

P-16

## 산불피해지역 연료형태가 산불연소에 미치는 영향 Influence on forest fire spread & intensity on fuel type of burnt area.

이시영\* · 이명욱\*\* · 염찬호\* · 권춘근\* · 박홍석\*\*\*, 이해평\*\*\*\*  
Si-Young Lee\*, Myung-Woog Lee\*\*, Chan Ho Yeom\*,  
Chun-Geun Kwon\*, Hong sek Park\*\*\*, Hae-Pyeong Lee\*\*\*\*

### Abstract

Forest fire danger rate of thinning area was lower than that of non thinning area, because height rate of leewardside in burned stem of tree, damage rate of crown and mortality of tree in thinning area were 30.8%, 37% and 48.4% lower than that in non-thinning area, respectively.

Intensity of forest fire varied depending upon topographical condition up slope, down slope, aspect, location as well as species, breast height diameter and forest tree density. Especially, a mountaintop area was burned down when forest fire was spread to up slope ridge of mountain.

**Key words** : Forest fire, Thinning area, Non thinning area, Mortality of tree

### 1. 서 론

우리나라는 1973년부터 시작된 치산녹화 사업의 성공적인 달성으로 산림이 울창해 지고 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 잠관목이 많아 산불이 발생 또는 대형으로 확산되는데 매우 취약한 구조를 가지고 있다.

산불에서의 연료의 배열상태는 수평적, 수직적 연료배열 상태로 구분하며 산불진행에 직접적인 영향을 미친다. 수평적 배열상태는 임내 지표 가연물질 등이 수평으로 배열된 상태를 말하며, 수직적 배열상태는 가연물질이 인화된 물질보다 위쪽에 위치한 공중연료의 연료배열 상태를 말한다. 연료가 밀집상태로 수직 배열 시에 열을 받으면 대류(對流)작용으로 상부의 연료가 가열되면서 불기둥을 형성하여 산불은 더욱 쉽게 확산하게 된다. 수직배열 연료는 열을 받는 대류가 불 파편을 운반하므로써 비화(飛火)를 유발하기도 한다. 따라서 수직적 배열상태에서는 가지치기를 하거나 지상의 연소물질을 제거함으로써 불길이 수관에 미치지 못하도록 하는 것이 매우 중요하다. 그런데 제거된 각종 부산물 등이 산불에 영향을 줄 수도 있다.

따라서 본 연구에서는 산불피해지역에서 숲가꾸기 등 연료관리 유무가 산불연소 위험도에 미치는 영향을 분석하였다.

\* 정회원 · 강원대학교 방재기술전문대학원 · 조교수: E-mail: lsy925@kangwon.ac.kr  
\*\* 정회원 · 한중대학교 토목환경공학과 · 조교수  
\* 학생회원 · 강원대학교 방재기술전문대학원 · 석사과정  
\* 학생회원 · 강원대학교 방재기술전문대학원 · 석사과정  
\*\*\* 학생회원 · 동국대학교 농과대학원 · 박사과정  
\*\*\*\* 정회원 · 강원대학교 소방방재학부 · 조교수

## 2. 조사지역 및 방법

### 2.1 조사지역 및 방법

숲가꾸기 실행 및 미실행지의 산불피해를 조사하기 위하여 대형산불이 발생했던 경북 울진지역을 조사 대상지역으로 선정하였다.

세부조사 구역은 표 1과 같이 총 15개소로서 현장조사 plots 규모는 10m × 10m로 하였으며, 현장조사 항목은 조사지내의 임분특성, 편면연소, 임목피해율, 지형 및 연소특성을 각각 조사 분석하였다.

<표 1> 조사지의 수종별 숲가꾸기 실행유무 및 조사구수

조 사 지	수종별 숲가꾸기 실행유무				조사개수
	유	조사구수	무	조사구수	
경북 울진군	활엽수림	-	활엽수	2	2
	소나무림	2	소나무림	6	8
강원 삼척시	소나무림	5	-	-	5
합 계	-	7	-	8	15

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 산불피해지 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 임분특성 및 임목피해

표 2는 울진 및 삼척산불피해지에서 숲가꾸기를 실행한 지역과 미실행지역의 임목 특성과 산불피해율을 나타낸 것이다. 표 2에서와 같이 숲가꾸기 실행지는 미실행지에 비해서 평균수고는 4.3m크고, 흉고직경은 17.4cm쯤으며, 지하고는 3.3m 높고, 임목밀도는 2,523본 적었고, 편면연소율, 수관피해율, 임목고사율이 각각 30.8%, 37.0%, 48.4% 적어 숲가꾸기 실행지역이 미 실행지에 비해 산불위험도 낮은 나타났다.

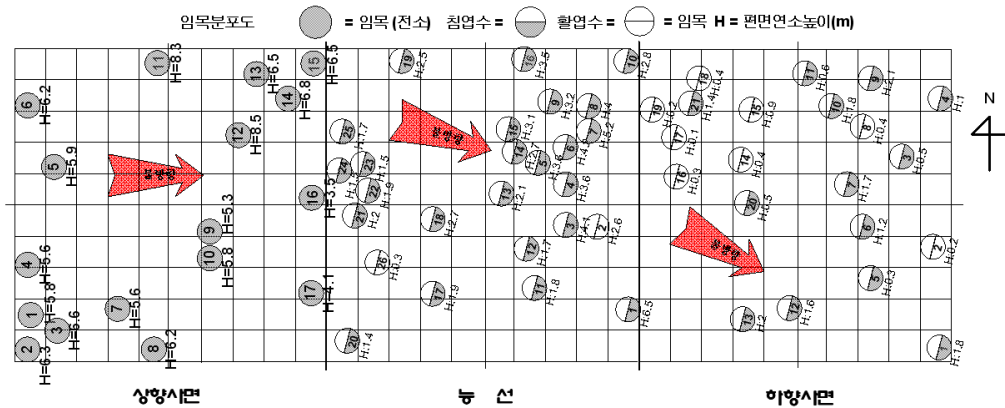
<표 2> 산불피해지 조사구 임분 특성과 임목피해율

지역	주수종	숲가꾸기 작업종	산불 발생 형태	평균 수고 (m)	DBH (cm)	지하고 (m)	임목 밀도 (본/ha)	편면 연소 (m)	임목 피해율(%)			
									편면 연소율	수관 피해율	고사율 (생/총)	
숲가꾸기 실행지	U4	소나무	-	11.9	20.0	6.7	1,200	7.5	62.8	89.6	100(0/12)	
	U8	소나무	간벌	12.1	19.4	6.0	700	8.0	67.1	67.9	100(0/7)	
		활엽수		12.5	17.1	5.8	200	8.0	64.1	95.0	0(2/2)	
	S1	소나무	간벌	11.0	14.0	5.0	500	1.7	15.0	45.0	0(5/5)	
		활엽수		12.0	15.0	12.0	300	1.8	15.0	27.0	0(3/3)	
	S2	소나무	간벌	13.0	22.0	8.0	600	1.3	10.0	57.0	0(6/6)	
		활엽수		6.0	7.0	3.0	100	1.2	20.0	40.0	0(1/1)	
	S3	소나무	간벌	산재	15.0	25.0	10.0	600	3.4	23.0	19.0	0(6/6)
	S4	소나무	간벌	산재	15.0	25.0	9.0	800	2.2	15.0	27.0	0(8/8)
	S5	소나무	간벌	산재	14.0	29.0	7.0	500	2.3	16.0	22.0	0(5/5)
평균	-	-	-	12.3	19.4	7.3	540	3.7	30.8	49.0	20.0	
숲가꾸기 미실행지	U1	소나무	-	6.1	10.5	1.9	1,700	6.1	100	100	100(0/17)	
	U2	소나무	-	7.2	10.8	3.0	2,400	2.8	41.1	65.0	79(5/24)	
		활엽수		6.6	8.1	3.8	200	1.5	23.8	80.0	50(1/2)	
	U3	소나무	-	7.2	12.7	2.7	1,300	1.3	19.0	79.2	23.1(10/13)	
		활엽수		8.0	7.8	4.1	800	2.9	4.5	56.3	0(8/8)	
	U5	소나무	-	11.0	17.9	6.3	1,700	11.0	100	100	100	
		활엽수		10.2	11.0	7.8	400	10.2	100	100	100	
	U6	소나무	-	4.2	6미만	1.5	13,600	4.2	100	100	100	
	U7	활엽수	-	3.2	6미만	1.8	10,100	2.1	65.6	100	100	
	U9	활엽수	-	11.8	16.7	4.2	600	2.9	24.3	65.0	0(6/6)	
U10	소나무	-	11.5	19.9	7.0	900	11.5	100	100	100(0/9)		
평균	-	-	-	7.9	11.6	4.0	3,063	4.3	61.7	86.0	68.4	

<범례> U:울진, S: 삼척

### 3.2 지형별 산불피해도 비교

그림 1은 울진 1, 2, 3조사구의 연소특성 및 임목피해도로서 이 조사구 각각의 방위는 S10°W, N25°E, N20°E이고, 능선을 경계로 이어진 남향, 능선, 북향 사면이다. 사면의 경사는 능선부에 위치하고 있어 비교적 완만한 20° - 22°의 경사를 보이고 있는 지역이다. 이 지역은 산불 주 연소방향에 인접한 조사구로서 동일 연소방향에서 상향사면 능선, 하향사면이 연결된 조사구로서 1, 2번 조사구의 주 수종은 소나무이며, 3번 조사구의 수종은 소나무, 신갈나무의 혼효림으로 구성되어 있다.



<그림 1> 울진 1, 2, 3조사구 연소특성 및 임목피해도

1번 조사구는 산불의 진행방향에 위치한 사면이고 이에 반해 2, 3번 조사구는 산불의 주방향에서 인접해 있으나 능선을 경계로 인접해 있는 조사구이다.

표 3에와 같이 1, 2, 3번 조사구의 수관 평균피해율은 각각 100%, 26.9%, 10.4%로 산불의 주 이동 상향사면의 소나무림인 1번 번조사구에서의 피해가 가장 크게 발생하였으며, 같은 소나무림이고 능선을 경계로 인접해 있는 2번 조사구의 경우 산불피해가 1번 조사구에 비해 심하지 않음을 볼 수 있었다. 3번 조사구는 하향사면 진행 산불로 비교적 강한 내화수림종인 활엽수를 이루고 있어 상대적으로 산불 피해는 적었던 것으로 판단되었다. 한편, 수관 피해율도 1, 2, 3번 조사구에서 각각 100%, 37.7%, 12.3%로 수관 피해율과 같은 경향을 보이고 있었다.

따라서 산불강도는 울진 1(상향사면)>울진 2(능선)>울진 3(하향사면) 순으로 나타났는데 이것은 산불의 피해정도가 앞서 기술한 임목밀도의 영향도 크지만 상향, 하향사면 등 사면 방향과 위치 등 지형조건에 따라서도 크게 달라짐을 알 수 있었다.

<표 3> 울진 1, 2, 3 조사구 조사지의 임목피해 특성

임목 No.	수종	수고 (m)	지하고 (m)	DBH (cm)	편면 연소 (m)	수관 피해율 (%)	수관 피해율 (%)	밀도 (본/ha)
울진1	소나무	6.1	1.9	10.5	전소	전소	전소	1,700
울진2	소나무	7.2	3.0	10.6	2.7	26.9	37.7	2,600
울진3	혼효림	7.5	3.2	10.9	0.9	10.4	12.3	2,100

### 4. 결 론

1) 산불피해지에서 숲가꾸기 실행지는 미실행지에 비해서 편면연소율, 수관피해율, 임목고사율이 각각 30.8%, 37.0%, 48.4% 적어 숲가꾸기 실행지역이 미 실행지에 비해 산불위험도가 낮음을 알 수 있었다.

- 2) 산불강도는 수종, 흉고직경, 임목밀도 등에 따라 다르지만 상향, 하향사면 등 사면방향과 위치 등 지형조건에 따라서도 크게 달라짐을 알 수 있었다. 특히, 상향사면 연소시 산정지역은 전소하는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 이시영, 이해평, “한국의 산불발생 실태분석”, 한국소방학회지, Vol. 20, No. 2, pp.54-63(2006)
2. 산림청, “임업통계연보”, 제35호, pp.204-223(2004).
3. 국립 산림과학원, 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼, pp.17-32(2005).
4. Josep D. Lowe, “Wildland Firefighting Practics”, Delmar, pp.14-19(2001).
5. 이시영 외, “삼림환경보전학”, 향문사, pp.49-50(1997).
6. 산림청, “숲가꾸기 5개년 추진계획”, pp.4-5(2003).