

산림 내 사찰문화재 주변의 산불위험인자 분석*

권춘근*, 이시영**, 염찬호, 박홍석

본 연구에서는 산림 내 주요 시설물인 사찰 문화재 주변의 산불위험인자 도출에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 사찰 문화재 주변 발화인자, 입지적인 여건, 임상여건 및 산림과의 이격거리, 산불방지 시설 여부, 숲 가꾸기 관련, 접근성 관련 등 총 6개 항목에 대해 현장 조사를 실시하였다. 연구 결과 시설물들이 경사가 급한 지역에 있을수록, 주변 임상이 침엽수림, 중경목 지역, 주변임상 수고가 10m 이하, 주변산림 밀도가 높을수록, 주변 산림과의 이격거리가 짧을수록, 산불방지 시설 미설치 시설물, 숲 가꾸기 미실시 지역, 진화자원 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하일 경우 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

주제어: 산불, 사찰문화재, 산불위험인자

1. 서론

우리나라에서는 2012년 197건의 산불이 발생하여 72ha의 산림이 소실되었다(산림청, 2013). 이는 2011년 대비 건수 1.4배 감소와, 피해 면적 13.9배 감소로 산불의 피해 위험성에서 다소 벗어난 것으로 보였다. 하지만, 산림청에서 발간한 ‘산불통계분석을 통한 산불정책 변천 및 대응 방안’ 보고서에 의하면, 전 세계적인 기후변화의 영향으로 산불이 더욱 대형화하고 빈발할 것으로 예상하고 있으며(산림청, 2011), 또한 IPCC에 따르면 ‘전 지구적인 기후변화는 장기간에 걸친 온도 상승, 강우량의 변화 등으로 전 세계적으로 자연재해가 증가하고 있으며, 그 중 산불의 발생은 세계 각 곳에서 점차 대형화되고 있다’라고 예측하고 있으며, 각국 산불 관련 연구는 온도 상승에 따른 건조일의 증가로 산불의 발생 건수와 피해면적의 증가를 예측하고 있고, 피해 방지를 위해 선제적인 산불방지 정책의 실시를 주장하고 있는 추세이다(IPCC, 2007). 특히 2009년 300여명의 목숨을 앗아간 호주 빅토리아 주 산불사태는 기후 변화로 인해 발생한 대형 산불이 산림 내에 위치하거나 인접해 있는 시설물 지역으로 옮겨

* 본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 S12I2I3L140110)’의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

** 제1저자, *** 교신저자.

불어 발생한 사례로써, 인접지 산불 방재의 중요성을 일깨워준 산불이라 할 수 있다. 우리나라 또한, 1970, 1980년대의 산림녹화 성공으로 인한 산림 내 연료의 증가와 최근 등산객의 증가 및 영농인구의 감소와 고령화로 인한 논·밭두렁 소각 및 농산폐기물 소각 관행으로 산불이 증가하고 있다(국립산림과학원, 2009; 2010). 특히 침엽수 단순림으로 구성되어 있는 임분은 대형산불로 이어질 수 있기 때문에 반드시 숲 구조 개선이 필요하다. 또한, 1996년 고성산불, 2000년 동해안 산불, 2002년 청양·예산 산불과 2005년 천년고찰 낙산사를 전소시킨 양양산불, 2013년 포항·울주 산불 등은 산림 내에 많은 시설 및 산림 내의 많은 재산피해는 물론, 특히 송이 산지 및 문화재 등의 소실로 인해 많은 사회경제적 피해를 가져왔던 사례라고 할 수 있다(산림청, 2001; 고성군, 1999; 양양군청, 2008). 그동안 겪은 산림 내의 주요 산불 피해로는 농작물, 농업시설물, 축사, 가축, 축산기자재, 사료, 송이, 군사시설, 도로, 송전시설, 통신시설, 전력, 상수도, 사찰, 문화재 등 직접피해와 산림생태 환경 등의 피해 등 간접피해가 있었다(소방방재청, 2009). 특히, 산림 내에는 사찰과 같은 중요 문화재와 송전탑, 통신선로와 같은 사회기반시설, 요양원과 같은 다중 이용 시설 등이 있어, 산불 발생 시 그 직접적 피해와 간접적 피해가 크며, 위치적 특성으로 인해, 단시간 동안 대형 피해를 야기할 가능성이 크다고 할 수 있다.

산불 피해를 저감하고 산림 내 전통문화재의 피해를 최소화하기 위한 사찰림의 내화성을 증진시키는 임분을 조성하거나 또는 자연력을 최대한 활용하여 유도하는 시업법이 필요하며, 사찰림내에 논경지가 많이 분포된 점을 미루어 볼 때 산불요인이 충분히 잠재되어 있으므로 산림 인접지인 임연부와 주요 문화재가 소장된 건물 등 주변의 숲은 내화성 증진이 상당히 중요하다(산림청, 2013). 그러나 우리나라는 현재까지 산불예보, 확산, 진화, 복구 및 산불피해 저감 방안 분야에서 연구가 이루어지고 있으나, 산림 내 시설물의 보호를 위한 산불위험성과 관련된 연구는 아직 미미한 실정이며, 사찰과 같은 시설물의 위험성 저감에 대한 연구가 개별적으로 이루어지고 있는 추세이다.

산불발생 원인의 90%가 인적인 요인에 의해 발생하는 현실에서, 산림 내 주요 시설물의 현황을 조사하고, 연료, 지형적 위치, 이격 거리와 같은 산불 위험 요소의 개별적인 위험성을 종합하여 평가하고 이에 대한 위험 저감의 효율성에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 비해 미국, 캐나다, 유럽과 같은 국가에서는 산림 내 시설물의 재질, 이격거리, 임상, 지형과 같은 산불 위험 요소를 종합하여 평가하는 위험지 평가 체계에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 이를 이용한 가옥 및 시설물 관리 매뉴얼의 보급이 이루어지고 있다. 또한, 모의 산불을 통한 이격거리와 재질의 위험 임계치에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있는 상황이다(British Columbia, 2011; Edmonton Alberta, 2008). 또한 일본의 경우 법통사와 금각사 화재 이후 사찰문화재의 모든 화재는 자동으로 보고가 되는 경보시스템과 방수총 및 수막시설 등의 구축을 하고 있으며(일본소방연구소, 1988), 중국의 경우 특대형 산불 지연용으로 30~50m 폭의 내화수림대를, 대형산불 지연용으로 20~30m 폭의 내화수림대를, 일반산림화재 지연용으로 10~20m 폭의 내화수림대를 설치하고 있다(Shu Lifu, *et. al.*, 2000).

우리나라 산림은 산림녹화 정책의 성공으로 인해, 산림 환경의 유효도와 생태적 다양성이 확보 되었으나, 이로 인해 가연 대상 물질 밀도가 높아져, 대형산불 발생 위험성이 크게 증가하고 있다(산림

청, 2013). 따라서 대형산불 확산 방지를 위한 방안을 마련하기 위해서는 정확하고 객관성 있는 산불 연료관리기법 개발이 필요하며, 특히 산림 내 주요 시설물을 보호하기 위한 연료관리 방안 마련이 시급한 실정이다.

산불방지는 대응 및 복구 중심이 아닌 예방적 차원의 재해 관리를 위해서는 재난별 취약지역에 대한 분석이 선행되어야 하고, 이를 체계적으로 관리할 필요가 있으며, 이를 바탕으로 산림 내 지역적 산불 환경을 고려한 산불위험지도 작성과 이에 필요한 알고리즘을 지원할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 산불 환경을 고려한 산림 내 주요 시설물인 사찰문화재 주변에 대하여 산불 위험인자 도출에 대한 기초자료를 제공하는데 있다.

II. 조사지역 및 내용

본 연구의 범위는 국내에 산재되어 있는 산림 내 사찰문화재로 한정하되 사찰문화재의 현황을 파악하고 그 동안 이들 사찰문화재에서 산불로 전이 된 사찰문화재 14개소, 산불로 전이 되지 않은 사찰내 화재 10개소 총 24개소에 대해 현장 조사를 실시하였다. 본 논문에서 적용한 산불 위험요소 평가 방법은 미국의 Firewise 및 캐나다의 Firesmart에서 제시한 산림인접지 시설물의 위험성 평가 및 관리방법을 기반으로 조사야장을 만들어 현장에서 기입하는 방식으로 진행 하였다.

1. 조사지역

조사 대상 지역은 전국에서 조사를 실시하였으며, 특히 산림 내 주요 시설물인 사찰 문화재에 대하여 현장 조사를 실시하였다. 세부 내용은 아래의 <표 1>과 같이 조사 대상물 중 실제 피해를 입고 산불로 전이 된 사찰문화재가 14개소 였으며, 산불로 전이되지 않고 사찰문화재 내 화재 10개소 총 24개소에 대하여 조사하였다.

<표 1> 산림 사찰문화재 지역 산불위험요소 조사지 내역

사찰문화재명	도	시, 군	비 고
원효대	부산	기장	산불전이 사찰문화재
대흥사	충북	단양	
회암사	경기	양주	
왕룡사	경북	경주	
낙산사	강원	양양	
영국사	충북	영동	
천호사	경남	진주	
운주사	전남	화순	
송광사	전북	완주	

<표 1> 산림 사찰문화재 지역 산불위험요소 조사지 내역(계속)

사찰문화재명	도	시, 군	비고
덕주사	충북	제천	산불전이 사찰문화재
연화사	경북	예천	
성전암	경남	진주	
금륜사	경북	영천	
내원암	울산	울주	
소 계	14개소		
쌍봉사	전남	화순	사찰문화재 내 화재
용문사	경북	예천	
금산사	전북	김제	
김룡사	경북	문경	
화엄사	전북	구례	
구룡사	강원	원주	
화암사	전북	완주	
흥복사	전북	김제	
문수사	전북	고창	
백운사	충북	청원	
소 계	10개소		
총 계	24개소		

2. 조사내용

산림 내 사찰문화재에 대한 산불 위험요소 평가는 <표 2>와 같이 발화인자(1항목), 입지적인 여건(1항목), 임상여건 및 산림과의 이격거리(10항목), 산불방지 시설 여부(3항목), 숲 가꾸기 관련(3항목), 접근성 관련(5항목)등 총 6개 23 항목에 대해 현장 조사, 평가를 진행하였다.

<표 2> 산불 위험요소 평가 조사항목

산불 위험 인자	조사내용
발화 인자	발화원인
입지 여건	시설물의 위치
임상여건 및 산림과의 이격거리	건물주변 및 인근지역 주요 산림 수종
	임목의 평균 수고
	임목의 평균 흉고직경
	임목의 밀도
	수관의 발달상태
	사다리형 연료 상태
	하층식생 분포도
	낙엽층 정도
	산림과 시설물과의 이격거리
	시설과 수관부와의 거리

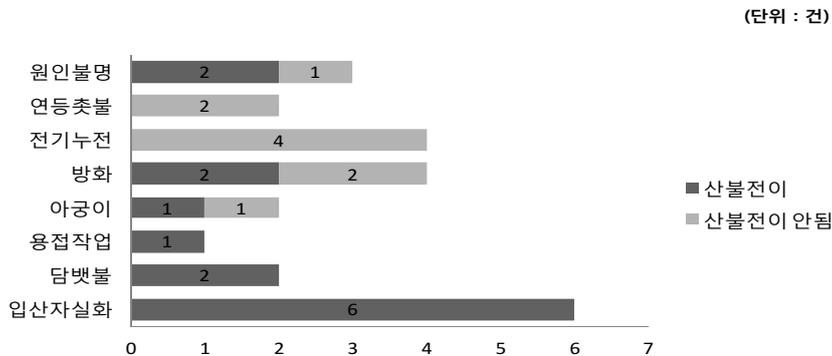
<표 2> 산불 위험요소 평가 조사항목(계속)

산불 위험 인자	조사내용
산불방지 시설 여부	방화선 구축 여부
	방화벽 구축 여부
	내화수림대 조성 여부
숲 가꾸기 관련	시설물 주변 숲 가꾸기 실시여부
	숲 가꾸기 강도 정도
	숲 가꾸기 산물 처리형태
접근성 관련	진화자원 진출입로
	진입로 폭
	진입로 상태
	차량진입 및 선회공간
	진입로 표시

III. 결과 및 고찰

1. 발화 인자 분석

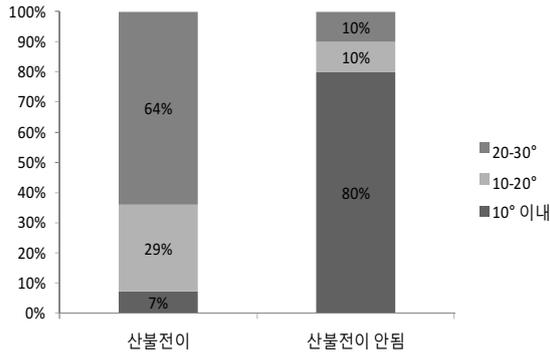
산림 내 사찰문화재의 산불위험요소를 조사하기 위해 발화 인자에 대한 조사를 실시하였으며, 결과는 다음 <그림 1>과 같다. 산불로 전이 된 사찰문화재의 경우 입산자 실화가 6건으로 가장 많았으며, 담뱃불 2건, 방화 2건, 원인불명 2건, 아궁이 1건, 용접작업 1건의 순으로 나타났으며, 산불로 전이 되지 않은 사찰의 경우 전기누전 4건, 방화, 연등 촛불이 각 2건, 아궁이 1건, 원인불명이 1건의 순으로 나타났다.



<그림 1> 산림 내 사찰문화재 발화 인자 조사 결과

2. 입지 여건 분석

산림 내 사찰문화재의 산불위험요소를 조사하기 위해 입지 여건에 대한 조사를 실시하였으며, 조사 결과는 다음 <그림 2>와 같다. 산불로 전이 된 사찰의 경우 대부분 20-30° 급경사지에 위치하고 있으며, 산불로 전이 되지 않은 사찰의 경우에는 대부분 10°이내의 완경사지에 위치하고 있는 것으로 조사 되었다. 조사 대상이 주로 사찰문화재인 관계로 산림 내 경사지에 위치하고 있으며, 경사가 다소 높은 지역일수록 산불피해가 발생할 확률이 높은 것으로 조사되었다.



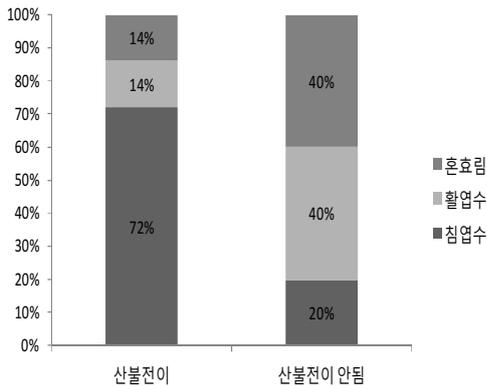
<그림 2> 입지 여건 조사 결과

3. 임상 및 산림과의 이격거리 관계 분석

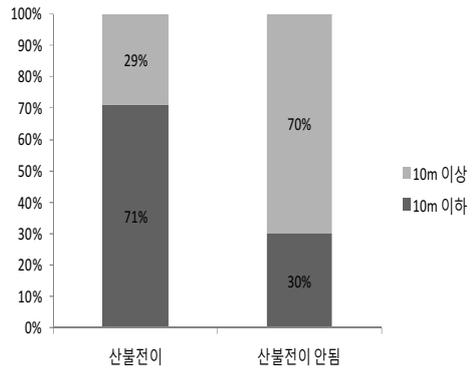
산림 내 시설물 주변의 산림은 산불의 위험과 밀접한 관련이 있다. 따라서 본 연구에서의 조사 대상물인 사찰문화재 인근 산림의 임상과 수고, 흉고직경, 임목 밀도, 수관부 발달 정도, 사다리형 연료 발달 정도, 하층 식생 발달 정도, 낙엽층 발달 정도, 산림과 시설물의 이격거리, 시설물과 수관부와의 거리 등에 대해 조사하였다.

다음 <그림 3>은 임상에 대한 조사 결과 이다. 조사 결과 산불로 전이 된 사찰의 경우 침엽수 단 순림의 비율이 높은 것으로 조사되었다. 이는 사찰문화재 주변의 임상이 침엽수림 지역일수록 산불 피해 확률이 높은 것으로 조사되었다.

<그림 4>는 주변 산림의 수고 조사 결과 이다. 조사 결과 산불로 전이 된 사찰의 경우 수고 10m 이하 71%, 산불로 전이되지 않은 사찰의 경우 수고 10m 이상이 70%인 것으로 보아 주변 임상의 수고가 10m 이하 일수록 산불 발생 시 피해 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

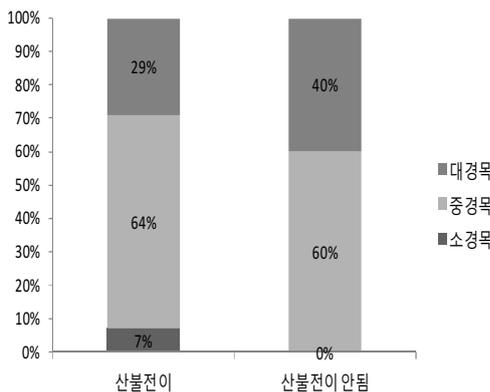


<그림 3> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 수종 조사 결과

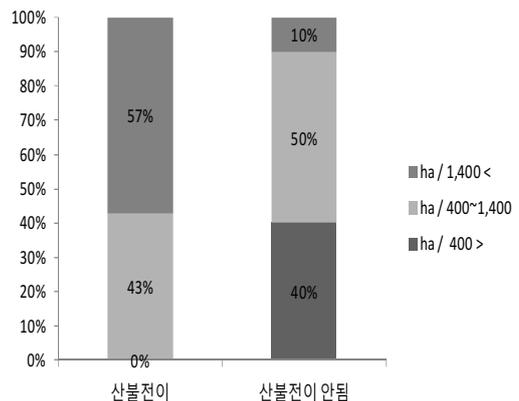


<그림 4> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 수고 조사 결과

<그림 5>는 주변 산림의 흉고직경 조사 결과 이다. 조사 결과 산불로 전이 된 사찰의 경우 중경목 (흉고 직경 16~30cm)일 경우 산불 발생으로 인한 피해 확률이 높은 것으로 조사되었고, <그림 6>은 주변 산림의 임목밀도 조사의 결과로써 조사 결과 산불로 전이되지 않은 사찰의 경우 대부분 400~1,400본 이하인 소·중임분으로 조사되었으나 산불로 전이 된 사찰의 경우 대부분 ha당 400~1,400, 1,400본 이상인 숲이 아주 빽빽한 중·밀임분인 것으로 조사되어 산불 발생으로 인한 피해 확률이 높은 것으로 조사되었다.



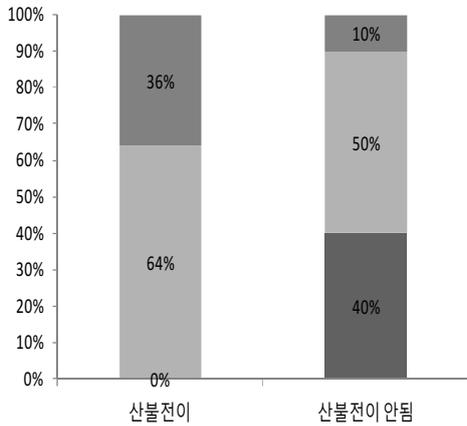
<그림 5> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 흉고직경 조사 결과



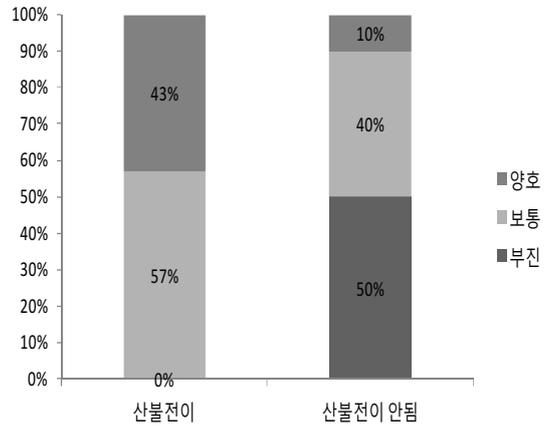
<그림 6> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 밀도 조사 결과

다음의 <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>은 수관부, 하층부의 발달 정도를 조사한 결과 이다. 조사한 결과, 수관부 발달 정도, 사다리형 연료 발달 상황, 하층 식생 발달 상황, 낙엽층 발달

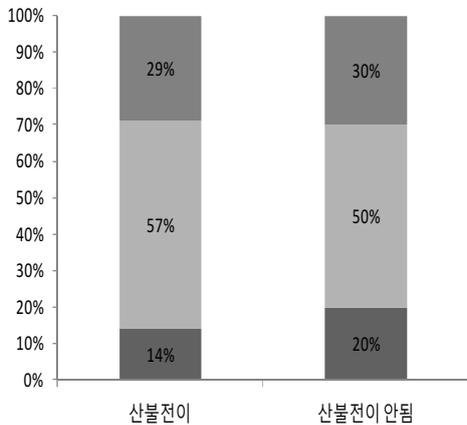
상황(1-3cm)이 보통일 때 사찰 문화재의 피해 발생 확률이 높은 것으로 조사되었다. 이를 바탕으로 불 때 성장 단계가 중간단계인 중경목 지역에서 산불 발생 시 사찰 문화재의 피해가 다수 발생할 것으로 예상된다.



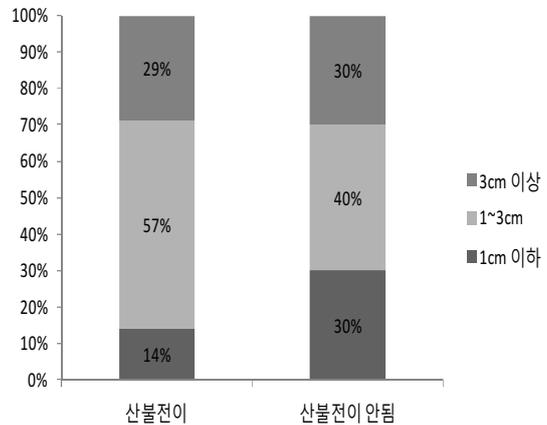
<그림 7> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 수관 연료 발달 상황 조사 결과



<그림 8> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 사다리형 연료 발달 상황 조사 결과



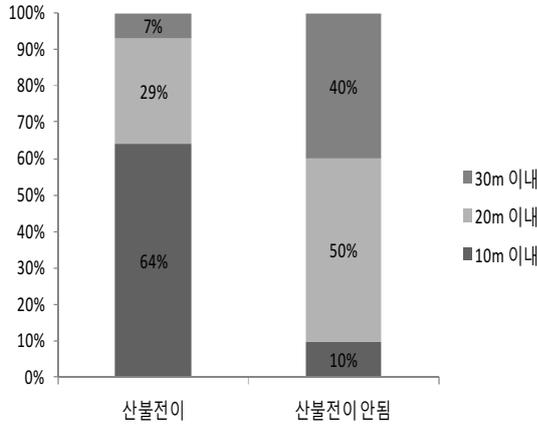
<그림 9> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 하층식생 발달 상황 조사 결과



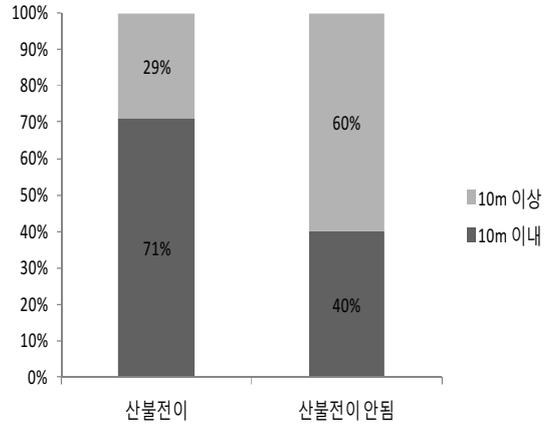
<그림 10> 산림 내 사찰문화재 주변 산림의 낙엽층 발달 상황 조사 결과

산림과의 이격거리 특성을 분석하기 위해 산림과의 단순 이격거리와 수관부와의 이격거리를 조사한 결과는 <그림 11>, <그림 12>와 같다. 조사 결과 산불로 전이 된 사찰 문화재의 경우 산림과의 거리와 수관부와의 거리가 10m 이내일 경우 피해를 입을 확률이 높아지는 것으로 조사되었다. 따라서 산

림과 시설물은 최소 10m의 이격거리를 가져야 할 것으로 조사되었다.



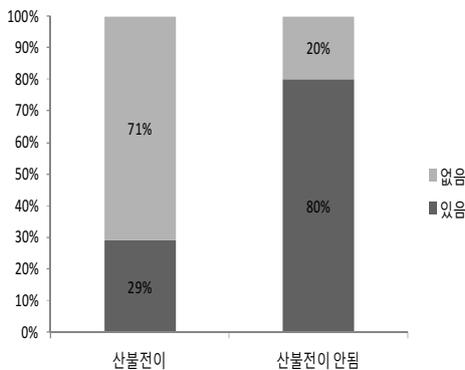
<그림 11> 산림 내 사찰문화재 주변 산림과의 이격거리 조사 결과



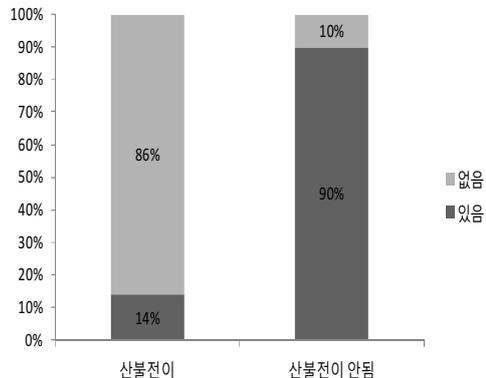
<그림 12> 산림 내 사찰문화재 주변 산림 수관부와의 이격거리 조사 결과

4. 산불방지 시설과의 관계 분석

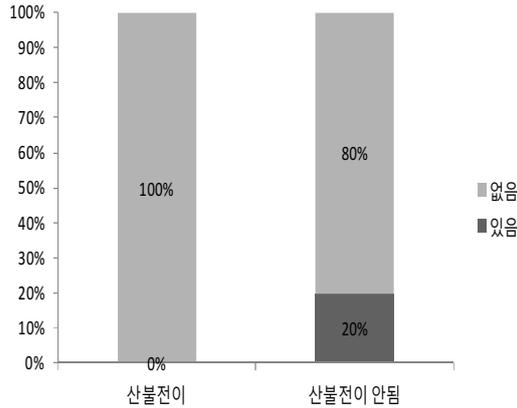
산불 방지 시설은 산불의 확산을 지연 및 방지하며, 피해를 절감하기 위한 시설을 말하며, 가장 기본적인 조릿대 식생지역과 같은 내화수림대, 방화선, 방화벽과 같은 시설물을 말한다. 이에 대해 실제 피해 저감 효과를 판단하기 위해 피해 시설물의 방화시설을 조사한 결과는 다음 <그림 13>, <그림 14>, <그림 15>와 같다.



<그림 13> 산림 내 사찰문화재 시설물의 산불 방지 시설(방화선) 조사 결과



<그림 14> 산림 내 사찰문화재 시설물의 산불 방지 시설(방화벽) 조사 결과



<그림 15> 산림 내 사찰문화재 시설물의 산불 방지 시설(내화수림대) 조사 결과

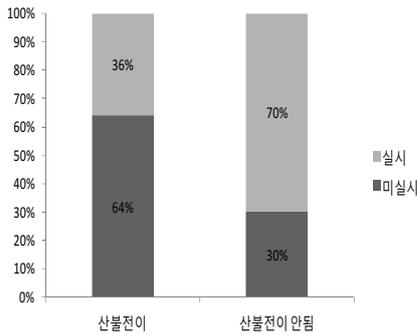
조사결과, 산불 방지시설 중 방화선과 방화벽을 설치한 사찰문화재 시설물 대부분이 피해를 입지 않았으며, 내화수림대를 조성하지 않은 사찰문화재 시설물의 경우 100%가 산불의 피해를 입은 것으로 조사되었다. 따라서 방화선 및 방화벽, 내화수림대 조성을 통한 시설물 보호가 효과적일 것으로 조사되었다.

5. 숲 가꾸기 관계 분석

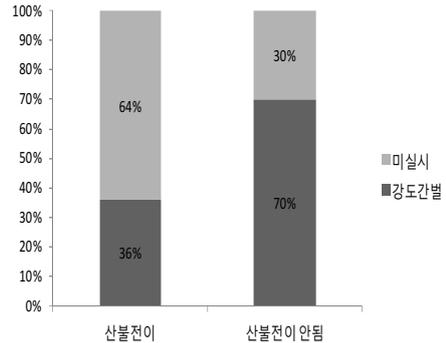
산불 방지에 커다란 효과가 있는 숲 가꾸기 사업은 산불의 확산을 지연 및 방지하며, 피해를 절감하는 효과를 나타내고 있다. 이에 대해 조사한 결과는 다음 <그림 16>, <그림 17>, <그림 18>과 같다.

조사결과 산불로 전이 된 사찰의 경우 대부분 숲 가꾸기 사업을 실시하지 않은 것으로 조사되었으나, 산불로 전이되지 않은 사찰의 대부분은 숲 가꾸기를 실시한 것으로 나타났다. 이것은 숲 가꾸기를 실시하지 않은 지역이 산불피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

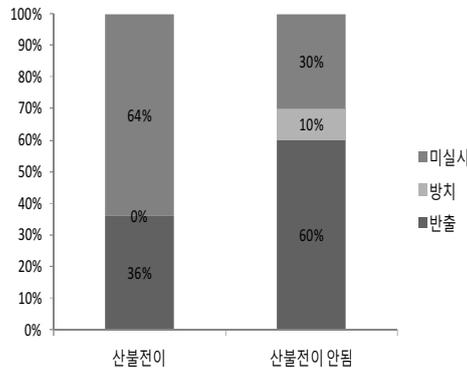
또한, 숲가꾸기를 실시한 지역 모두 강도간벌을 실시하고 있었으며, 산불의 처리형태는 대부분 임외로 반출하고 있는 것으로 조사되었다.



<그림 16> 산림 내 사찰문화재 시설물의 숲가꾸기 유무 조사 결과



<그림 17> 산림 내 사찰문화재 시설물의 숲가꾸기 정도 조사 결과



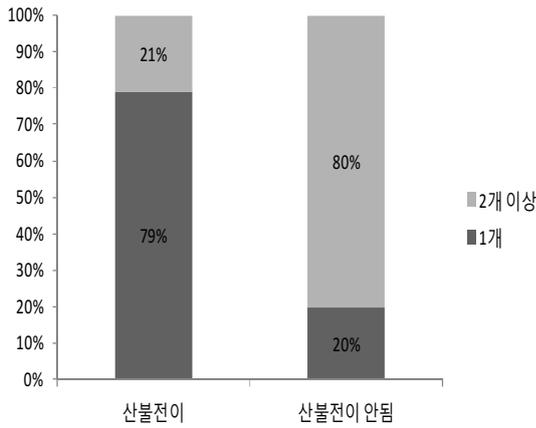
<그림 18> 산림 내 사찰문화재 시설물의 숲가꾸기 산물 처리 조사 결과

6. 접근성 관계 분석

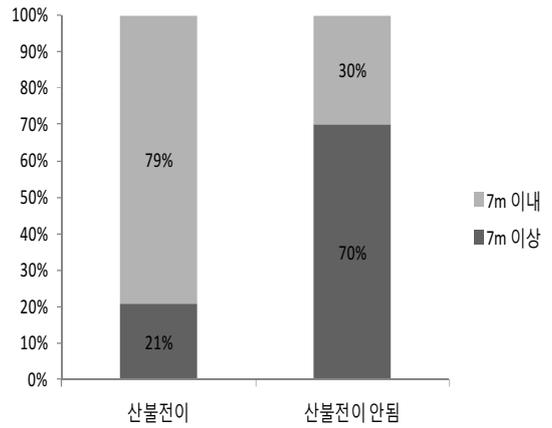
산림 내 사찰문화재에 대한 산불 위험요소를 조사하기 위해 접근성(진출입로 특성, 차량 주차 및 선회 공간)에 대한 조사를 실시하였으며, 결과는 다음과 같다.

진출입로의 개수와 폭은 소방자원의 투입 용이성을 제고한다는 의미에서 상당히 중요한 인자이다. 이에 대한 조사 결과는 다음 <그림 19>, <그림 20>과 같이 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하로 좁을 경우 산불 발생 시 피해가 발생할 확률이 높은 것으로 조사되었다.

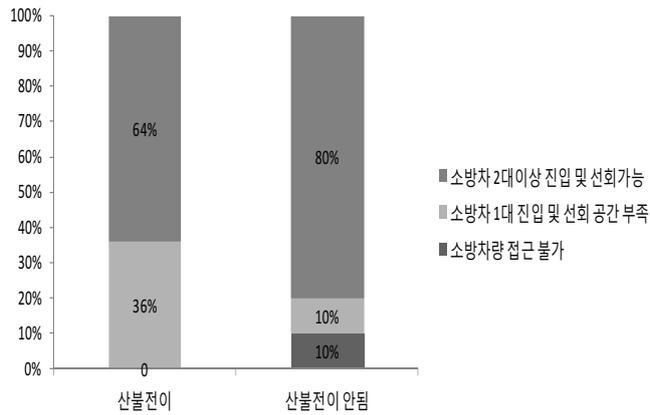
또한, 차량 진입 및 선회 공간에 대한 조사 결과는 <그림 21>과 같다. 조사 결과 시설물 내의 차량 선회 및 주차공간이 넓을 경우 피해 확률이 줄어드는 것으로 조사되었으며, 이는 주차공간이 확보된 지역에 소방 차량의 조기 투입과 사전 투입이 가능하여 피해가 줄어들었기 때문일 것으로 사료된다.



<그림 19> 산림 내 사찰문화재 시설물의 진화자원 진출입로 조사 결과

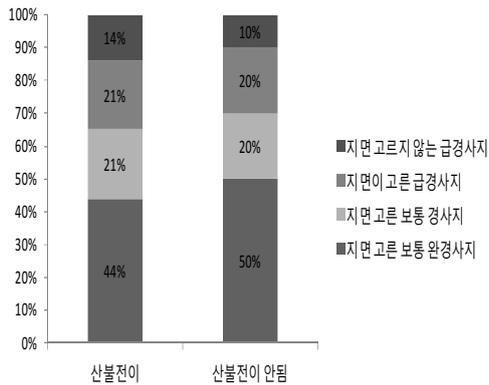


<그림 20> 산림 내 사찰문화재 시설물의 진화자원 진출입로 폭 조사 결과

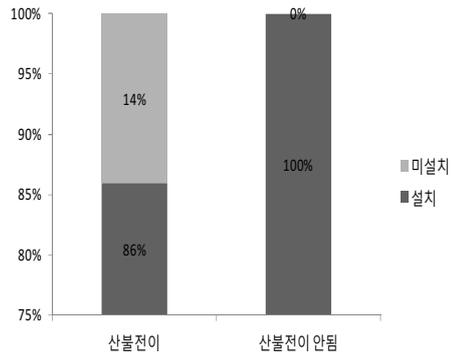


<그림 21> 산림 내 사찰문화재 시설물의 차량진입 및 선회 공간 조사 결과

그 외 <그림 22>, <그림 23>의 진입로의 포장여부, 진입로의 경사도, 진입로 표시는 사찰문화재의 피해와 다소 관련이 없는 것으로 조사되었다.



<그림 22> 산림 내 사찰문화재 시설물의 진입로 상태 조사 결과



<그림 23> 산림 내 사찰문화재 시설물의 진입로 표시 조사 결과

IV. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 산림 내 주요 시설물인 사찰 문화재에 대하여 발화인자, 입지적인 여건, 임상여건 및 산림과의 이격거리, 산불방지 시설 여부, 숲 가꾸기 관련, 접근성 관련 등 총 6개 항목에 대해 현장 조사를 실시하여 산림 내 주요 시설물인 사찰 문화재 주변에 대하여 산불위험인자 도출의 기초자료를 제공하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 경사가 급한 지역에 있을수록 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.
- 2) 주변 임상 침엽수림, 중경목 지역일수록 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.
- 3) 주변임상 수고가 10m 이하 일수록 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.
- 4) 주변산림 밀도가 높을수록 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.
- 5) 주변 산림과의 이격거리가 짧을수록 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

6) 산불방지 시설 미설치 시설물 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

7) 숲 가꾸기 미 실시 지역은 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

8) 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하일 경우 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

2. 제언

우리나라는 주요 사찰문화재의 대부분이 산림 안에 위치하고 있어 불이 날 경우 소산(疏散)이 불가능하고, 진화 인력과 장비의 투입에 시간이 오래 걸려 큰 피해를 입을 수 있기 때문에 산불로부터의 안전성 확보와 화재방재시스템을 갖추어야 한다. 따라서 사찰문화재 중심의 산불방재대책을 다음과 같이 제언하고자 한다.

1) 사찰문화재 주변 산불발생 위험요인을 파악한다.

(1) 사찰문화재 주변의 입지적인 조건

① 건물의 위치(경사도), 진화자원 진·출입로, 진입로 폭, 진입로 표시 등

(2) 임상분포 및 산림과의 이격거리

① 사찰문화재 주변 및 인근지역 주요 산림수종

② 임목의 밀도, 하층식생 분포, 낙엽층 정도

③ 산림과 사찰문화재의 이격거리

(3) 산불발생 개연성이 높은 주변인자

① 과거 인접지 주변 산불발생 현황 통계

② 주변, 주거지 및 논·밭두렁 등 소각요인 가능성

(4) 사찰문화재 등 건축물 주변 화재위험성

① 건축물 주변 가연물질 관리상태

② 쓰레기 등 소각장 설치여부

(5) 기타 산불 등 화재방지를 위한 시설 여부

- ①방화선 및 방화벽 구축여부
- ②내화수림대 조성여부
- (6) 산불 등 화재진화를 위한 소방시설
- ①소화전 및 소화기 작동점검
- ②화재 경보 시스템 점검

2) 사찰문화재 주변에 내화수림대를 조성한다.

(1) 우리나라 대표 수종인 소나무림은 산불에 매우 취약하다. 더욱이 그동안 숲을 관리하지 않아 매우 밀식이 되어 있으므로 산불이 나면 쉽게 수관화로 되어 대형화 될 수밖에 없다. 반면 활엽수림의 경우에는 봄철 불에 탈 연료의 양이 적어 수관화로 발달되지 못하고 지표화로 진행이 되므로 불이 나더라도 진화하기 쉽다. 따라서 임목에 대한 산불 피해를 경감시키고 나아가 소화의 거점으로 활용하는 것으로 예상되는 산불 연소 위험 방향을 고려하여 내화수림대를 조성한다.

(2) 사찰문화재 주위의 산림을 띠 모양으로 벌채(사찰문화재로부터 20-25m)하고 숲가꾸기(사찰문화재 외곽 숲의 완충지대 25m 이상 조성) 실시한다.

(3) 내화수림대는 능선부에 6m 폭으로 식생이 없는 공간지대(임도 등)를 개설하고 그 양쪽에 각각 12-15m 폭의 식생지대를 조성한다.

(4) 사찰문화재 주변에 산불에 강한 참나무류, 황벽나무, 동백나무, 은행나무, 잎갈나무 등 내화력이 큰 수종을 식재하여 폭 20m이상의 방화수림대를 조성한다.

3) 사찰문화재 주변 방화선을 구축한다.

(1) 산불의 발생과 대형화는 우선 탈 수 있는 물질이 많은 지역에서 빈번이 발생한다. 따라서 사찰문화재 등 건물주변의 도로나 작업장 근처 약 10m이내의 죽은 식생은 모두 제거하여 방화선을 구축한다. 특히, 사찰문화재가 경사지형에 위치한다면 30m정도의 방화선을 구축한다.

4) 소나무림 등 주변임목에 대하여 밀도 조절을 실시한다.

(1) 밀생된 임목은 가지치기 및 지표층 관리가 제대로 되지 않아 사다리형 연료(Ladder Fuel)가 발달되어 있고, 숲의 나무를 숙여주는 간벌의 미 실시로 인해 소나무 등 침엽수림의 경우에는 과도한 수

관측의 중복 및 접합이 발생하여, 산불발생시 비화를 동반하는 수관화가 발생하고 있다. 따라서 현재의 수관 율폐도를 기준으로 약 70% 정도만 유지시켜도 산불의 저감화에 많은 효과가 기대된다.

5) 산불진화 자체계획을 수립하고, 기반시설 구축과 소방시설을 확충한다.

- (1) 산불 상세위험지역, 수원지, 진화대원 예상 진입로를 도면화하고, 진화 우선순위를 결정해 놓는다.
- (2) 자체 산불진화대 조직(사찰스님, 직원, 의용소방대원, 인근주민 등으로 구성)과 진화작전 예상도를 도면화하여 가상훈련을 실시한다.
- (3) 소방시설 설치 및 등짐펌프, 삽, 불갈퀴, 동력펌프 등 진화장비를 장비보관소에 준비한다.
- (4) 산불진화 장비와 인력수송을 원활하게하기 위하여 임도를 설치한다.
- (5) 사방댐, 산불진화 진입로를 설치한다.
- (6) 특히, 산불발생→조기발견 및 신고→신속출동→집중진화가 빠르고 조직적으로 이루어지기 위해서는 사찰과 인근 유관기관과의 긴밀한 협조체제 등 평시에 재난방재시스템을 구축한다.

6) 우리나라의 역사적 건조물에 대한 중요성을 널리 알리는 대국민 홍보와 종합적인 보존대책을 강구한다.

- (1) 우선, 역사적 건조물의 화재성상에 관해서, 다른 건축물과 다른 화재성상을 파악하고, 그에 맞는 방화대책을 수립하는 것이 중요하다.
- (2) 역사적 건조물의 방화관리와 소방용 설비 등에 있어서는, 좀 더 강화 된 법규체제가 필요하다고 사료되며, 특히, 옥외소화전 설비, 자동탐지 설비 그리고, 방화관리자 선임 등이 시급하다고 본다.
- (3) 그 외에도 방재계획서 작성 등의 제도적 장치가 시급하다. 다시 말해서, 일반건축물과 동일하게 적용되는 소방법과는 별도로 역사적 건조물 보호를 위한 구체적인 기준이 마련되어 있는 제도가 보완되어야 한다.

참고문헌

- 고성군. 1997. 고성산불백서.
- 국립산림과학원. 2009, 2010. 산림재해백서.
- 산림청. 2013. 산불통계연보.
- 산림청. 2011. 산불 통계 분석을 통한 산불정책 변천 및 대응 방안.
- 산림청. 2001. 동해안 산불백서 I.
- 산림청. 2013. 숲 가꾸기 사업 매뉴얼.
- 산림청. 2013. 전국 산불방지 종합대책. 1-3.
- 소방방재청. 2009. 가뭄·황사·한파·폭염·산불재난 피해액 산정기준 제도화 방안 연구.
- 양양군청. 2008. 양양산불백서.
- 일본소방연구소. 1988. 임야화재 비화연소에 관한 연구.
- British Columbia. 2011. *FireSmart Manual*.
- Edmonton Alberta. 2008. *FireSmart Guidebook for the Oil and Gas Industry*. Canada: Provincial Forest Fire Center.
- IPCC. 2007. 기후변화 종합 보고서.
- Shu Lifu, Tian Xiaorui, and Su Kaijun. 2000. *The Theory and Application of Fuelbreaks*. Haerbin: Northeast Forestry University Press.

權春根: 강원대학교 방재전문대학원에서 “소나무림에서의 강우 후 임내 연료습도 변화 예측에 관한 연구”로 공학석사학위 취득 및(2009. 02), 박사수료를 하였으며(2012. 02), 산불관련 다수의 논문을 발표하였다. 현재는 산림청 산불전문교육 업무를 담당하고 있다. 주 연구분야는 산불교육, 산불예방 및 진화기술 분야이다 (kcg3338@kangwon.ac.kr).

李時泳: 동국대학교에서 “산불발생 위험도 및 연소확대 요인 분석에 관한 연구”로 농학박사학위를 취득하였으며 (1995. 08), 현재는 강원대학교 방재전문대학원 부교수로 재직 중이다. 저서로는 산불화재공학, 소방교육학, 산림보호학과 산불관련 다수의 논문이 있으며, 주 연구분야는 산불예방 및 진화기술과, 산불기상, 산불재난관리 분야이다 (lsy925@kangwon.ac.kr).

廉鑽鎬: 강원대학교 방재전문대학원에서 “숲 가꾸기 실행유무가 산불피해에 미치는 영향 관한 연구”로 공학석사학위 취득하였고(2009. 02), 산불관련 다수의 논문을 발표하였다. 현재는 강원대학교 방재전문대학원 박사과정 중이다. 주 연구분야는 GIS를 이용한 산불행태 분야이다(ypchanho@kangwon.ac.kr).

朴興錫: 동국대학교 농과대학 임학과에서 “도시 식생의 효율적인 관리방법에 대한 연구”로 임학석사학위 취득 및

(2002. 08), 박사수료를 하였으며(2008. 08), 산불관련 다수의 논문을 발표하였다. 현재는 강원대학교 도계캠퍼스 재난관리학과에서 기후와 재난과 관련된 강의를 담당하고 있다. 주 연구분야는 산불행태예측, 산불예방 및 기후변화와 산불과의 관련성 연구 분야이다(parkhs08@nate.com).

투 고 일: 2013년 10월 05일

수 정 일: 2013년 10월 23일

게재확정일: 2013년 10월 26일

Analysis of Forest Fire Risk Factors near Buddhist Temple Cultural Assets within Forest Areas

Chun Geun Kwon, Si Young Lee, Chan Ho Yeom, Houg Sek Park

In this study, a field investigation was conducted on 6 categories including ignition factors, locational conditions, forest conditions and separation distances with forests, existence of forest fire prevention facilities, forest caring, and accessibility related factors regarding Buddhist temple cultural assets which is a key facility within forest areas in order to provide a forest fire safety diagnosis system and a basic resource of forest fire damage reducing technology regarding Buddhist temple cultural assets which is a key facility within forest areas. Study results show that Buddhist temple cultural asset areas with steeper slopes, coniferous forests, medium hard wood areas, tree heights less than 10m, higher surrounding forest densities, shorter separation distance with surrounding forests, without forest fire prevention facilities, without forest care, and one entrance with width less than 7m for fire extinguishing support had a higher possibility of suffering damage in case of forest fires.

Key words: forest fire, buddhist temple cultural asset, forest fire risk factors