

## 산불연료 조건에 따른 산불특성 분석 권춘근\*·이시영\*\*·이해평\*\*\*

### Analysis of Forest Fire Conditions on Forest Structure Changing Annually

Kwon Chun-Geun, Lee Si-Young, Lee Hae-Pyeong

#### 요 지

산불연료 조건에 따른 산불특성 분석을 위하여 산불피해의 조사지역은 2009년, 2010년 산불이 발생했던 강원도 고성지역과 양양지역, 강릉지역과 삼척지역을 조사 대상지역으로 선정하였으며, 고성군의 경우 활엽수림이 4개소, 침엽수림 1개소, 양양군은 침엽수림이 3개소, 삼척시의 경우는 침엽수림이 2개소, 강릉시의 경우 침엽수림이 3개소 총 13개소를 각각 대상지로 선정하였다.

산불사례 현장조사를 통해 임목고사여부, 편면연소, 수간피해율, 수관피해율 등의 산불피해 특성을 분석한 결과 연료의 임상구조에 따른 편면연소율은 침엽수림은 67.4%, 활엽수림 47.9%로 침엽수림의 편면연소율이 활엽수림보다 19.5% 더 피해를 받는 것으로 나타났으며, 수관피해율은 침엽수림은 51.1%, 활엽수림 44.2%로 침엽수림의 수관피해율이 활엽수림보다 6.9% 더 피해를 받는 것으로 나타났다. 또한 임목고사율은 침엽수림은 44.0%, 활엽수림은 42.3%로 침엽수림의 임목고사율이 활엽수림보다 1.7% 더 피해를 받는 것으로 분석 되었다.

핵심용어 : 산불연료, 산불피해

#### 1. 서 론

우리나라는 1973년부터 시작된 치산녹화 사업의 성공적인 달성으로 산림이 울창해지고 낙엽이 퇴적되는 등 산림내의 구성물의 밀도가 높아져 산불이 발생하면 대형화 될 위험성이 매우 크다. 우리나라는 산림상태로 보아 불에 잘 타는 침엽수림이 전체의 42%를 차지하고 있으며 임령 분포가 유령림에서 장령림으로 전환되는 단계에 있고, 임내에는 잡관목이 많아 산불이 발생 또는 대형으로 확산되는데 매우 취약한 구조를 가지고 있다.

\* 정회원 · 강원대학교 방재전문대학원 · 박사과정 · E-mail: kcg3338@kangwon.ac.kr

\*\* 정회원 · 강원대학교 방재전문대학원 · 부교수 · (교신저자) E-mail: lsy925@kangwon.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 강원대학교 소방방재학부 · 부교수

그러나 최근 우리나라는 이렇게 취약한 산림구조를 바꾸기 위한 숲가꾸기 사업을 확대하고 있는 추세이다. 즉, 숲가꾸기 사업은 인공조림지 및 우량천연림의 건전한 생육을 도모하기 위한 것으로 풀베기, 어린나무 가꾸기, 솎아베기(간벌), 덩굴제거, 천연림보육 등으로 구분하여 실시한 바 있다. 이러한 숲가꾸기는 임목생산 촉진과 우량목재 생산 그리고 공익임지 조성에 1차 목적이 있지만, 임내의 수직적, 수평적인 연료를 제거하여 사다리형 연료(ladder fuels)을 줄이고, 임내에 공간을 확보함으로써 산불발생 및 연소확대의 위험성을 저감시키는 부수적인 성과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다.

즉, 산불에서의 연료의 배열상태는 산불진행에 직접적인 영향을 미치며, 수평적, 수직적 연료배열 상태로 구분한다. 수평적 배열상태는 임내 지표 가연물질 등이 수평으로 배열된 상태를 말하며, 산불이 발생할 경우 일반적인 진화요령은 연료의 지속적인 배열상태를 차단하므로써 방화선을 구축한다. 또한, 수직적 배열상태는 가연물질이 인화된 물질보다 위쪽에 위치한 공중연료의 연료배열 상태를 말하며, 연료가 밀집상태로 수직 배열시에는 열을 받으면 대류(對流)작용으로 상부의 연료가 가열되어 점화되므로 산불은 더욱 쉽게 확산하게 된다. 수직배열 연료는 열을 받는 대류가 불과편을 운반하므로써 비화(飛火)를 유발한다. 따라서 수직적 배열상태에서는 가지치기를 하거나 지상의 연소물질을 제거함으로써 불길이 수관에 미치지 못하도록 하는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 연구의 목적은 산불피해 현장조사를 통해 산불연료 특성별 산불피해와의 관계를 분석함으로써 산불관련 산림정책수립시 기초자료로 활용 될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2-1 현장 조사지 선정

산불피해의 조사지역은 표 1과 같이 2009년, 2010년 산불이 발생했던 강원도 고성지역과 양양지역, 강릉지역과 삼척 지역을 조사 대상지역으로 선정하였다.

세부적인 숲구조별 산불피해 조사 지역수는 표 2에 나타낸 바와 같이 총 13개소로 고성군의 경우 숲구조가 유령림인 활엽수림이 2개소, 침엽수림 1개소, 장령림 활엽수림 2개소로 총 5개소, 양양군은 숲구조가 유령림인 침엽수림이 1개소, 장령림 침엽수림 2개소 총 3개소, 삼척시의 경우는 숲구조가 유령림인 침엽수림이 1개소 외 대조구 장령림(침엽수림) 1개소, 강릉시의 경우 숲구조가 장령림인 침엽수림이 3개소 총 13개소를 각각 대상으로 선정하였다.

**표 1. 숲 구조별 산불피해조사지 산불발생 현황**

연번	발생 일시	진화 일시	소유 구분	발생장소				발생 원인	피해 면적 (ha)	표기	비고
				시.군	읍,면,동	리	지번				
1	10-4-3 14:10	10-4-3 15:37	국유림	고성군	현내면	명파리	산335	기타	1.70	고성1	유령림 장령림
2	09-4-9 10:30	09-4-9 11:11	민유림	고성군	토성면	운봉리	산8	성묘객 실화	0.05	고성2	유령림
3	09-3-17 16:00	09-3-17 18:30	민유림	고성군	토성면	원암리	산112	차량화재	13.63	고성3	장령림
4	09-1-26 14:05	09-1-26 17:15	민유림	양양군	현북면	말곡리	산81	담뱃불 실화	0.10	양양 양양1	유령림, 장령림
5	09-5-9 16:14	09-5-9 17:30	민유림	삼척시	근덕면	동막리	산110	입산자 실화	0.10	삼척1	유령림
6	09-12-17 15:25	09-12-17 17:37	국유림	삼척시	도계읍	홍전리	산92-1	용접공사	0.30	삼척2	장령림
7	10-1-26 15:22	10-1-26 15:56	민유림	강릉시	교동	-	산196- 2	담뱃불 실화	0.06	강릉1	장령림
8	10-1-31 14:33	10-1-31 14:50	민유림	강릉시	주문진읍	교항리	산288- 11	기타(촛 불)	0.02	강릉2	장령림
9	10-5-7 17:28	10-5-7 18:05	민유림	강릉시	연곡면	행정리	산84-7	입산자 실화	0.15	강릉3	장령림

**표 2. 숲 구조별 산불피해 조사구 현황**

조사지	숲 구조				계
	유령림	조사구수	장령림	조사구수	
고성군	침엽수림	1	침엽수림	-	5
	활엽수림	2	활엽수림	2	
양양군	침엽수림	1	침엽수림	2	3
	활엽수림	-	활엽수림	-	
삼척시	침엽수림	1	침엽수림	1	2
	활엽수림	-	활엽수림	-	
강릉시	침엽수림	-	침엽수림	3	3
	활엽수림	-	활엽수림	-	
합 계	-	5	-	8	13

**2-2 현장 조사항목 및 방법**

산림연료 특성별 산불피해도를 조사하기 위한 조사지 규모는 10m × 10m로 하였으며, 현장 조사 항목은 조사지내의 산불피해 상태, 조사지 지형특성으로 나누어 조사를 실시하였다. 산불피해 상태는 산불진행방향, DBH, 총수고, 지하고, 고사여부, 편면연소, 수간피해율, 수관피해율, 밀도 등을 조사하였고, 조사지의 지형특성을 알아보기 위해 조사지의 위

치(GPS), 해발고도, 사면방위, 산지경사, 지형을 조사하였다.

현장조사를 위한 조사장비로는 조사지의 지형도, 야장, 디지털 카메라, GPS, 수고측정기, 직경테이프, 캘리퍼, 50m 줄자 2개, 2m 폴대, 클리노메타, 바인더끈 등을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 연료의 특성에 따른 산불피해도 분석

산불사례조사를 통해 연료 특성별 DBH, 수고, 지하고, 임목밀도를 조사하여 임목고사 여부, 편면연소, 수간피해율, 수관피해율 등의 산불피해 특성을 분석한 결과는 표 3에 나타내었다.

표 3. 연료특성별 산불피해 조사구 임지특성(평균값)

지역	임상	산지경사(°)	산지지형	평균수고(m)	DBH(cm)	지하고(m)	밀도(본/ha)	편면연소(m)	임목 피해율			
									수간피해율(%)	수관피해율(%)	고사율(생/총)	
유령림	삼척1	침엽수	12	산정	2.5	치수	0.6	1,600	전소	100	100	(0/16)
	고성1	활엽수	8	산록	1.8	치수	0.5 이하	900	전소	100	100	(0/9)
	고성2	침엽수	5	산복	3.1	치수	0.8	2,000	전소	100	100	(20/20)
		활엽수			4.2		1.3	1,300	전소	86.3	76.9	(4/13)
양양	침엽수	13	산복	2.1	치수	0.5 이하	5,000	전소	100	100	(0/15)	
장령림	삼척2	침엽수	29	산복	19	12	2.2	1,200	3.0	25.5	52.5	(9/12)
	고성1	활엽수	5	산록	9.6	16.2	3.3	1,100	0.3	3.0	0	(11/11)
	고성3	활엽수	3	산정	11.67	12.53	4.9	1,000	0.3	2.4	0	(10/10)
	양양	침엽수	11	산복	19.24	21.7	8.4	1,000	0.7	3.9	0	(10/10)
	양양1	침엽수	18	산복	6.7	11.3	2.2	1,100	2.3	43.8	100	(1/11)
	강릉1	침엽수	12	산록	13.9	28.9	9.5	700	0.8	6.2	0	(7/7)
	강릉2	침엽수	19	산록	17.1	33.0	11.6	900	1.1	6.3	0	(9/9)
강릉3	침엽수	15	산정	8.1	14.0	3.5	1,000	3.3	40.5	7	(8/10)	

#### 3.1.1 연료 조건에 따른 편면연소율

연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 편면연소율은 침엽수는 67.4%, 활엽수는 47.9%로 침엽수의 편면연소율이 활엽수보다 19.5% 더 피해를 받는 것으로 분석되었다.

#### 3.1.2 연료 조건에 따른 수관피해율

연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 수관피해율로 침엽수는 51.1%, 활엽수는 44.2%로 침엽수가 활엽수보다 수관 피해율이 6.9% 높게 나타났다. 침엽수의 경우 대부분 소나무이고 활엽수의 경우 신갈과 굴참으로 소나무의 경우 목재와 침엽에 수지가 많고 밀가지가 마르

기 쉬워 수관피해율이 높게 나타나 것으로 판단된다.

### 3.1.3 연료 조건에 따른 임목고사율

연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 고사율로 침엽수는 44%, 활엽수는 42.3%로 침엽수가 활엽수보다 임목고사율이 1.7%높게 나타났다.

## 4. 결 론

- 1) 연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 편면연소율은 침엽수는 67.4%, 활엽수는 47.9%로 침엽수의 편면연소율이 활엽수보다 19.5% 더 피해를 받는 것으로 분석 되었다.
- 2) 연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 수관피해율로 침엽수는 51.1%, 활엽수는 44.2%로 침엽수가 활엽수보다 수관 피해율이 6.9%높게 나타난 것으로 조사 되었다.
- 3) 연료의 조건별 침엽수와 활엽수의 고사율로 침엽수는 44.0%, 활엽수는 42.3%로 침엽수가 활엽수보다 고사율이 1.7% 높게 나타난 것으로 분석 되었다.
- 4) 침엽수와 활엽수의 편면연소율, 수관피해율, 임목고사율 에서 차이가 발생한 이유는 침엽수의 경우 대부분 소나무이고 활엽수의 경우 신갈과 굴참으로 소나무의 경우 목재와 침엽에 수지가 많고 밑가지가 마르기 쉬워 낮은 편면연소율에도 불구하고 수관피해율이 높게 나타나 것으로 판단된다. 따라서 침엽수의 경우 가지치기 등 숲 관리가 필요한 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 S210809L010130)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 참고문헌

1. 산림청, 2004. 임업통계연보, 제35호, p.204-223.
2. 국립 산림과학원, 2005. 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼, p.17-32.
3. 산림청, 2008. 제 5차 산림 기본계획.
4. 이시영외. 2002. 산림환경보전학. 향문사, pp. 34-70.
5. 이시영, 2007. 산불화재공학 동화기술.
6. 이시영 외, 2007. 숲가꾸기 실행 및 미실행지의 임분 특성에 따른 산불위험도 분석, 한국화재소방학회.
7. 이시영 외, 2007. 숲가꾸기 산물의 적재에 따른 산불위험도 분석, 한국화재소방학회.
8. News Rural Fire Service, 2006. Standards for Asset Protection Zones, p.1-11.
9. News Rural Fire Service, 2006. Application instructions for a Bush Fire Hazards Reduction Certificate, p.1-11.