

포항산불의 확산과 피해시설물 특성 분석*

Analysis of the Characteristics of the Behaviour and Damaged Facilities of Pohang Forest Fires

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

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

Abstract

This study, as a result of conducting a field research on the weather conditions, topographic characteristics, analysis of the characteristics of forest fire behaviour, and facilities' damages, in order to analyze the characteristics of forest fire behaviors of the forest fire that occurred in the Pohang city area, Gyeongbuk on March 9th 2013, in purpose of providing basic resources for the method of inspecting forest fire safety in areas with key facilities in forests, found out that when a forest fire occurs, Pohang city has weather conditions of strong Southwestern winds, and the initial forest fire spreading speed was about 2.3km/hr at steep slopes over 30°. In the case of facilities damaged by a forest fire, the average distance with the forest was 2.7m which was fairly close with the forest, and while the facilities located at the valley front of the direction of the movement of the forest fire were investigated to be damaged due to direct transition and spotting fire, the material of the facilities such as sandwich panels, etc. were analyzed to have damage on the facilities.

Key words: forest fire, facilities, Forest Fire Behavior

* 본 연구는 산림청 '산림과학기술개발사업(과제번호 S121214L140110)의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

** Tel. +82-33-570-6806. Fax. +82-33-540-3149. E-mail. ypchanho@kangwon.ac.kr

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

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

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

Submission & Publication Process

Received: Dec. 5, 2014 / Revised: Jan. 7, 2015 / Accepted: Jan. 20, 2015

국문초록

본 연구는 산림 내 주요 시설물 지역 산불안전진단 기법에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 2013년 3월9일 경상북도 포항시에서 발생한 산불을 대상으로 산불행동과 피해시설물 특성을 분석하기 위하여 포항산불 피해지의 기상요소, 지형특성, 산불확산 특성과 시설물 피해 현장조사 자료를 분석한 결과 산불발생시 포항시는 고온건조하고 강한 남서풍이 불었고, 30° 이상의 급경사지에서 산불초기 확산속도는 2.3km/hr로 빠르게 확산되었다. 산불 피해 시설물의 경우 산림과의 평균 이격거리는 2.7m로 산림과 매우 근접해 있었으며, 산불진행방향의 골짜기막 장형에 위치한 시설물들이 직접전이와 비화에 의해 피해를 입은 것으로 조사되었고, 샌드위치판넬 등 시설물의 재질이 산불 피해에 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다.

주제어: 산불, 주요시설물, 산불행동특성

1. 서론

우리나라는 2012년에 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 있고, 그 중 산불의 발생은 세계 각 곳에서 점차 대형화되고 있다’라고 예측하고 있다. 그리고 각국 산불 관련 연구도 온도 상승에 따른 건조일의 증가로 산불의 발생 건수와 피해면적의 증가를 예측하고 있고, 피해 방지를 위해 선제적인 산불방지 정책의 실시를 주장하고 있는 추세이다(IPCC, 2007). 따라서 산불피해 위험국가들의 경우 대형산불이 발생함에 따른 인적, 물적 피해가 증가함에 따라 산불에 효과적으로 대응하고자 하는 노력을 하고 있다. 이 중 산불이 발생했을 때 효율적으로 진화하고 지역주민의 안전을 위해서는 산불의 확산방향과 속도를 예측하는 것이 중요하다. 하지만, 산불은 지형, 연료, 기상인자와 산불자체의 상호작용으로 인하여 복잡하게 전개(S. J. Pyne, 1996)되므로 이를 해석하는 것은 쉬운일이 아니다. 따라서 산불행동을 예측할 수 있는 다양한 모델들이 개발되고 있으며 산불방지정책에 적극적으로 이용되고 있다. 대표적인 예로써 미국의 FARSITE와 캐나다의 Prometheus를 들수 있는데, 이러한 모델은 진화대원의 교육과 진화전략 수립에 이용되고 있다.

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(강원도, 2001; 고성군, 1999; 산림청, 2001; 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. 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, 산불지역의 특성으로 인해, 단시간 동안 대형 피해를 야기할 가능성이 크다고 할 수 있다(김운형, 2003).

따라서, 본 연구의 목적은 경상북도 포항시에서 발생한 도시형산불을 대상으로 산불확산과 피해시설물의 특성을 분석하여 산림 내 주요 시설물의 산불안전진단 기법 개발에 대한 기초자료를 제공하는 데 있다.

II. 조사지역 및 내용

1. 조사지역

본 연구의 연구대상지인 포항산불은 경상북도 포항시 북구 용흥동 용흥초등학교 뒷산(북위 36도 03분 95.5초, 동경 129도 34분 88.4초)에서 2013년 3월 9일 15시 38분에 발생하여 1명 사망, 25명 부상이라는 인명피해와 도심과 인접해 있는 산림(77.9ha)과 시설물 111동(전소 48, 반소 6, 기타 57), 차량 7대의 피해를 입었다. 포항산불로 인한 피해 금액은 약 2,354 백만원으로 추산하고 있으며, 소나무 및 활잡목 99,461본이 잣더미로 변하였고, 동원된 인력은 약 4,206명, 헬기 11대, 소방차 102대, 진화차 10대, 기계장비 3세트, 진화도구 3,200점 등 많은 인력과 장비가 동원되었다. 또한 산불피해를 입었던 포항시 북구의 산림은 산불에 취약한 수종인 소나무등 침엽수림이며, 임목밀도는 중임분이었으며, <그림 1>은 산불피해 지역을 나타낸 것이다.



<그림 1> 포항산불 피해지역

2. 조사내용 및 분석방법

1) 기상분석

포항산불 행동특성을 분석하기 위하여 포항산불 피해지역에 가장 근접해 있는 포항AWS(자동기상 관측소)의 기상자료를 바탕으로 포항 산불피해지역의 주풍방향과 기상특성(기온, 습도, 풍향, 풍속)을 분석하였다.

2) 지형분석

산불피해를 입은 포항지역의 지형 구조를 분석하기 위해 1:5,000 제5차 수치임상도를 산림청으로부터 제공받아 ARC GIS 10ver.을 이용하여 산불피해지역의 고도별 면적(Elevation Reclassify)과 경사별 면적(Slope Reclassify), 사면향별 면적(Aспект Reclassify)을 산출하였다.

3) 산불확산 특성 분석

포항시청에서 발표한 ‘용흥지구 산불의 시간대별 조치사항’을 바탕으로 포항산불 진행거리를 기준으로 총 3단계인 A, B, C 단계로 구분한 후 확산시간과 확산속도, 직선거리를 산출하여 포항산불의 단계별, 시간대별 산불확산 특성을 분석하였다.

4) 단계별 지형조건과 피해시설물과의 관계분석

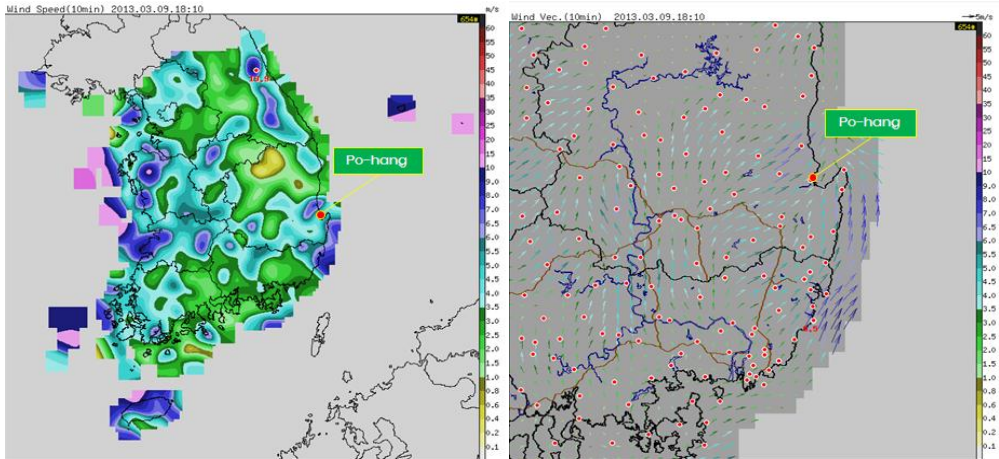
산불피해지 전체의 피해분석과 시간대별 산불확산을 단계별로 구분한 A, B, C 단계의 고도별, 경사별, 사면향별 면적을 산출하여 산불확산 특성과 산불피해 시설과의 관계를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기상 분석

<그림 2>는 산불피해지인 포항시에 가장 인접해 있는 포항 AWS(138)기상자료를 토대로 산불이 발생한 15:38분부터 19:30분까지의 기온과 습도, 풍향, 풍속에 대한 기상분석을 실시한 결과 당시 최고 기온 26.7℃, 최저습도는 15%, 주풍향은 남서풍, 평균 풍속은 4.8m/s, 최대풍속은 8.1m/s로 조사되었

다. 따라서 이러한 고온건조의 기상여건은 산림 내 연료습도를 낮춤으로써 산불 강도와 확산에 많은 영향을 주었으며, 특히 강풍으로 인해 수관화와 비산화가 발생하여 산불초기에 가장 빠른 확산 속도로 산림과 시설물에 피해를 준 것으로 분석되었다.



<그림 2> 포항시 AWS(138) 기상자료

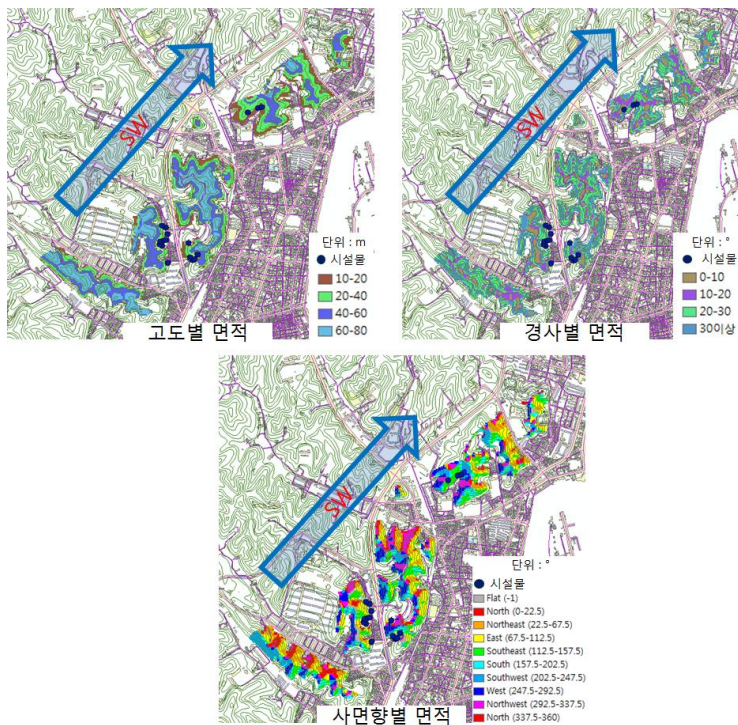
2. 지형 분석

1) 포항산불 전체피해지역 지형분석

<표 1>과 <그림 3>은 ARC GIS 10ver.의 공간분석 기능을 이용하여 포항산불 피해지역의 고도별, 경사별, 사면향별 피해면적을 분석한 결과이다. 고도별 면적에서는 40~60m의 면적이 32.2%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 경사별 면적에서는 30° 이상의 급경사지가 37.1%로 가장 많아 험준한 지형인 것으로 분석이 되었다. 또한, 사면향별 면적에서는 동쪽사면인 67.5~112.5°의 사면이 19.1%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 그다음으로는 남향사면인 247.5~292.5°가 13.2%로 조사되었다. 이는 주풍인 남서풍의 바람 방향과 산불진행 방향이 일치한 것으로 나타나 단시간 내에 많은 피해를 준 것으로 분석되었다.

<표 1> 포항산불 피해지역 지형분석

고도별 면적			경사별 면적			사면향별 면적		
고도(m)	피해면적(㎡)	비율(%)	경사(°)	피해면적(㎡)	비율(%)	사면향(m)	피해면적(㎡)	비율(%)
0~20	139,099	17.9	0~10	75,638	9.7	-1	16,335	0.6
						0~22.5	33,562	4.7
20~40	220,281	28.3	10~20	169,295	21.7	22.5~67.5	113,853	12.9
						67.5~112.5	118,506	19.1
						112.5~157.5	105,834	11.4
40~60	250,873	32.2	20~30	245,230	31.5	157.5~202.5	67,718	11.6
						202.5~247.5	103,755	11.1
						247.5~292.5	106,824	13.2
						292.5~337.5	77,222	10.4
60~80	168,998	21.7	30이상	289,088	37.1	337.5~360	36,235	5.0
						소계	779,251	100
소계	779,251	100	소계	779,251	100	소계	779,251	100



<그림 3> 포항산불피해지역 고도별, 경사별, 사면향별 현황

3. 산불확산 특성 분석

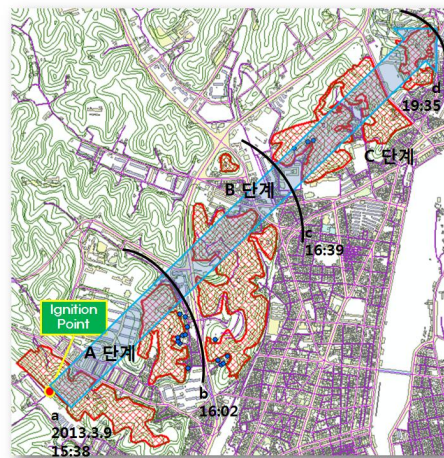
2013년 3월 9일부터 3월 10일 동안 사망 1명, 부상 25명의 인명피해와 77.9ha의 산림피해, 111동의 시설물 피해를 준 포항산불은 <표 2>와 같이 크게 3단계(A, B, C 단계)의 피해지역으로 구분하였다. 총 피해지의 직선거리의 약 3km이며, 주불진화 시간은 총 237분이고, 피해면적은 77.9ha, 풍속은 평균 4.8m/s, 풍향은 WSW로 나타났다. 산불확산정도가 가장 심했던 산불 초기 단계인 A 단계의 직선거리의 0.92km이고, 확산시간은 24분, 피해면적은 25.7ha, 풍속은 5.5m/s, 풍향은 SW로 산불진로 방향과

주풍의 바람방향과 일치하고, 피해조사지는 소나무 등 침엽수 단순림으로 되어 있어 짧은 시간에 빠른 속도로 수관화와 비산화를 통해 확산된 것으로 분석되었다.

또한, <그림 4>에서와 같이 처음 발화지부터 a~d 지점까지의 도달시간과 각 단계사이의 거리를 이용하여 단계별 산불 확산속도를 km/hr의 단위로 산출한 결과 산불초기 단계인 A 단계는 2.3km/hr로 확산속도가 가장 빠른 것으로 분석되었고, 산불중기인 B 단계가 1.6km/hr, 산불말기인 C 단계가 0.4km/hr의 확산속도로 분석되었다. A 단계의 2.3km/hr의 빠른 확산속도는 2000년 삼척산불(1.6km/hr)과 2004년 속초산불(2.0km/hr), 2005년 양양산불(1.21km/hr)보다 빠른 것으로 분석되었다(이병두, 2005).

<표 2> 포항산불지역 단계별 산불확산 종합 현황

구분	A 단계 a~b	B 단계 b~c	C 단계 c~d	A~C 단계 a~d
직선거리(km)	0.92	0.98	1.1	3
확산시간(분)	24	37	176	237
확산속도(km/hr)	2.3	1.6	0.4	0.8
피해면적(ha)	25.7	26.2	26.0	77.9
평균풍속(m/s)	5.5	5.3	4.6	4.8
주풍향	SW	WSW	WSW	WSW



<그림 4> 포항산불지역 단계별 산불확산 및 피해현황도

4. 단계별 지형조건과 피해시설물과의 관계 분석

1) A단계 분석

<표 3>, <표 4>, <그림 5>는 포항산불 피해지역 A단계의 고도별, 경사별, 사면향별 피해면적과 피해시설물과의 관계를 분석한 결과이다.

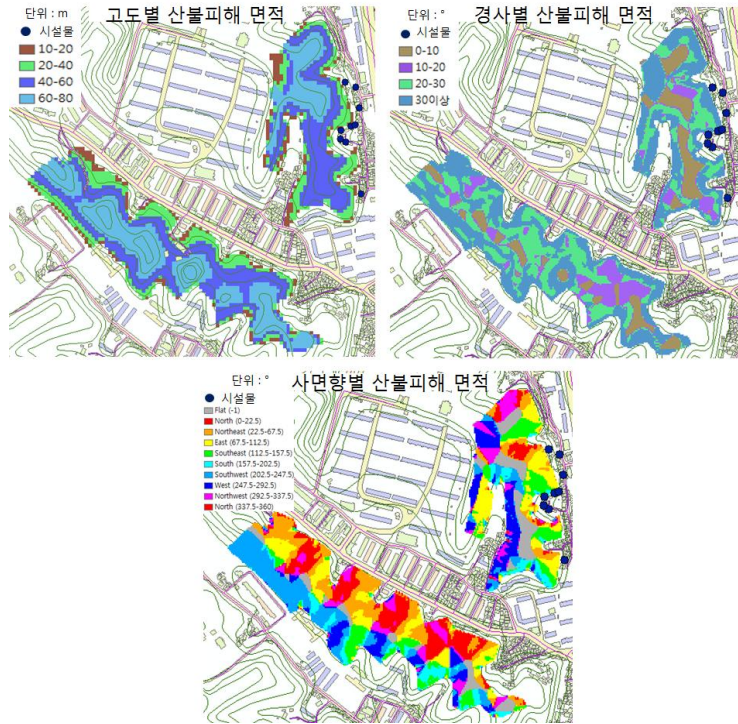
<표 3> A 단계 산불피해지역 지형분석

고도(m)	고도별 면적		경사(°)	경사별 면적		사면방향(m)	사면방향별 면적	
	피해면적(㎡)	비율(%)		피해면적(㎡)	비율(%)		피해면적(㎡)	비율(%)
0~20	20,215	7.8	0~10	34,051	13.2	-1	22,738	8.8
						0~22.5	16,783	6.5
20~40	67,664	26.3	10~20	35,054	13.6	22.5~67.5	38,251	14.9
						112.5~157.5	36,590	14.2
						157.5~202.5	26,686	10.4
40~60	145,201	56.5	20~30	72,052	28	157.5~202.5	16,407	6.4
						202.5~247.5	37,295	14.5
						247.5~292.5	27,172	10.6
60~80	24,054	9.4	300이상	115,976	45.2	292.5~337.5	19,259	7.5
						337.5~360	15,952	6.2
						소계	257,133	100

분석결과 고도별 면적에서는 40~60m의 면적이 56.5%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 경사별 면적에서는 30° 이상의 경사지가 45.2%로 가장 많은 것으로 분석이 되었다. 또한, 사면방향별 면적에서는 북동쪽사면인 22.5°~67.5°의 사면이 14.9%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 그다음으로는 남서향사면인 202.5°~247.5°가 14.5%로 많은 것으로 분석되었다. 산불피해를 입은 시설물들은 북동쪽사면에 위치하고 있었고, 골짜기막장형지역에 위치하고 있던 시설물은 산림과의 평균 이격거리가 3.2m로 근접해 있어 직접전이에 의해 피해를 입었고, 또한, 재질이 슬레이트 구조인 시설물들은 전소한 것으로 분석되었다. 특히, 피해지 3단계중 가장 많은 시설물 피해를 입은 것으로 나타났다.

<표 4> A 단계의 피해 시설물현황

구분	지형구분	시설물주변 임분밀도	이격거리 (m)	수종	시설구분	시설물재질	피해정도
1	단순사면	중임분	3.2	소나무, 참나무	가옥	슬레이트	전소
2	골짜기막장형	중임분	1.5	소나무	가옥	슬레이트	전소
3	골짜기막장형	소임분	1.0	참나무	가옥	슬레이트	전소
4	골짜기막장형	밀임분	3.1	소나무	가옥	콘크리트	반소
5	골짜기막장형	중임분	1.8	소나무	가옥	콘크리트	반소
6	골짜기막장형	중임분	3.5	소나무	가옥	콘크리트	반소
7	단순사면	밀임분	3.0	소나무	가옥	슬레이트	전소
8	단순사면	중임분	3.0	소나무	가옥	슬레이트	전소
9	단순사면	중임분	9.0	소나무	가옥	슬레이트	전소



<그림 5> A 단계 고도별, 경사별, 사면향별 산불피해현황

2) B단계 분석

<표 5>, <표 6>, <그림 6>은 포항산불 피해지역 B단계의 고도별, 경사별, 사면향별 피해면적과 피해시설물과의 관계를 분석한 결과이다.

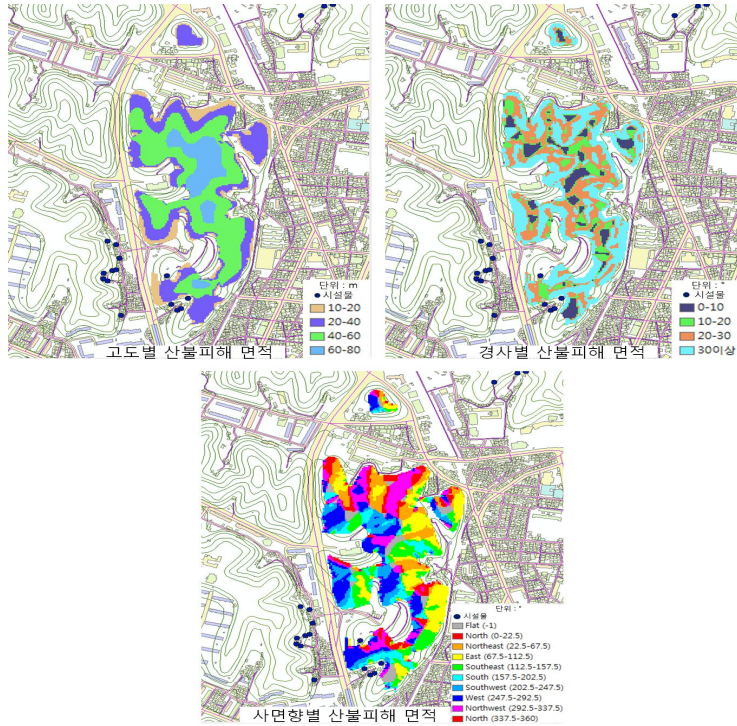
고도별 면적에서는 40~60m의 면적이 40.8%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 경사별 면적에서는 30° 이상의 경사지가 45.9%로 가장 많은 것으로 분석되었다. 또한, 사면향별 면적에서는 동쪽사면인 67.5~112.5°의 사면이 16.8%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 그다음으로는 남쪽사면인 247.5~292.5°가 15.9%로 많은 것으로 분석되었다. 산불진행방향의 남쪽사면인 골짜기막장형지역에 위치하고 있던 피해시설물은 직접전이에 의해 피해를 입었다. 그러나 산림과 인접해 있지 않은 피해시설물들은 비화에 의해 전이되어 피해를 입은 것으로 나타났다. 산림과의 평균 이격거리는 2.9m로 시설물과 인접해 있었으며 또한, 시설물 피해정도에서는 시설물의 재질이 조립식 판넬과 슬레이트 재질의 구조로 되어 있던 시설물들은 더 피해를 입은 것으로 나타났다. 특히, 피해지 3단계 중 2번째로 많은 피해를 입은 것으로 나타났다.

<표 5> B 단계 산불피해지역 지형분석

고도별 면적			경사별 면적			사면향별 면적		
고도(m)	피해면적 (㎡)	비율(%)	경사(°)	피해면적 (㎡)	비율(%)	사면향(m)	피해면적 (㎡)	비율(%)
0-20	32,739	12.5	0~10	25,713	9.8	-1	12,786	4.9
						0~22.5	11,044	4.2
20-40	89,335	34.1	10~20	33,806	12.9	22.5~67.5	29,057	11.1
						67.5~112.5	44,204	16.8
						112.5~157.5	31,699	12.1
40-60	106,927	40.8	20~30	82,170	31.4	157.5~202.5	22,453	8.6
						202.5~247.5	27,006	10.3
60-80	33,076	12.6	30이상	12,388	45.9	247.5~292.5	41,731	15.9
						292.5~337.5	31,755	12.1
						337.5~360	10,622	4.0
소계	262,077	100	소계	262,077	100	소계	262,358	100

<표 6> B 단계의 피해 시설물현황

구분	지형구분	시설물주변 임분밀도	이격거리 (m)	수종	시설구분	시설물재질	피해정도
1	단순사면	중임분	6.0	소나무	창고	샌드위치 판넬	전소
2	골짜기막장형	중임분	1.6	소나무	가옥	슬레이트	반소
3	골짜기막장형	중임분	3.2	소나무	가옥	슬레이트	전소
4	골짜기막장형	중임분	0.8	소나무	가옥	슬레이트	전소
5	골짜기막장형	중임분	2.8	참나무	가옥	슬레이트	반소



<그림 6> B 단계 고도별, 경사별, 사면향별 산불피해현황

3) C단계 분석

<표 7>, <표 8>, <그림 7>은 포항산불 피해지역 C단계의 고도별, 경사별, 사면향별 피해면적과 피해시설물과의 관계를 분석한 결과이다.

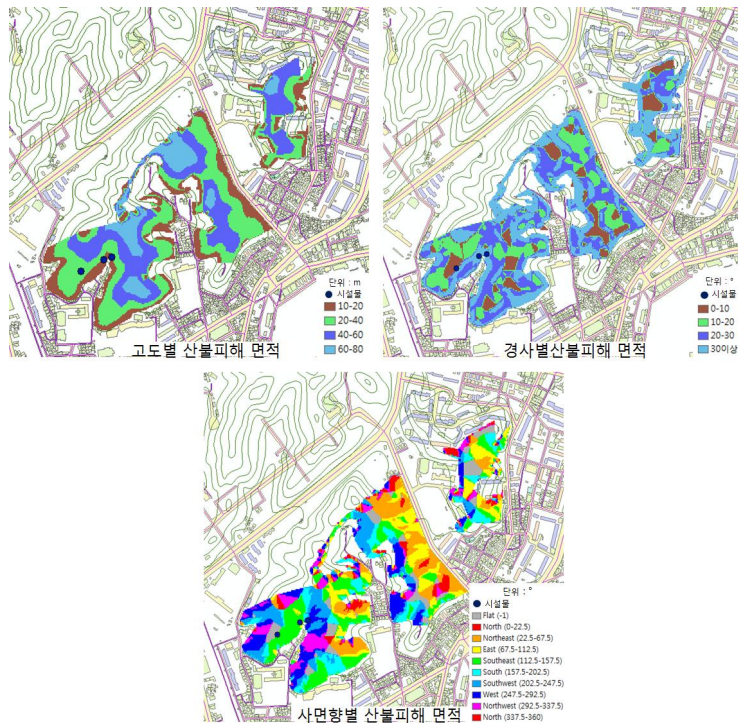
고도별 면적에서는 20~40m의 면적이 36%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 경사별 면적에서는 30° 이상의 경사지가 38%로 가장 많은 것으로 분석 되었다. 또한, 사면향별 면적에서는 남동쪽사면인 112.5~157.5°의 사면이 16.8%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 그다음으로는 북동쪽사면인 22.5~67.5°가 15.1%로 많은 것으로 분석되었다. 이 단계의 골짜기막장형 지역의 남쪽사면에 위치하고 있던 피해시설물은 직접전이에 의해 피해를 입었고, 산림과 시설물의 평균 이격거리는 1.9m로 근접해 있었다. 또한, 시설물 피해정도에서는 시설물의 재질이 슬레이트 구조인 시설물들이 피해를 더 입은 것으로 나타났다. 특히, 피해지 3단계 중 가장 적은 피해를 입은 것으로 나타났다.

<표 7> C 단계 산불피해지역 지형분석

고도(m)	고도별 면적		경사(°)	경사별 면적		사면방향(m)	사면방향별 면적	
	피해면적(㎡)	비율(%)		피해면적(㎡)	비율(%)		피해면적(㎡)	비율(%)
0~20	59,306	23	0~10	30,588	12	-1	17,928	6.9
20~40	94,190	36	10~20	53,141	20	0~22.5	7,902	3.0
						22.5~67.5	39,448	15.1
						67.5~112.5	34,165	13.1
40~60	76,860	29	20~30	76,845	30	112.5~157.5	43,788	16.8
						157.5~202.5	28,419	10.9
						202.5~247.5	31,516	12.1
60~80	30,125	12	30이상	99,876	38	247.5~292.5	31,247	12.0
						292.5~337.5	19,978	7.7
						337.5~360	6,091	2.3
소계	260,481	100	소계	260,481	100	소계	260,481	100

<표 8> C 단계의 피해 시설물현황

구분	지형구분	시설물주변 임분밀도	이격거리 (m)	수종	시설구분	시설물재질	피해정도
1	골짜기막장형	중임분	1.7	소나무	공도장	슬레이트	반소
2	골짜기막장형	중임분	1.1	소나무	가옥	슬레이트	전소
3	골짜기막장형	중임분	2.8	소나무	가옥	슬레이트	전소



<그림 7> C 단계 고도별, 경사별, 사면방향별 산불피해현황

IV. 결론 및 제언

1. 결론

주거지역의 밀집과 산업의 발달로 인해 산림으로부터 근접해 있는 시설물에 산불이 전이되는 도시형 산불이 빈번히 발생하는 추세에서 산불 발생 시 산불에 효과적으로 대응하기 위해서는 산불행동에 대한 정확한 예측이 필요하고, 올바른 예측을 위해서는 많은 산불 사례조사를 수집하여 산불행동과 피해시설물과의 관계를 파악하는 것이 중요하다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 2013년 3월9일 경상북도 포항시에서 발생한 산불을 대상으로 기상분석, 지형특성, 산불행동 특성 분석, 시설물 피해 현장조사 분석을 실시한 결과는 다음과 같다.

1) 기상분석

포항시에 가장 인접해 있는 포항AWS기상자료를 분석한 결과 최고기온 26.7°C, 최저습도는 15%로 고온건조의 기상여건이었으며, 평균 풍속은 4.8m/s였고, 최대풍속은 8.1m/s, 주풍향은 남서풍(SW)방향으로 주불이 지나간 방향과 주풍방향이 일치하여 매우 빠르게 확산된 것으로 나타났다.

2) 지형분석

단계별 지형분석결과 A단계에서 고도별 면적은 40~60m의 면적이 56.5%, 경사별 면적은 30° 이상 경사지가 45.2%, 사면향별 면적은 북동쪽사면 14.9%, 남서향사면 14.5%로 분석되었다. B단계에서의 고도별 면적에서는 40~60m의 면적이 40.8%, 경사별 면적은 30° 이상 경사지가 45.9%, 사면향별 면적은 동쪽사면 16.8%, 남쪽사면 15.9%로 분석되었다. C단계에서는 고도별 면적은 20~40m의 면적이 36%, 경사별 면적은 30° 이상 경사지가 38%, 사면향별 면적은 남동쪽사면 16.8%, 북동쪽사면 15.1% 순으로 많은 것으로 분석되었다.

따라서, 산불발생 초기단계인 A 단계의 고도가 B, C 단계보다 다소 높아 산불확산도 빠르고 시설물 피해도 많았던 것으로 나타났다.

3) 산불확산 특성 분석

포항시 산불피해지역의 전체단계는 직선거리 약 3km이며, 주불진화 시간은 총 237분이고, 피해면적은 77.9ha로 조사되었고, 단계별 확산 속도로 A단계는 2.3km/hr로 가장 빨랐고, 산불중기인 B단계가 1.6km/hr, 산불말기인 C단계가 0.4km/hr로 분석되었다.

따라서, A단계의 2.3km/hr의 빠른 확산속도는 2000년 삼척산불(1.6km/hr)과 2004년 속초산불(2.0km/hr), 2005년 양양산불(1.21km/hr)보다 빠른 것으로 분석되었다.

4) 단계별 지형조건과 피해시설물과의 관계 분석

산불피해 시설물들은 대부분 산불진행 방향에 위치하고 있었고, 지형적으로도 골짜기막장형 지역에 위치한 시설물들이 직접전이와 비화에 의해 피해를 입었다. 그리고 시설물과 산림과의 평균 이격거리는 2.7m로 시설물과 인접해 있었으며, 대부분의 시설물 재질이 조립식 판넬과 슬레이트 재질의 구조로 되어 있어 피해를 더 입은 것으로 나타났다. 산불 확산 단계별 시설물 피해 현황에서 총 17개 시설물 피해 중 산불확산이 가장 빨랐던 A 단계에서 9개의 시설물이 전소와 반소가 되어 가장 많은 피해를 입은 것으로 나타났다.

2. 제언

우리나라 국토는 약65%가 산림으로 이루어져있다. 이러한 산림 주변에는 가옥, 학교, 요양소, 사찰, 펜션 등 많은 시설물들이 위치하고 있다. 이러한 시설물들이 위치한 곳은 대부분 진화인력들이 진입하기에 많은 어려움이 있다. 따라서 시설물들을 산불로부터 대비하기 위하여 다음과 같이 산불방지대책을 제언하고자 한다.

1) 시설물과 산림과의 이격거리 구축

산림 내 시설물이 산림과의 거리가 10m이내일 경우 피해를 입을 확률이 높아짐에 따라 산림과 시설물의 이격거리를 10m이상 두어 시설물이 산불로부터 직접전이가 되지 않게 보호한다.

2) 방화선 구축

산림과 시설물 주변의 나뭇가지나 사(死)연료 등 탈 수 있는 물질을 제거하여 방화선을 구축한다.

3) 내화수림대 조성

우리나라는 그동안 숲의 관리가 다소 부족하여 임목밀도가 높아 산불발생 시 대형화 될 가능성이 높다. 따라서 시설물 주변의 산림을 개선할 필요성이 있다. 시설물 주변 산림을 내화력이 강한 수종인 참나무류, 동백나무, 은행나무 등으로 조성하고, 초지 또한 내화력이 강한 맥문동 등으로 조성하여 산

불에 대비할 필요성이 있다.

4) 시설물 주변 연소물질 제거

산림인접 소도시나 마을의 경우 집주변에 가연물, 건조, 화목연료, 기름통, 가스통 등 많은 가연성물질을 가지고 있다. 이러한 가연성물질을 제거하여야 한다. 제거 불가능시 내화성 물질로 만든 창고 등에 보관할 필요가 있다.

5) 시설물 재질 개선

산림인접 소도시나 마을의 경우 가옥의 재질이 대부분 샌드위치 판넬, 슬레이트, 목재, 기와, 칼라피복철판 등 불에 약한 재질로 되어 있어 불에 강한 재질로의 보강되어야 한다.

참고문헌

- 고성군. 1997. 고성산불백서. 고성군.
- 국립산림과학원. 2009. 산림재해백서. 국립산림과학원.
- 국립산림과학원. 2010. 산림재해백서. 국립산림과학원.
- 김운형, 김종훈. 2003. 사찰화재의 통계적 고찰. 한국화재소방학회 2003년도 춘계학술논문발표회논문집.
- 양양군청. 2008. 양양산불백서. 양양군청
- 이병두, 이시영, 정주상. 2005. 2005년 강원도 양양산불 행동특성. 한국화재소방학회 논문지. 19(4): 1-6.
- 이병두. 2005. GIS와 RS를 이용한 2000년 삼척산불 행동특성 분석 및 산불확산예측모델 개발. 서울대학교 박사학위논문.
- 산림청. 2011. 산불 통계 분석을 통한 산불정책 변천 및 대응 방안. 산림청.
- 산림청. 2013. 산불통계연보. 산림청.
- 산림청. 2001. 동해안 산불백서 I. 산림청.
- IPCC. 2007. *Climate Change Synthesis Report*. IPCC.
- N. Hening-sever, D. Poliakov, and M. Broza. 2001. A Novel Method for Estimation of Wild Fire Intensity Based on ash pH and Soil Microarthropod Community. *Pedobiologia* 45: 98-106.
- S. J. Pyne, P. L. Andrews, and R. D. Laven. 1996. *Introduction to Wildland Fire*. JOHN WILEY & SONS.

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

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

권춘근: 강원대학교에서 “산불에 영향을 미치는 산림지표연료 습도변화 추정에 관한 연구”로 공학박사학위를 취득 하였으며(2014. 08), 현재는 산림청 산불예방 및 진화와 관련된 강의를 담당하고 있다. 주 연구 분야는 산불교육, 산불예방 및 진화기술 분야이다(kcg3338@kangwon.ac.kr).

박홍석: 동국대학교 농과대학 임학과에서 “도시 식생의 효율적인 관리방법에 대한 연구”로 농학석사학위 취득 및(2002. 08), 박사수료를 하였으며(2008. 08), 산불관련 다수의 논문을 발표하였다. 현재는 강원대학교 도계캠퍼스 재난관리공학과에서 기후와 재난과 관련된 강의를 담당하고 있다. 주 연구분야는 산불행태예측, 산불예방 및 기후변화와 산불과의 관련성 연구 분야이다(parkhs08@naver.com).