성</td> <td>긍정 1점, 부정 0점</td> </tr> </tbody> </table> 평가항목별 지수 종합 $가 \times 0.324 + 나 \times 0.329 + 다 \times 0.347$	평가항목	평가지수	가.건축양식과 구성재료의 완성도	긍정 1점, 부정 0점	나.원형유지 정도	긍정 1점, 부정 0점	다.역사적 대표성과 상징성	긍정 1점, 부정 0점
	평가항목	평가지수								
	가.건축양식과 구성재료의 완성도	긍정 1점, 부정 0점								
나.원형유지 정도	긍정 1점, 부정 0점									
다.역사적 대표성과 상징성	긍정 1점, 부정 0점									
2. 화재 연소속도 계산 ① 예상 발화지점을 기준으로 연소속도식을 계산 ② 인근 소방전문인력 도착 예상 시간까지의 연소범위(산불포함) 산출 ③ 소방차 진입시간까지 화재 연소범위안에 속하는가? (긍정 1점, 부정 0점)	2. 공공성 확보 등급 A:1점 B:0.7점 C:0.4점									
3. 발화물질 전이 범위 ① 건축물별 제적 조사를 통한 불씨 발생량 예측 ② 처마선, 수관 조사를 통한 불씨 전이 범위 예측 ③ ①과 ②를 종합적으로 고려하여 불씨 전이 위험 범위를 예측 ④ 해당 건축물이 불씨 전이 위험 범위에 속하는가? (긍정 1점, 부정 0점)	3. 영역 중요도 등급 A:1점 B:0.75점 C:0.5점 D:0.25점 4. 역사경관 형성 등급 A:1점 B:0.75점 C:0.5점 D:0.25점									
지표별 지수의 종합	화재하중등급 지수 $\times 0.437$ + 화재연소범위 판별지수 $\times 0.301$ + 불씨전이구간 판별지수 $\times 0.262$ ≤ 1.000	개별건축물 평가지수 $\times 0.308$ + 공공성 확보 $\times 0.188$ + 영역 중요도 등급 지수 $\times 0.294$ + 역사경관 형성 등급 지수 $\times 0.210$ ≤ 1.000								
소방방재 종합지수	화재위험도 지수$\times 0.375$ + 문화재 중요도 지수$\times 0.625 \leq 1.000$									

[그림 7] 소방방재 종합지수 산출 모형

우에는 문화재 중요도가 가장 높다.

최종적으로 도출된 화재위험도 지수와 문화재 중요도 지수는 다시 각각의 가중치를 적용하여 최종적인 소방방재 종합지수로 환산된다. 소방방재 종합지수는 우선소방방재대상 설정의 기본적 근거가 되는데, 지수 산정값이 높을수록 상대적으로 소방방재대책을 우선적으로 적용해야 된다는 의미를 내포하고 있다.

4-3. 소결

군집 목조 건축문화재에 대한 우선소방방재대상 설정은 대상 문화재 내부에 존재하는 개별 건축문화재에 대한 화재위험도와 문화재 중

요도의 각 지표조사결과를 바탕으로 이루어진다. 각각의 지표조사 결과는 소방방재 종합지수로 종합되어 산정되고, 소방방재 우선순위 설정의 기준이 된다. 이러한 과정은 결과적으로 우선소방방재대상을 설정하기 위한 의사결정 모델로 일반화될 수 있으며, 논리적 산술식 계산을 통한 객관적 평가와 시각화된 공간분석이 복합적으로 이루어진다. 따라서, 각 단계별로 관련 전문지식을 바탕으로 하는 Feed-back 과정이 중요하다고 할 수 있다.

5. 결론

군집 목조 건축문화재에 대한 효과적인 소방방재 계획 수립을 위한 기초적 연구로서 소방방재 우선대상을 설정하기 위해 도출한 결론은 다음과 같다.

첫째, 군집 목조 건축문화재의 경우, 개별 건축문화재에 대한 화재위험도와 문화재 중요도의 각 지표조사결과를 바탕으로 최종적인 소방방재 종합지수를 도출하여 문화재적인 측면과 소방방재 측면에 대한 종합적인 판단을 유도하여야 한다.

둘째, 화재위험도는 화재하중, 화재연소속도, 발화물질의 전이 범위 등의 지표를 종합하여 도출하며, 문화재 중요도는 개별 건축물의 문화재 가치, 공공성 확보, 영역 중요도, 역사경관 형성정도 등의 지표를 종합하여 도출한다.

셋째, 화재위험도와 문화재 중요도의 각 지표는 전문가를 대상으로 하는 설문조사 결과를 바탕으로 AHP 분석을 통해 각 지표별 가중치를 산출할 수 있으며, 각 지표별 가중치는 다시 화재위험도, 문화재 중요도, 소방방재 종합지수 등의 지수로 환산될 수 있다.

결과적으로 본 연구에서 도출한 소방방재 종합지수와 관련 수식은 군집된 목조 건축문화재의 소방방재 계획 수립을 위한 접근 도구의 하나로 활용될 수 있으며, 향후 후속연구를 통해 현장조사결과와 도출된 지표를 적용하여 보다 구체적인 연구결과를 도출할 필요가 있다.

<참고문헌>

1. 권홍순, 군집 목조 건축문화재의 '우선소방방재대상 설정모델' 연구, 충남대학교 박사논문, 2012.
2. 아산시(2009), 외암민속마을 화재예방 연구
3. 인천소방본부 화재조사팀 편저, '현장실무자를 위한 화재조사기법', 인천소방본부, 2003.4.
4. 최충석 편저, 전기화재공학, 동화기술, 2000.3.

5. John R. Hall. Fire Risk Analysis, section 11, chapter 8, Fire Protection Handbook, 18th Edition, 1997.
6. 김희성, 노삼규, 전통건축물보존지구내에서의 연소속도식을 고려한 방재계획의 수립과 재난위험도평가 시스템 구축에 관한 연구, 한국화재·소방학회 논문집, 제15권 제4호, 2001.
7. 김동일, 건물 화재위험의 정량적 평가, 한국화재·소방학회, 제1권 제3호, 2000.
8. 김봉찬, 신이철, 구인혁, 권영진, 국내·외 도시화재의 특징 및 연구동향 분석, 한국화재소방학회 춘계학술발표대회, 2010.4.
9. 신이철, 구인혁, 林吉彦, 권영진 건물의 인동거리 및 처마조건에 따른 화재확대 위험성 평가 실험, 한국화재소방학회 춘계학술발표대회 논문집, 2010.4.
10. 김남혁, 신이철, 권영진, 건축물에서의 가연물 화재하중 산출을 위한 국외 가연물 연구사례 분석, 한국화재소방학회 춘계학술논문발표회, 2009.4.
11. 구인혁, 신이철, 권영진, 남동균, 林吉彦, 도시화재 화염진과 모델에 관한 연구, 한국화재소방학회 춘계학술논문발표회, 2009.4.
12. 전명숙, 문화유적지의 관광자원화 특성에 관한 연구-경주와 교토를 중심으로-, 한국콘텐츠학회논문지 제6권 제1호, 2006
13. 신상섭, 전통마을과 토속경관(土俗景觀)의 보전전략, 국토, 통권 제301호, 2006.11
14. ICOMOS KOREA & Rits-DMUCH, 재해와 문화유산 보존, 2010 International Training Program Workshop, 2010.12.
15. 문화재청, <http://www.cha.go.kr/>
16. 뉴시스, <http://www.newsis.com/>
17. 소방방재신문, <http://www.fpn119.co.kr/>

접수(2012. 1. 17)
수정(1차: 2012. 3. 28)
게재확정(2012. 4. 7)

A Study on the Fire Fighting General Index for Fire Fighting of Crowded Wooden Building Cultural Asset

Kwon, Heung Soon

(Ph. D, Chungnam National University)

Lee, Jeong Soo

(Professor, Chungnam National University)

Abstract

This research has set up the fire fighting general index for Fire fighting of Crowded Wooden Building Cultural Asset which is composed of traditional wooden building instinct or complex.

The results of this study are as follows.

First, Fire fighting general index for crowded wooden building cultural asset, it is necessary to set fire fighting priority by considering fire risk and cultural asset characteristic and establish the system to cope with fire disaster in the most effective way by arranging facilities with restricted resource.

Second. Fire risk is the index to draw fire and spread risk of cultural asset by applying index calculation processes such as fire load, burning velocity and ignition material spread characteristic to various aspects such as individual building and complex and combining their results. Cultural asset importance index consists of individual building evaluation, publicity security degree, area importance evaluation and historical landscape degree evaluation.

Third, for each index combination process, weight of each index is drawn on the basis of AHP analysis result that is performed to the specialists of related fields. The formula to apply and combine it is prepared to apply the model to include meaning of each index and comparative importance degree.

Keywords : Crowded Wooden Building Cultural Asset, Cultural asset importance index, Fire risk indices, Fire fighting general index
