

산림 내 주요시설물 주변의 산불위험성 연구*

A Study on Forest Fire Risk Factors near Facilities within Forest Areas

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

Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University, 346 Joongang-ro
Samcheok, Gangwon-Do, Korea

Abstract

In this study, a field investigation was conducted on 5 categories including locational conditions, forest conditions and separation distances with forests, existence of forest fire prevention facilities, forest caring, and accessibility related factors regarding facilities 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 facilities which is a key facility within forest areas. Study results show that facilities with 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, facilities, forest fire risk factors

* 본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 S121214L140110)’ 및 ‘2014년도 강원대학교 학술연구조성비 (관리번호-220140173)의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

** Tel. +82-33-570-6468. Fax. +82-33-540-3149. E-mail. kcg3338@kangwon.ac.kr

*** Corresponding author. Tel. +82-33-570-6806. E-mail. lsy925@kangwon.ac.kr

**** Tel. +82-33-570-6806. E-mail. ypchanho@kangwon.ac.kr

***** Tel. +82-02-599-5847. E-mail. parkhs08@naver.com

Submission & Publication Process

Received: July. 14, 2014 / Revised: Aug. 4, 2014 / Accepted: Aug. 13, 2014

국문초록

본 연구에서는 산림 내 주요 시설물인 요양소, 펜션, 휴양림 주변의 산불위험인자 도출에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 주요시설물 주변 입지적인 여건, 임상여건 및 산림과의 이격거리, 산불방지 시설 여부, 숲 가꾸기 관련, 접근성 관련 등 총 5개 항목에 대해 현장 조사를 실시하였다. 연구 결과 시설물들이 주변임상의 수고가 10m 이하, 주변 임상이 침엽수림, 주요경급이 중경목 지역, 주변산림 밀도가 높고, 주변 산림과의 이격거리가 짧고, 산불방지 시설 미설치, 숲 가꾸기 미실시, 진화자원 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하인 것으로 조사되어 산불발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

주제어: 산불, 주요시설물, 산불위험인자

1. 서론

산불은 인류가 출현하기 전부터 있었던 재난중의 하나이고, 산불은 현재 전 지구적인 온도 상승과 가뭄의 빈발로 대형화 되는 추세에 있다. 이러한 지구환경은 산불이 발생하기 쉬우며, 대형화에 용이한 환경조건을 제공할 것으로 예측 되고 있어 이에 대한 특단의 대책이 필요하다(산림청, 2014). 또한, 선진국에서부터 개발도상국까지 최근 인구 증가와 인구의 도시 집중에 따른 도시의 확장으로 인해, 기존 도시지역 지역에 인접한 외곽 산림과 녹지는 도시로 편입하여, 거주지와 상업지로 개발하여 왔다. 과거 이러한 지역은 개발 시 산림을 모두 제거한 뒤 개발하였으나, 최근 환경의 중요성이 높아지면서 산림과 녹지를 보존하며 개발하고 있다. 이러한 녹지대는 거주민의 건강, 경관을 위해 쾌적한 환경을 제공하게 되지만, 도시에서 발생한 화재가 산불로 전이되거나, 산불이 도시의 건물로 쉽게 옮겨 가는 매개체가 되고 있다.

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 보였지만 2013년 296건의 산불 발생하여 552ha의 산림이 소실되었다. 이것은 2012년 대비 발생건수 1.5배 증가와 피해 면적 7.8배의 증가로 대형산불의 위험성을 나타내고 있다. 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 있다. 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 산불사례는 기후 변화로 인해 발생한 대형 산불이 산림 내에 위치하거나 인접해 있는 시설물 지역으로 옮겨 붙어 발생한 사례로써, 인접지 산불 방제의 중요성을 일깨워준 산불이라 할 수 있다. 우리나라 또한, 1970, 1980년대의 산림녹화 성공으로

인한 산림 내 연료의 증가와 최근 등산객의 증가 및 영농인구의 감소와 고령화로 인해 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 다중이용 시설 등이 있어, 산불 발생 시 그 직접적 피해와 간접적 피해가 크며, 위치적 특성으로 인해, 단 시간 동안 대형 피해를 야기할 가능성이 크다고 할 수 있다.

우리나라 산림은 산림녹화 정책의 성공으로 인해, 산림 환경의 율폐도와 생태적 다양성이 확보 되었으나, 이로 인해 가연 대상 물질 밀도가 높아져, 대형산불 발생 위험성이 크게 증가하고 있다(산림청, 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 요양소, 펜션, 휴양림 주변에 대하여 산불 위험인자 도출에 대한 기초자료를 제공하는데 있다.

II. 선행연구에 대한 고찰

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

산불발생 원인의 90%가 인적인 요인에 의해 발생하는 현실에서, 산림 내 주요 시설물의 현황을 조사하고, 연료, 지형적 위치, 이격거리와 같은 산불 위험 요소의 개별적인 위험성을 종합하여 평가하고 이에 대한 위험 저감의 효율성에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 비해 미국 등 도시화의 역사가 오래된 국가에서는 이런 지역에서의 산불 발생과 그 피해에 주목하여 연구를 진행해오고 있으며, 이러한 지역을 Wildland-Urban interface 혹은 WUI라고 하여 별도의 관리를 하고 있다(Randeloff, *et al.*, 2005; Jack cohan, 2008; 2010). 또한, 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 범용사와 금각사 화재 이후 사찰문화재의 모든 화재는 자동으로 보고가 되는 경보시스템과 방수층 및 수막시설 등을 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).

III. 조사지역 및 내용

본 연구의 범위는 대형산불이 빈번히 발생했던 강원도 지역을 대상으로 산림 내 주요 시설물의 현황을 파악하고 산림 내에 가장 많이 산재 되어있는 요양소, 펜션, 휴양림 총 17개소에 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 강원도 지역에서 조사를 실시하였으며, 특히 산림 내 주요 시설물인 요양소, 펜션, 휴양림에 대하여 현장 조사를 실시하였다. 세부 내용은 아래의 <표 1>과 같이 요양소 5개소, 펜션 7개소, 휴양림 5개소 등 총 17개소에 대하여 조사하였다.

<표 1> 산림 내 주요시설물 지역 산불위험요소 조사지 내역

시설물명	도	시, 군	비 고
요양소	강원	삼척	산불 미피해 지역
		동해	
		동해	
		동해	
		동해	
소 계	5개소		
펜션	강원	정선	
		정선	
		정선	
		정선	
		영월	
		영월	
		영월	
소 계	7개소		
휴양림	강원	정선	
		정선	
		태백	
		강릉	
		삼척	
소 계	5개소		
총 계	17개소		

2. 조사내용

산림 내 주요 시설물에 대한 산불 위험요소 평가는 <표 2>와 같이 입지적인 여건(1항목), 임상여건 및 산림과의 이격거리(10항목), 산불방지 시설 여부(3항목), 숲 가꾸기 관련(3항목), 접근성 관련(5항목)등 총 5개 22 항목에 대해 현장 조사, 평가를 진행하였다.

<표 2> 산불 위험요소 평가 조사항목

산불 위험 인자	조사내용
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

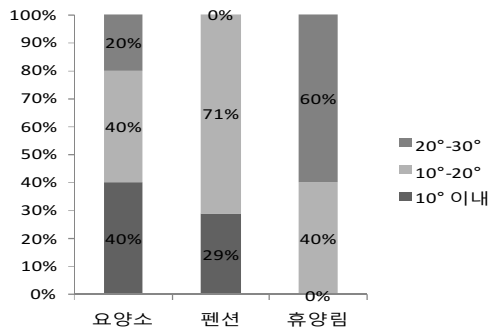
<표 2> 산불 위험요소 평가 조사항목(계속)

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

IV. 결과 및 고찰

1. 조사지 입지 여건 분석

산림 내 주요 시설물의 산불위험요소를 조사하기 위해 입지 여건에 대한 조사를 실시하였으며, 조사 결과는 다음 <그림 1>과 같다. 요양소의 경우 한곳을 제외하고는 대부분 20° 이내 위치하고 있는 것으로 조사되었으며, 펜션의 경우 모두 20° 이내에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 휴양림의 경우 10°-20°의 위치에 40%, 20°-30°에 60%가 위치하고 있는 것으로 조사되었으며, 조사 대상 시설물 대부분 산림 내 경사지 20° 이내에 위치하고 있는 것으로 조사되었다. 이것은 산불로 전이 된 사찰의 경우 대부분 20-30° 급경사지에 위치하고 있으며, 산불로 전이 되지 않은 사찰의 경우에는 대부분 10°이내의 완경사지에 위치하고 있는 연구 결과를 볼 때 산불발생시 산불피해가 발생할 확률이 높은 것으로 조사되었다(권춘근, 2013).



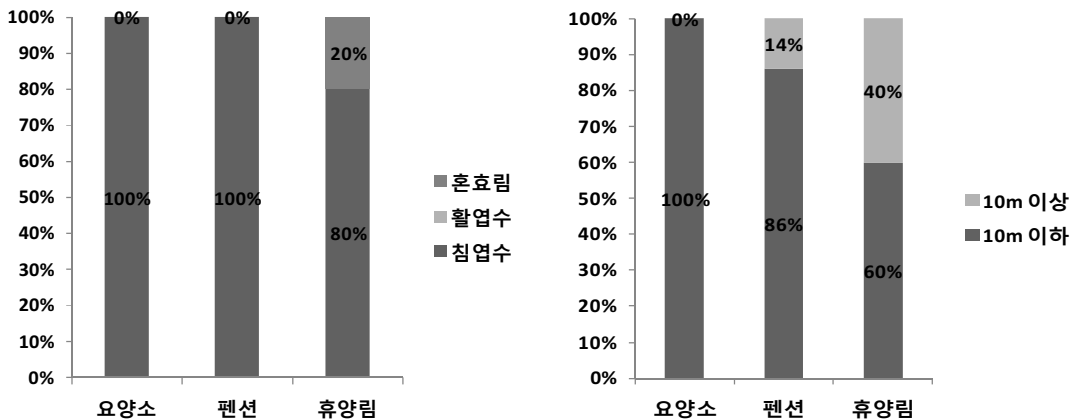
<그림 1> 입지 여건 조사 결과

2. 임상, 산림과의 이격거리 관계 분석

산림 내 시설물 주변의 산림은 산불의 위험과 밀접한 관련이 있다. 따라서, 본 연구에서의 조사 대상물의 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.

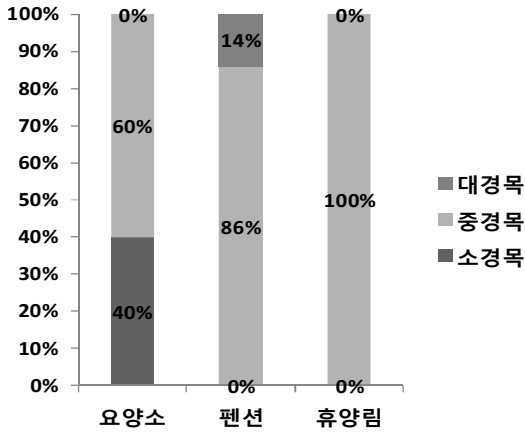
다음 <그림 2>는 임상에 대한 조사 결과 이다. 조사 결과 요양소, 펜션, 휴양림의 대부분은 침엽수 단순림의 비율이 높은 것으로 조사되었다. 이러한 침엽수는 산불의 발화와 확산조건을 충족시키기 때문에 산불발생 시 피해 확률이 높은 것으로 조사되었다(이시영, 2012).

<그림 3>은 주변 산림의 수고 조사 결과 이다. 조사 결과 요양소, 펜션, 휴양림의 경우 주변 산림의 수고가 대부분 10m 이하인 것으로 조사되었다. 주변 임상의 수고가 낮을수록 시설물로 불을 전이시킬 수 있는 확률이 높기 때문에 산불 발생 시 피해 가능성이 높은 것으로 조사되었다

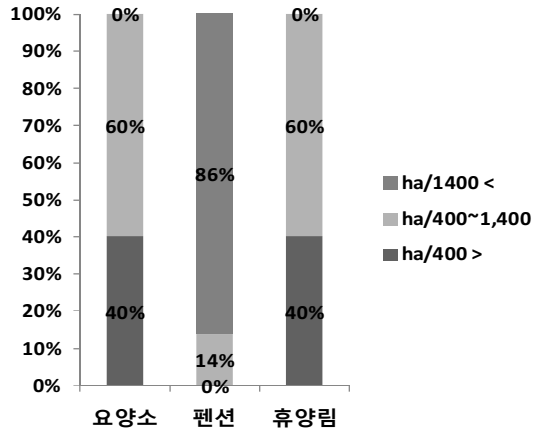


<그림 2> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 수종 조사 결과 <그림 3> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 수고 조사 결과

<그림 4>는 주변 산림의 흉고직경 조사 결과 이다. 조사 결과 요양소 일부를 제외한 요양소, 펜션, 휴양림 모두 주요경급은 중경목(흉고직경 16~30cm)인 것으로 조사되었고 <그림 5>는 주변 산림의 임목밀도 조사의 결과로써 조사 결과 요양소와 펜션, 휴양림의 경우 대부분 ha당 400-1,400, 1,400본 이상인 숲의 구조를 지닌 아주 빽빽한 중·밀임분인 것으로 조사되었다. 이는 산불 발생 시 피해 확률이 높은 것으로 조사되었다(산림과학원, 2011).

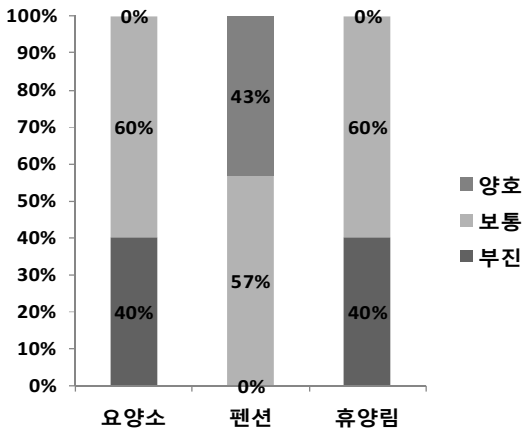


<그림 4> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 흉고직경 조사 결과

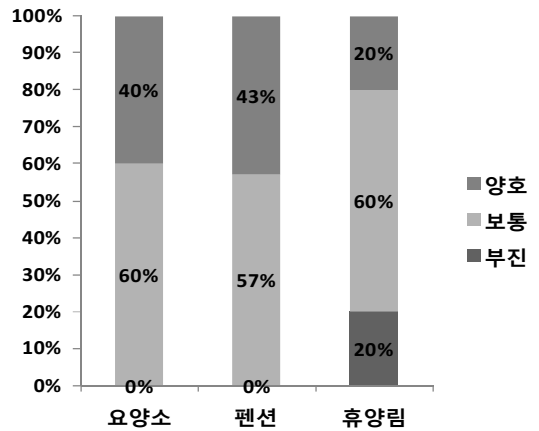


<그림 5> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 밀도 조사 결과

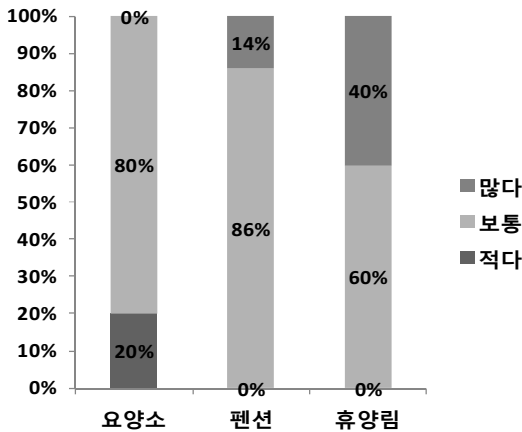
다음의 <그림 6>, <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>는 수관부, 하층부의 발달 정도를 조사한 결과이다. 조사한 결과, 수관부 발달 정도, 사다리형 연료 발달 상황, 하층 식생 발달 상황, 낙엽층 발달 상황(1-3cm)이 보통인 것으로 조사되었다. 이는 성장 단계가 중간단계인 중경목 지역에서 산불 발생 시 피해가 다수 발생한 사례를 볼 때 산불 발생 시 피해를 입을 가능성이 높은 것으로 사료된다(산림청, 2011).



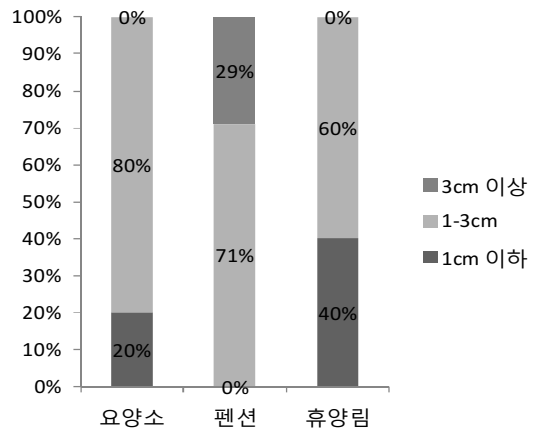
<그림 6> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 수관 연료 발달 상황 조사 결과



<그림 7> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 사다리형 연료 발달 상황 조사 결과

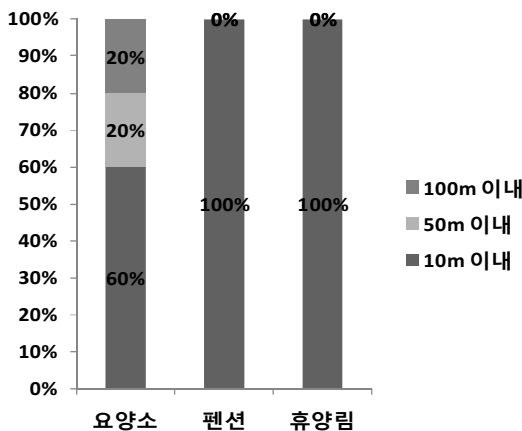


<그림 8> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 하층식생 발달 상황 조사 결과

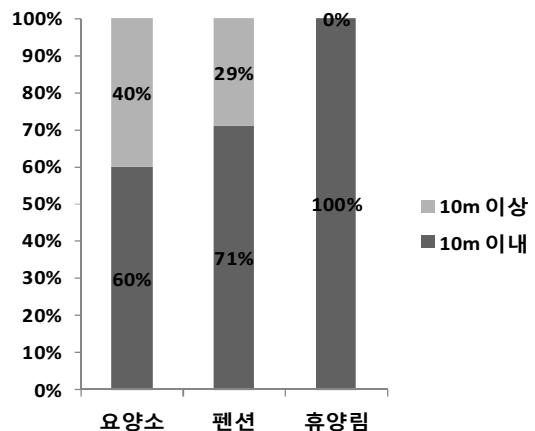


<그림 9> 산림 내 주요시설물 주변 산림의 낙엽층 발달 상황 조사 결과

산림과의 이격거리 특성을 분석하기 위해 산림과의 단순 이격거리와 수관부와의 이격거리를 조사한 결과는 <그림 10>, <그림 11>과 같다. 조사 결과 요양소, 펜션, 휴양림 대부분의 경우 산림과의 거리와 수관부와의 거리가 10m 이내인 것으로 조사되었다. 이것은 산림과의 거리와 수관부와의 거리가 10m 이내일 경우 피해를 입을 확률이 높다는 연구결과를 볼 때 산림과 시설물은 최소 10m의 이격거리를 가져야 할 것으로 판단된다(산림과학원, 2012).



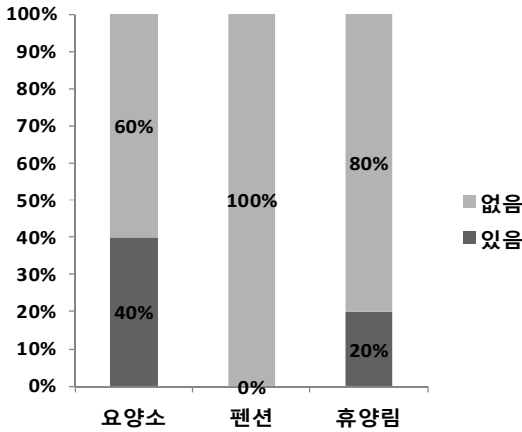
<그림 10> 산림 내 주요시설물 주변 산림과의 이격거리 조사 결과



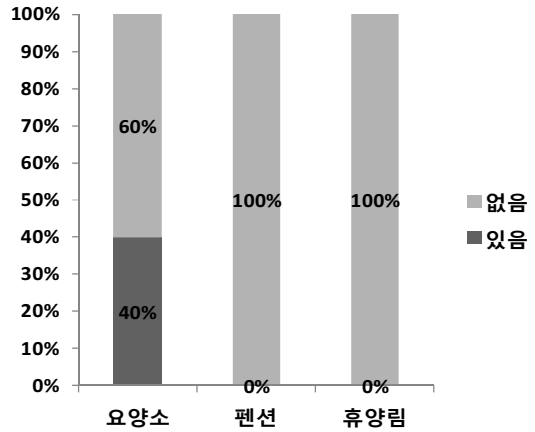
<그림 11> 산림 내 주요시설물 주변 산림 수관부와의 이격거리 조사 결과

3. 산불방지 시설과의 관계 분석

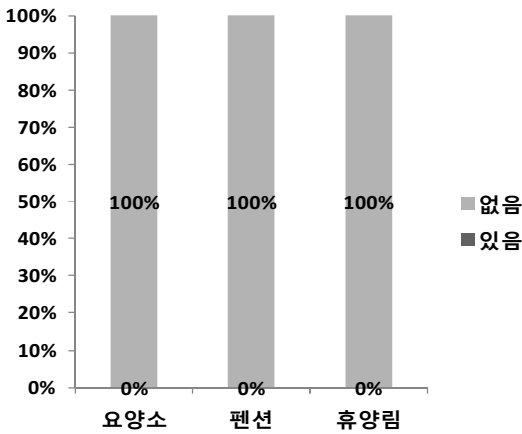
산불 방지 시설은 산불의 확산을 지연 및 방지하며, 피해를 저감하기 위한 시설을 말하며, 가장 기본적인 조릿대 식생지역과 같은 내화수림대, 방화선, 방화벽과 같은 시설물을 말한다. 이에 대해 실제 피해 저감 효과를 판단하기 위해 피해 시설물의 방화시설을 조사한 결과는 다음 <그림 12>, <그림 13>, <그림 14>와 같다.



<그림 12> 산림 내 주요시설물 시설물의 산불 방지 시설(방화선) 조사 결과



<그림 13> 산림 내 주요시설물 시설물의 산불 방지 시설(방화벽) 조사 결과



<그림 14> 산림 내 주요시설물 시설물의 산불 방지 시설(내화수림대) 조사 결과

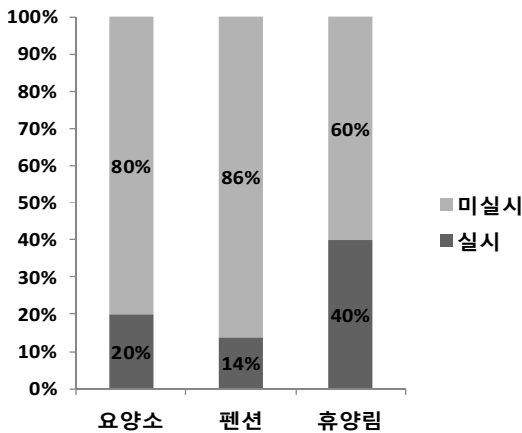
조사결과, 요양소 일부를 제외한 펜션 휴양림 세 시설 모두 산불 방지시설인 방화선, 방화벽, 내화수림대를 조성하지 않은 것으로 조사되었다. 이는 산불 방지 시설을 조성하지 않은 시설물의 경우 산불피해를 입는다는 연구결과를 볼 때(권춘근, 2013), 방화선 및 방화벽, 내화수림대 조성을 통한 시설물 보호가 효과적일 것으로 판단된다.

4. 숲 가꾸기와의 관계 분석

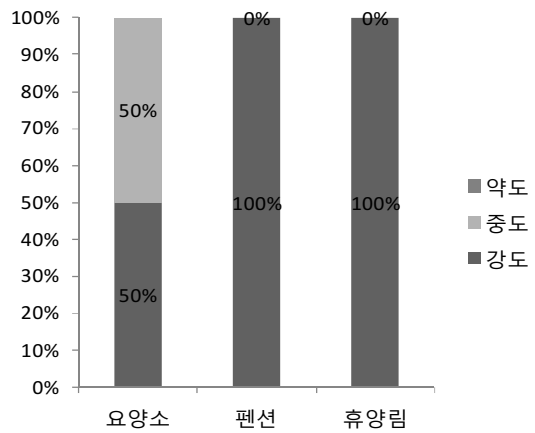
산불 방지에 커다란 효과가 있는 숲 가꾸기 사업은 산불의 확산을 지연 및 방지하며, 피해를 저감하는 효과를 나타내고 있다. 이에 대해 조사한 결과는 다음 <그림 15>, <그림 16>, <그림 17>과 같다.

조사결과 요양소, 펜션, 휴양림의 경우 대부분 숲 가꾸기 사업을 실시하지 않은 것으로 조사되었으나, 이것은 숲 가꾸기를 실시하지 않은 지역이 산불발생 시 편면연소율, 수관피해율, 고사율이 높다는 연구결과를 볼 때 산불발생시 산불피해를 입을 가능성이 높은 것으로 조사되었다(산림청, 2007).

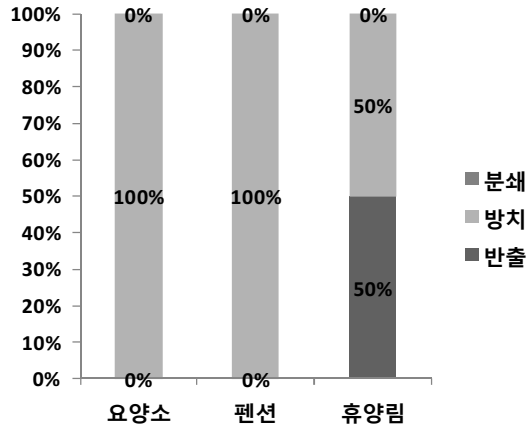
또한, 숲가꾸기를 실시한 지역 모두 강도간벌을 실시하고 있었으나, 산물의 처리형태는 대부분 임내로 방치하고 있는 것으로 조사되었다. 숲 가꾸기 산물을 임내에 방치 할 경우 산불강도에 영향을 미칠 뿐 아니라 수관화로 옮길 수 있는 사다리(ladder fuel) 역할을 할 수 있기 때문에 임외로 반출하여 분쇄하거나 한곳에 모아 공동소각 제도를 활용해야 할 것으로 판단된다.



<그림 15> 산림 내 주요시설물 시설물의 숲가꾸기 유무 조사 결과



<그림 16> 숲 가꾸기 실시 산림 내 주요시설물 지역의 숲 가꾸기 정도 조사 결과



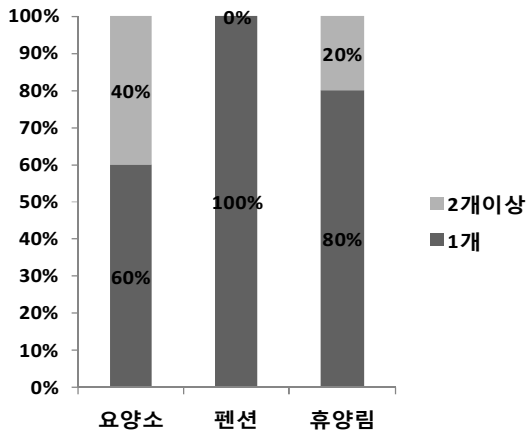
<그림 17> 산림 내 주요시설물 지역의 숲가꾸기 산물 처리 조사 결과

5. 접근성과의 관계 분석

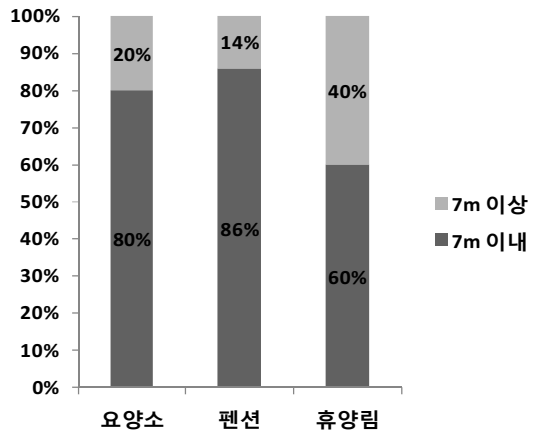
산림 내 주요시설물에 대한 산불 위험요소를 조사하기 위해 접근성(진출입로 특성, 차량 주차 및 선회 공간)에 대한 조사를 실시하였으며, 결과는 다음과 같다.

진출입로의 개수와 폭은 소방자원의 투입 용이성을 제고한다는 의미에서 상당히 중요한 인자이다. 이에 대한 조사 결과는 다음 <그림 18>, <그림 19>와 같이 대부분의 시설물이 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하로 도로 폭이 좁은 것으로 조사되었다.

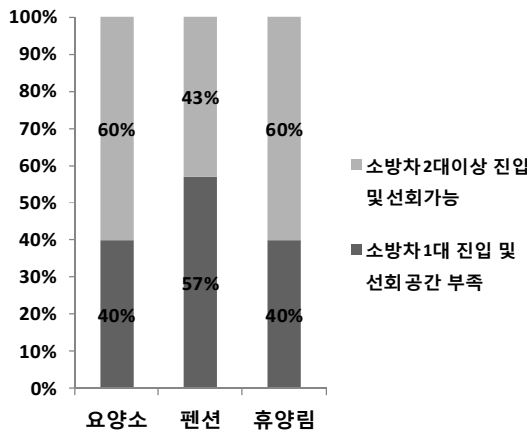
또한, 차량 진입 및 선회 공간에 대한 조사 결과는 <그림 20>과 같다. 조사 결과 펜션을 제외한 요양소, 휴양림 시설물 내의 차량 선회 및 주차공간은 넓은 것으로 조사되었으며, 이는 주차공간이 확보된 시설물에서는 소방 차량의 조기 투입이 가능하여 산불 피해가 줄었다는 연구 결과를 비추어 볼 때 상당히 중요한 인자라 할 수 있다(권춘근, 2013).



<그림 18> 산림 내 주요시설물 지역의 진화자원 진출입로 조사 결과

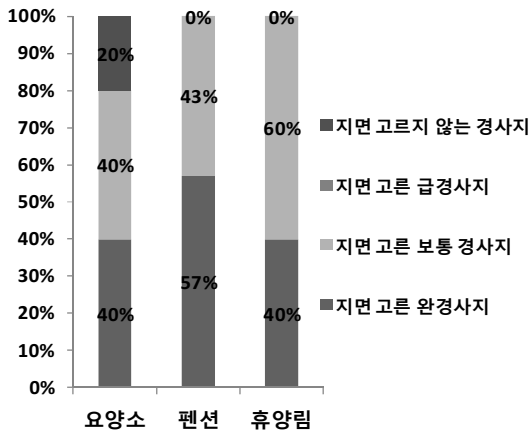


<그림 19> 산림 내 주요시설물 지역의 진화자원 진출입로 폭 조사 결과

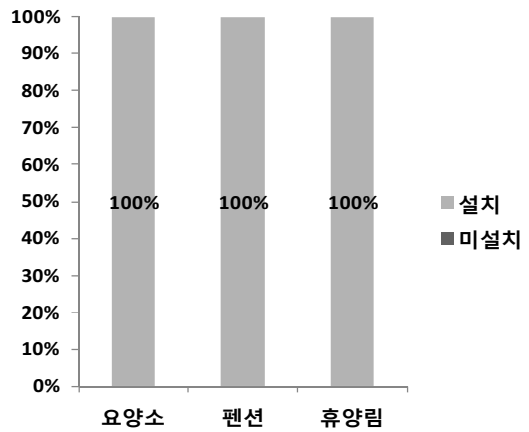


<그림 20> 산림 내 주요시설물 지역의 차량진입 및 선회 공간 조사 결과

그 외 <그림 21>, <그림 22>의 진입로의 포장여부, 진입로의 경사도는 요양소, 펜션, 휴양림 대부분이 지면이 고른 완경사지, 보통 경사지로 조사 되었으며, 진입로 표시는 세 시설 모두 설치 된 것으로 나타났다. 이것은 산불로 전이 된 사찰문화재와 사찰 문화재 내 화재의 주변 산불위험인자 와는 다소 관련이 없지만, 산불발생 시 소방차량 및 진화인력의 조기 투입에는 효과적일 것으로 판단된다.



<그림 21> 산림 내 주요시설물 지역의 진입로 상태 조사 결과



<그림 22> 산림 내 주요시설물 지역의 진입로 표시 조사 결과

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 산림 내 주요 시설물인 요양소, 펜션, 휴양림에 대하여 입지적인 여건, 입상여건 및 산림과의 이격거리, 산불방지 시설 여부, 숲 가꾸기 관련, 접근성 관련 등 총 5개 항목에 대해 현장 조사를 실시하여 산림 내 주요시설물 주변에 대하여 산불위험성 분석의 기초자료를 제공하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 요양소, 펜션, 휴양림의 시설은 경사 20°이내에 위치하는 것으로 조사되었다.
- 2) 주변입상 수고가 10m 이하인 것으로 조사되었다.
- 3) 주변 입상은 침엽수림, 주요경급은 중경목 지역인 것으로 조사되었다.
- 4) 주변산림 밀도가 높은 것으로 조사되었다.
- 5) 주변 산림과의 이격거리가 짧은 것으로 조사되었다.
- 6) 산불방지 시설이 미설치 된 것으로 조사되었다.
- 7) 숲 가꾸기를 미 실시 한 것으로 조사되었다.
- 8) 진출입로의 개수가 1개이고 폭이 7m 이하인 것으로 조사되었다.

2. 제언

우리나라는 사찰문화재를 비롯한 주요시설물의 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 산물로부터의 안전성 확보와 화재방재시스템을 갖추어야 한다. 따라서 산림 내 주요시설물 중심의 산물방재대책을 다음과 같이 제안하고자 한다.

1) 시설물 주변 산불발생 위험요인을 파악한다.

(1) 시설물 주변의 입지적인 조건

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

(2) 임상분포 및 산림과의 이격거리

- ① 시설물 주변 및 인근지역 주요 산림수종
- ② 임목의 밀도, 하층식생 분포, 낙엽층 정도
- ③ 산림과 시설물의 이격거리

(3) 산불발생 개연성이 높은 주변인자

- ① 과거 인접지 주변 산불발생 현황 통계
- ② 주변, 주거지 및 논·밭두렁 등 소각요인 가능성

(4) 시설물 주변 화재위험성

- ① 시설물 주변 가연물질 관리상태
- ② 쓰레기 등 소각장 설치여부

(5) 기타 산불 등 화재방지를 위한 시설 여부

- ① 방화선 및 방화벽 구축여부
- ② 내화수림대 조성여부

(6) 산불 등 화재진화를 위한 소방시설

- ① 소화전 및 소화기 작동점검
- ② 화재 경보 시스템 점검

2) 시설물 주변에 내화수림대를 조성한다.

- (1) 우리나라 대표 수종인 소나무림은 산불에 매우 취약하다. 더욱이 그동안 숲을 관리하지 않아 매

우 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 확산 방향을 고려하여 내화수림대를 조성한다.

(2) 시설물 주위의 산림을 띠 모양으로 벌채(시설물로부터 20-25m)하고 숲 가꾸기(시설물 외곽 숲의 완충지대 25m 이상 조성)를 실시한다.

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

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

3) 시설물 주변 방화선을 구축한다.

(1) 산불의 발생과 대형화는 우선 탈 수 있는 물질이 많은 지역에서 빈번이 발생한다. 따라서 시설물 등 건물주변의 도로나 작업장 근처 약 10m이내의 죽은 식생은 모두 제거하여 방화선을 구축한다. 특히, 시설물이 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 숙아주는 간벌의 미 실시로 인해 소나무 등 침엽수림의 경우에는 과도한 수관층의 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(직원, 인근주민 등으로 구성)과 진화작전 예상도를 도면화하여 기상훈련을 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 인근 유관기관과의 긴밀한 협조체제 등 평시에 재난방재시스템을 구축한다.

참고문헌

- 고성군. 1997. 고성산불백서. 53-75. 고성군.
- 국립산림과학원. 2009, 2010. 산림재해백서. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2011. 산림인접지 시설별 이격거리 산정방법 제시. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2012. 산림인접지 산불위험성 평가기법 개발. 국립산림과학원.
- 권춘근, 이시영, 염찬호, 박홍석. 2013. 산림 내 사찰문화재 주변의 산불위험인자 분석. 한국위기관리논
집. 9(10): 107-124
- 이시영. 2012. 산불방재학. 동화기술.
- 일본소방연구소. 1988. 임야화재 비화연소에 관한 연구. 일본소방연구소.
- 양양군청. 2008. 양양산불백서. 양양군청.
- 소방방재청. 2009. 가뭄·황사·한파·폭염·산불재난 피해액 산정기준 제도화 방안 연구. 소방방재청.
- 산림청. 2007. 숲 가꾸기 산물이 산림재해에 미치는 영향에 관한 연구. 산림청.
- 산림청. 2013. 산불통계연보. 산림청.
- 산림청. 2011. 산불 통계 분석을 통한 산불정책 변천 및 대응 방안. 산림청.
- 산림청. 2001. 동해안 산불백서 I. 산림청.
- 산림청. 2013. 숲 가꾸기 사업 매뉴얼. 산림청.
- 산림청. 2013. 전국 산불방지 종합대책. 산림청.
- IPCC. 2007. 기후변화 종합 보고서. IPCC.
- British Columbia. 2011. *Fire Smart Manual*. British Columbia.
- Cohen, Jack. 2008. *The Wildland-urban Interface Fire Problem: A Consequence of the Fire Exclusion Paradigm*, Forest History Today.
- Cohen, Jack. 2010. The Wildland-urban Interface Fire Problem. *FREMONTIA*. 38(2): 17-22.
- Edmonton Alberta. 2008. *FireSmart Guidebook for the Oil and Gas Industry*. Canada: FireSmart.
- Randeloff, V. C., R. B. Hammer, S. I. Stewert, J. S. Fried, S. S. Holcomb, and J. F. McKeefry. 2005. The Wildland-Urban Interface in the United State. *Ecological Applications*. 15(3): 799-805
- Shu Lifu, Tian Xiaorui, and Su Kaijun. 2000. *The Theory and Application of Fuelbreaks*. Haerbin: Northeast Forestry University Press.

권춘근: 강원대학교에서 “산불에 영향을 미치는 산림지표연료 습도변화 추정에 관한 연구”로 공학박사학위를 취득하였으며(2014. 8), 현재는 산림청 산불예방 및 진화와 관련된 강의를 담당하고 있다. 주 연구 분야는 산불교육, 산불예방 및 진화기술 분야이며, 주요 논문으로는 “Development of a Prediction Model of Fuel Moisture Changes in a Deciduous Forest of Yeongdong Region in Korea(2014)”, 산림 내 사찰문화재 주변의 산불위험인자 분석(2013)” 등이 있다(kcg3338@kangwon.ac.kr).

이시영: 동국대학교에서 “산불발생 위험도 및 연소확대 요인 분석에 관한 연구”로 농학박사학위를 취득하였으며(1995. 8), 현재는 강원대학교 방재전문대학원 부교수로 재직중이다. 저서로는 산불화재공학, 소방교육학, 산림보호학과 산불관련 다수의 논문이 있으며, 주 연구분야는 산불예방 및 진화기술, 산불기상, 산불재난관리 분야이다(isy925@kangwon.ac.kr).

염찬호: 강원대학교 방재전문대학원에서 “숲 가꾸기 실행유무가 산불피해에 미치는 영향 관한 연구”로 공학석사학위 취득하였고(2009. 2), 산불관련 다수의 논문을 발표하였다. 현재는 강원대학교 방재전문대학원 박사과정 중이다. 주 연구분야는 GIS를 이용한 산불행태 분야이다(ypchanho@kangwon.ac.kr).

박홍석: 동국대학교 농과대학 임학과에서 “도시 식생의 효율적인 관리방법에 대한 연구”로 농학석사학위 취득 및(2002. 8), 박사수료를 하였으며(2008. 8), 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@naver.com).